



REGIONE CAMPANIA PROVINCIA DI BENEVENTO COMUNE DI PIETRELCINA



REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA NEL COMUNE DI PIETRELCINA (BN) DENOMINATO "ANDROMEDA"

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOLOGICA

R_16.a

| REVISIONI | N. | DATA | DESCRIZIONE | RED. | VER. | APP. | SCALA: |
|-----------|----|------------|-----------------|------|------|------|-----------|
| | 1 | 01/02/2022 | PRIMA EMISSIONE | | | | |
| | | | | | | | CODIFICA: |
| | | | | | | | --- PD |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

PROGETTAZIONE

IL PROGETTISTA

IL GEOLOGO



ENERGY & ENGINEERING S.R.L. Ing. Davide G. Trivelli Dr. Tommaso Fusco

Via XXIII Luglio 139

83044 - Bisaccia (AV)

P.IVA 02618900647

Tel./Fax. 0827/81480

pec: energyengineering@legalmail.it



IL COMMITTENTE

PLC Power S.r.l.

Via delle Industrie n. 100

80011- Acerra (NA)

P.IVA 05192140654

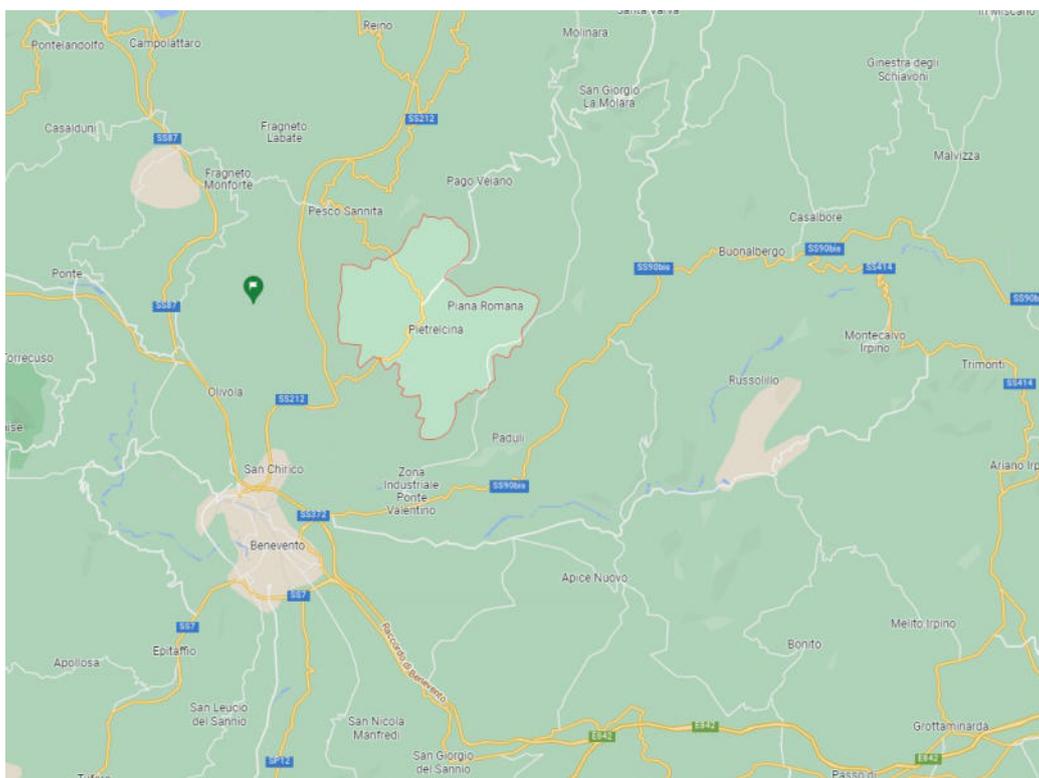


INDICE

- 1. PREMESSA pag. 2**
- 2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO STRUTTURALE pag. 5**
 - INTRODUZIONE pag. 5
 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO pag. 7
 - LE UNITÀ DELLA CATENA SUD-APPENNINICA pag. 9
 - SUCCESSIONI PREOROGENICHE E DI AVANFOSSA pag. 10
 - SUCCESSIONI DI THRUST-TOP pag. 20
 - LE UNITÀ CINEMATICHE DELLA CATENA SUD-APPENNINICA pag. 24
 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE pag. 30
- 3. CARATTERISTICHE LITO-STRATIGRAFICHE pag. 34**
- 4. CARATTERISTICHE GEOLITOLOGICHE DEI TERRENI
PRESENTI NELL'AREA IN ESAME pag. 37**
- 5. MORFOLOGIA E STABILITA' pag. 42**
- 6. CONSIDERAZIONI GEOPEDOLOGICHE pag. 51**
- 7. CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE pag. 52**
- 8. CARATTERI SISMICI pag. 55**
 - SISMICITÀ STORICA pag. 55
 - INDAGINI SISMICHE pag. 61
- 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 Distrettuale dell'Appennino Meridionale – Rischio di frana) delle aree interessate dalla realizzazione di un “parco eolico” per la produzione di energia elettrica da ubicarsi principalmente nel territorio comunale di Pietrelcina (parte del cavidotto attraverserà anche i territori comunali di Pesco Sannita e Benevento; la sottostazione AT/MT sarà ubicata nel comune di Benevento).



Il progetto, in particolare, prevede la realizzazione di n°9 aerogeneratori, di una rete di cavidotti e di una sottostazione AT/MT.

Per l'espletamento dell'incarico ricevuto sono stati 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.
- N°3 sondaggi a carotaggio continuo spinti fino alla profondità di 30.00 m. dal p.c.;
- N°3 prelievi di campioni indisturbati e sottoposti ad analisi geotecnica di laboratorio;
- N°3 prelievi di campioni di terreno e sottoposte ad analisi chimiche (rifiuto costituito da terre e rocce).
- N°3 prove sismiche del tipo MASW.

Tali dati così acquisiti servono a dimostrare, se:

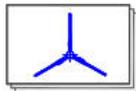
- l'intervento in oggetto sia compatibile con quanto previsto dal Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale e dalle relative norme di attuazione e dalle misure di salvaguardia;
- le realizzazioni garantiscano, secondo le caratteristiche 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.

* Le carte tematiche allegate sono state realizzate rifacendosi ai P.U.C. vigenti dei Comuni di Pietrelcina, Pesco Sannita e Benevento.

STRALCIO CTR

LEGENDA

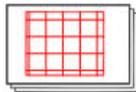
LEGENDA:



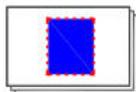
AEROGENERATORI DI PROGETTO



CAVIDOTTO DI PROGETTO



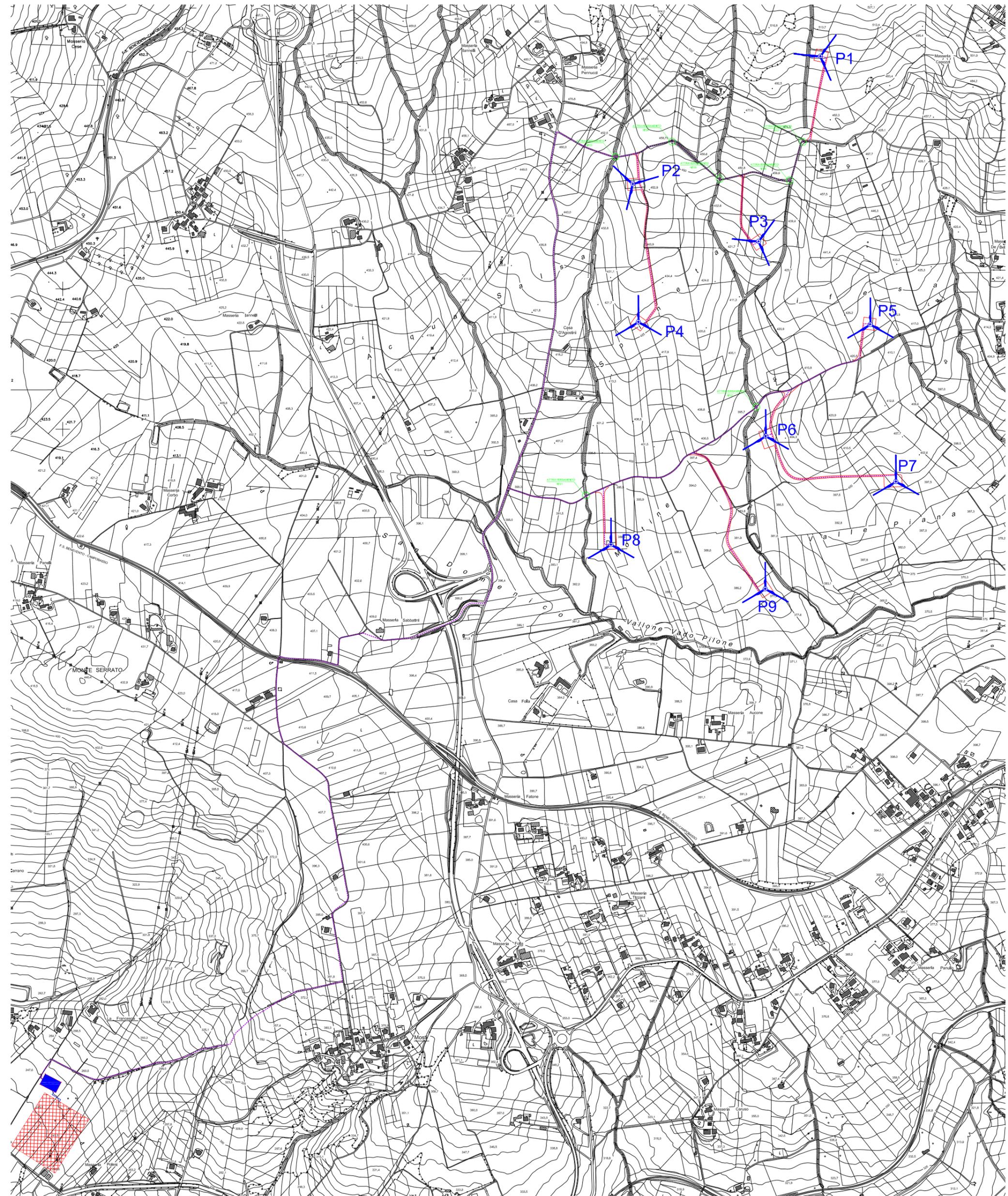
STAZIONE ELETTRICA ESISTENTE TERNA SPA



SSE UTENTE DA REALIZZARE



INTERFERENZE CON CANALI, FOSSI E ATTRAVERSAMENTI



2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

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

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.

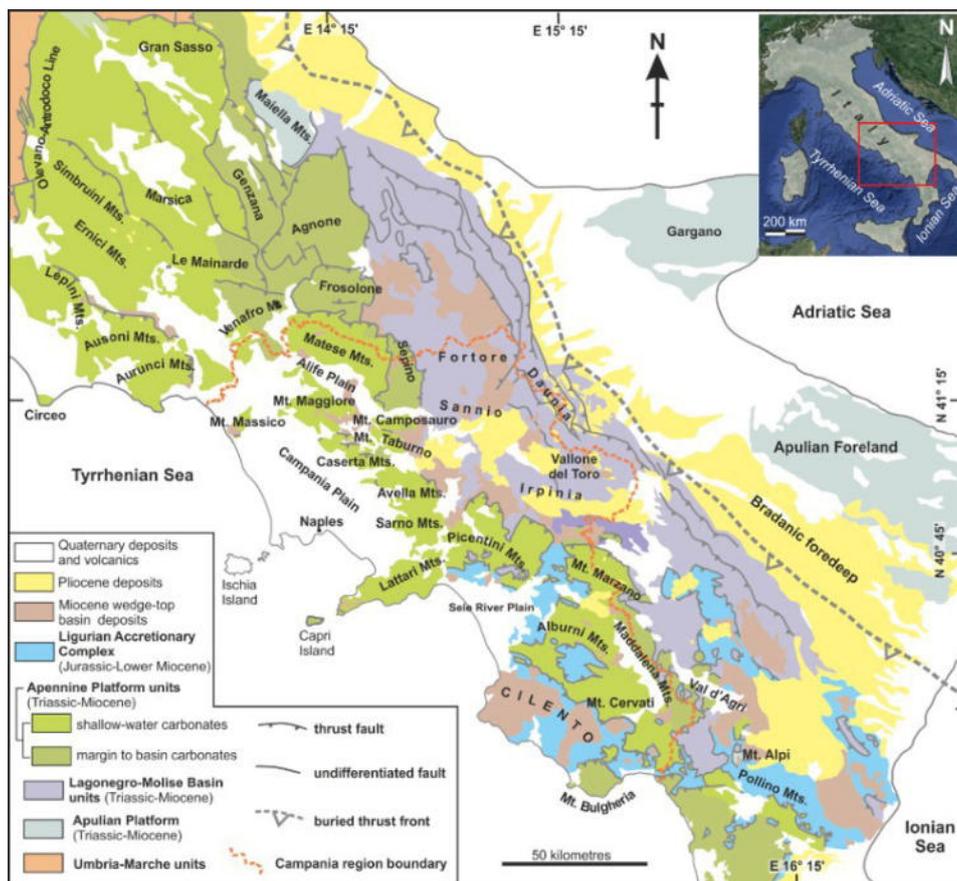


fig.1 Mappa schema geologico dell'appennino Meridionale

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

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-Aquitaniense (DI STASO & GIARDINO, 2002).

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

Quest'ultimo, da noi interpretato come la parte di avanfossa della successione, è interamente costituito da arenarie immature, fittamente stratificate, con sottili intercalazioni pelitiche e rari livelli di quarzareniti.

L'età presumibile per la posizione stratigrafica è Miocene inferiore (Aquitaniense-Burdigaliano).

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

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

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

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

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

Unità derivate dal margine continentale apulo

Unità Monte Bulgheria

L'Unità Monte Bulgheria (SCANDONE et alii, 1964; TORRE, 1969; SGROSSO, 1995) è formata alla base da dolomie grigio-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 breccie 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 brecciole 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 calcario-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 breccie 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 Pietraraja (SELLI, 1957), che comprende alternanze torbiditiche di arenarie fini ed argille del Tortoniano medio-superiore.

Unità Matese nord-occidentale

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

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

Unità del Bacino Molisano

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

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

Unità Dauna

L'Unità Dauna (DAZZARO et alii, 1988; SANTO & SENATORE, 1988; RUSSO & SENATORE, 1989) si compone alla base di alternanze di calcareniti, calcilutiti, argille e marne grigie, verdi e rosse dell'Oligocene superiore-Burdigaliano (Flysch della Serra Funaro, CROSTELLA & VEZZANI, 1964 o Calcareniti, argille e marne di Monte Sidone, SANTO &

SENATORE, 1988), passanti verso l'alto a calcareniti e calciruditi bioclastiche, calcilutiti, marne e argille marnose grigio-verdine (Flysch di Faeto, CROSTELLA & VEZZANI, 1964), che nella porzione sommitale passano a marne argillose con sottili intercalazioni di calcilutiti e siltiti (Marne argillose del Toppo Capuana, CROSTELLA & VEZZANI, 1964) del Tortoniano superiore (SANTO & SENATORE, 1988; RUSSO & SENATORE, 1989).

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

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

Unità del Vallone del Toro

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

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

Unità di incerta attribuzione paleogeografica

Unità del Fortore

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

Nella parte alta sono presenti rapporti eteropici con la Formazione di Corleto Perticara (SELLI, 1962), costituita da alternanze di marne calcaree, calcari marnosi, calcilutiti grigio-giallognole, rare calcareniti biancastre, marne ed argille marnoso-siltose bruno-grigiastre con rari sottili livelli siltoso-arenacei (Eocene medio-superiore-Miocene inferiore).

Nella parte alta della successione sono presenti anche intercalazioni di calcareniti bioclastiche, arenarie quarzolitiche e areniti vulcanoclastiche, riferite alla Formazione Paola Doce (PESCATORE et alii, 1988) oppure ad unità tipo «Tufiti di Tusa» (Burdigaliano).

Si passa quindi in continuità di sedimentazione al Flysch Numidico (Burdigaliano superiore-Langhiano), formato da quarzoareniti e quarzosiltiti a cemento siliceo con clasti di quarzo arrotondato e smerigliato, a luoghi con subordinate intercalazioni marnoso-argillose e calcareo-marnose.

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

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

SUCCESSIONI DI THRUST-TOP

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

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

Le successioni di questo tipo possono essere ricoperte, sempre in discordanza, da ulteriori depositi discordanti più recenti, e pertanto in

questo caso possono essere interpretate come «Unconformity Bounded Stratigraphic Units» (SALVADOR, 1994).

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

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

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

Tale unità comprende la Formazione di Pollica (IETTO et alii, 1965), interamente costituita da torbiditi arenacee, evolventi da facies distali a facies di lobo e canale, cui segue la Formazione di S. Mauro (IETTO et alii, 1965), formata da torbiditi silicoclastiche e calciclastiche («fogliarina» Auct.), evolventi da depositi di conoide distale a depositi di lobo e conoide prossimale.

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

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

Il Gruppo così definito in Cilento poggia in discordanza angolare sulle Unità liguridi (Unità nord-calabrese e Unità dei terreni ad affinità sicilide),

mentre al confine calabro-lucano la Formazione di Albidona poggia in trasgressione anche sull'Unità sicilide di Rocca Imperiale, sigillandone il contatto con l'Unità nord-calabrese (ZUPPETTA et alii, 1984).

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

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

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

Le Breccie ed Arenarie di Piaggine (Tortoniano mediosuperiore) sono formate da breccie carbonatiche passanti lateralmente e superiormente a depositi torbiditici siltoso-arenacei e calcarei, con olistoliti di differente natura, che poggiano in discordanza su termini mesozoici e terziari in numerose località del Massiccio del Cervati e nei Monti di Sapri (SGROSSO, 1981; CASTELLANO et alii, 1997; AMORE et alii, 2003).

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

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

Analogo significato ed età hanno a nostro avviso le Breccie ed Arenarie di Punta Lagno (SCANDONE & SGROSSO, 1965; DE BLASIO et alii, 1981) costituite da calciruditi e calcareniti glauconitiche reticolate, localmente passanti ad arenarie glauconitiche e ad arenarie calcaree

grossolane con olistoliti generalmente calcarei, che sulla base delle datazioni più recenti sono riferibili almeno al Tortoniano medio-superiore (PATACCA et alii, 1992b).

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

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

Le Arenarie di Caiazzo (Messiniano inferiore), localmente indicate come Flysch di Torrecuso, comprendono arenarie talora con olistoliti carbonatici e con rare intercalazioni di breccie 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.

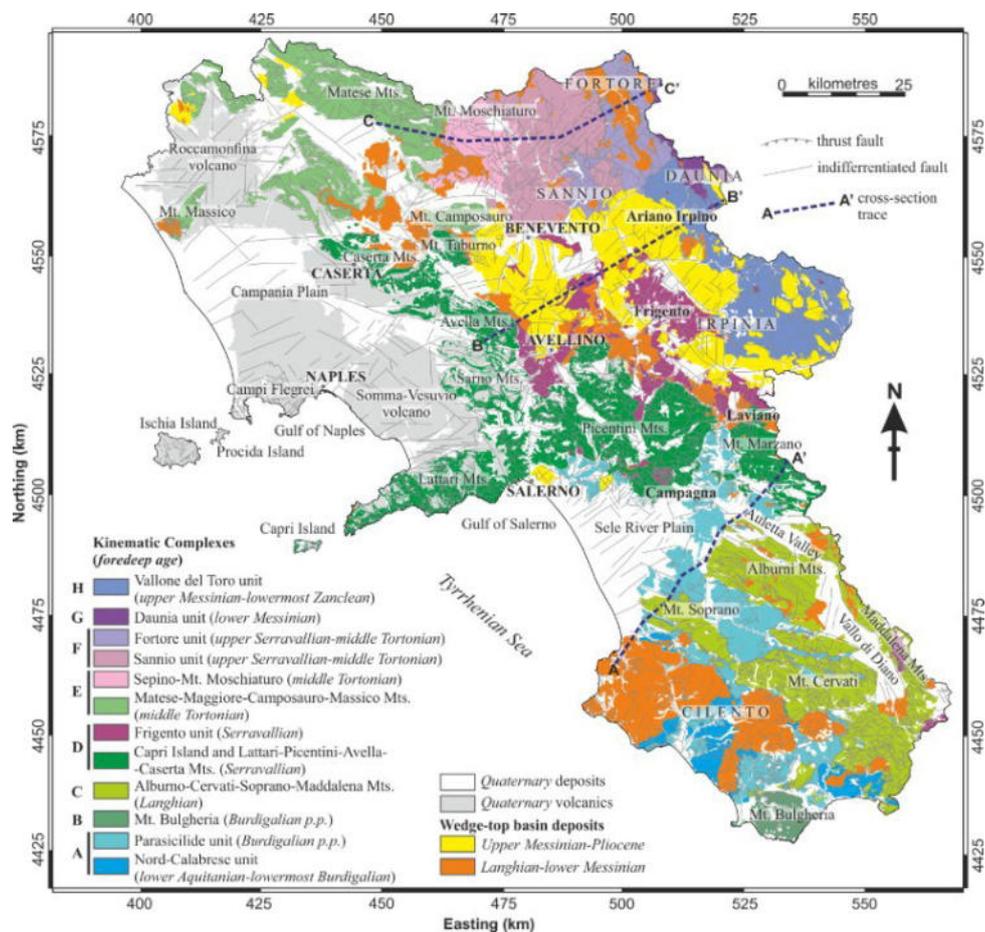


fig. 3 Mappa complesso cinematico della Regione Campania

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:

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

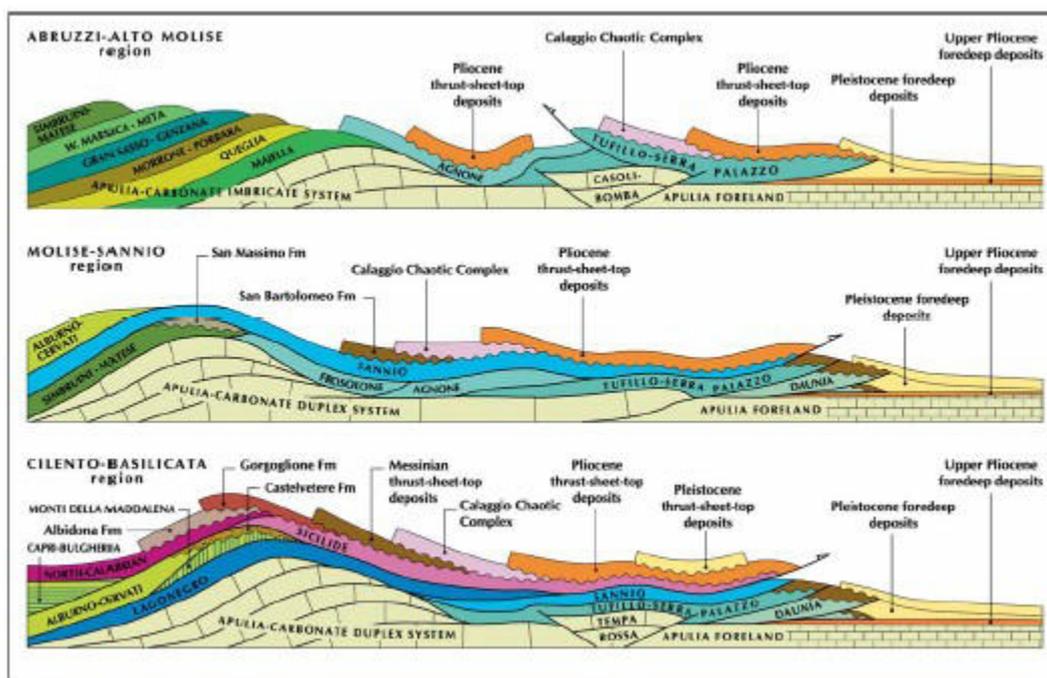


Fig. 4 – Rappresentazione schematica dei rapporti strutturali fra le varie unità tettoniche costituenti il dominio della catena dell'Appennino Meridionale (Patacca & Scandone, 2007). Il profilo di interesse è il secondo, nel quale si vedono le unità del Sannio sovrascorse al di sopra del sistema a “duplex”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

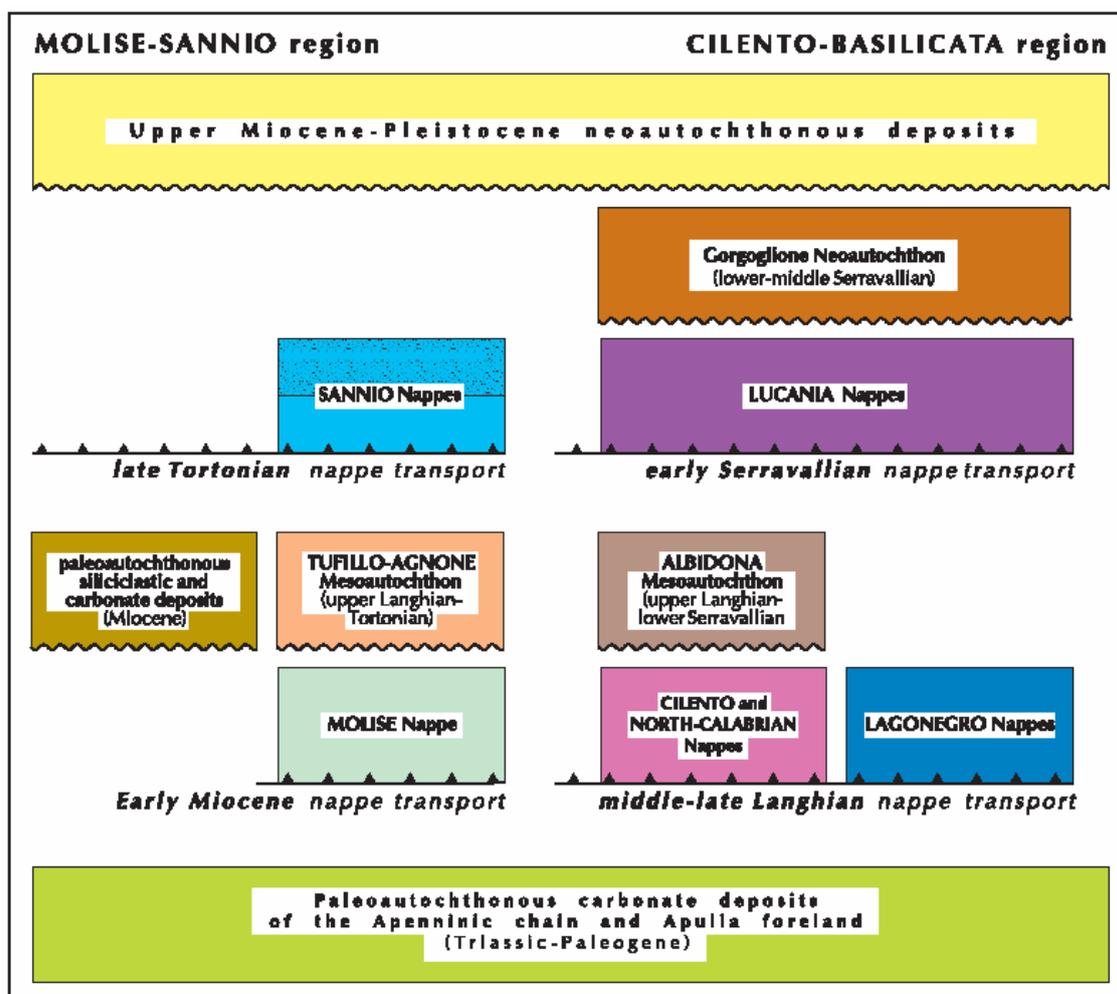


Fig. 5 – Schema dei rapporti geometrici fra le unità nelle regioni del Sannio-Molise e Cilento-Basilicata secondo Selli, 1962 (in Patacca & Scandone, 2005).

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.

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

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

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

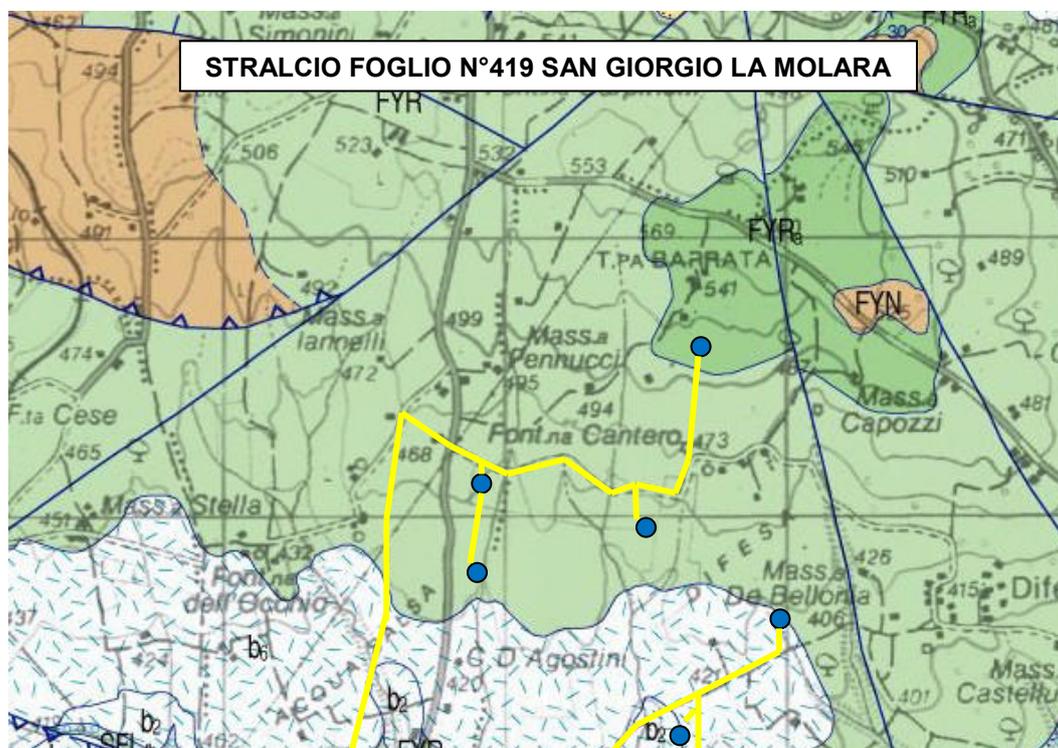
Gli ultimi due intervalli della successione dell'unità del Sannio, sono rappresentati da 500 metri di arenarie (Arenarie Numidiche o di Stigliano Auct.) del Burdigaliano Superiore e da torbiditi calcaree passanti ad arcose (Formazione di Serra Cortina, Langhiano-Serravaliano).

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 GEOLITOLOGICHE DEI TERRENI PRESENTI NELL'AREA IN ESAME

Il territorio di interesse ricade tra il foglio n°419 San Giorgio La Molara ed il foglio n°432 Benevento della Carta Geologica redatta dall'ISPRA (Istituto Superiore per la protezione e la ricerca ambientale) - scala 1: 50.000 - rilevamento geologico scala 1: 10.000.

Non si procede all'unione dei due fogli in quanto essi risultano diversi essere nei caratteri stratigrafici, litologici e tettonici.



- CAVIDOTTO
- AEROGENERATORE



Coltre eluvio-colluviale

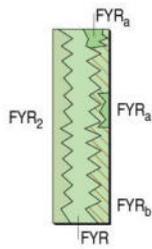
Limi argillosi bruni con piccoli ciottoli, talora con pomici e piroclastiti fini rimaneggiate, sabbie e ghiaie arrossate (b₂), colluvioni deposte lungo i versanti e in paleoconche (b₋). Depositi prodotti dalla degradazione in situ costituenti le coperture di pianori, ripiani morfologici e superfici di spianamento (b₆). Spessore di alcuni metri.

OLOCENE - ATTUALE

Flysch Rosso

Calcareniti gradate con alveoline, nummuliti e orbitoidi; calcilutiti in strati sottili e medi; calcari cristallini; interstrati di marne argillose ed argilliti rossastre e grigiastre. La formazione presenta due litofacies e un membro calcareo (FYR₂). La litofacies calcareo-clastica (FYR_a) è formata da calcilutiti ad alveoline e nummuliti, calcareniti laminate e gradate, calcilutiti e calcari marnosi e subordinate marne calcaree, argille marnose e argilliti, con associazioni a nannoplankton dell'Eocene. La litofacies pelitica (FYR_b) è formata da argille marnose e siltose, argilliti, con stratificazione interna piano-parallela o ondulata; calcilutiti laminate, marne e marne calcaree in strati sottili. Limite inferiore non esposto; passaggio verso l'alto a FYN. Successioni di bacino e base scarpata. Associazioni a nannoplankton del Paleocene superiore (Eocene inferiore ?), della zona MNP25b e fino alla zona MNN4a. Spessore di almeno 500 m.

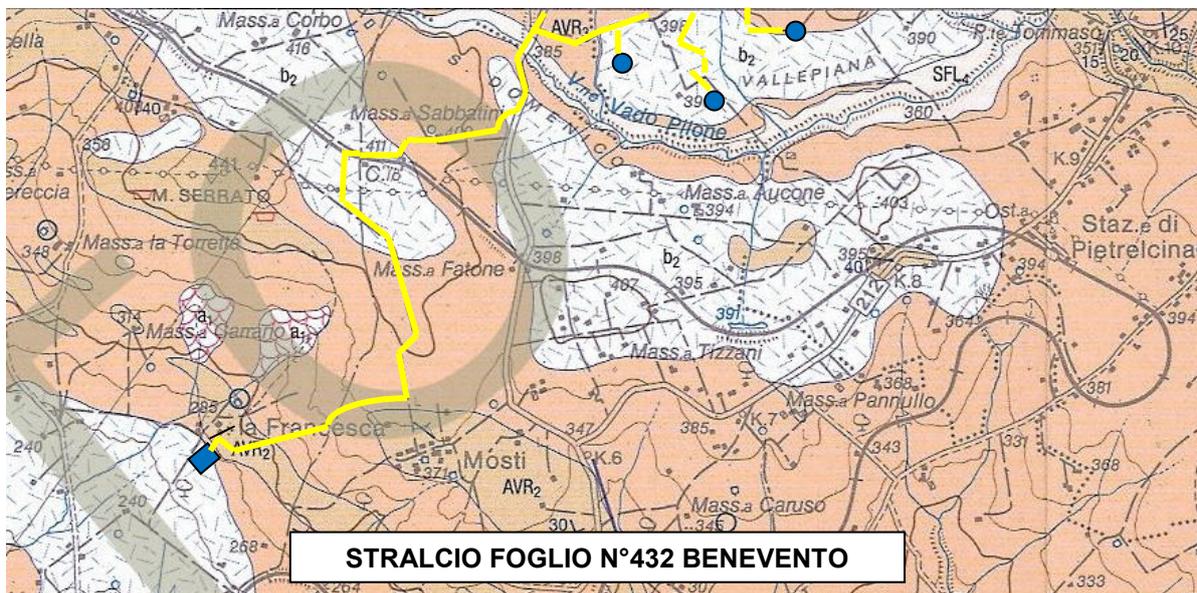
CRETACICO SUPERIORE – MIOCENE INFERIORE (dati di letteratura)



membro calcareo

Calcilutiti ricristallizzate, in strati e banchi massivi, breccie calcaree e calcareniti con alveoline, nummuliti, lepidocline e orbitoidi; calcari cristallini, stratificazione irregolare; calcareniti gradate, calcilutiti e sottili livelli di marne e marne argillose. Il membro è eteropico al resto della formazione con le sue litofacies; la base non è esposta. Successioni di base scarpata – bacino di natura prevalentemente torbiditica. Associazioni a nannoplankton del Cretacico superiore (Campaniano superiore - Maastrichtiano) e dell'Eocene, passanti ad associazioni delle zone NP24, MNP25b, MNN1d e fino alla zona MNN4a. Spessore 200 - 300 m.

CRETACICO SUPERIORE – BURDIGALLANO SUPERIORE



- SOTTOSTAZIONE
- AEROGENERATORE
- CAVIDOTTO



Depositi eluvio-colluviali. Sedimenti detritici costituiti da clasti eterometrici con matrice prevalentemente pelitica; depositi sabbioso-finosi bruni pedogenizzati, derivanti dall'alterazione dei Prodotti piroclastici sciolti, talora con lenti detritiche (b₂). **OLOCENE**



membro argillitico di Montaperto

Argilliti varicolori, marne calcaree, marne argillose; calcari marnosi, marne grigie e calcareniti torbiditiche; selce in strati medio-sottili (AVR₃). Strutture sedimentarie: non osservabili. Spessore: non definibile con precisione, dell'ordine di alcune centinaia di metri. Foraminiferi: probabilmente dalla biozona *Globigerina angulicostata* alla biozona a *Globigerinoides bisphaericus*. Nannofossili: biozona non chiaramente definibili, probabilmente dalla biozona MNP25 alla biozona MNN2. Sia tra i Foraminiferi che tra i Nannofossili sono presenti forme rielaborate del Cretaceo e dell'Oligocene. Età: Oligocene superiore-Burdigaliano. Ambiente deposizionale: pelagico da scarpata a piana sottomarina.

membro calcareo-pelitico di Pietrelcina

Calcilutiti e calcareniti biancastre torbiditiche in strati medi, spessi e molto spessi, fino a megastrati, con rare intercalazioni di peliti policrome in strati molto sottili (AVR₂). Strutture sedimentarie: sequenze di Bouma T_{b-e} e T_{c-e}. Spessore: da poche decine di metri ad alcune decine di metri. Fossili: frammenti di macroraminiferi (alveoline e nummuliti), planctonici e nannofossili rimaneggiati in genere di età eocenica. Ambiente deposizionale: base di scarpata.

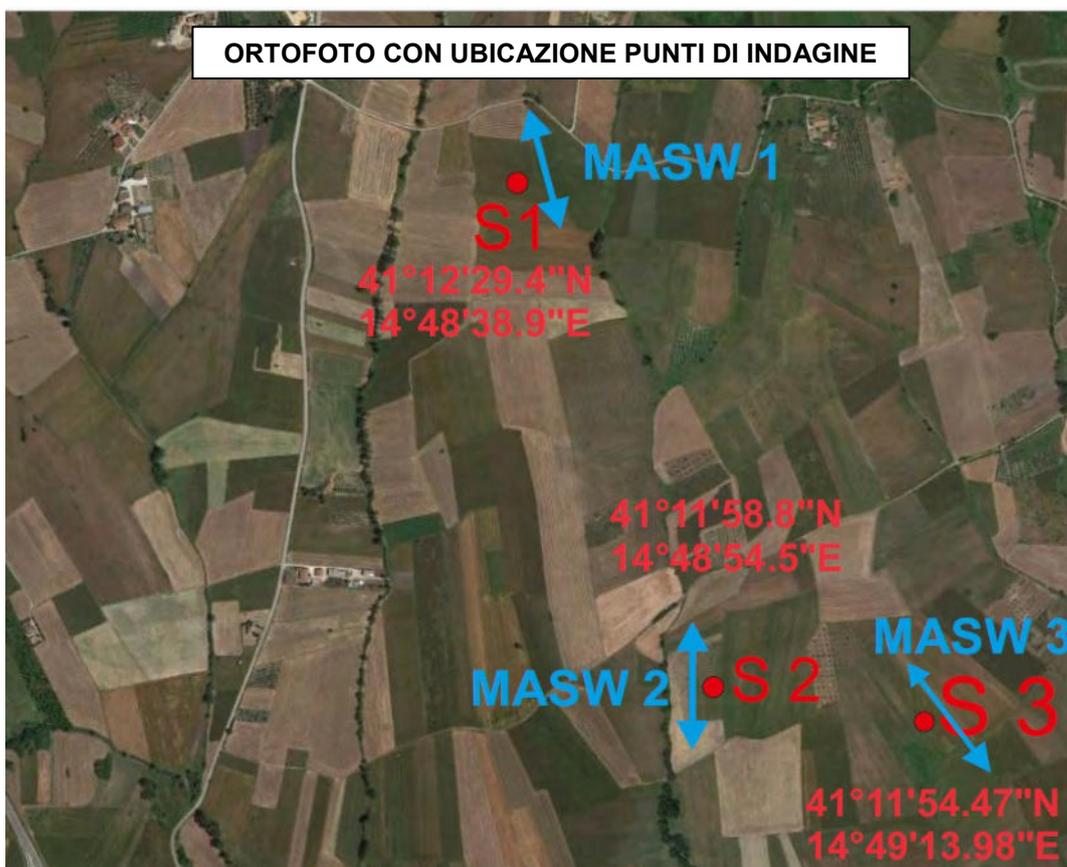
membro arenaceo di Tufiello

Arenarie vulcanoclastiche medio-grossolane ricche in mica (AVR₁). Strutture sedimentarie: massiva la facies A₁. Spessore: da pochi metri ad alcune decine di metri. Foraminiferi: assenti. Nannofossili: biozona NP22. Età: Oligocene inferiore. Ambiente deposizionale: base di scarpata.

Per la determinazione delle caratteristiche litostratigrafiche, geotecniche e sismiche, si è provveduto ad eseguire le seguenti indagini in sito ed in laboratorio.

Ovvero:

- N°3 sondaggi a carotaggio continuo spinti fino alla profondità di 30.00 m. dal p.c.;
- N°3 prelievi di campioni indisturbati e sottoposti ad analisi geotecnica di laboratorio;
- N°3 prelievi di campioni di terreno e sottoposte ad analisi chimiche (rifiuto costituito da terre e rocce).
- N°3 prove sismiche del tipo MASW.



Dal sondaggio S.1 si rileva la presenza, fino alla profondità di 0.80 m..., del terreno vegetale.

Succede, fino alla profondità di 1.80 m., dell'argilla limosa di colore scuro con detriti di piccole dimensioni.

Per uno spessore di circa 6.50 m., si rinviene della sabbia limosa debolmente argillosa di colore giallastro, a buona consistenza.

Succede, fino alla profondità di 11.00 m., dell'argilla limosa di colore grigio, a buona consistenza, secca, a scaglie.

Per uno spessore di circa 0.50 m, si rinvengono del trovante litoide carbonatico.

Succede, fino alla profondità di 15.00 m., dell'argilla limosa di colore grigio, a buona consistenza, secca, a scaglie.

Dalla profondità di 15.00 m. e fino a 30.00 m. (fondo foro), si rinvengono dell'argilla marnosa, grigio-azzurra con elementi litoidi all'interno, secca, a scaglie, ottima consistenza.

Dal sondaggio S.2, si rileva la presenza, fino alla profondità di 1.00 m., del terreno vegetale.

Succede, fino alla profondità di 6.00 m., della sabbia limosa debolmente argillosa, di colore giallastro, a buona consistenza, con clasti eterometrici ed eterodimensionali.

Per uno spessore di circa 3.00 m., si rinvengono del trovante arenitico.

Succede, fino alla profondità di 14.00 m., un'alternanza di sabbia limosa debolmente argillosa, di colore giallastro, a buona consistenza e trovanti arenitici.

Per uno spessore di 4.00 m., si rinvengono del trovante arenitico.

Succede, fino alla profondità di 30.00 m. (fondo foro), della argilla marnosa grigio azzurra con elementi litoidi all'interno, secca, a scaglie, ottima consistenza.

Dal sondaggio S.3, si rileva la presenza, fino alla profondità di 0.90 m. dal p.c., del terreno vegetale.

Succede, per uno spessore di circa 3.10 m., della sabbia limosa debolmente argillosa, di colore giallastro, scarsamente consistente.

Per uno spessore di 0.50 m., si rinvengono del trovante arenitico.

Succede, fino alla profondità di 11.50 m., un'alternanza di sabbia limosa debolmente argillosa, di colore giallastro, a buona consistenza e trovanti arenitici.

Per uno spessore di 3.00 m., si rinvengono del conglomerato poligenico formato da detriti arrotondati, eterometrici, in matrice sabbioso-limoso.

Infine, fino alla profondità di 30.00 m. (fondo foro), si rileva la presenza di un alternanza di sabbia limosa debolmente argillosa, di colore giallastro, a buona consistenza e trovanti arenitici.

Durante le operazioni di perforazione non è stata riscontrata la presenza di acqua.

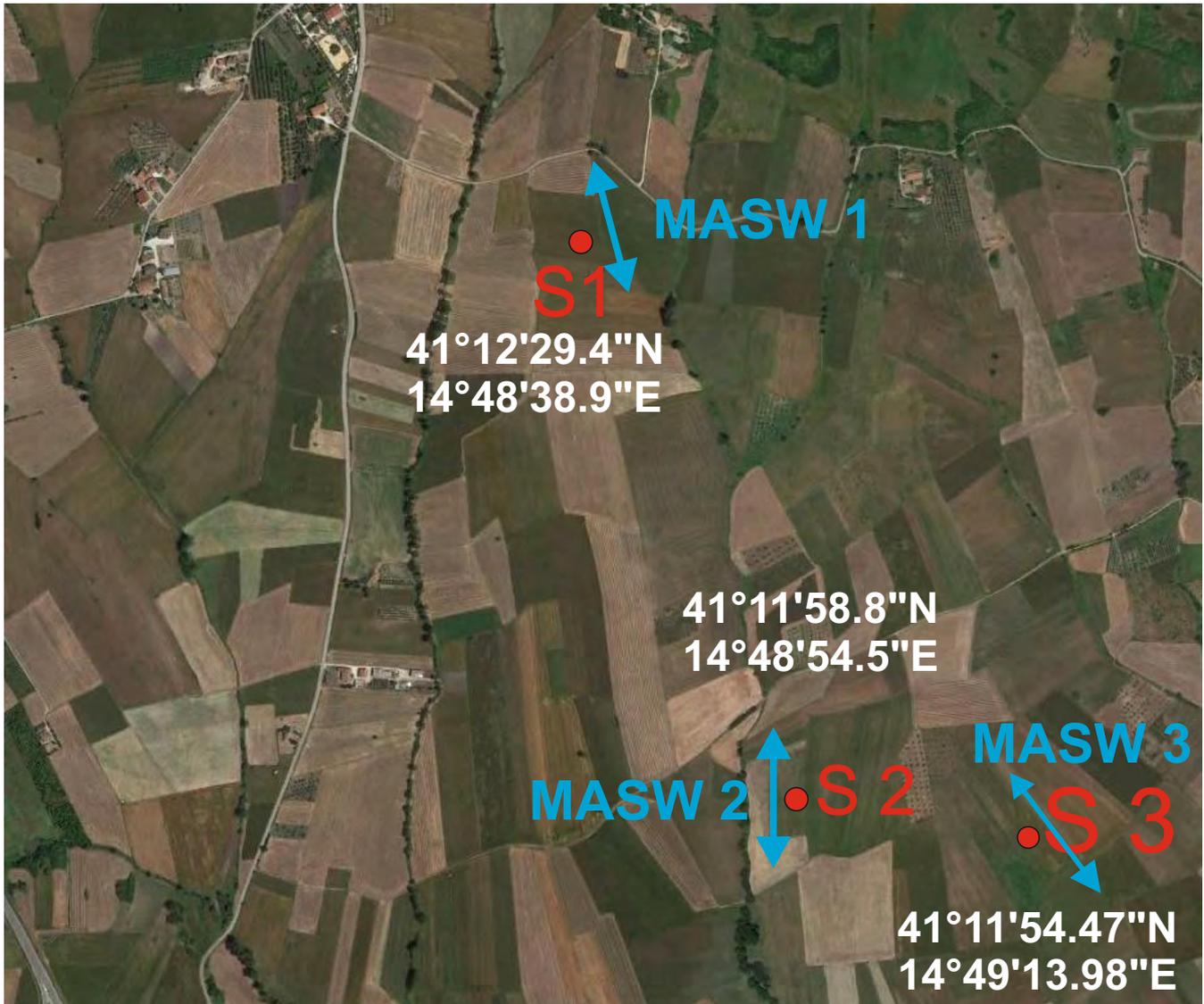
Tuttavia, lo scrivente, si riserva, nella fase esecutiva attraverso la realizzazione di ulteriori sondaggi e l'installazione di piezometri, di effettuare un attenta verifica di eventuale presenza di falde acquifere nell'area di stretto interesse.

COMMITTENTE: PLC POWER SRL

**OGGETTO: REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PER LA
PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA
NEL COMUNE DI PIETRELCINA (BN)**



UBICAZIONE INDAGINI

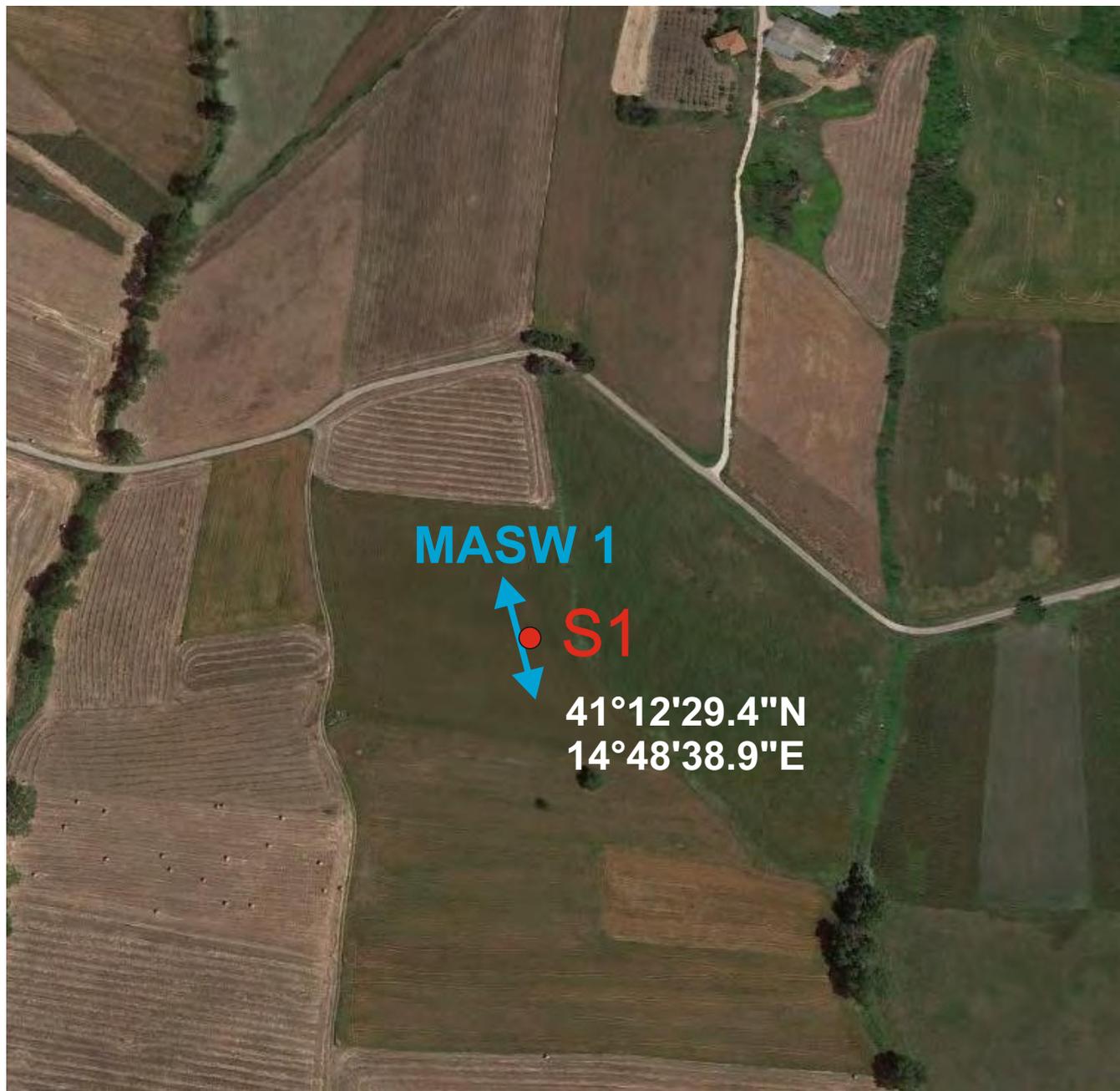


LEGENDA

● SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO

MASW ↔

UBICAZIONE INDAGINI



LEGENDA

● SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO

MASW ↔

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

POSTAZIONE N ° 1





GEOANNA INDAGINI GEOGNOSTICHE E TRIVELLAZIONI

GUARDIA SANFRAMONDI (BN)

CAP 82034

CELL: 3358180931

| | | | | |
|------------------------------------|----------------------------------|------------------------------|----------------------------------|---|
| Committente PLC POWER SRL | Cantiere PIETRELCINA (BN) | Sondaggio S 1 | Quota Ass. P.C. 448 m slm | Coordinate X Y 41°12'29.4"N 14°48'38.9"E |
| Inizio Esecuzione 9/02/2022 | Tipo Sonda CMV MK 420 | Casse Catalogatrici 5 | Profondità Raggiunta 30 m | Responsabile |

| Scala [m] | Litologia | Descrizione | Quota | Parametri geotecnici | S.P.T. | Campioni | Cass. Catalog. | Falda | Piezometro |
|-----------|-----------|---|-------|----------------------|--------|----------|----------------|-------|------------|
| | | | | | | | | | |
| 0 | | TERRENO VEGETALE | 0.80 | %C=100 | | | | | |
| 1 | | ARGILLA LIMOSA DI COLORE SCURO CON DETRITI DI PICCOLE DIMENSIONI | 1.88 | %C=100 | | 1.00 | | | |
| 2 | | | | | | 2.00 | | | |
| 3 | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | |
| 5 | | SABBIA LIMOSA DEBOLEMENTE ARGILLOSA DI COLORE GIALLASTRO A BUONA CONSISTENZA | | %C=80 | | 4.00 | | | |
| 6 | | | | | | 4.50 | | | |
| 7 | | | | | | S | | | |
| 8 | | | 8.50 | | | | | | |
| 9 | | ARGILLA LIMOSA DI COLORE GRIGIO A BUONA CONSISTENZA, SECCA, A SCAGLIE | | %C=100 | | | | | |
| 10 | | | 11.00 | | | | | | |
| 11 | | TROVANTE LITOIDE CARBONATICO | 11.50 | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | |
| 13 | | ARGILLA LIMOSA DI COLORE GRIGIO A BUONA CONSISTENZA, SECCA, A SCAGLIE | | %C=100 | | | | | |
| 14 | | | 15.00 | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | |
| 18 | | ARGILLA MARNOSA GRIGIO-AZZURRA CON ELEMENTI LITOIDI ALL'INTERNO. SECCA, A SCAGLIE. OTTIMA CONSISTENZA | | %C=100 | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | |
| 30 | | | 30.00 | | | | | | |

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 420

UBICAZIONE INDAGINI



LEGENDA

● SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO

MASW ↔

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

POSTAZIONE N ° 2





GEOANNA INDAGINI GEOGNOSTICHE E TRIVELLAZIONI

GUARDIA SANFRAMONDI (BN)

CAP 82034

CELL: 3358180931

| | | | | |
|--|-------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|--|
| Committente PLC POWER SRL | Cantiere PIETRELCINA (BN) | Sondaggio S 2 | Quota Ass. P.C. 391 m slm | Coordinate X Y 41°11'58.21"N 14°48'52.46"E |
| Inizio Esecuzione 10/02/2022 | Tipo Sonda CMV MK 420 | Casse Catalogatrici 5 | Profondità Raggiunta 30 m | Responsabile |

| Scala [m] | Litologia | Descrizione | Quota | Parametri geotecnici | S.P.T. | Campioni | Cass. Catalog. | Falda | Piezometro |
|-----------|-----------|---|--------|----------------------|--------|----------|----------------|-------|------------|
| | | | | | | | | | |
| 1 | | TERRENO VEGETALE | 1.00 | %C=100 | | 1.00 | | | |
| 2 | | SABBIA LIMOSA DEBOLEMENTE ARGILLOSA DI COLORE GIALLASTRO A BUONA CONSISTENZA CON CLASTI ETETEROMETRICI ED ETETERODIMENSIONALI | 6.00 | %C=80 | | 2.00 | | | |
| 3 | | | 7.00 | %C=80 | | | | | |
| 4 | | | 8.00 | %C=80 | | | | | |
| 5 | | | 9.00 | %C=80 | | | | | |
| 6 | | TROVANTE ARENITICO | 9.00 | %C=80 | | | | | |
| 7 | | ALTERNANZA DI SABBIA LIMOSA DEBOLEMENTE ARGILLOSA DI COLORE GIALLASTRO A BUONA CONSISTENZA E TROVANTI ARENITICI | 14.00 | %C=70 | | | | | |
| 8 | | | 11.00 | %C=70 | | | | | |
| 9 | | | 12.00 | %C=70 | | | | | |
| 10 | | | 13.00 | %C=70 | | | | | |
| 11 | | TROVANTE ARENITICO | 14.00 | %C=100 | | | | | |
| 12 | | ARGILLA MARNOSA GRIGIO-AZZURRA CON ELEMENTI LITOIDI ALL INTERNO. SECCA, A SCAGLIE. OTTIMA CONSISTENZA | 18.00 | %C=100 | | | | | |
| 13 | | | 15.00 | %C=100 | | | | | |
| 14 | | | 16.00 | %C=100 | | | | | |
| 15 | | | 17.00 | %C=100 | | | | | |
| 16 | | | 18.00 | %C=100 | | | | | |
| 17 | | | 19.00 | %C=100 | | | 19.50 | | |
| 18 | | | 20.00 | %C=100 | | | 20.00 | | |
| 19 | | | 21.00 | %C=100 | | | | | |
| 20 | | 22.00 | %C=100 | | | | | | |
| 21 | | 23.00 | %C=100 | | | | | | |
| 22 | | 24.00 | %C=100 | | | | | | |
| 23 | | 25.00 | %C=100 | | | | | | |
| 24 | | 26.00 | %C=100 | | | | | | |
| 25 | | 27.00 | %C=100 | | | | | | |
| 26 | | 28.00 | %C=100 | | | | | | |
| 27 | | 29.00 | %C=100 | | | | | | |
| 28 | | 30.00 | %C=100 | | | | | | |

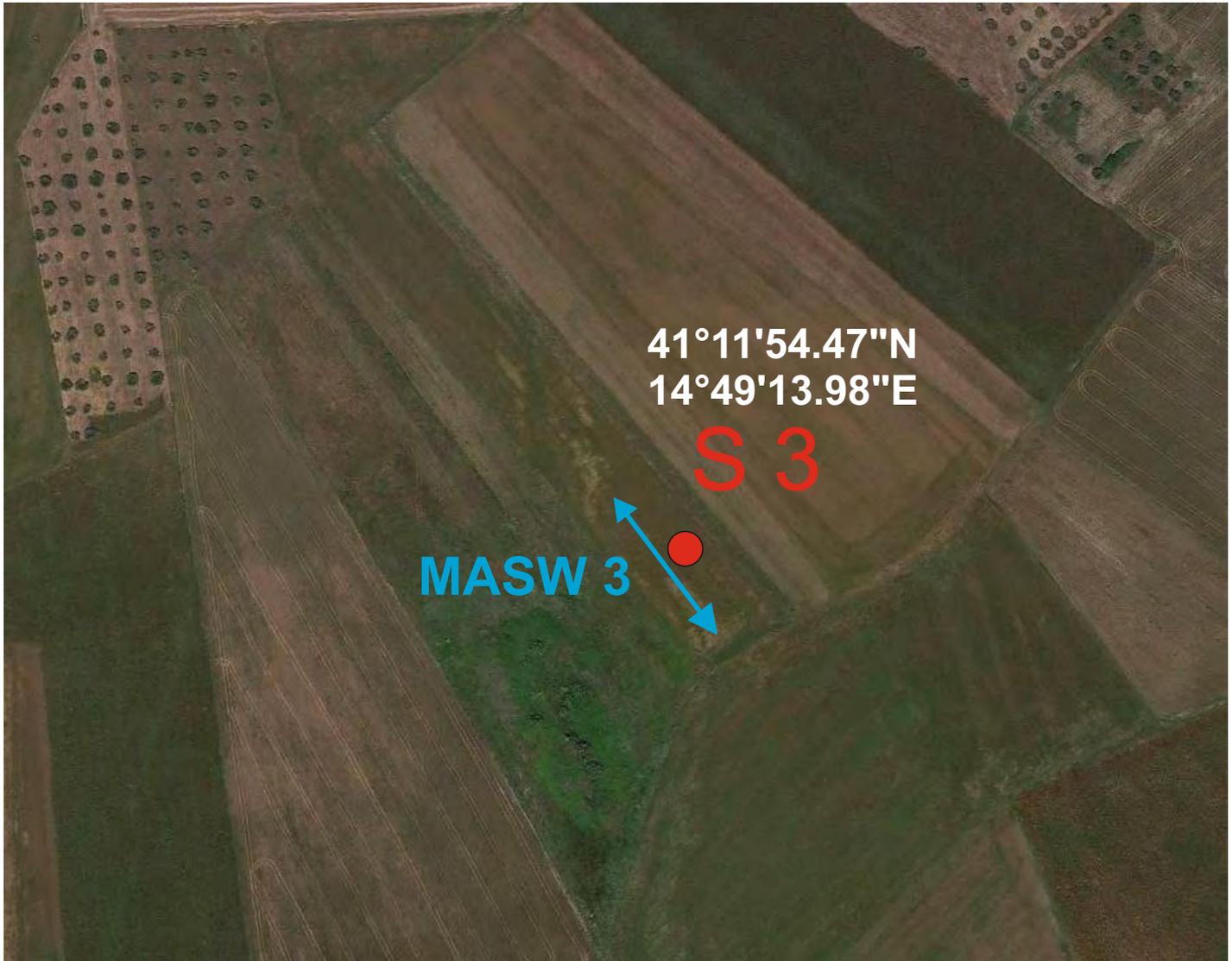
Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato , Rs-Rimaneggiato da SPT

Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande

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

Sonda: CMV MK 420

UBICAZIONE INDAGINI



LEGENDA

● SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO

MASW ↔

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

POSTAZIONE N ° 3





GEOANNA INDAGINI GEOGNOSTICHE E TRIVELLAZIONI

GUARDIA SANFRAMONDI (BN)

CAP 82034

CELL: 3358180931

| | | | | |
|--|-------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|--|
| Committente PLC POWER SRL | Cantiere PIETRELCINA (BN) | Sondaggio S 3 | Quota Ass. P.C. 397 m slm | Coordinate X Y 41°11'54.47"N 14°49'13.98"E |
| Inizio Esecuzione 10/02/2022 | Tipo Sonda CMV MK 420 | Casse Catalogatrici 5 | Profondità Raggiunta 30 m | Responsabile |

| Scala [m] | Litologia | Descrizione | Quota | Parametri geotecnici | S.P.T. | Campioni | Cass. Catalog. | Falda | Piezometro |
|-----------|-----------|---|-------|----------------------|--------|----------|----------------|-------|------------|
| | | | | | | | | | |
| 1 | | TERRENO VEGETALE | 0.90 | %C=100 | | 1.00 | | | |
| 2 | | SABBIA LIMOSA DEBOLEMENTE ARGILLOSA DI COLORE GIALLASTRO SCARSAMENTE CONSISTENTE | 4.00 | %C=80 | | 2.00 | | | |
| 4 | | TROVANTE ARENITICO | 4.90 | %C=80 | | | | | |
| 6 | | ALTERNANZA DI SABBIA LIMOSA DEBOLEMENTE ARGILLOSA DI COLORE GIALLASTRO A BUONA CONSISTENZA E TROVANTI ARENITICI | 11.50 | %C=70 | | | | | |
| 12 | | CONGLOMERATI POLIGENICI FORMATI DA DETRITI ARROTONDATI ETEROMETRICI ED ETERODIMENSIONALI IN MATRICE SABBIOSO-LIMOSO | 14.50 | %C=50 | | | | | |
| 13.50 | | | | | | 13.50 | | | |
| 14.00 | | | | | | 14.00 | | | |
| 18 | | | | | | S | | | |
| 21 | | ALTERNANZA DI SABBIA LIMOSA DEBOLEMENTE ARGILLOSA DI COLORE GIALLASTRO A BUONA CONSISTENZA E TROVANTI ARENITICI | 30.00 | %C=50 | | | | | |

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 420

5. MORFOLOGIA E STABILITA'

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

Il territorio di interesse rientra sotto la competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale.

Il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico – Rischio di Frana, 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 un livello di sicurezza adeguato rispetto ai fenomeni di dissesto idrogeologico.

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

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

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

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

- Aree a rischio idrogeologico molto elevato (R4)

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

- Aree di alta attenzione (A4)

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

- Aree a rischio idrogeologico potenzialmente alto (Rpa)

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

- Aree di attenzione potenzialmente alta (Apa)

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

- Aree a rischio idrogeologico elevato (R3)

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

- Aree di medio - alta attenzione (A3)

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

- Aree a rischio idrogeologico medio (R2)

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

- Aree di media attenzione (A2)

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

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

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

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

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

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

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

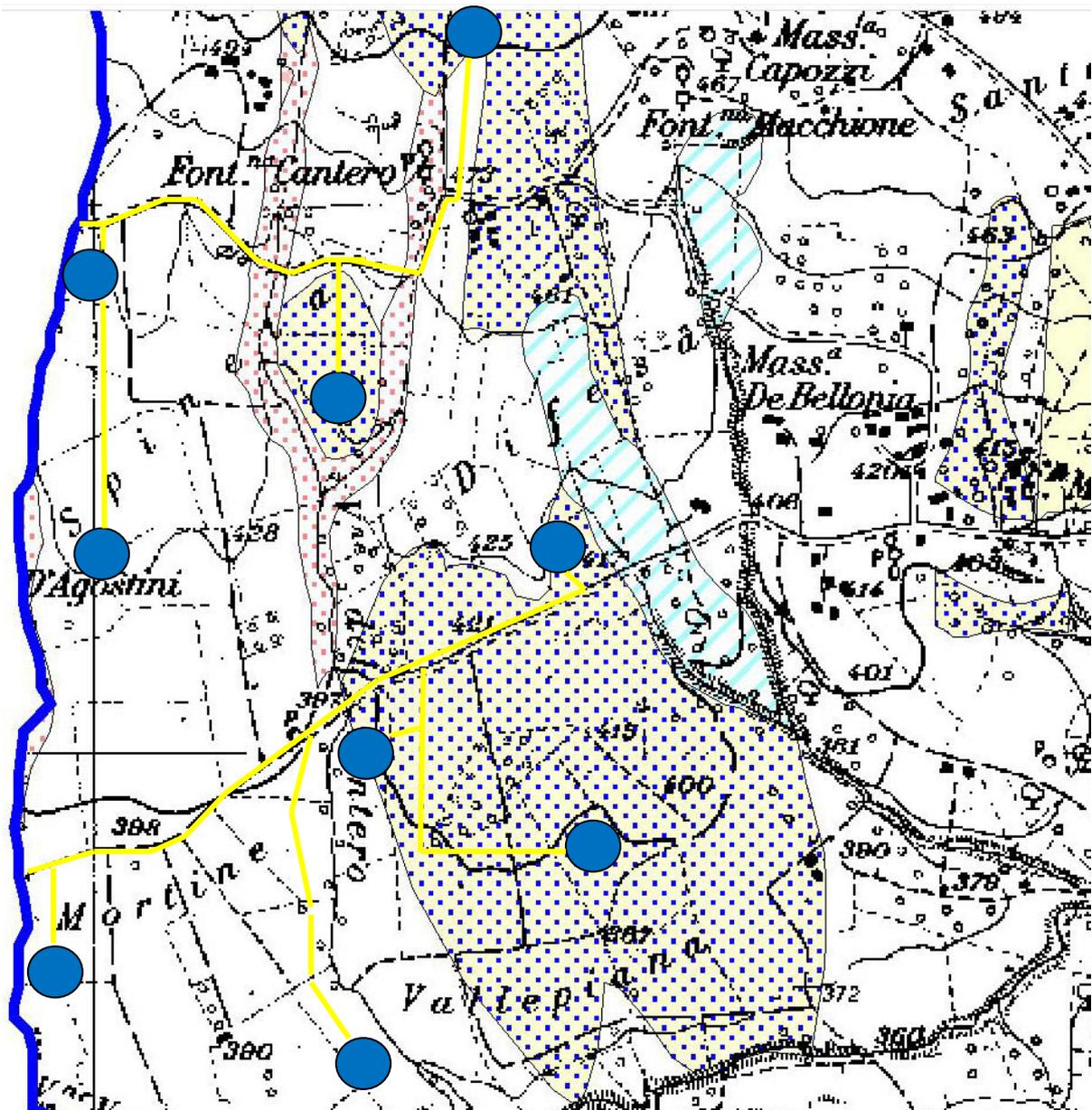
- **Aree di attenzione potenzialmente bassa (Apb)**

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

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

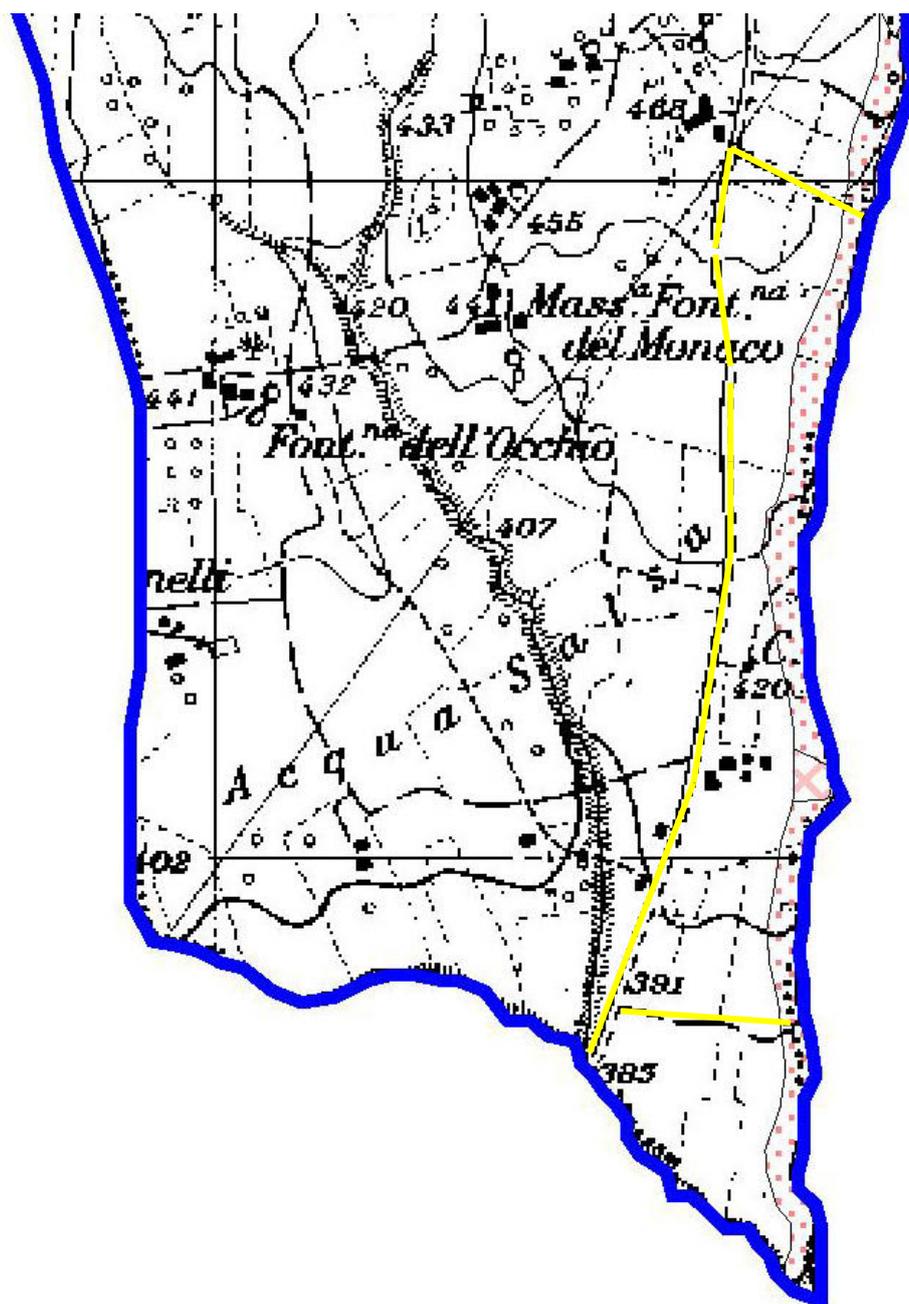
- **Aree inondabili da fenomeni di sovralluvionamento** individuati sulla base di modelli idraulici semplificati o di studi preliminari, il cui livello di rischio o di attenzione deve essere definito a seguito di indagini e studi a scala di maggior dettaglio (al).

Gran parte dell'area oggetto di intervento rientra in un'area perimetrata tra "Aree di possibile ampliamento dei fenomeni franosi cartografati all'interno, ovvero di fenomeni di primo distacco (C1)" ed "aree a rischio nullo"; solo, qualche piccolo tratto del cavidotto ricade in aree perimetrare come "aree di alta attenzione (A4)", ovvero, che sono potenzialmente interessate da fenomeni di innesco, transito ed invasione di frana a massima intensità attesa alta ma non urbanizzate.



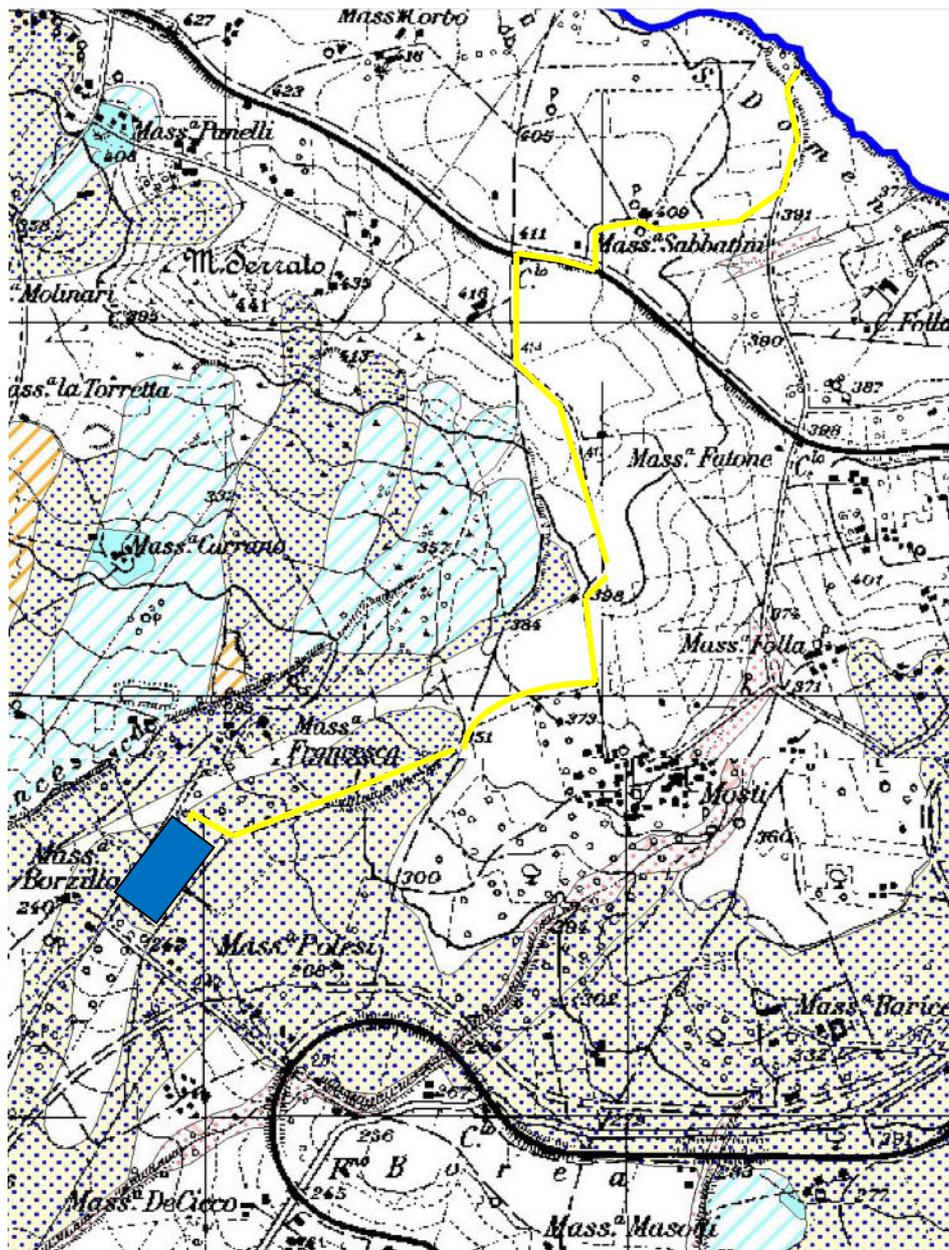
STRALCIO CARTA RISCHIO FRANE ADB PIETRELCINA

- CAVIDOTTO
- AEROGENERATORE



STRALCIO CARTA RISCHIO FRANE ADB PESCO SANNITA

— CAVIDOTTO



STRALCIO CARTA RISCHIO FRANE ADB BENEVENTO



SOTTOSTAZIONE



CAVIDOTTO

Legenda



AREA A RISCHIO MOLTO ELEVATO - R₄

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 - R₃

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 - R₂

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 - R₁

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



AREA DI ALTA ATTENZIONE - A₄

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



AREA DI MEDIO - ALTA ATTENZIONE - A₃

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 - A₂

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



AREA DI MODERATA ATTENZIONE - A₁

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



AREA A RISCHIO POTENZIALMENTE ALTO - R_{p2}

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_{p2}

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_{p1}

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_{p1}

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 fransivi cartografati all'interno, ovvero di fenomeni di prima osservazione, per la quale si rimanda al D.M. LL.PP. 11/3/88 e s.

Aff. Nella zona a confine della frana, quando non è stato fornito un maggior dettaglio di dettaglio, l'area di possibile ampliamento deve essere, senza frode, sottoposta a sopralluogo di dettaglio, gli spunti sono solo per orientamento.



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) - C₁

In detta area si intende perseguire i seguenti obiettivi: incolumità delle persone, sicurezza delle strutture, delle infrastrutture e del patrimonio ambientale.

Al fine del raggiungimento degli obiettivi, 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.

Tuttavia, l'area perimetrata e definita ad alta attenzione, che sarà attraversata solo da qualche piccolo tratto di cavidotto, è caratterizzata da una morfologia in cui si evidenziano solo delle linee di deflusso, ma non fenomeni franosi significativi; tutto ciò, è evidenziato anche nella cartografia redatta dall'IFFI, dove non vengono evidenziati fenomeni franosi (si allega carta IFFI).

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 ulteriori 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 CARTOGRAFIA IFFI

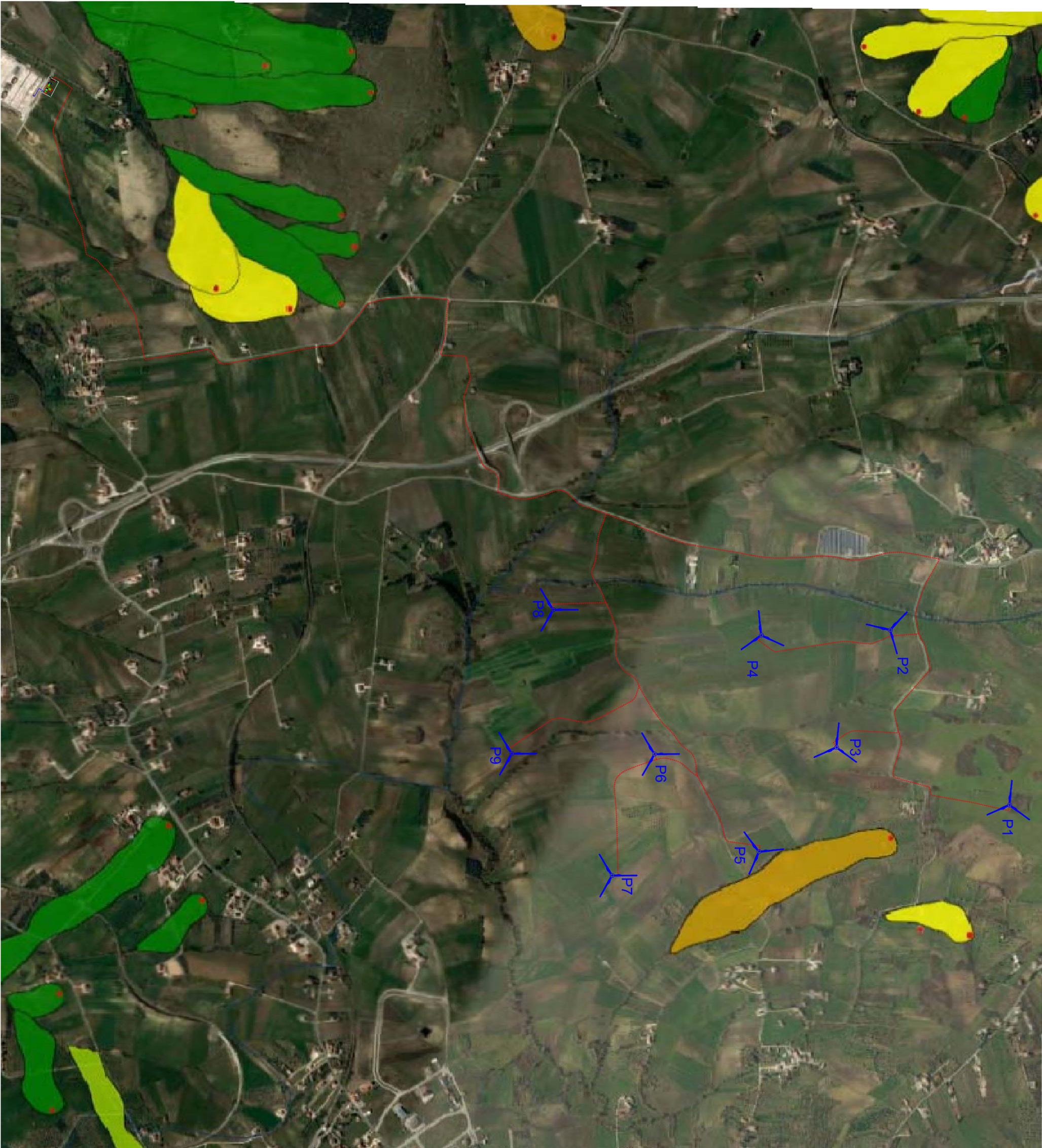
LEGENDA

Pericolosità frane

| | |
|---|-----------------------|
|  | Molto elevata P4 |
|  | Elevata P3 |
|  | Media P2 |
|  | Moderata P1 |
|  | Aree di Attenzione AA |

Pericolosità idraulica

| | |
|---|---------|
|  | Elevata |
|  | Media |
|  | Bassa |



6. 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).

Nell’area in esame sono stati prelevati, alla profondità di circa 1.00 m., n°3 campioni di terreno e sottoposti ad analisi chimiche (rifiuto costituito da terre e rocce).

Si allegano i risultati.

Spett.le

Geoanna di Mastantuono Dr. Fulvio

Via Traversa S.Antuono, 1

82034 Guardia Sanframondi (BN)

Data emissione: 02/03/2022

Certificato valido a tutti gli effetti di legge art. 16 R.D. 842/28 e D.M. 25.03.86.

Tipo campione: Terreno S1 C1**Data ricevimento campione:** 28/02/2022 **Data prelievo:** 28/02/2022**Protocollo Campione:** A0556/2022 **Data inizio prove:** 28/02/2022 **Data fine prove:** 02/03/2022**Etichetta/Lotto:** 01A0556/2022 del 23/02/2022- Terreno S1 C1**Ditta/Cliente:** Geoanna di Mastantuono Dr. Fulvio- Via Traversa S.Antuono N° 1, 82034 Guardia Sanframondi (BN)**Luogo di produzione:** Realizzazione impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica nel Comune di Pietrelcina (BN) denominato "Andromeda"**RISULTATI ANALITICI**

| n. | Sostanze analizzate | U.M. | Risultato | C.M.A. (*) | C.M.A. (*) |
|------------------|---------------------|-------|-----------|------------|------------|
| 1 | Antimonio | mg/Kg | 0,12 | 10 | 30 |
| 2 | Arsenico | mg/Kg | 2,27 | 20 | 50 |
| 3 | Berillio | mg/Kg | 1,12 | 2 | 10 |
| 4 | Cadmio | mg/Kg | 0,12 | 2 | 15 |
| 5 | Cobalto | mg/Kg | 6,38 | 20 | 250 |
| 6 | Cromo totale | mg/Kg | 13,2 | 150 | 800 |
| 7 | Cromo VI | mg/Kg | <0,01 | 2 | 15 |
| 8 | Mercurio | mg/Kg | <0,01 | 1 | 5 |
| 9 | Nichel | mg/Kg | 14,4 | 120 | 500 |
| 10 | Piombo | mg/Kg | 13,2 | 100 | 1000 |
| 11 | Rame | mg/Kg | 12,6 | 120 | 600 |
| 12 | Selenio | mg/Kg | <0,01 | 3 | 15 |
| 13 | Stagno | mg/Kg | <0,01 | 1 | 350 |
| 14 | Tallio | mg/Kg | <0,01 | 1 | 10 |
| 15 | Vanadio | mg/Kg | 5,15 | 90 | 250 |
| 16 | Zinco | mg/Kg | 20,4 | 150 | 1500 |
| 17 | Cianuri | mg/Kg | <0,01 | 1 | 100 |
| 18 | Fluoruri | mg/Kg | 3,67 | 100 | 2000 |
| <i>Aromatici</i> | | | | | |
| 19 | Benzene | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 2 |
| 20 | Etilbenzene | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 50 |
| 21 | Stirene | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 50 |
| 22 | Toluene | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 50 |

| n. | Sostanze analizzate | U.M. | Risultato | C.M.A. (*) | C.M.A. (*) |
|--|--|-------|-----------|------------|------------|
| 23 | Xilene | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 50 |
| 24 | Somm. organici arom. (da 20 a 23) | mg/Kg | <0,01 | 1 | 100 |
| <i>Aromatici policiclici</i> | | | | | |
| 25 | Benzo (a) antracene | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 10 |
| 26 | Benzo (a) pirene | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 10 |
| 27 | Benzo (b) fluorantene | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 10 |
| 28 | Benzo (k) fluorantene | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 10 |
| 29 | Benzo (g, h, i) perilene | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 10 |
| 30 | Crisene | mg/Kg | <0,01 | 5 | 50 |
| 31 | Dibenzo (a, e) pirene | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 10 |
| 32 | Dibenzo (a, l) pirene | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 10 |
| 33 | Dibenzo (a, i) pirene | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 10 |
| 34 | Dibenzo (a, h) pirene | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 10 |
| 35 | Dibenzo (a, h) antracene | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 10 |
| 36 | Indeno pirene | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 5 |
| 37 | Pirene | mg/Kg | <0,01 | 5 | 50 |
| 38 | Sommat. policiclici aromatici (da 25 a 34) | mg/Kg | <0,01 | 10 | 100 |
| <i>Alifatici clorurati cancerogeni (1)</i> | | | | | |
| 39 | Clorometano | mg/Kg | <0,001 | 0,1 | 5 |
| 40 | Diclorometano | mg/Kg | <0,001 | 0,1 | 5 |
| 41 | Triclorometano | mg/Kg | <0,001 | 0,1 | 5 |
| 42 | Cloruro di vinile | mg/Kg | <0,001 | 0,01 | 0,1 |
| 43 | 1,2-Dicloroetano | mg/Kg | <0,001 | 0,2 | 5 |
| 44 | 1,1-Dicloroetilene | mg/Kg | <0,001 | 0,1 | 1 |
| 45 | Ticloroetilene | mg/Kg | <0,001 | 1 | 10 |
| 46 | Tetracloroetilene (PCE) | mg/Kg | <0,001 | 0,5 | 20 |
| <i>Alifatici clorurati non cancerogeni (1)</i> | | | | | |
| 47 | 1,1-Dicloroetano | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 30 |
| 48 | 1,2-Dicloroetilene | mg/Kg | <0,01 | 0,3 | 15 |
| 49 | 1,1,1-Tricloroetano | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 50 |
| 50 | 1,2-Dicloropropano | mg/Kg | <0,01 | 0,3 | 5 |
| 51 | 1,1,2-Tricloroetano | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 15 |
| 52 | 1,2,3-Tricloropropano | mg/Kg | <0,01 | 1 | 10 |
| 53 | 1,1,2,2-Tetracloroetano | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 10 |
| <i>Alifatici alogenati cancerogeni (1)</i> | | | | | |
| 54 | Tribromometano (bromoformio) | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 10 |
| 55 | 1,2-Dibromoetano | mg/Kg | <0,001 | 0,01 | 0,1 |
| 56 | Dibromoclorometano | mg/Kg | <0,001 | 0,5 | 10 |
| 57 | Bromodiclorometano | mg/Kg | <0,001 | 0,5 | 10 |

| n. | Sostanze analizzate | U.M. | Risultato | C.M.A. (*) | C.M.A. (*) |
|----|---|-------|-----------|------------|------------|
| | <i>Nitrobenzeni</i> | | | | |
| 58 | Nitrobenzene | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 30 |
| 59 | 1,2-Dinitrobenzene | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 25 |
| 60 | 1,3-Dinitrobenzene | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 25 |
| 61 | Cloronitrobenzeni | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 10 |
| | <i>Clorobenzeni (1)</i> | | | | |
| 62 | Monoclorobenzene | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 50 |
| 63 | Diclorobenzeni non cancerogeni (1,2-diclorobenzene) | mg/Kg | <0,01 | 1 | 50 |
| 64 | Diclorobenzeni cancerogeni (1,4-diclorobenzene) | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 10 |
| 65 | 1,2,4-Triclorobenzene | mg/Kg | <0,01 | 1 | 50 |
| 66 | 1,2,4,5-Tetraclorobenzene | mg/Kg | <0,01 | 1 | 25 |
| 67 | Pentaclorobenzene | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 50 |
| 68 | Esaclorobenzene | mg/Kg | <0,01 | 0,05 | 5 |
| 69 | <i>Fenoli non clorurati (1)</i> | | | | |
| 70 | Metilfenolo (o-, m-, p-) | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 25 |
| 71 | Fenolo | mg/Kg | <0,01 | 1 | 60 |
| | <i>Fenoli clorurati (1)</i> | | | | |
| 72 | 2-clorofenolo | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 25 |
| 73 | 2,4-diclorofenolo | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 50 |
| 74 | 2,4,6-triclorofenolo | mg/Kg | <0,001 | 0,01 | 5 |
| 75 | Pentaclorofenolo | mg/Kg | <0,001 | 0,01 | 5 |
| | <i>Ammine Aromatiche (1)</i> | | | | |
| 76 | Anilina | mg/Kg | <0,01 | 0,05 | 5 |
| 77 | o-Anisidina | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 10 |
| 78 | m,p-Anisidina | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 10 |
| 79 | Difenilamina | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 10 |
| 80 | p-Toluidina | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 5 |
| 81 | Sommat. ammine aromatiche (da 73 a 77) | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 25 |
| | <i>Fitofarmaci</i> | | | | |
| 82 | Alaclor | mg/Kg | <0,01 | 0,01 | 1 |
| 83 | Aldrin | mg/Kg | <0,01 | 0,01 | 0,1 |
| 84 | Atrazina | mg/Kg | <0,01 | 0,01 | 1 |
| 85 | α-esacloroetano | mg/Kg | <0,01 | 0,01 | 0,1 |
| 86 | β-esacloroetano | mg/Kg | <0,001 | 0,01 | 0,5 |
| 87 | γ-esacloroetano (Lindano) | mg/Kg | <0,01 | 0,01 | 0,5 |
| 88 | Clordano | mg/Kg | <0,01 | 0,01 | 0,1 |
| 89 | DDD, DDT, DDE | mg/Kg | <0,01 | 0,01 | 0,1 |
| 90 | Dieldrin | mg/Kg | <0,01 | 0,01 | 0,1 |
| 91 | Endrin | mg/Kg | <0,01 | 0,01 | 2 |
| | <i>Diossine e furani</i> | | | | |

| n. | Sostanze analizzate | U.M. | Risultato | C.M.A. (*) | C.M.A. (*) |
|-------------------------------------|--|--------|-----------|--------------------|--------------------|
| 92 | Sommatoria PCDD, PCDF (conversione T.E.) | mg/Kg | n.r. | 1*10 ⁻⁵ | 1*10 ⁻⁴ |
| 93 | PCB | mg/Kg | <0,01 | 0,06 | 5 |
| <i>Idrocarburi e altre sostanze</i> | | | | | |
| 94 | Idrocarburi leggeri C≤12 | mg/Kg | 4,1 | 10 | 250 |
| 95 | Idrocarburi pesanti C>12 | mg/Kg | 17,7 | 50 | 750 |
| 96 | Amianto (fibre libere) | nff/gr | n.r. | 1000 | 1000 |
| 97 | Esteri dell'acido ftalico | mg/Kg | n.r. | 10 | 60 |

*CMA: concentrazione massima ammissibile prevista dalla tab. 1 all. 5, annesso alla parte IV del D.L.vo 152/06, colonna A (siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale) e colonna B (siti ad uso commerciale e industriale).

Conclusioni: I dati rilevati, confrontati con i limiti previsti dalla tab.1, lettera A e B dell'allegato 5 annesso al D.L.vo 152/06 parte quarta, evidenziano che il campione sottoposto ad analisi non risulta contaminato da sostanze pericolose.

Il Responsabile del laboratorio
Dott. Iannace Carlo Alberto



Spett.le

Geoanna di Mastantuono Dr. Fulvio

Via Traversa S.Antuono, 1

82034 Guardia Sanframondi (BN)

Data emissione: 02/03/2022

Certificato valido a tutti gli effetti di legge art. 16 R.D. 842/28 e D.M. 25.03.86.

Tipo campione: Terreno S2 C1**Data ricevimento campione:** 28/02/2022 **Data prelievo:** 28/02/2022**Protocollo Campione:** A0556/2022 **Data inizio prove:** 28/02/2022 **Data fine prove:** 02/03/2022**Etichetta/Lotto:** 02A0556/2022 del 23/02/2022- Terreno S2 C1**Ditta/Cliente:** Geoanna di Mastantuono Dr. Fulvio- Via Traversa S.Antuono N° 1, 82034 Guardia Sanframondi (BN)**Luogo di produzione:** Realizzazione impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica nel Comune di Pietrelcina (BN) denominato "Andromeda"**RISULTATI ANALITICI**

| n. | Sostanze analizzate | U.M. | Risultato | C.M.A. (*) | C.M.A. (*) |
|------------------|---------------------|-------|-----------|------------|------------|
| 1 | Antimonio | mg/Kg | 0,10 | 10 | 30 |
| 2 | Arsenico | mg/Kg | 2,12 | 20 | 50 |
| 3 | Berillio | mg/Kg | 1,15 | 2 | 10 |
| 4 | Cadmio | mg/Kg | 0,02 | 2 | 15 |
| 5 | Cobalto | mg/Kg | 7,84 | 20 | 250 |
| 6 | Cromo totale | mg/Kg | 14,3 | 150 | 800 |
| 7 | Cromo VI | mg/Kg | <0,01 | 2 | 15 |
| 8 | Mercurio | mg/Kg | <0,01 | 1 | 5 |
| 9 | Nichel | mg/Kg | 9,53 | 120 | 500 |
| 10 | Piombo | mg/Kg | 26,8 | 100 | 1000 |
| 11 | Rame | mg/Kg | 16,4 | 120 | 600 |
| 12 | Selenio | mg/Kg | <0,01 | 3 | 15 |
| 13 | Stagno | mg/Kg | <0,01 | 1 | 350 |
| 14 | Tallio | mg/Kg | <0,01 | 1 | 10 |
| 15 | Vanadio | mg/Kg | 5,43 | 90 | 250 |
| 16 | Zinco | mg/Kg | 23,8 | 150 | 1500 |
| 17 | Cianuri | mg/Kg | <0,01 | 1 | 100 |
| 18 | Fluoruri | mg/Kg | 3,75 | 100 | 2000 |
| <i>Aromatici</i> | | | | | |
| 19 | Benzene | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 2 |
| 20 | Etilbenzene | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 50 |
| 21 | Stirene | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 50 |
| 22 | Toluene | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 50 |

Mod 5.10_2(00)

Pagina 1 di 4

I risultati contenuti nel presente Rapporto di prova si riferiscono unicamente al campione effettivamente sottoposto a prova.
Il presente Documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio

| n. | Sostanze analizzate | U.M. | Risultato | C.M.A. (*) | C.M.A. (*) |
|--|--|-------|-----------|------------|------------|
| 23 | Xilene | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 50 |
| 24 | Somm. organici arom. (da 20 a 23) | mg/Kg | <0,01 | 1 | 100 |
| <i>Aromatici policiclici</i> | | | | | |
| 25 | Benzo (a) antracene | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 10 |
| 26 | Benzo (a) pirene | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 10 |
| 27 | Benzo (b) fluorantene | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 10 |
| 28 | Benzo (k) fluorantene | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 10 |
| 29 | Benzo (g, h, i) perilene | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 10 |
| 30 | Crisene | mg/Kg | <0,01 | 5 | 50 |
| 31 | Dibenzo (a, e) pirene | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 10 |
| 32 | Dibenzo (a, l) pirene | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 10 |
| 33 | Dibenzo (a, i) pirene | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 10 |
| 34 | Dibenzo (a, h) pirene | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 10 |
| 35 | Dibenzo (a, h) antracene | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 10 |
| 36 | Indeno pirene | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 5 |
| 37 | Pirene | mg/Kg | <0,01 | 5 | 50 |
| 38 | Sommat. policiclici aromatici (da 25 a 34) | mg/Kg | <0,01 | 10 | 100 |
| <i>Alifatici clorurati cancerogeni (1)</i> | | | | | |
| 39 | Clorometano | mg/Kg | <0,001 | 0,1 | 5 |
| 40 | Diclorometano | mg/Kg | <0,001 | 0,1 | 5 |
| 41 | Triclorometano | mg/Kg | <0,001 | 0,1 | 5 |
| 42 | Cloruro di vinile | mg/Kg | <0,001 | 0,01 | 0,1 |
| 43 | 1,2-Dicloroetano | mg/Kg | <0,001 | 0,2 | 5 |
| 44 | 1,1-Dicloroetilene | mg/Kg | <0,001 | 0,1 | 1 |
| 45 | Ticloroetilene | mg/Kg | <0,001 | 1 | 10 |
| 46 | Tetracloroetilene (PCE) | mg/Kg | <0,001 | 0,5 | 20 |
| <i>Alifatici clorurati non cancerogeni (1)</i> | | | | | |
| 47 | 1,1-Dicloroetano | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 30 |
| 48 | 1,2-Dicloroetilene | mg/Kg | <0,01 | 0,3 | 15 |
| 49 | 1,1,1-Tricloroetano | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 50 |
| 50 | 1,2-Dicloropropano | mg/Kg | <0,01 | 0,3 | 5 |
| 51 | 1,1,2-Tricloroetano | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 15 |
| 52 | 1,2,3-Tricloropropano | mg/Kg | <0,01 | 1 | 10 |
| 53 | 1,1,2,2-Tetracloroetano | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 10 |
| <i>Alifatici alogenati cancerogeni (1)</i> | | | | | |
| 54 | Tribromometano (bromoformio) | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 10 |
| 55 | 1,2-Dibromoetano | mg/Kg | <0,001 | 0,01 | 0,1 |
| 56 | Dibromoclorometano | mg/Kg | <0,001 | 0,5 | 10 |
| 57 | Bromodiclorometano | mg/Kg | <0,001 | 0,5 | 10 |

| n. | Sostanze analizzate | U.M. | Risultato | C.M.A. (*) | C.M.A. (*) |
|---------------------------------|---|-------|-----------|------------|------------|
| <i>Nitrobenzeni</i> | | | | | |
| 58 | Nitrobenzene | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 30 |
| 59 | 1,2-Dinitrobenzene | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 25 |
| 60 | 1,3-Dinitrobenzene | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 25 |
| 61 | Cloronitrobenzeni | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 10 |
| <i>Clorobenzeni (1)</i> | | | | | |
| 62 | Monoclorobenzene | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 50 |
| 63 | Diclorobenzeni non cancerogeni (1,2-diclorobenzene) | mg/Kg | <0,01 | 1 | 50 |
| 64 | Diclorobenzeni cancerogeni (1,4-diclorobenzene) | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 10 |
| 65 | 1,2,4-Triclorobenzene | mg/Kg | <0,01 | 1 | 50 |
| 66 | 1,2,4,5-Tetraclorobenzene | mg/Kg | <0,01 | 1 | 25 |
| 67 | Pentaclorobenzene | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 50 |
| 68 | Esaclorobenzene | mg/Kg | <0,01 | 0,05 | 5 |
| <i>Fenoli non clorurati (1)</i> | | | | | |
| 70 | Metilfenolo (o-, m-, p-) | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 25 |
| 71 | Fenolo | mg/Kg | <0,01 | 1 | 60 |
| <i>Fenoli clorurati (1)</i> | | | | | |
| 72 | 2-clorofenolo | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 25 |
| 73 | 2,4-diclorofenolo | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 50 |
| 74 | 2,4,6-triclorofenolo | mg/Kg | <0,001 | 0,01 | 5 |
| 75 | Pentaclorofenolo | mg/Kg | <0,001 | 0,01 | 5 |
| <i>Ammine Aromatiche (1)</i> | | | | | |
| 76 | Anilina | mg/Kg | <0,01 | 0,05 | 5 |
| 77 | o-Anisidina | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 10 |
| 78 | m,p-Anisidina | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 10 |
| 79 | Difenilamina | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 10 |
| 80 | p-Toluidina | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 5 |
| 81 | Sommat. ammine aromatiche (da 73 a 77) | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 25 |
| <i>Fitofarmaci</i> | | | | | |
| 82 | Alaclor | mg/Kg | <0,01 | 0,01 | 1 |
| 83 | Aldrin | mg/Kg | <0,01 | 0,01 | 0,1 |
| 84 | Atrazina | mg/Kg | <0,01 | 0,01 | 1 |
| 85 | α-esacloroesano | mg/Kg | <0,01 | 0,01 | 0,1 |
| 86 | β-esacloroesano | mg/Kg | <0,001 | 0,01 | 0,5 |
| 87 | γ-esacloroesano (Lindano) | mg/Kg | <0,01 | 0,01 | 0,5 |
| 88 | Clordano | mg/Kg | <0,01 | 0,01 | 0,1 |
| 89 | DDD, DDT, DDE | mg/Kg | <0,01 | 0,01 | 0,1 |
| 90 | Dieldrin | mg/Kg | <0,01 | 0,01 | 0,1 |
| 91 | Endrin | mg/Kg | <0,01 | 0,01 | 2 |
| <i>Diossine e furani</i> | | | | | |

| n. | Sostanze analizzate | U.M. | Risultato | C.M.A. (*) | C.M.A. (*) |
|-------------------------------------|--|--------|-----------|--------------------|--------------------|
| 92 | Sommatoria PCDD, PCDF (conversione T.E.) | mg/Kg | n.r. | 1*10 ⁻⁵ | 1*10 ⁻⁴ |
| 93 | PCB | mg/Kg | <0,01 | 0,06 | 5 |
| <i>Idrocarburi e altre sostanze</i> | | | | | |
| 94 | Idrocarburi leggeri C≤12 | mg/Kg | 6,7 | 10 | 250 |
| 95 | Idrocarburi pesanti C>12 | mg/Kg | 27,2 | 50 | 750 |
| 96 | Amianto (fibre libere) | nff/gr | n.r. | 1000 | 1000 |
| 97 | Esteri dell'acido ftalico | mg/Kg | n.r. | 10 | 60 |

*CMA: concentrazione massima ammissibile prevista dalla tab. 1 all. 5, annesso alla parte IV del D.L.vo 152/06, colonna A (siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale) e colonna B (siti ad uso commerciale e industriale).

Conclusioni: I dati rilevati, confrontati con i limiti previsti dalla tab.1, lettera A e B dell'allegato 5 annesso al D.L.vo 152/06 parte quarta, evidenziano che il campione sottoposto ad analisi non risulta contaminato da sostanze pericolose.

Il Responsabile del laboratorio
Dott. Iannace Carlo Alberto



Spett.le

Geoanna di Mastantuono Dr. FulvioVia Traversa S.Antuono, 1
82034 Guardia Sanframondi (BN)**Data emissione:** 02/03/2022

Certificato valido a tutti gli effetti di legge art. 16 R.D. 842/28 e D.M. 25.03.86.

Tipo campione: Terreno S3 C1**Data ricevimento campione:** 28/02/2022 **Data prelievo:** 28/02/2022**Protocollo Campione:** A0556/2022 **Data inizio prove:** 28/02/2022 **Data fine prove:** 02/03/2022**Etichetta/Lotto:** 03A0556/2022 del 23/02/2022- Terreno S3 C1**Ditta/Cliente:** Geoanna di Mastantuono Dr. Fulvio- Via Traversa S.Antuono N° 1, 82034 Guardia Sanframondi (BN)**Luogo di produzione:** Realizzazione impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica nel Comune di Pietrelcina (BN) denominato "Andromeda"**RISULTATI ANALITICI**

| n. | Sostanze analizzate | U.M. | Risultato | C.M.A. (*) | C.M.A. (*) |
|------------------|---------------------|-------|-----------|------------|------------|
| 1 | Antimonio | mg/Kg | 0,15 | 10 | 30 |
| 2 | Arsenico | mg/Kg | 2,43 | 20 | 50 |
| 3 | Berillio | mg/Kg | 1,28 | 2 | 10 |
| 4 | Cadmio | mg/Kg | 0,02 | 2 | 15 |
| 5 | Cobalto | mg/Kg | 1,08 | 20 | 250 |
| 6 | Cromo totale | mg/Kg | 10,7 | 150 | 800 |
| 7 | Cromo VI | mg/Kg | <0,01 | 2 | 15 |
| 8 | Mercurio | mg/Kg | <0,01 | 1 | 5 |
| 9 | Nichel | mg/Kg | 2,46 | 120 | 500 |
| 10 | Piombo | mg/Kg | 6,58 | 100 | 1000 |
| 11 | Rame | mg/Kg | 8,70 | 120 | 600 |
| 12 | Selenio | mg/Kg | <0,01 | 3 | 15 |
| 13 | Stagno | mg/Kg | <0,01 | 1 | 350 |
| 14 | Tallio | mg/Kg | <0,01 | 1 | 10 |
| 15 | Vanadio | mg/Kg | 3,32 | 90 | 250 |
| 16 | Zinco | mg/Kg | 14,4 | 150 | 1500 |
| 17 | Cianuri | mg/Kg | <0,01 | 1 | 100 |
| 18 | Fluoruri | mg/Kg | 3,02 | 100 | 2000 |
| <i>Aromatici</i> | | | | | |
| 19 | Benzene | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 2 |
| 20 | Etilbenzene | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 50 |
| 21 | Stirene | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 50 |
| 22 | Toluene | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 50 |

| n. | Sostanze analizzate | U.M. | Risultato | C.M.A. (*) | C.M.A. (*) |
|--|--|-------|-----------|------------|------------|
| 23 | Xilene | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 50 |
| 24 | Somm. organici arom. (da 20 a 23) | mg/Kg | <0,01 | 1 | 100 |
| <i>Aromatici policiclici</i> | | | | | |
| 25 | Benzo (a) antracene | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 10 |
| 26 | Benzo (a) pirene | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 10 |
| 27 | Benzo (b) fluorantene | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 10 |
| 28 | Benzo (k) fluorantene | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 10 |
| 29 | Benzo (g, h, i) perilene | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 10 |
| 30 | Crisene | mg/Kg | <0,01 | 5 | 50 |
| 31 | Dibenzo (a, e) pirene | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 10 |
| 32 | Dibenzo (a, l) pirene | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 10 |
| 33 | Dibenzo (a, i) pirene | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 10 |
| 34 | Dibenzo (a, h) pirene | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 10 |
| 35 | Dibenzo (a, h) antracene | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 10 |
| 36 | Indeno pirene | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 5 |
| 37 | Pirene | mg/Kg | <0,01 | 5 | 50 |
| 38 | Sommat. policiclici aromatici (da 25 a 34) | mg/Kg | <0,01 | 10 | 100 |
| <i>Alifatici clorurati cancerogeni (1)</i> | | | | | |
| 39 | Clorometano | mg/Kg | <0,001 | 0,1 | 5 |
| 40 | Diclorometano | mg/Kg | <0,001 | 0,1 | 5 |
| 41 | Triclorometano | mg/Kg | <0,001 | 0,1 | 5 |
| 42 | Cloruro di vinile | mg/Kg | <0,001 | 0,01 | 0,1 |
| 43 | 1,2-Dicloroetano | mg/Kg | <0,001 | 0,2 | 5 |
| 44 | 1,1-Dicloroetilene | mg/Kg | <0,001 | 0,1 | 1 |
| 45 | Ticloroetilene | mg/Kg | <0,001 | 1 | 10 |
| 46 | Tetracloroetilene (PCE) | mg/Kg | <0,001 | 0,5 | 20 |
| <i>Alifatici clorurati non cancerogeni (1)</i> | | | | | |
| 47 | 1,1-Dicloroetano | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 30 |
| 48 | 1,2-Dicloroetilene | mg/Kg | <0,01 | 0,3 | 15 |
| 49 | 1,1,1-Tricloroetano | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 50 |
| 50 | 1,2-Dicloropropano | mg/Kg | <0,01 | 0,3 | 5 |
| 51 | 1,1,2-Tricloroetano | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 15 |
| 52 | 1,2,3-Tricloropropano | mg/Kg | <0,01 | 1 | 10 |
| 53 | 1,1,2,2-Tetracloroetano | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 10 |
| <i>Alifatici alogenati cancerogeni (1)</i> | | | | | |
| 54 | Tribromometano (bromoformio) | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 10 |
| 55 | 1,2-Dibromoetano | mg/Kg | <0,001 | 0,01 | 0,1 |
| 56 | Dibromoclorometano | mg/Kg | <0,001 | 0,5 | 10 |
| 57 | Bromodiclorometano | mg/Kg | <0,001 | 0,5 | 10 |

| n. | Sostanze analizzate | U.M. | Risultato | C.M.A. (*) | C.M.A. (*) |
|----|---|-------|-----------|------------|------------|
| | <i>Nitrobenzeni</i> | | | | |
| 58 | Nitrobenzene | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 30 |
| 59 | 1,2-Dinitrobenzene | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 25 |
| 60 | 1,3-Dinitrobenzene | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 25 |
| 61 | Cloronitrobenzeni | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 10 |
| | <i>Clorobenzeni (1)</i> | | | | |
| 62 | Monoclorobenzene | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 50 |
| 63 | Diclorobenzeni non cancerogeni (1,2-diclorobenzene) | mg/Kg | <0,01 | 1 | 50 |
| 64 | Diclorobenzeni cancerogeni (1,4-diclorobenzene) | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 10 |
| 65 | 1,2,4-Triclorobenzene | mg/Kg | <0,01 | 1 | 50 |
| 66 | 1,2,4,5-Tetraclorobenzene | mg/Kg | <0,01 | 1 | 25 |
| 67 | Pentaclorobenzene | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 50 |
| 68 | Esaclorobenzene | mg/Kg | <0,01 | 0,05 | 5 |
| 69 | <i>Fenoli non clorurati (1)</i> | | | | |
| 70 | Metilfenolo (o-, m-, p-) | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 25 |
| 71 | Fenolo | mg/Kg | <0,01 | 1 | 60 |
| | <i>Fenoli clorurati (1)</i> | | | | |
| 72 | 2-clorofenolo | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 25 |
| 73 | 2,4-diclorofenolo | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 50 |
| 74 | 2,4,6-triclorofenolo | mg/Kg | <0,001 | 0,01 | 5 |
| 75 | Pentaclorofenolo | mg/Kg | <0,001 | 0,01 | 5 |
| | <i>Ammine Aromatiche (1)</i> | | | | |
| 76 | Anilina | mg/Kg | <0,01 | 0,05 | 5 |
| 77 | o-Anisidina | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 10 |
| 78 | m,p-Anisidina | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 10 |
| 79 | Difenilamina | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 10 |
| 80 | p-Toluidina | mg/Kg | <0,01 | 0,1 | 5 |
| 81 | Sommat. ammine aromatiche (da 73 a 77) | mg/Kg | <0,01 | 0,5 | 25 |
| | <i>Fitofarmaci</i> | | | | |
| 82 | Alaclor | mg/Kg | <0,01 | 0,01 | 1 |
| 83 | Aldrin | mg/Kg | <0,01 | 0,01 | 0,1 |
| 84 | Atrazina | mg/Kg | <0,01 | 0,01 | 1 |
| 85 | α-esacloroesano | mg/Kg | <0,01 | 0,01 | 0,1 |
| 86 | β-esacloroesano | mg/Kg | <0,001 | 0,01 | 0,5 |
| 87 | γ-esacloroesano (Lindano) | mg/Kg | <0,01 | 0,01 | 0,5 |
| 88 | Clordano | mg/Kg | <0,01 | 0,01 | 0,1 |
| 89 | DDD, DDT, DDE | mg/Kg | <0,01 | 0,01 | 0,1 |
| 90 | Dieldrin | mg/Kg | <0,01 | 0,01 | 0,1 |
| 91 | Endrin | mg/Kg | <0,01 | 0,01 | 2 |
| | <i>Diossine e furani</i> | | | | |

| n. | Sostanze analizzate | U.M. | Risultato | C.M.A. (*) | C.M.A. (*) |
|-------------------------------------|--|--------|-----------|--------------------|--------------------|
| 92 | Sommatoria PCDD, PCDF (conversione T.E.) | mg/Kg | n.r. | 1*10 ⁻⁵ | 1*10 ⁻⁴ |
| 93 | PCB | mg/Kg | <0,01 | 0,06 | 5 |
| <i>Idrocarburi e altre sostanze</i> | | | | | |
| 94 | Idrocarburi leggeri C≤12 | mg/Kg | 2,7 | 10 | 250 |
| 95 | Idrocarburi pesanti C>12 | mg/Kg | 17,5 | 50 | 750 |
| 96 | Amianto (fibre libere) | nff/gr | n.r. | 1000 | 1000 |
| 97 | Esteri dell'acido ftalico | mg/Kg | n.r. | 10 | 60 |

*CMA: concentrazione massima ammissibile prevista dalla tab. 1 all. 5, annesso alla parte IV del D.L.vo 152/06, colonna A (siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale) e colonna B (siti ad uso commerciale e industriale).

Conclusioni: I dati rilevati, confrontati con i limiti previsti dalla tab.1, lettera A e B dell'allegato 5 annesso al D.L.vo 152/06 parte quarta, evidenziano che il campione sottoposto ad analisi non risulta contaminato da sostanze pericolose.

Il Responsabile del laboratorio
Dott. Iannace Carlo Alberto



7. CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE

Per la determinazione delle caratteristiche litostratigrafiche, geotecniche e sismiche, in collaborazione con il tecnico progettista, in considerazione delle specifiche conoscenze che lo scrivente ha dei luoghi, in questa fase, è stato elaborato il seguente piano di indagine:

- N°3 sondaggi a carotaggio continuo spinti fino alla profondità di 30.00 m. dal p.c.;
- N°3 prelievi di campioni indisturbati e sottoposti ad analisi geotecnica di laboratorio;
- N°3 prelievi di campioni di terreno e sottoposte ad analisi chimiche (rifiuto costituito da terre e rocce).
- N°3 prove sismiche del tipo MASW.

Le indagini sono state programmate in funzione del tipo di opera e tenendo conto del volume significativo in modo da permettere la definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo necessari alla progettazione.

La individuazione dei parametri fisici e meccanici, è stata ottenuta dalle analisi di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati prelevati in sito.

In particolare, i campioni indisturbati di terreno sono stati sottoposti alle seguenti prove geotecniche di laboratorio:

- **Descrizione campione indisturbato;**
- **Determinazione delle caratteristiche fisiche generali;**
- **Analisi granulometrica;**
- **Prova di compressione edometrica;**
- **Prova di taglio diretto.**

Si allega fascicolo prove geotecniche in laboratorio

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

1. TERRENO VEGETALE;
2. SABBIA LIMOSA DEBOLMENTE ARGILLOSA;
3. TROVANTE ARENITICO;
4. CONGLOMERATO POLIGENICO A MATRICE SABBIOSA-LIMOSA;
5. ALTERNANZA DI SABBIA LIMOSA DEBOLMENTE ARGILLOSA E TROVANTI ARENITICI;
6. ARGILLA MARNOSA GRIGIO AZZURRA CON ELEMENTI LITOIDI ALL'INTERNO.

Considerando che il primo orizzonte è caratterizzato da terreni non idonei per qualsiasi tipologia di opera, si forniscono i principali parametri geotecnici per gli orizzonti 2, 3, 4, 5 e 6.

| |
|--|
| - ORIZZONTE 2 - SABBIA LIMOSA DEBOLMENTE ARGILLOSA - parametri geotecnici ottenuti da risultati prove di laboratorio - |
| Peso dell'unità di volume naturale: 20 000 N/m ³ Angolo d'attrito efficace: 25° Coesione drenata: 0.010 N/mm ² Modulo edometrico: 7 N/mm ² |

| |
|---|
| - ORIZZONTE 3 - TROVANTE ARENITICO - parametri geotecnici bibliografici - |
| Peso dell'unità di volume naturale: 20 000 N/m ³ Angolo d'attrito efficace: 35° Coesione drenata: 0.000 N/mm ² Modulo edometrico: 15 N/mm ² |

- ORIZZONTE 4 -

CONGLOMERATO POLIGENICO A MATRICE SABBIOSA LIMOSA

- parametri geotecnici bibliografici -

Peso dell'unità di volume naturale: 20 000 N/m³

Angolo d'attrito efficace: 30°

Coesione drenata: 0.000 N/mm²

Modulo edometrico: 10 N/mm²

- ORIZZONTE 5 -

**ALTERNANZA DI SABBIA LIMOSA DEBOLMENTE ARGILLOSA E
TROVANTI ARENITICI**

- parametri geotecnici ottenuti da risultati prove di laboratorio -

Peso dell'unità di volume naturale: 20 500 N/m³

Angolo d'attrito efficace: 22.5°

Coesione drenata: 0.018 N/mm²

Modulo edometrico: 5 N/mm²

- ORIZZONTE 6 -

**ARGILLA MARNOSA GRIGIO-AZZURRA CON ELEMENTI LITOIDI
ALL'INTERNO**

- parametri geotecnici ottenuti da risultati prove di laboratorio -

Peso dell'unità di volume naturale: 19 700 N/m³

Angolo d'attrito efficace: 22°

Coesione drenata: 0.017 N/mm²

Modulo edometrico: 9.5 N/mm²

Soil Project s.a.s

Viale Europa snc, loc. Cubante, 82018 Calvi (BN)

Tel: 0824 1816668; info: www.soilprojectsas.it;

email: info@soilprojectsas.it; P.I. 01515280624

Codice Qualità : 0029/22/L del 16/02/22

Numero Accettazione : 029/22 del 16/02/2022

Committente:

Geoanna srl

Opera:

***Realizzazione di un impianto per la produzione di
energia elettrica da fonte eolica
Pietrelcina (BN)***

Data Emissione Certificati: 01/03/2022



Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 del 10/07/2019

Soil Project s.a.s

Viale Europa snc, loc. Cubante, 82018 Calvi (BN)

Tel: 0824 1816668; info: www.soilprojectsas.it;

email: info@soilprojectsas.it; P.I. 01515280624

Codice Qualità : 0029/22/L del 16/02/22

Numero Accettazione : 029/22 del 16/02/2022

Il laboratorio geotecnico prove su terre Soil Project, per conto della Geoanna, ha effettuato sui campioni S1C1 -S2C2-S2C3 le seguenti prove:

- Apertura campione
- Caratteristiche fisico – volumetriche
- Analisi granulometrica per setacciatura
- Analisi granulometrica per sedimentazione
- Prova di taglio diretto
- Prova edometrica



Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 del 10/07/2019



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 181668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.: 01515280624

pag. 1/1

Rev. 1
del 07/01/2013

APERTURA CAMPIONE

MOD L7.05/1c

Data accettazione: **16/02/2022** Cod. Qualità: **0029/22/L del 16/02/22**
Data apertura: **18/02/2022** N° ACC.: **029/22 del 16/02/2022**

Data Emissione
01/03/2022

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

DATI GENERALI

| | |
|-------------|---|
| Committente | Geoanna srl |
| Opera/cant. | Realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica |
| Località | Pietrelcina (BN) |
| Impresa | Geoanna |
| Tecnico | |

PROVE ESEGUITE

| N. Cod. | Prova | |
|---------|-------------------------------------|---|
| A | Apertura campione | X |
| B | Caratteristiche fisico-volumetriche | X |
| C | Analisi granulometrica | X |
| D | Limiti di Atterberg | |
| E | Prova di permeabilità | |
| F | Prova edometrica | X |
| G | Prova di taglio diretto | X |
| H | Prova di taglio residuo | |
| I | Prova triassiale CID | |
| L | Prova triassiale CIU | |
| M | Prova triassiale UU | |
| N | Prova espansione laterale libera | |
| O | Prova di compattazione | |

RIFERIMENTI E MODALITA' DI PRELIEVO

| IN FORO | | IN TRINCEA | | SUPERFICIE | |
|------------------------|--|------------|-----------------------|------------|---|
| X | | | | | |
| Data Prelievo | | 09/02/2022 | Mod. sondaggio: | | |
| N. Sondaggio | | S1 | Rotaz.- carotiere | | X |
| Prof. Sondaggio (m) | | | Rotaz.doppio carot. | | |
| N. Campione | | C1 | Percussione | | |
| Prof. Campione (m) | | 4,00-4,50 | Spirale | | |
| Diametro campione (mm) | | 80 | Campionatore: | | |
| Altezza campione (mm) | | 500 | Shelby | | X |
| | | | Osterberg | | |
| | | | Mazier | | |
| | | | Carotiere rotativo | | |
| | | | Carotiere doppio rot. | | |
| | | | Cucchiaino | | |
| | | | Altro | | |

Classe campione in base al prelievo

| Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q5 |
|-------------------------------------|----|----|----|----|
| Infissione in foro in fustella | | | | |
| Da taglio in superficie in fustella | | | | |
| Rotazione in fustella | | | | |
| Sciolto | | | | |

IDENTIFICAZIONE VISIVA ALL'ESTRUSIONE

| Granulare grosso/no | Granulare medio | Granulare/coesivo | Coesivo | X | | | | | | | | | |
|---------------------|-----------------|-------------------|------------------|-----------------------------|------------|----------------|--------------|-------|---------|------------|---------|--------|--|
| X | | | | | | | | | | | | | |
| CONSISTENZA | | Colore | Verdastro chiaro | Classe campione sfustellato | | | | | | | | | |
| | | Struttura | Omogenea | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q5 | | | | | |
| | | Tessitura | Fine | | | | | | | | | | |
| | | PRESENZA MAT. ORG | | FESSURAZIONE | | | ALLUNGAMENTO | | | | | | |
| | | ALTA | MEDIA | SCARSA | DISGREGATO | NON DISGREGATO | PERSISTENTE | MEDIA | ASSENTE | ACCENTUATO | MODESTO | SCARSO | |
| BUONA | | | | | | | | | | | | | |
| MEDIO-BUONA | | | | | | | | | | | | | |
| MEDIA | | | | | | | | | | | | | |
| MODESTA | | | | | | | | | | | | | |
| SCARSA | | | | | | | | | | | | | |

Note:

| |
|--|
| |
| |
| |
| |

Documentazione fotografica:

| |
|--|
| |
|--|

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio
Geol. Danjele Pipicelli



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.: 01515280624

pag. 1/1

Rcv. 1 del 07/01/2013

CARATTERISTICHE FISICO VOLUMETRICHE (ASTM D2216-D2974-D854-D4372-C128; UNI 8520; BS 1327)

MOD L7.05/2c

Data accettazione: 16/02/2022 Cod. Qualità: 0029/22/L del 16/02/22
Data apertura: 18/02/2022 N° ACC.: 029/22 del 16/02/2022

N° Certificato
08335

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

| | | | |
|-------------|---|---------------------|-----------|
| Committente | Geoanna srl | N. Sondaggio | S1 |
| Opera/cant. | Realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica | Prof. Sondaggio (m) | |
| Località | Pietrelcina (BN) | N. Campione | C1 |
| Impresa | Geoanna | Prof. Campione (m) | 4,00-4,50 |
| Tecnico | | Note | |

PESO DI VOLUME γ (BS 1377 T15/e)

| Metodo campione | Provino | | | |
|--|-------------------------------------|--------|--------|------|
| | 1 | 2 | 3 | |
| Peso contenitore (g) | 142,28 | 142,28 | 142,28 | |
| Peso contenitore+campione umido (g) | 312,30 | 310,88 | 312,14 | |
| Peso campione umido (g) | 170,0 | 168,6 | 169,9 | |
| Volume contenitore (cm ³) | 82,80 | 82,80 | 82,80 | |
| Peso di volume γ (kN/m ³) | 20,137 | 19,969 | 20,118 | |
| | MEDIA 20,07 | | | |
| C.Q. $\Delta\gamma\%$ | $\Delta\gamma$ (kN/m ³) | 0,31 | 0,53 | 0,22 |

CONTENUTO IN SOLFATI (UNI EN 1744-1:1999)

| Determinazioni | 1 | 2 | 3 |
|---------------------------|-------|---|---|
| Peso campione (g) | | | |
| Peso precipitazione (g) | | | |
| Peso acqua utilizzata (g) | | | |
| Contenuto in solfati (%) | | | |
| | MEDIA | | |

PESO SPECIFICO DEI GRANI γ_s (ASTM D854)

| Picnometro | Campione | | | |
|--|---------------------------------------|---------|---------|------|
| | 1 | 2 | 3 | |
| | A | B | C | |
| Peso campione secco(g) | 26,12 | 26,32 | 26,34 | |
| Temperatura di prova (°C) | 20,00 | 20,00 | 20,00 | |
| Peso specifico acqua γ_w (kN/m ³) | 9,80665 | 9,80665 | 9,80665 | |
| Peso pic. + acqua + camp. secco (g) | 166,58 | 166,42 | 166,64 | |
| Peso picnometro + acqua (g) | 150,3 | 150,0 | 150,2 | |
| Peso specifico dei grani γ_s (kN/m ³) | 26,03 | 26,07 | 26,09 | |
| | MEDIA 26,06 | | | |
| C.Q. $\Delta\gamma_s\%$ | $\Delta\gamma_s$ (kN/m ³) | 0,13 | 0,03 | 0,10 |

DETERMINAZIONE PESO DI VOLUME γ (ASTM D1188)

| Metodo volumometro | Provino | | |
|--|---------|---|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| Volumometro | | | |
| Peso volumometro + acqua (g) | | | |
| Peso campione umido (g) | | | |
| Peso volumometro + camp. umido (g) | | | |
| Differenza volume volumometro (cm ³) | | | |
| Peso di volume γ (kN/m ³) | | | |
| | MEDIA | | |

PARAMETRI DI STATO DERIVATI

| | |
|--|------|
| Peso vol. secco γ_d (kN/m ³) | 17,4 |
| Indice dei vuoti e | 0,50 |
| Porosità n (%) | 33,4 |
| Grado di saturazione (Sr) % | 82,8 |
| $\gamma_{sat} = \gamma_d + \gamma_w n$ | |
| Peso volume saturo γ_{sat} (kN/m ³) | 20,6 |
| $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$ | |
| Peso volume immerso γ (kN/m ³) | 10,8 |

DETERMINAZIONE CONTENUTO D'ACQUA W (ASTM D2216)

| Contenitore n° | Provino | | | |
|-----------------------------------|----------------|-------|-------|------|
| | 1 | 2 | 3 | |
| | A | B | C | |
| Peso contenitore (g) | 9,40 | 8,92 | 9,60 | |
| Peso cont. + peso camp. umido (g) | 83,50 | 85,00 | 80,10 | |
| Peso cont. + peso camp. secco (g) | 73,50 | 74,80 | 70,50 | |
| Peso campione secco (g) | 64,10 | 65,88 | 60,90 | |
| Contenuto d'acqua w (%) | 15,60 | 15,48 | 15,76 | |
| | MEDIA 15,62 | | | |
| C.Q. $\Delta w\%$ | Δw (%) | 0,10 | 0,85 | 0,95 |

CONTENUTO SOSTANZE ORGANICHE (UNI EN 8520/14)

| Determinazioni n. | Provini | | |
|-------------------------------------|---------|---|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| Peso tara (g) | | | |
| Peso campione (g) | | | |
| Peso campione calcinato + tara (g) | | | |
| Contenuto in sostanze organiche (%) | | | |
| | MEDIA | | |

DETERMINAZIONE CONTENUTO IN CaCO₃ (ASTM D4373)

| | Provino | | |
|--|---------|---|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| Pressione atmosferica (bar) | | | |
| Temperatura atmosferica (°C) | | | |
| Quantità campione secco (g) | | | |
| Svolgimento reazione (cm ³) | | | |
| Assorbimento reazione (cm ³) | | | |
| Contenuto carbonato di calcio (%) | | | |
| | MEDIA | | |

Note

Lo Sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio
Geol. Daniele Picicelli



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.: 01515280624

pag. 1/1

Rev. 1 del 07/01/2013

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA

(ASTM D422-63)

MOD L7.05/3c

Data accettazione: 16/02/2022 Cod. Qualità: 0029/22/L del 16/02/22
Data apertura: 18/02/2022 N° ACC.: 029/22 del 16/02/2022

N° Certificato
08336

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

| | | | |
|-------------|---|---------------------|-----------|
| Committente | Geoanna srl | N. Sondaggio | S1 |
| Opera/cant. | Realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica | Prof. Sondaggio (m) | |
| Località | Pietrelcina (BN) | N. Campione | C1 |
| Impresa | Geoanna | Prof. Campione (m) | 4,00-4,50 |
| Tecnico | | Note | |

Note:

| SETACCI | APERTURA | RESTO | % RESTO | % RESTO | % PASSANTE |
|---------|----------|--------|---------|-------------|------------|
| ASTM | (mm) | (g) | | Progres. | |
| 1 1/2" | 31,500 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1" | 25,000 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/4" | 19,000 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1/2" | 12,500 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 4 | 4,750 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 8 | 2,360 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 10 | 2,000 | 0,10 | 0,02 | 0,02 | 99,98 |
| 16 | 1,180 | 0,26 | 0,05 | 0,06 | 99,94 |
| 20 | 0,850 | 0,58 | 0,10 | 0,16 | 99,84 |
| 30 | 0,600 | 0,56 | 0,10 | 0,26 | 99,74 |
| 40 | 0,425 | 0,68 | 0,12 | 0,38 | 99,62 |
| 60 | 0,250 | 1,00 | 0,17 | 0,55 | 99,45 |
| 80 | 0,180 | 0,54 | 0,09 | 0,65 | 99,35 |
| 100 | 0,150 | 0,74 | 0,13 | 0,77 | 99,23 |
| 200 | 0,075 | 4,36 | 0,76 | 1,53 | 98,47 |
| FONDO | // | 567,02 | 98,47 | 100,00 | // |
| TOTALE | | 575,84 | 100,00 | C.Q. > 97 % | |

OPERAZIONE LAVAGGIO CAMPIONE

| | |
|--------------------------------|--------|
| Contenitore n° | GIA7 |
| Peso contenitore (g) | 80,88 |
| Peso campione umido (g) | 721,7 |
| Peso campione secco (g) | 575,84 |
| Peso campione secco lavato (g) | 8,82 |
| Peso quantità > 25 mm (g) | 0,00 |
| Perdita lavaggio (g) | 567,02 |
| Responso perdita | 0,00 |

Risultato

| | | |
|--------------|--------|----|
| GHIAIA | Grossa | 0 |
| | Media | 0 |
| 0 | Fine | 0 |
| | | 0 |
| SABBIA | Grossa | 0 |
| | Media | 0 |
| 19 | Fine | 19 |
| | | 19 |
| LIMO/ARGILLA | | 81 |

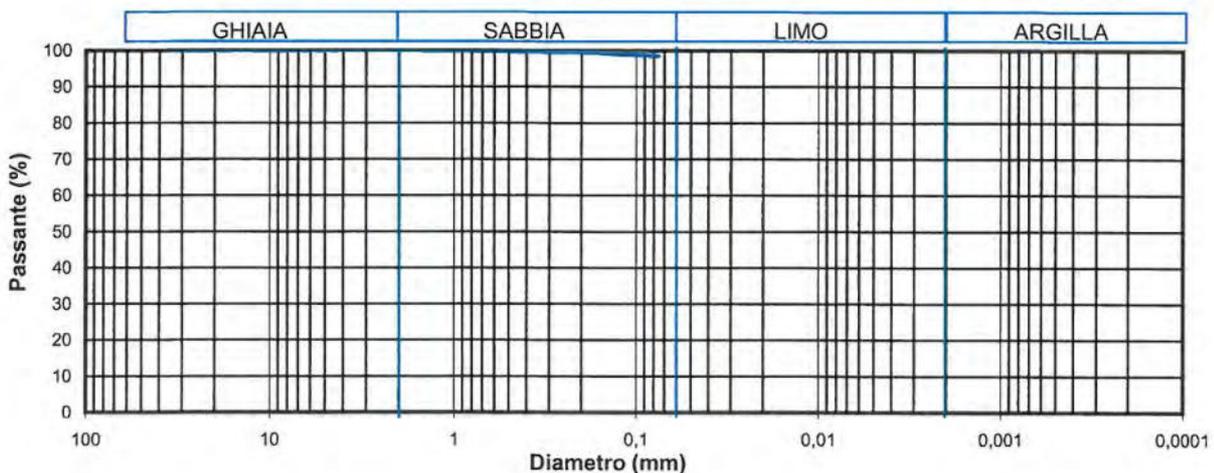
Coefficienti granulometrici

| | | | |
|-----|------|-----------------------|--|
| D60 | (mm) | Coef. Uniformità (Cu) | |
| D30 | (mm) | Coef. Curvatura (Cc) | |
| D10 | (mm) | | |

Descrizione campione

Area reserved for sample description.

CURVA GRANULOMETRICA



Lo Sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio

Geol. Daniele Pipicelli



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
 Tel: 0824 181668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
 email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag. 1/2

Rev. 1 del 07/01/2013

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

(ASTM D422-63)

MOD L7.05/4c

Data accettazione: 16/02/2022 Cod. Qualità: 0029/22/L del 16/02/22
 Data apertura: 18/02/2022 N° ACC.: 029/22 del 16/02/2022

N° Certificato
 8337

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

| | | | |
|-------------|---|---------------------|-----------|
| Committente | Geoanna srl | N. Sondaggio | S1 |
| Opera/cant. | Realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica | Prof. Sondaggio (m) | |
| Località | Pietrelcina (BN) | N. Campione | C1 |
| Impresa | Geoanna | Prof. Campione (m) | 4,00-4,50 |
| Tecnico | | Note | |

| | | |
|--|----------------|------|
| Volume bulbo densimetro (cm ³) | V _B | 28,0 |
| Altezza bulbo densimetro (cm) | H _B | 17,4 |
| Sezione cilindro sedimentazione (cm ²) | S _C | 27,8 |
| Soluzione disperdente(g/l) | | 125 |

Quantità materiale per la prova e peso specifico

| | |
|--|-------|
| Peso totale campione per granulometria (g) | 575,8 |
| Peso totale granulometria <0,075 mm (g) | 567,0 |
| Peso materiale secco per aerometria (g) | 40,00 |
| Peso specifico dei grai (kN/m ³) | 26,06 |

Correzioni per letture densimetro

| | | | |
|------------------------|----------------|-----------|------|
| Correzione menisco | C _M | | 0,5 |
| Correzione temperatura | C _T | -4,4 | 0,22 |
| Correzione dispersione | C _D | (4,4-8,5) | -4,1 |

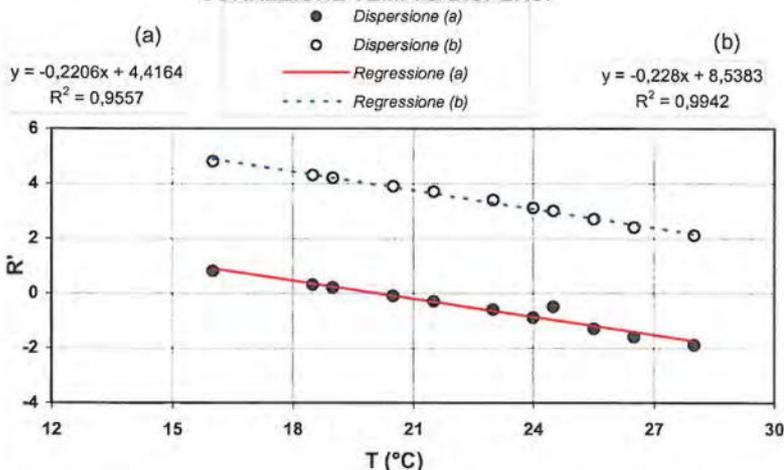
Analisi correzione

| Acqua distillata | | | Acqua + dispersivo | | |
|------------------|--------------------|--------|--------------------|--------------------|--------|
| T (°C) | R _{lett.} | R' (a) | T (°C) | R _{lett.} | R' (b) |
| 16 | 0,3 | 0,8 | 16 | 4,3 | 4,8 |
| 18,5 | -0,2 | 0,3 | 18,5 | 3,8 | 4,3 |
| 19 | -0,3 | 0,2 | 19 | 3,7 | 4,2 |
| 20,5 | -0,6 | -0,1 | 20,5 | 3,4 | 3,9 |
| 21,5 | -0,8 | -0,3 | 21,5 | 3,2 | 3,7 |
| 23 | -1,1 | -0,6 | 23 | 2,9 | 3,4 |
| 24 | -1,4 | -0,9 | 24 | 2,6 | 3,1 |
| 24,5 | -1,0 | -0,5 | 24,5 | 2,5 | 3,0 |
| 25,5 | -1,8 | -1,3 | 25,5 | 2,2 | 2,7 |
| 26,5 | -2,1 | -1,6 | 26,5 | 1,9 | 2,4 |
| 28 | -2,4 | -1,9 | 28 | 1,6 | 2,1 |

$$R'(a) = 4,4 - 0,22 T$$

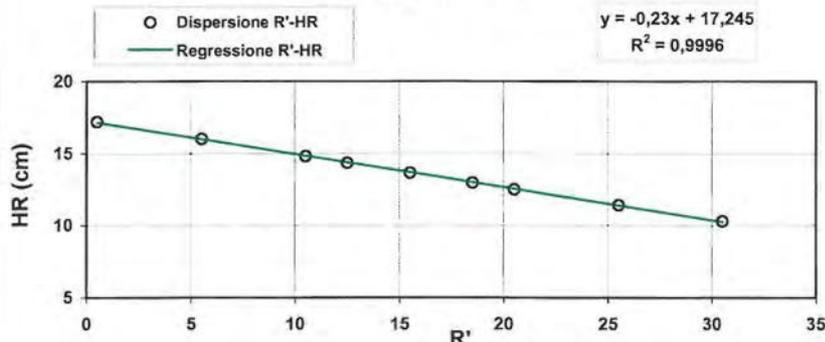
$$R'(b) = 8,5 - 0,22 T$$

CORREZIONE TEMP. & DISPERS.



Determinazione coefficienti H_R - R' (solo con acqua)

EQUAZIONE R'-HR



| R _{lett.} | R' | H ₁ | H _R |
|--------------------|-----|----------------|----------------|
| (-) | (-) | (cm) | (cm) |
| 30 | 30 | 2,10 | 10,30 |
| 25 | 25 | 3,20 | 11,40 |
| 20 | 20 | 4,30 | 12,50 |
| 18 | 18 | 4,76 | 12,96 |
| 15 | 15 | 5,45 | 13,65 |
| 12 | 12 | 6,14 | 14,34 |
| 10 | 10 | 6,60 | 14,80 |
| 5 | 5 | 7,80 | 16,00 |
| 0 | 0 | 9,00 | 17,20 |

$$H_R = 14,83 - 0,230 R'$$

a 14,8 b -0,23

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Geol. Daniele Pipicelli



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
 Tel: 0824 1816668; call: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
 email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag. 2/2

Rev. 1 del 07/01/2013

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE (ASTM D422-63)

MOD L7.05/4c

Data accettazione: 16/02/2022 Cod. Qualità: 0029/22/L del 16/02/22
 Data apertura: 18/02/2022 N° ACC.: 029/22 del 16/02/2022

N° Certificato
 8338

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

| | | | |
|-------------|---|---------------------|-----------|
| Committente | Geoanna srl | N. Sondaggio | S1 |
| Opera/cant. | Realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica | Prof. Sondaggio (m) | |
| Località | Pietrelcina (BN) | N. Campione | C1 |
| Impresa | Geoanna | Prof. Campione (m) | 4,00-4,50 |
| Tecnico | | Note | |

SEDIMENTAZIONE

| temp (min) | T (°C) | R _{lett.} | H ₁ (cm) | H _R (cm) | R' | H _R (cm) | C _T | γ _L | η _L | D (mm) | R'' | Pass. Tot % |
|------------|--------|--------------------|---------------------|---------------------|------|---------------------|----------------|----------------|----------------|--------|-------|-------------|
| 0,5 | 20,0 | 24,0 | | 8,2 | 24,5 | 9,205 | 0,00 | 0,9982 | 0,000 | 0,0584 | 20,40 | 80,4 |
| 1 | 20,0 | 22,0 | | 8,2 | 22,5 | 9,665 | 0,00 | 0,9982 | 0,000 | 0,0423 | 18,40 | 72,5 |
| 2 | 20,0 | 18,0 | | 8,2 | 18,5 | 10,585 | 0,00 | 0,9982 | 0,000 | 0,0313 | 14,40 | 56,8 |
| 4 | 20,0 | 15,5 | | 8,2 | 16,0 | 11,16 | 0,00 | 0,9982 | 0,000 | 0,0227 | 11,90 | 46,9 |
| 8 | 20,0 | 13,5 | | 8,2 | 14,0 | 11,62 | 0,00 | 0,9982 | 0,000 | 0,0164 | 9,90 | 39,0 |
| 15 | 20,0 | 12,5 | | 8,2 | 13,0 | 11,85 | 0,00 | 0,9982 | 0,000 | 0,0121 | 8,90 | 35,1 |
| 30 | 20,0 | 11,5 | | 8,2 | 12,0 | 12,1 | 0,00 | 0,9982 | 0,000 | 0,0086 | 7,90 | 31,1 |
| 60 | 20,0 | 10,5 | | 8,2 | 11,0 | 12,31 | 0,00 | 0,9982 | 0,000 | 0,0062 | 6,90 | 27,2 |
| 120 | 20,0 | 8,0 | | 8,2 | 8,5 | 12,885 | 0,00 | 0,9982 | 0,000 | 0,0045 | 4,40 | 17,3 |
| 300 | 20,0 | 6,0 | | 8,2 | 6,5 | 13,345 | 0,00 | 0,9982 | 0,000 | 0,0029 | 2,40 | 9,5 |
| 600 | 20,0 | 5,5 | | 8,2 | 6,0 | 13,46 | 0,00 | 0,9982 | 0,000 | 0,0020 | 1,90 | 7,5 |
| 1440 | 20,0 | 5,0 | | 8,2 | 5,5 | 13,575 | 0,00 | 0,9982 | 0,000 | 0,0013 | 1,40 | 5,5 |

Granulometria completa

| Set. ASTM | D (mm) | Pass. Tot % |
|-------------------|--------|-------------|
| 1 ^{1/2"} | 31,50 | 100,0 |
| 1" | 25,00 | 100,0 |
| 3/4" | 19,00 | 100,0 |
| 1/2" | 12,50 | 100,0 |
| 4 | 4,750 | 100,0 |
| 8 | 2,360 | 100,0 |
| 10 | 2,000 | 100,0 |
| 16 | 1,180 | 99,9 |
| 20 | 0,850 | 99,8 |
| 30 | 0,600 | 99,7 |
| 40 | 0,425 | 99,6 |
| 60 | 0,250 | 99,4 |
| 80 | 0,180 | 99,4 |
| 100 | 0,150 | 99,2 |
| 200 | 0,075 | 98,5 |
| S | 0,0584 | 80,4 |
| S | 0,0423 | 72,5 |
| S | 0,0313 | 56,8 |
| S | 0,0227 | 46,9 |
| S | 0,0164 | 39,0 |
| S | 0,0121 | 35,1 |
| S | 0,0086 | 31,1 |
| S | 0,0062 | 27,2 |
| S | 0,0045 | 17,3 |
| S | 0,0029 | 9,5 |
| S | 0,0020 | 7,5 |
| S | 0,0013 | 5,5 |

Coefficienti granulometrici

| | |
|-----------------------|--------|
| D60 (mm) | 0,0034 |
| D30 (mm) | 0,0080 |
| D10 (mm) | 0,0030 |
| Coef. Uniformità (Cu) | 1 |
| Coef. Curva (Cc) | 6,3 |

Percentuale passaggio

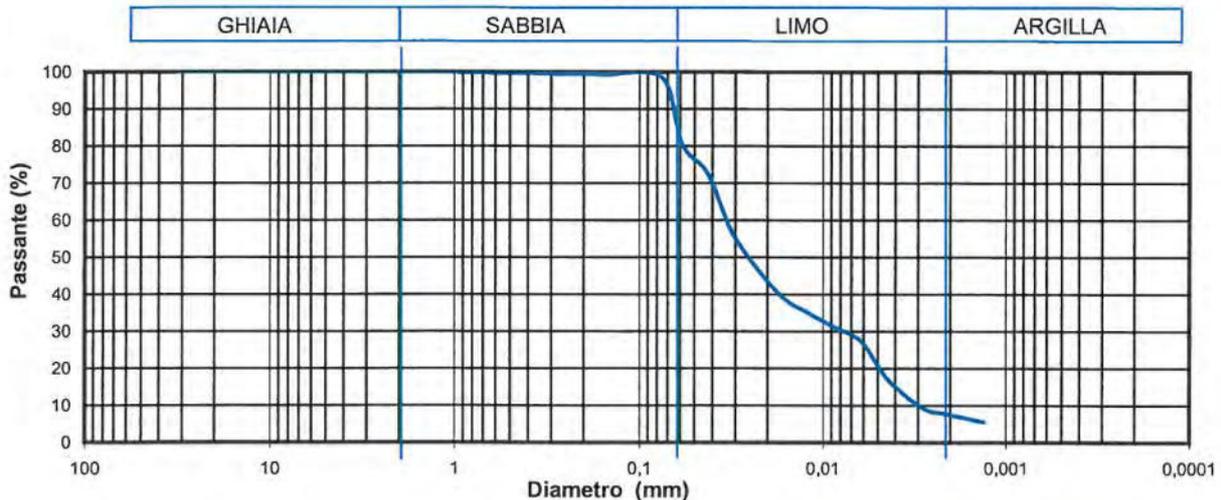
| | |
|-------------|----|
| GHIAIA (%) | 0 |
| SABBIA (%) | 19 |
| LIMO (%) | 74 |
| ARGILLA (%) | 7 |

Descrizione campione (AGI):

Limo sabbioso debolmente argilloso

Note

CURVA GRANULOMETRICA



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Geol. Daniele Pipicelli



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
 Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
 email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag.1/3

Rev. 1
 del 07/01/2013

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

(ASTM D3080)

MOD L7.05/6C

Data accettazione: 16/02/2022 Cod. Qualità: 0029/22/L del 16/02/22
 Data apertura: 18/02/2022 N° ACC.: 029/22 del 16/02/2022

N° Certificato
 8339

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

| | | | |
|-------------|---|---------------------|-----------|
| Committente | Geoanna srl | N. Sondaggio | S1 |
| Opera/cant. | Realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica | Prof. Sondaggio (m) | |
| Località | Pietrelcina (BN) | N. Campione | C1 |
| Impresa | Geoanna | Prof. Campione (m) | 4,00-4,50 |
| Tecnico | | Note | |

Caratteristiche scatola di taglio

| | | | | | | | |
|------------------------|-------|--------------------------------------|-------|------------------------|-------|-------------------------------------|-------|
| Lunghezza scatola (mm) | 60,00 | Sezione scatola A (cm ²) | 36,00 | Altezza scatola H (mm) | 22,00 | Volume scatola V (cm ³) | 79,20 |
|------------------------|-------|--------------------------------------|-------|------------------------|-------|-------------------------------------|-------|

Consolidazione

| | Carico verticale | |
|-----------|------------------|-------------------|
| Provino 1 | 49,03 | kN/m ² |
| Provino 2 | 98,07 | kN/m ² |
| Provino 3 | 196,13 | kN/m ² |

| Carico verticale kN/m ² | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 |
|---------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | Cedim. Fin. mm | Cedim. Fin. mm | Cedim. Fin. mm |
| 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 24,52 | 0,240 | 0,320 | 0,550 |
| 49,03 | 0,940 | 0,820 | 1,080 |
| 98,07 | | 1,470 | 1,580 |
| 196,13 | | | 1,890 |
| 294,21 | | | |

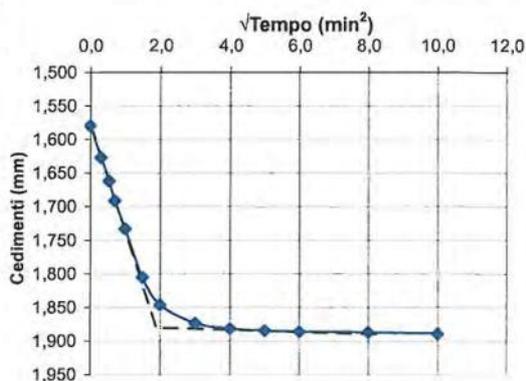
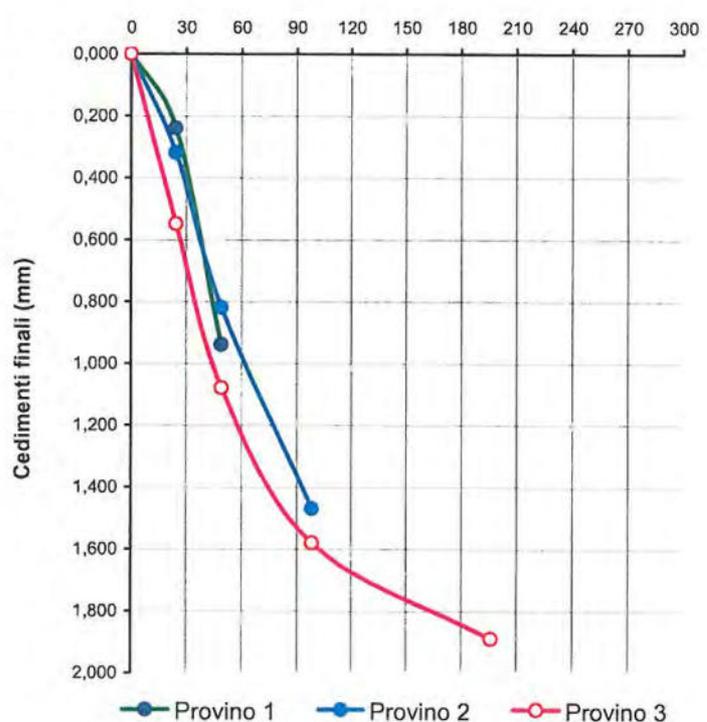
Curva di consolidazione di Taylor

Determinata per provino n. 3

Gradino di carico verticale da 98,07 kN/m² a 196,13 kN/m²

| Cedimento mm | Tempo min | √Tempo min ² | √t ₁₀₀ min ² |
|--------------|-----------|-------------------------|------------------------------------|
| 1,580 | 0,00 | 0,00 | 1,89 |
| 1,627 | 0,10 | 0,32 | |
| 1,662 | 0,30 | 0,55 | t ₁₀₀ |
| 1,692 | 0,50 | 0,71 | min |
| 1,734 | 1,00 | 1,00 | 3,57 |
| 1,806 | 2,25 | 1,50 | |
| 1,847 | 4,00 | 2,00 | k (Racc. AGI) |
| 1,875 | 9,00 | 3,00 | 10 |
| 1,883 | 16,00 | 4,00 | |
| 1,886 | 25,00 | 5,00 | Spost. Rott. |
| 1,887 | 36,00 | 6,00 | mm |
| 1,888 | 64,00 | 8,00 | 4,00 |
| 1,890 | 100,00 | 10,00 | |

Carico verticale (kN/m²)



Velocità di avanz. MAX 0,11 mm/min

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Geol. Daniele Pipicelli



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag 2/3

Rev. 1
del 07/01/2013

PROVA DI TAGLIO

(ASTM D3080)

MOD L7.05/6C

Data accettazione: **16/02/2022** Cod. Qualità: **0029/22/L del 16/02/22**
Data apertura: **18/02/2022** N° ACC. : **029/22 del 16/02/2022**

N° Certificato
8340

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

| | | | |
|-------------|---|---------------------|------------------|
| Committente | Geoanna srl | N. Sondaggio | S1 |
| Opera/cant. | Realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica | Prof. Sondaggio (m) | |
| Località | Pietrelcina (BN) | N. Campione | C1 |
| Impresa | Geoanna | Prof. Campione (m) | 4,00-4,50 |
| Tecnico | | Note | |

| Provino 1 | | | Provino 2 | | | Provino 3 | | |
|-------------|------------|----------------------|-------------|------------|----------------------|-------------|------------|----------------------|
| Avanzamento | Def. Vert. | Sforzo di taglio | Avanzamento | Def. Vert. | Sforzo di taglio | Avanzamento | Def. Vert. | Sforzo di taglio |
| (mm) | (mm) | (kN/m ²) | (mm) | (mm) | (kN/m ²) | (mm) | (mm) | (kN/m ²) |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 0,03 | 0,02 | 1,67 | 0,03 | 0,04 | 5,58 | 0,03 | 0,07 | 6,27 |
| 0,05 | 0,05 | 4,69 | 0,05 | 0,08 | 9,06 | 0,05 | 0,11 | 13,61 |
| 0,08 | 0,08 | 7,04 | 0,08 | 0,13 | 12,06 | 0,08 | 0,16 | 18,63 |
| 0,10 | 0,11 | 9,38 | 0,10 | 0,18 | 16,08 | 0,10 | 0,21 | 22,62 |
| 0,13 | 0,15 | 11,39 | 0,13 | 0,22 | 19,52 | 0,13 | 0,24 | 27,42 |
| 0,15 | 0,16 | 13,40 | 0,15 | 0,24 | 22,97 | 0,15 | 0,27 | 30,99 |
| 0,18 | 0,19 | 14,91 | 0,18 | 0,25 | 25,55 | 0,18 | 0,30 | 34,57 |
| 0,20 | 0,20 | 16,42 | 0,20 | 0,27 | 28,14 | 0,20 | 0,32 | 38,53 |
| 0,23 | 0,22 | 17,92 | 0,23 | 0,28 | 30,72 | 0,23 | 0,34 | 41,88 |
| 0,25 | 0,23 | 19,10 | 0,25 | 0,30 | 32,73 | 0,25 | 0,35 | 46,26 |
| 0,28 | 0,23 | 20,27 | 0,28 | 0,31 | 34,74 | 0,28 | 0,37 | 50,42 |
| 0,30 | 0,24 | 21,11 | 0,30 | 0,32 | 36,18 | 0,30 | 0,38 | 52,77 |
| 0,33 | 0,25 | 21,44 | 0,33 | 0,35 | 38,20 | 0,33 | 0,40 | 57,59 |
| 0,35 | 0,26 | 22,17 | 0,35 | 0,36 | 39,57 | 0,35 | 0,41 | 61,56 |
| 0,38 | 0,26 | 22,73 | 0,38 | 0,36 | 41,15 | 0,38 | 0,42 | 66,99 |
| 0,40 | 0,27 | 23,90 | 0,40 | 0,37 | 43,08 | 0,40 | 0,43 | 71,31 |
| 0,43 | 0,27 | 24,68 | 0,43 | 0,37 | 45,33 | 0,43 | 0,44 | 76,43 |
| 0,45 | 0,28 | 25,61 | 0,45 | 0,38 | 46,56 | 0,45 | 0,45 | 78,31 |
| 0,48 | 0,28 | 26,47 | 0,48 | 0,39 | 47,79 | 0,48 | 0,46 | 81,25 |
| 0,50 | 0,28 | 27,30 | 0,50 | 0,39 | 48,84 | 0,50 | 0,46 | 83,13 |
| 0,53 | 0,28 | 27,81 | 0,53 | 0,39 | 49,94 | 0,53 | 0,47 | 85,64 |
| 0,55 | 0,28 | 28,64 | 0,55 | 0,39 | 51,33 | 0,55 | 0,47 | 87,73 |
| 0,58 | 0,28 | 28,98 | 0,58 | 0,40 | 52,53 | 0,58 | 0,48 | 90,04 |
| 0,60 | 0,28 | 29,48 | 0,60 | 0,40 | 53,22 | 0,60 | 0,48 | 90,87 |
| 0,63 | 0,28 | 29,98 | 0,63 | 0,40 | 53,92 | 0,63 | 0,48 | 94,65 |
| 0,65 | 0,28 | 31,16 | 0,65 | 0,40 | 54,08 | 0,65 | 0,48 | 95,49 |
| 0,68 | 0,28 | 31,83 | 0,68 | 0,40 | 54,55 | 0,68 | 0,49 | 97,37 |
| 0,70 | 0,28 | 32,50 | 0,70 | 0,40 | 54,60 | 0,70 | 0,49 | 97,37 |
| 0,73 | 0,28 | 32,83 | 0,73 | 0,40 | 54,42 | 0,73 | 0,49 | 98,00 |
| 0,75 | 0,28 | 33,50 | 0,75 | 0,40 | 54,42 | 0,75 | 0,49 | 98,41 |
| 0,78 | 0,28 | 34,00 | 0,78 | 0,40 | 54,42 | 0,78 | 0,49 | 100,09 |
| 0,80 | 0,28 | 33,85 | 0,80 | 0,41 | 53,92 | 0,80 | 0,49 | 101,76 |
| | | | | | | 0,83 | 0,50 | 101,76 |
| | | | | | | 0,85 | 0,50 | 101,76 |

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Geol. Daniele Pipicelli



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
 Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
 email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag 3/3

RLV 1 del 07/01/2013

PROVA DI TAGLIO (ASTM D3080)

MOD L7.05/6C

Data accettazione: 16/02/2022 Cod. Qualità: 0029/22/L del 16/02/22
 Data apertura: 18/02/2022 N° ACC.: 029/22 del 16/02/2022

N° Certificato
8341

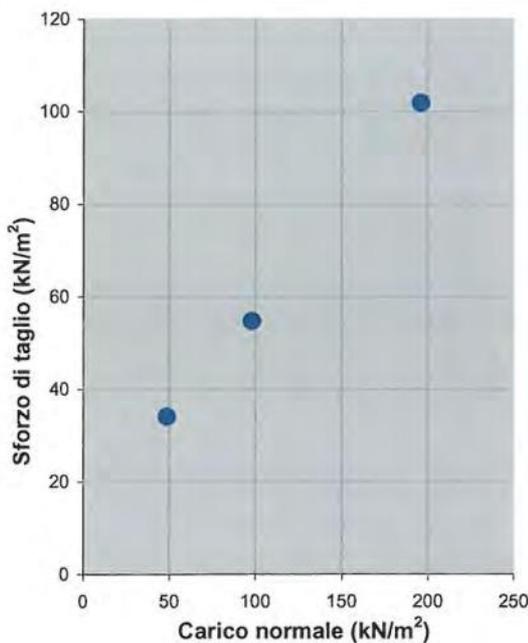
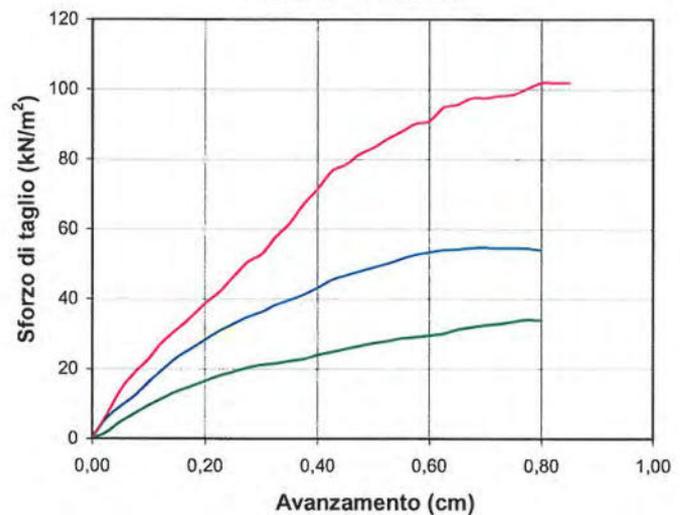
Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

| | | | |
|-------------|---|---------------------|------------------|
| Committente | Geoanna srl | N. Sondaggio | S1 |
| Opera/cant. | Realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica | Prof. Sondaggio (m) | |
| Località | Pietrelcina (BN) | N. Campione | C1 |
| Impresa | Geoanna | Prof. Campione (m) | 4,00-4,50 |
| Tecnico | | Note | |

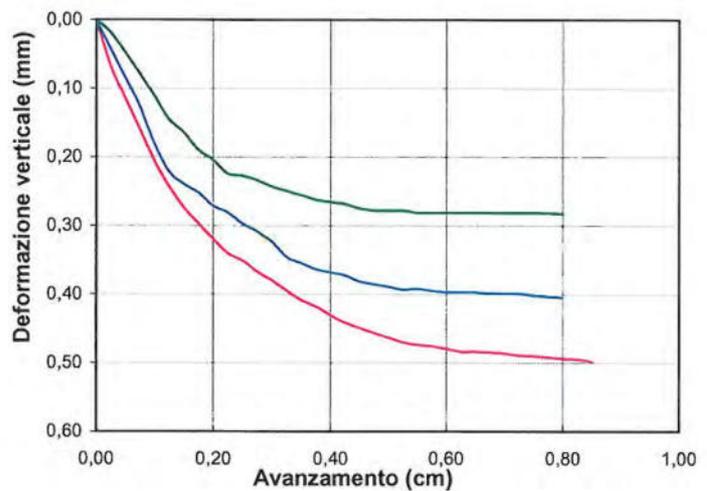
| | |
|--|-------|
| Contenuto d'acqua naturale (%) | 15,62 |
| Peso di volume naturale (kN/m ³) | 20,07 |
| Peso di volume secco (kN/m ³) | 17,36 |
| Indice dei vuoti | 0,50 |
| Porosità (%) | 33,39 |
| Peso specifico (kN/m ³) | 26,06 |
| Grado di saturazione (%) | 83 |
| Sezione scatola di taglio (cm ²) | 36 |
| Velocità di avanzamento (mm/min) | 0,025 |

| | Carico verticale |
|-----------|--------------------------|
| Provino 1 | 49,03 kN/m ² |
| Provino 2 | 98,07 kN/m ² |
| Provino 3 | 196,13 kN/m ² |

SFORZO DI TAGLIO



DEFORMAZIONE



| | | |
|----------------------------------|---------------------------------|-------|
| Parametri di regressione lineare | Intercetta (kN/m ²) | 10,42 |
| | Valore angolare (°) | 24,88 |

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Geol. Daniele Pipicelli



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
 Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
 email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag 1/2

Rev. 1
 del 07/01/2013

PROVA EDOMETRICA

(ASTM D 2435 - D4186)

MOD L7.05/8c

Data accettazione: 16/02/2022 Cod. Qualità: 0029/22/L del 16/02/22
 Data apertura: 18/02/2022 N° ACC.: 029/22 del 16/02/2022

N° Certificato:
 8400

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

| | | | |
|-------------|---|---------------------|-----------|
| Committente | Geoanna srl | N. Sondaggio | S1 |
| Opera/cant. | Realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica | Prof. Sondaggio (m) | |
| Località | Pietrelcina (BN) | N. Campione | C1 |
| Impresa | Geoanna | Prof. Campione (m) | 4,00-4,50 |
| Tecnico | | Note | |

Caratteristiche anello edometrico e provino

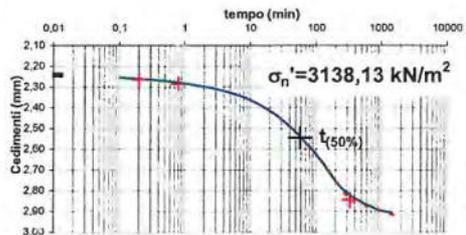
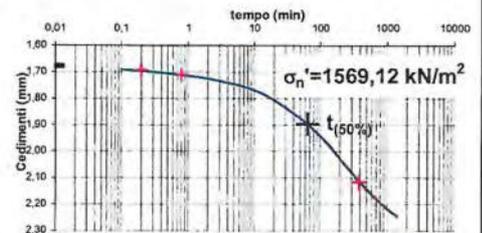
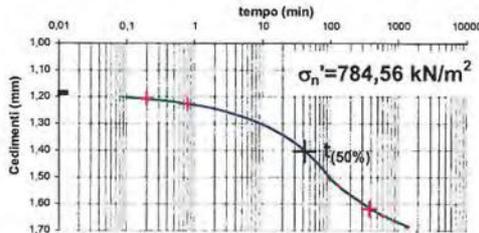
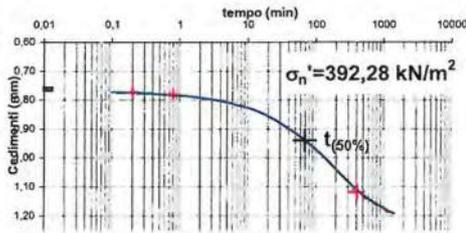
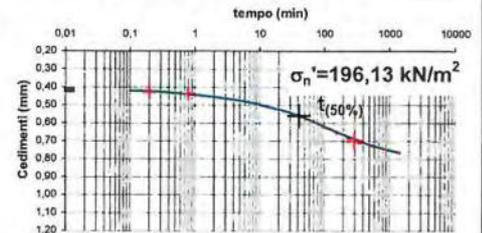
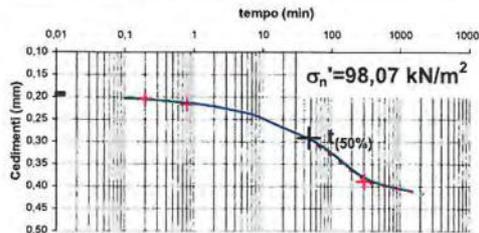
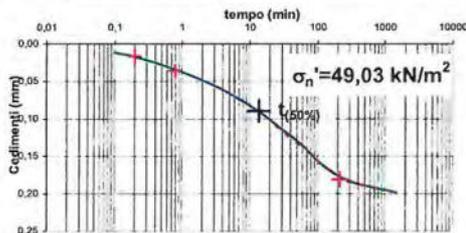
| | | | | | |
|-----------------|-------|---------------------------------|-------|---------------------------|--------|
| Peso anello (g) | 81,31 | Altezza (mm) | 20,00 | Peso provino + anello (g) | 176,22 |
| Diametro (mm) | 50,00 | Area di base (cm ²) | 19,62 | Peso provino (g) | 94,91 |

Proprietà provino

| | INIZIALE | FINALE (a carico) | Δ | | INIZIALE | FINALE (a carico) | Δ |
|---|----------|-------------------|------|-----------------------------|----------|-------------------|-------|
| Peso di vol. sat. (kN/m ³) | 17,70 | 20,10 | 2,41 | Indice dei vuoti | 0,50 | 0,312 | 0,189 |
| Peso di vol. secco (kN/m ³) | 17,36 | 19,86 | 2,50 | Cont. d'acqua a saturaz (%) | 0,02 | 0,01 | 0,01 |

Consolidazione edometrica

| Tempi /min | 6" | 15" | 30" | 1' | 2' | 4' | 8' | 15' | 30' | 1 ^h | 2 ^h | 4 ^h | 8 ^h | 16 ^h | 24 ^h | 2H (mm) | |
|----------------------------------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|---------|-------|
| | 0,1 | 0,25 | 0,5 | 1 | 2 | 4 | 8 | 15 | 30 | 60 | 120 | 240 | 480 | 960 | 1440 | | |
| σ'_v (kN/m ²) | Cedimenti (mm) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Carico | 49,03 | 0,012 | 0,020 | 0,029 | 0,038 | 0,049 | 0,062 | 0,077 | 0,093 | 0,115 | 0,136 | 0,163 | 0,180 | 0,189 | 0,196 | 0,199 | 19,80 |
| | 98,07 | 0,204 | 0,207 | 0,212 | 0,216 | 0,222 | 0,231 | 0,243 | 0,261 | 0,282 | 0,303 | 0,335 | 0,372 | 0,394 | 0,405 | 0,411 | 19,59 |
| | 196,13 | 0,421 | 0,428 | 0,436 | 0,446 | 0,457 | 0,472 | 0,492 | 0,516 | 0,545 | 0,585 | 0,634 | 0,678 | 0,720 | 0,752 | 0,766 | 19,23 |
| | 392,28 | 0,774 | 0,778 | 0,781 | 0,786 | 0,794 | 0,805 | 0,823 | 0,844 | 0,881 | 0,930 | 0,988 | 1,060 | 1,128 | 1,173 | 1,194 | 18,81 |
| | 784,53 | 1,203 | 1,212 | 1,220 | 1,231 | 1,247 | 1,268 | 1,293 | 1,326 | 1,373 | 1,439 | 1,524 | 1,582 | 1,631 | 1,667 | 1,685 | 18,31 |
| Scarico | 1569,12 | 1,693 | 1,700 | 1,707 | 1,716 | 1,726 | 1,742 | 1,762 | 1,790 | 1,835 | 1,891 | 1,962 | 2,053 | 2,138 | 2,213 | 2,246 | 17,75 |
| | 3138,13 | 2,256 | 2,264 | 2,272 | 2,285 | 2,300 | 2,321 | 2,353 | 2,394 | 2,457 | 2,546 | 2,658 | 2,784 | 2,855 | 2,897 | 2,908 | 17,09 |
| | 784,53 | 2,890 | 2,890 | 2,890 | 2,890 | 2,888 | 2,888 | 2,888 | 2,888 | 2,885 | 2,885 | 2,882 | 2,882 | 2,880 | 2,880 | 2,848 | 17,15 |
| | 196,13 | 2,840 | 2,838 | 2,838 | 2,835 | 2,833 | 2,833 | 2,830 | 2,830 | 2,828 | 2,825 | 2,822 | 2,822 | 2,822 | 2,819 | 2,758 | 17,24 |
| | 49,03 | 2,738 | 2,735 | 2,735 | 2,732 | 2,727 | 2,725 | 2,725 | 2,722 | 2,720 | 2,717 | 2,714 | 2,712 | 2,709 | 2,707 | 2,638 | 17,36 |



| σ'_n (kN/m ²) | 50 | 100 | 200 | 400 | 800 | 1600 | 3200 | 800 | 200 | 50 |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $t_{50\%}$ (min) | 13,80 | 46,77 | 40,74 | 69,18 | 41,69 | 64,57 | 57,54 | — | — | — |
| $t_{100\%}$ (min) | 213,8 | 302,0 | 295,1 | 407,4 | 380,2 | 389,0 | 331,1 | — | — | — |
| h_0 0% (mm) | 20,00 | 19,81 | 19,58 | 19,24 | 18,81 | 18,32 | 17,76 | 17,09 | 17,15 | 17,24 |
| h_f 100% (mm) | 19,82 | 19,61 | 19,30 | 18,88 | 18,38 | 17,88 | 17,15 | 17,15 | 17,24 | 17,36 |
| Δh (mm) | 0,184 | 0,195 | 0,284 | 0,357 | 0,432 | 0,438 | 0,605 | -0,06 | -0,09 | -0,12 |
| e_0 | 0,501 | 0,487 | 0,473 | 0,451 | 0,424 | 0,392 | 0,358 | 0,312 | 0,317 | 0,324 |
| e_f | 0,487 | 0,473 | 0,451 | 0,424 | 0,392 | 0,358 | 0,312 | 0,317 | 0,324 | 0,333 |

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Geol. Daniele Pipicelli



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
 Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
 email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag 2/2

Rev. 1
 del 07/01/2013

PROVA EDOMETRICA

(ASTM D2435 - D4186)

MOD L7.05/8c

Data accettazione: 16/02/2022 Cod. Qualità: 0029/22/L del 16/02/22
 Data apertura: 18/02/2022 N° ACC.: 029/22 del 16/02/2022

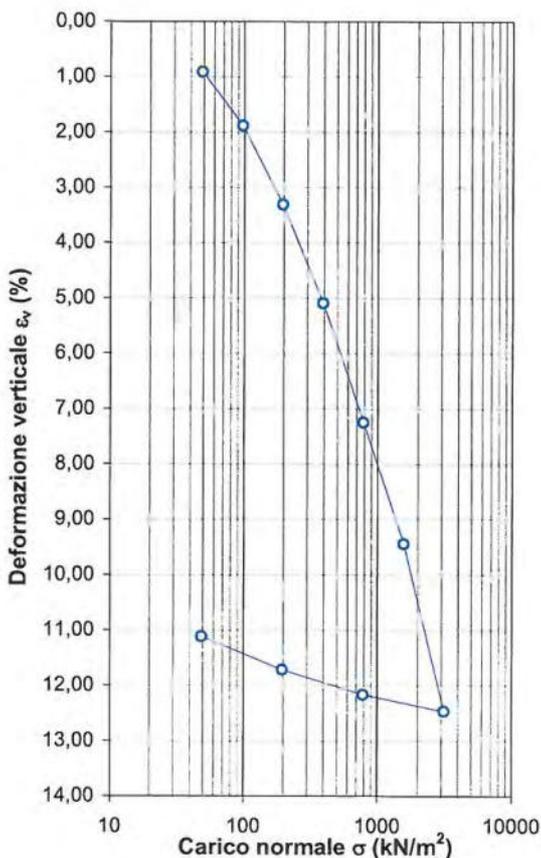
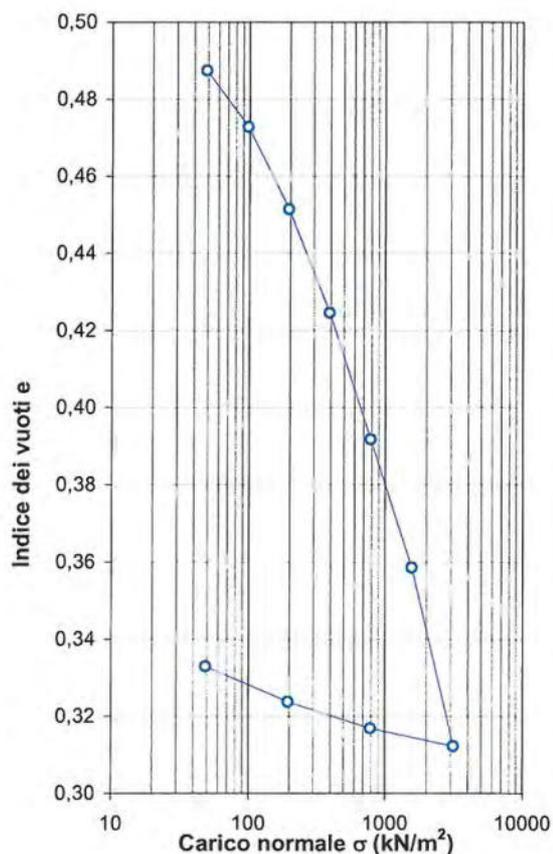
N° Certificato:
 8401

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

| | | | |
|-------------|---|---------------------|------------------|
| Committente | Geoanna srl | N. Sondaggio | S1 |
| Opera/cant. | Realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica | Prof. Sondaggio (m) | |
| Località | Pietrelcina (BN) | N. Campione | C1 |
| Impresa | Geoanna | Prof. Campione (m) | 4,00-4,50 |
| Tecnico | | Note | |

Caratteristiche di compressibilità edometrica

| Carico | Deform. Verticale | Indice dei vuoti | Mod. Edometr. | Indice di Comp.lità | Indice di Ri/Compres | Indice di Rigonf. | Ind. Cons second. | Coeff. di Consolid. | Coeff. di Permeab. |
|----------------------------------|---------------------|------------------|-------------------------------|---|----------------------|-------------------|---------------------------|------------------------------|--------------------|
| σ_n' (kN/m ²) | ε_v (%) | e | E_{ed} (KN/m ²) | a_v (KN/m ²) ₁ | C_r, C_c | C_{ra} | C_a (min) ⁻¹ | C_v (cm ² /min) | K (m/min) |
| 49,03 | 0,92 | 0,487 | 5329,88 | 0,00028 | 0,003 | — | 1,45E-03 | 0,014 | 2,57E-08 |
| 98,07 | 1,89 | 0,473 | 5030,25 | 0,00030 | 0,049 | — | 1,86E-03 | 0,004 | 7,88E-09 |
| 196,13 | 3,31 | 0,451 | 6906,32 | 0,00022 | 0,071 | — | 7,22E-03 | 0,004 | 6,35E-09 |
| 392,27 | 5,10 | 0,424 | 10989,33 | 0,00014 | 0,089 | — | 1,03E-02 | 0,003 | 2,25E-09 |
| 784,53 | 7,26 | 0,392 | 18162,00 | 0,00008 | 0,109 | — | 7,07E-03 | 0,004 | 2,14E-09 |
| 1569,06 | 9,45 | 0,358 | 35826,87 | 0,00004 | 0,111 | — | 1,70E-02 | 0,002 | 6,58E-10 |
| 3138,13 | 12,47 | 0,312 | 51875,27 | 0,00003 | 0,154 | — | 6,37E-03 | 0,003 | 4,73E-10 |
| 784,53 | 12,17 | 0,317 | — | — | — | 0,008 | — | — | — |
| 196,13 | 11,72 | 0,324 | — | — | — | 0,011 | — | — | — |
| 49,03 | 11,12 | 0,333 | — | — | — | 0,015 | — | — | — |



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio
 Geol. Daniele Pipicelli



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.: 01515280624

pag. 1/1

Rcv. 1 del 07/01/2013

CARATTERISTICHE FISICO VOLUMETRICHE

(ASTM D2216-D2974-D854-D4372-C128; UNI 8520; BS 1327)

MOD L7.05/2c

Data accettazione: 16/02/2022 Cod. Qualità: 0029/22/L del 16/02/22
Data apertura: 18/02/2022 N° ACC.: 029/22 del 16/02/2022

N° Certificato
08342

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

| | | | |
|-------------|---|---------------------|-------------|
| Committente | Geoanna srl | N. Sondaggio | S2 |
| Opera/cant. | Realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica | Prof. Sondaggio (m) | |
| Località | Pietrelcina (BN) | N. Campione | C2 |
| Impresa | Geoanna | Prof. Campione (m) | 19,50-20,00 |
| Tecnico | | Note | |

PESO DI VOLUME γ (BS 1377 T15/e)

| Metodo campione | Provino | | |
|--|---------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 |
| Peso contenitore (g) | 142,28 | 142,28 | 142,28 |
| Peso contenitore+campione umido (g) | 308,66 | 309,34 | 308,12 |
| Peso campione umido (g) | 166,4 | 167,1 | 165,8 |
| Volume contenitore (cm ³) | 82,80 | 82,80 | 82,80 |
| Peso di volume γ (kN/m ³) | 19,706 | 19,786 | 19,642 |
| | MEDIA | | 19,71 |
| C.Q. $\Delta\% / \Delta\%$ | 0,03 | 0,38 | 0,35 |

CONTENUTO IN SOLFATI (UNI EN 1744-1:1999)

| Determinazioni | 1 | 2 | 3 |
|---------------------------|-------|---|---|
| Peso campione (g) | | | |
| Peso precipitazione (g) | | | |
| Peso acqua utilizzata (g) | | | |
| Contenuto in solfati (%) | | | |
| | MEDIA | | |

PESO SPECIFICO DEI GRANI γ_s (ASTM D854)

| Picnometro | Campione | | |
|--|----------|---------|---------|
| | 1 | 2 | 3 |
| Peso campione secco(g) | 10,04 | 10,22 | 10,18 |
| Temperatura di prova (°C) | 20,00 | 20,00 | 20,00 |
| Peso specifico acqua γ_w (kN/m ³) | 9,80665 | 9,80665 | 9,80665 |
| Peso pic. + acqua + camp. secco (g) | 84,10 | 85,44 | 87,12 |
| Peso picnometro + acqua (g) | 77,9 | 79,2 | 80,8 |
| Peso specifico dei grani γ_s (kN/m ³) | 25,91 | 25,44 | 25,86 |
| | MEDIA | | 25,74 |
| C.Q. $\Delta\% / \Delta\%$ | 0,67 | 1,16 | 0,49 |

DETERMINAZIONE PESO DI VOLUME γ (ASTM D1188)

| Metodo volumometro | Provino | | |
|--|---------|---|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| Volumometro | | | |
| Peso volumometro + acqua (g) | | | |
| Peso campione umido (g) | | | |
| Peso volumometro + camp. umido (g) | | | |
| Differenza volume volumometro (cm ³) | | | |
| Peso di volume γ (kN/m ³) | | | |
| | MEDIA | | |

DETERMINAZIONE CONTENUTO D'ACQUA W (ASTM D2216)

| Contenitore n° | Provino | | |
|-----------------------------------|---------|-------|--------|
| | 1 | 2 | 3 |
| Peso contenitore (g) | 2,12 | 2,12 | 2,14 |
| Peso cont. + peso camp. umido (g) | 116,48 | 96,98 | 105,26 |
| Peso cont. + peso camp. secco (g) | 102,76 | 85,80 | 92,80 |
| Peso campione secco (g) | 100,64 | 83,68 | 90,66 |
| Contenuto d'acqua w (%) | 13,63 | 13,36 | 13,74 |
| | MEDIA | | 13,58 |
| C.Q. $\Delta\% / \Delta\%$ | 0,40 | 1,61 | 1,21 |

PARAMETRI DI STATO DERIVATI

| | |
|--|------|
| Peso vol. secco γ_d (kN/m ³) | 17,4 |
| Indice dei vuoti e | 0,48 |
| Porosità n (%) | 32,6 |
| Grado di saturazione (Sr) % | 73,8 |
| $\gamma_{sat} = \gamma_d + \gamma_w n$ | |
| Peso volume saturo γ_{sat} (kN/m ³) | 20,5 |
| $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$ | |
| Peso volume immerso γ (kN/m ³) | 10,7 |

DETERMINAZIONE CONTENUTO IN CaCO₃ (ASTM D4373)

| | Provino | |
|--|---------|---|
| | 1 | 2 |
| Pressione atmosferica (bar) | | |
| Temperatura atmosferica (°C) | | |
| Quantità campione secco (g) | | |
| Svolgimento reazione (cm ³) | | |
| Assorbimento reazione (cm ³) | | |
| Contenuto carbonato di calcio (%) | | |
| | MEDIA | |

CONTENUTO SOSTANZE ORGANICHE (UNI EN 8520/14)

| Determinazioni n. | Provini | |
|-------------------------------------|---------|---|
| | 1 | 2 |
| Peso tara (g) | | |
| Peso campione (g) | | |
| Peso campione calcinato + tara (g) | | |
| Contenuto in sostanze organiche (%) | | |
| | MEDIA | |

Note

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio
Geol. Daniele Picicelli



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag. 1/1

Rev. 1 del 07/01/2013

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA (ASTM D422-63)

MOD L7.05/3c

Data accettazione: 16/02/2022 Cod. Qualità: 0029/22/L del 16/02/22
Data apertura: 18/02/2022 N° ACC.: 029/22 del 16/02/2022

N° Certificato
08343

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

| | | | |
|-------------|---|---------------------|-------------|
| Committente | Geoanna srl | N. Sondaggio | S2 |
| Opera/cant. | Realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica | Prof. Sondaggio (m) | |
| Località | Pietrelcina (BN) | N. Campione | C2 |
| Impresa | Geoanna | Prof. Campione (m) | 19,50-20,00 |
| Tecnico | | Note | |

Note:

| SETACCI | APERTURA | RESTO | % RESTO | % RESTO | % PASSANTE |
|--------------------|----------|--------|---------|-------------|------------|
| ASTM | (mm) | (g) | | Progres. | |
| 1 ^{1/2} " | 31,500 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1" | 25,000 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/4" | 19,000 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1/2" | 12,500 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 4 | 4,750 | 1,00 | 0,16 | 0,16 | 99,84 |
| 8 | 2,360 | 5,90 | 0,95 | 1,11 | 98,89 |
| 10 | 2,000 | 3,50 | 0,56 | 1,67 | 98,33 |
| 16 | 1,180 | 5,08 | 0,82 | 2,49 | 97,51 |
| 20 | 0,850 | 6,04 | 0,97 | 3,46 | 96,54 |
| 30 | 0,600 | 2,18 | 0,35 | 3,81 | 96,19 |
| 40 | 0,425 | 2,62 | 0,42 | 4,23 | 95,77 |
| 60 | 0,250 | 2,24 | 0,36 | 4,59 | 95,41 |
| 80 | 0,180 | 1,50 | 0,24 | 4,84 | 95,16 |
| 100 | 0,150 | 0,66 | 0,11 | 4,94 | 95,06 |
| 200 | 0,075 | 5,30 | 0,85 | 5,79 | 94,21 |
| FONDO | // | 585,62 | 94,21 | 100,00 | // |
| TOTALE | | 621,64 | 100,00 | C.Q. > 97 % | |

OPERAZIONE LAVAGGIO CAMPIONE

| | |
|--------------------------------|--------|
| Contenitore n° | A |
| Peso contenitore (g) | 82,54 |
| Peso campione umido (g) | 708,5 |
| Peso campione secco (g) | 621,64 |
| Peso campione secco lavato (g) | 36,02 |
| Peso quantità > 25 mm (g) | 0,00 |
| Perdita lavaggio (g) | 585,62 |
| Responso perdita | 0,00 |

Risultato

| | | |
|--------------|--------|----|
| GHIAIA | Grossa | 0 |
| | Media | 1 |
| | Fine | 2 |
| SABBIA | Grossa | 1 |
| | Media | 2 |
| | Fine | 8 |
| LIMO/ARGILLA | 90 | 90 |

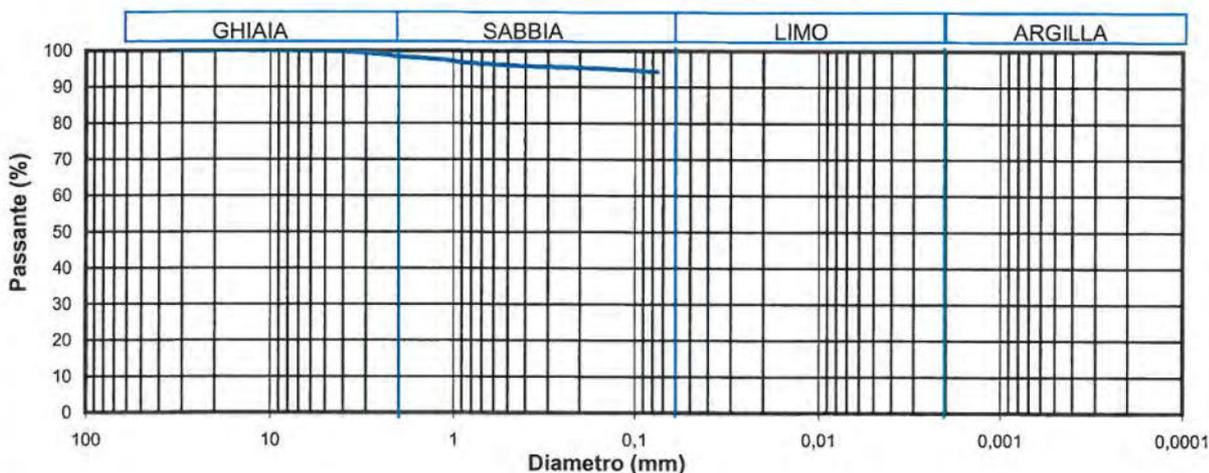
Coefficienti granulometrici

| | | | |
|-----|------|-----------------------|--|
| D60 | (mm) | Coef. Uniformità (Cu) | |
| D30 | (mm) | Coef. Curvatura (Cc) | |
| D10 | (mm) | | |

Descrizione campione

| |
|--|
| |
|--|

CURVA GRANULOMETRICA



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Geol. Daniele Pipicelli



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
 Tel: 0824 181668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
 email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag. 1/2

Rev. 1 del 07/01/2013

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

(ASTM D422-63)

MOD L7.05/4c

Data accettazione: 16/02/2022 Cod. Qualità: 0029/22/L del 16/02/22
 Data apertura: 18/02/2022 N° ACC.: 029/22 del 16/02/2022

N° Certificato
 8344

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

| | | | |
|-------------|---|---------------------|-------------|
| Committente | Geoanna srl | N. Sondaggio | S2 |
| Opera/cant. | Realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica | Prof. Sondaggio (m) | |
| Località | Pietrelcina (BN) | N. Campione | C2 |
| Impresa | Geoanna | Prof. Campione (m) | 19,50-20,00 |
| Tecnico | | Note | |

| | | |
|--|----------------|------|
| Volume bulbo densimetro (cm ³) | V _B | 28,0 |
| Altezza bulbo densimetro (cm) | H _B | 17,4 |
| Sezione cilindro sedimentazione (cm ²) | S _C | 27,8 |
| Soluzione disperdente(g/l) | | 125 |

Quantità materiale per la prova e peso specifico

| | |
|--|-------|
| Peso totale campione per granulometria (g) | 621,6 |
| Peso totale granulometria <0,075 mm (g) | 585,6 |
| Peso materiale secco per aerometria (g) | 40,00 |
| Peso specifico dei grai (kN/m ³) | 25,74 |

Correzioni per letture densimetro

| | | | |
|------------------------|----------------|-----------|------|
| Correzione menisco | C _M | | 0,5 |
| Correzione temperatura | C _T | -4,4 | 0,22 |
| Correzione dispersione | C _D | (4,4-8,5) | -4,1 |

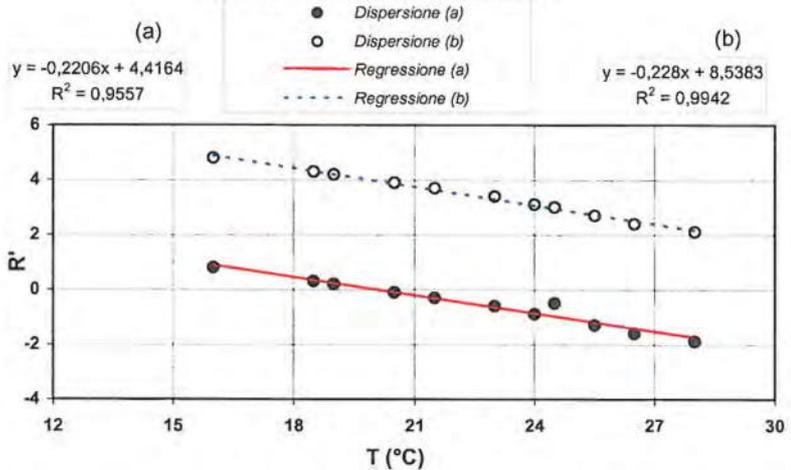
Analisi correzione

| Acqua distillata | | | Acqua + dispersivo | | |
|------------------|--------------------|--------|--------------------|--------------------|--------|
| T (°C) | R _{lett.} | R' (a) | T (°C) | R _{lett.} | R' (b) |
| 16 | 0,3 | 0,8 | 16 | 4,3 | 4,8 |
| 18,5 | -0,2 | 0,3 | 18,5 | 3,8 | 4,3 |
| 19 | -0,3 | 0,2 | 19 | 3,7 | 4,2 |
| 20,5 | -0,6 | -0,1 | 20,5 | 3,4 | 3,9 |
| 21,5 | -0,8 | -0,3 | 21,5 | 3,2 | 3,7 |
| 23 | -1,1 | -0,6 | 23 | 2,9 | 3,4 |
| 24 | -1,4 | -0,9 | 24 | 2,6 | 3,1 |
| 24,5 | -1,0 | -0,5 | 24,5 | 2,5 | 3,0 |
| 25,5 | -1,8 | -1,3 | 25,5 | 2,2 | 2,7 |
| 26,5 | -2,1 | -1,6 | 26,5 | 1,9 | 2,4 |
| 28 | -2,4 | -1,9 | 28 | 1,6 | 2,1 |

$$R'(a) = 4,4 - 0,22 T$$

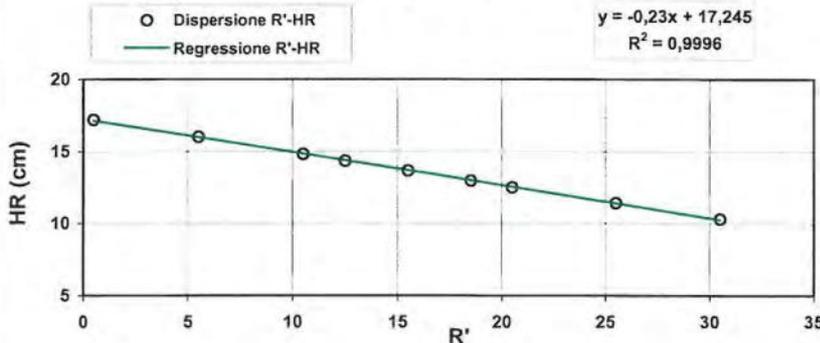
$$R'(b) = 8,5 - 0,22 T$$

CORREZIONE TEMP. & DISPERS.



Determinazione coefficienti H_R - R' (solo con acqua)

EQUAZIONE R'-HR



| R _{lett.} | R' | H ₁ | H _R |
|--------------------|-----|----------------|----------------|
| (-) | (-) | (cm) | (cm) |
| 30 | 30 | 2,10 | 10,30 |
| 25 | 25 | 3,20 | 11,40 |
| 20 | 20 | 4,30 | 12,50 |
| 18 | 18 | 4,76 | 12,96 |
| 15 | 15 | 5,45 | 13,65 |
| 12 | 12 | 6,14 | 14,34 |
| 10 | 10 | 6,60 | 14,80 |
| 5 | 5 | 7,80 | 16,00 |
| 0 | 0 | 9,00 | 17,20 |

$$H_R = 14,83 - 0,230 R'$$

a 14,8 b -0,23

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Geol. Daniele Pipicelli



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
 Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
 email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag. 2/2

Rev. 1 del 07/01/2013

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE (ASTM D422-63)

MOD L7.05/4c

Data accettazione: 16/02/2022 Cod. Qualità: 0029/22/L del 16/02/22
 Data apertura: 18/02/2022 N° ACC.: 029/22 del 16/02/2022

N° Certificato
 8345

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

| | | | |
|-------------|---|---------------------|-------------|
| Committente | Geoanna srl | N. Sondaggio | S2 |
| Opera/cant. | Realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica | Prof. Sondaggio (m) | |
| Località | Pietrelcina (BN) | N. Campione | C2 |
| Impresa | Geoanna | Prof. Campione (m) | 19,50-20,00 |
| Tecnico | | Note | |

SEDIMENTAZIONE

| temp (min) | T (°C) | R _{lett.} | H ₁ (cm) | H _R (cm) | R' | H _R (cm) | C _T | γ _L | η _L | D (mm) | R'' | Pass. Tot % |
|------------|--------|--------------------|---------------------|---------------------|------|---------------------|----------------|----------------|----------------|--------|-------|-------------|
| 0,5 | 20,0 | 27,0 | | 8,2 | 27,5 | 8,515 | 0,00 | 0,9982 | 0,000 | 0,0567 | 23,40 | 88,9 |
| 1 | 20,0 | 25,5 | | 8,2 | 26,0 | 8,86 | 0,00 | 0,9982 | 0,000 | 0,0409 | 21,90 | 83,2 |
| 2 | 20,0 | 24,0 | | 8,2 | 24,5 | 9,205 | 0,00 | 0,9982 | 0,000 | 0,0295 | 20,40 | 77,5 |
| 4 | 20,0 | 21,0 | | 8,2 | 21,5 | 9,895 | 0,00 | 0,9982 | 0,000 | 0,0216 | 17,40 | 66,1 |
| 8 | 20,0 | 18,5 | | 8,2 | 19,0 | 10,47 | 0,00 | 0,9982 | 0,000 | 0,0157 | 14,90 | 56,6 |
| 15 | 20,0 | 16,5 | | 8,2 | 17,0 | 10,93 | 0,00 | 0,9982 | 0,000 | 0,0117 | 12,90 | 49,0 |
| 30 | 20,0 | 14,0 | | 8,2 | 14,5 | 11,5 | 0,00 | 0,9982 | 0,000 | 0,0085 | 10,40 | 39,5 |
| 60 | 20,0 | 12,5 | | 8,2 | 13,0 | 11,85 | 0,00 | 0,9982 | 0,000 | 0,0061 | 8,90 | 33,8 |
| 120 | 20,0 | 11,0 | | 8,2 | 11,5 | 12,195 | 0,00 | 0,9982 | 0,000 | 0,0044 | 7,40 | 28,1 |
| 300 | 20,0 | 10,0 | | 8,2 | 10,5 | 12,425 | 0,00 | 0,9982 | 0,000 | 0,0028 | 6,40 | 24,3 |
| 600 | 20,0 | 9,0 | | 8,2 | 9,5 | 12,655 | 0,00 | 0,9982 | 0,000 | 0,0020 | 5,40 | 20,5 |
| 1440 | 20,0 | 8,5 | | 8,2 | 9,0 | 12,77 | 0,00 | 0,9982 | 0,000 | 0,0013 | 4,90 | 18,6 |

Granulometria completa

| Set. ASTM | D (mm) | Pass. Tot % |
|--------------------|--------|-------------|
| 1 ^{1/2} " | 31,50 | 100,0 |
| 1" | 25,00 | 100,0 |
| 3/4" | 19,00 | 100,0 |
| 1/2" | 12,50 | 100,0 |
| 4 | 4,750 | 99,8 |
| 8 | 2,360 | 98,9 |
| 10 | 2,000 | 98,3 |
| 16 | 1,180 | 97,5 |
| 20 | 0,850 | 96,5 |
| 30 | 0,600 | 96,2 |
| 40 | 0,425 | 95,8 |
| 60 | 0,250 | 95,4 |
| 80 | 0,180 | 95,2 |
| 100 | 0,150 | 95,1 |
| 200 | 0,075 | 94,2 |
| S | 0,0567 | 88,9 |
| S | 0,0409 | 83,2 |
| S | 0,0295 | 77,5 |
| S | 0,0216 | 66,1 |
| S | 0,0157 | 56,6 |
| S | 0,0117 | 49,0 |
| S | 0,0085 | 39,5 |
| S | 0,0061 | 33,8 |
| S | 0,0044 | 28,1 |
| S | 0,0028 | 24,3 |
| S | 0,0020 | 20,5 |
| S | 0,0013 | 18,6 |

Coefficienti granulometrici

| | |
|-----------------------|--|
| D60 (mm) | |
| D30 (mm) | |
| D10 (mm) | |
| Coef. Uniformità (Cu) | |
| Coef. Curva (Cc) | |

Percentuale passaggio

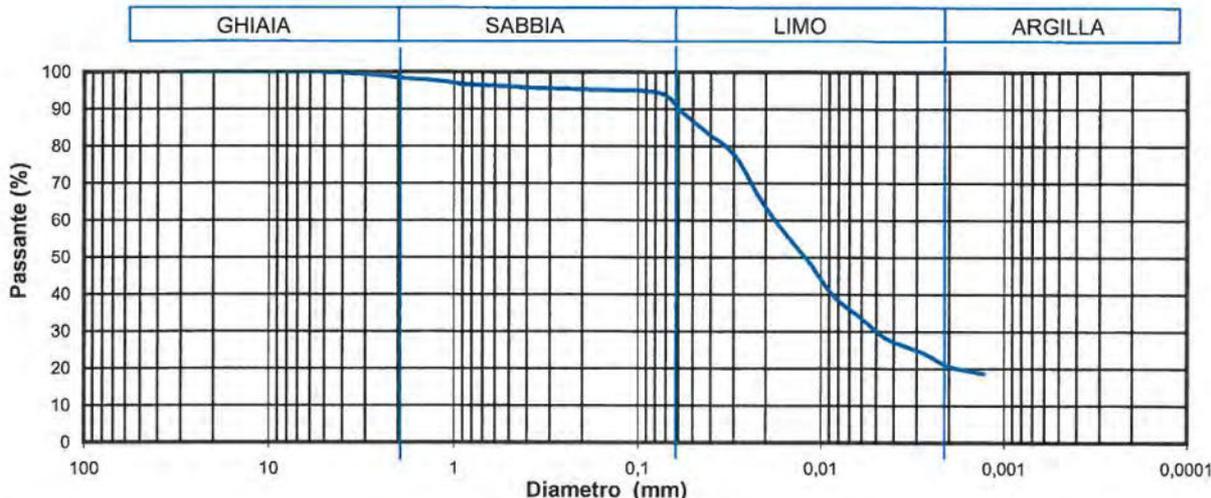
| | |
|-------------|----|
| GHIAIA (%) | 2 |
| SABBIA (%) | 8 |
| LIMO (%) | 69 |
| ARGILLA (%) | 21 |

Descrizione campione (AGI):

Limo argilloso debolmente sabbioso

Note

CURVA GRANULOMETRICA



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Geol. Daniele Pipicelli



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
 Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
 email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag.1/3

Rev. 1
 del 07/01/2013

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

(ASTM D3080)

MOD L7.05/6C

Data accettazione: 16/02/2022 Cod. Qualità: 0029/22/L del 16/02/22
 Data apertura: 18/02/2022 N° ACC.: 029/22 del 16/02/2022

N° Certificato
 8346

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

| | | | |
|-------------|---|---------------------|-------------|
| Committente | Geoanna srl | N. Sondaggio | S2 |
| Opera/cant. | Realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica | Prof. Sondaggio (m) | |
| Località | Pietrelcina (BN) | N. Campione | C2 |
| Impresa | Geoanna | Prof. Campione (m) | 19,50-20,00 |
| Tecnico | | Note | |

Caratteristiche scatola di taglio

| | | | | | | | |
|------------------------|-------|--------------------------------------|-------|------------------------|-------|-------------------------------------|-------|
| Lunghezza scatola (mm) | 60,00 | Sezione scatola A (cm ²) | 36,00 | Altezza scatola H (mm) | 22,00 | Volume scatola V (cm ³) | 79,20 |
|------------------------|-------|--------------------------------------|-------|------------------------|-------|-------------------------------------|-------|

Consolidazione

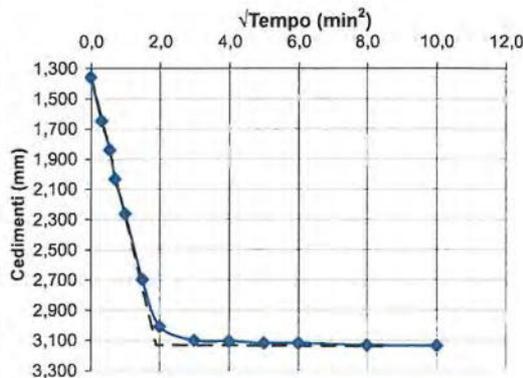
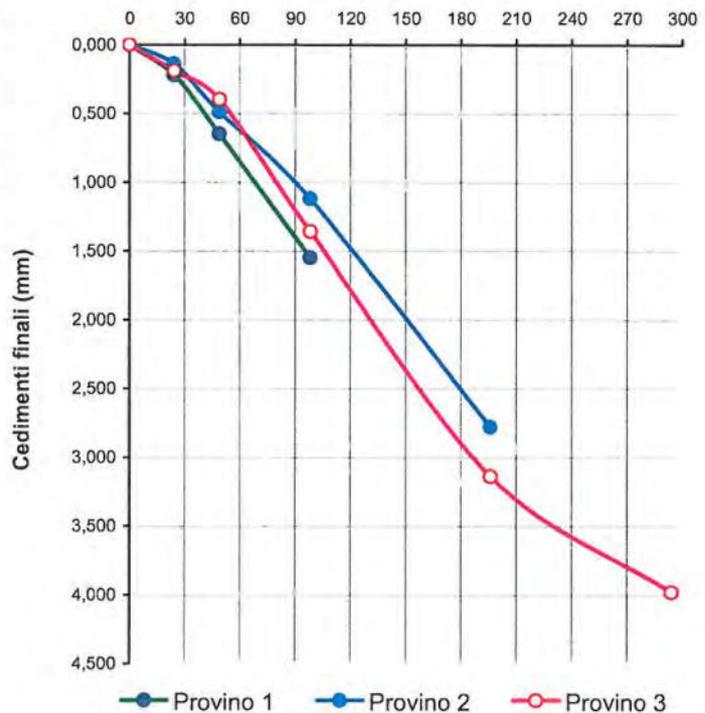
| | Carico verticale | |
|-----------|------------------|-------------------|
| Provino 1 | 98,07 | kN/m ² |
| Provino 2 | 196,13 | kN/m ² |
| Provino 3 | 294,21 | kN/m ² |

| Carico verticale kN/m ² | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 |
|---------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | Cedim. Fin. mm | Cedim. Fin. mm | Cedim. Fin. mm |
| 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 24,52 | 0,220 | 0,140 | 0,190 |
| 49,03 | 0,650 | 0,490 | 0,400 |
| 98,07 | 1,550 | 1,120 | 1,360 |
| 196,13 | | 2,780 | 3,140 |
| 294,21 | | | 3,980 |

Curva di consolidazione di Taylor

| Determinata per provino n. | | 3 | |
|-----------------------------|-----------|--------------------------|------------------------------------|
| Gradino di carico verticale | da | 98,07 kN/m ² | |
| | a | 196,13 kN/m ² | |
| Cedimento mm | Tempo min | √Tempo min ² | √t ₁₀₀ min ² |
| 1,360 | 0,00 | 0,00 | 1,89 |
| 1,648 | 0,10 | 0,32 | |
| 1,841 | 0,30 | 0,55 | t ₁₀₀ |
| 2,034 | 0,50 | 0,71 | min |
| 2,264 | 1,00 | 1,00 | 3,57 |
| 2,699 | 2,25 | 1,50 | |
| 3,010 | 4,00 | 2,00 | k (Racc. AGI) |
| 3,103 | 9,00 | 3,00 | 10 |
| 3,110 | 16,00 | 4,00 | |
| 3,122 | 25,00 | 5,00 | Spost. Rott. |
| 3,122 | 36,00 | 6,00 | mm |
| 3,135 | 64,00 | 8,00 | 4,00 |
| 3,140 | 100,00 | 10,00 | |

Carico verticale (kN/m²)



Velocità di avanz. MAX 0,11 mm/min

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Geol. Daniele Pipicelli



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag 2/3

Rcv. 1
del 01/01/2013

PROVA DI TAGLIO

(ASTM D3080)

MOD L7.05/6C

Data accettazione: **16/02/2022** Cod. Qualità: **0029/22/L del 16/02/22**
Data apertura: **18/02/2022** N° ACC. : **029/22 del 16/02/2022**

N° Certificato
8347

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

| | | | |
|-------------|---|---------------------|--------------------|
| Committente | Geoanna srl | N. Sondaggio | S2 |
| Opera/cant. | Realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica | Prof. Sondaggio (m) | |
| Località | Pietrelcina (BN) | N. Campione | C2 |
| Impresa | Geoanna | Prof. Campione (m) | 19,50-20,00 |
| Tecnico | | Note | |

| Provino 1 | | | Provino 2 | | | Provino 3 | | |
|-------------|------------|----------------------|-------------|------------|----------------------|-------------|------------|----------------------|
| Avanzamento | Def. Vert. | Sforzo di taglio | Avanzamento | Def. Vert. | Sforzo di taglio | Avanzamento | Def. Vert. | Sforzo di taglio |
| (mm) | (mm) | (kN/m ²) | (mm) | (mm) | (kN/m ²) | (mm) | (mm) | (kN/m ²) |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 0,03 | 0,03 | 3,70 | 0,03 | 0,07 | 10,55 | 0,03 | 0,08 | 10,66 |
| 0,05 | 0,05 | 7,90 | 0,05 | 0,12 | 18,29 | 0,05 | 0,17 | 20,62 |
| 0,08 | 0,08 | 11,42 | 0,08 | 0,19 | 25,73 | 0,08 | 0,27 | 30,14 |
| 0,10 | 0,11 | 14,05 | 0,10 | 0,24 | 32,99 | 0,10 | 0,33 | 39,66 |
| 0,13 | 0,14 | 17,93 | 0,13 | 0,30 | 38,51 | 0,13 | 0,40 | 46,01 |
| 0,15 | 0,16 | 21,77 | 0,15 | 0,34 | 43,36 | 0,15 | 0,44 | 52,36 |
| 0,18 | 0,19 | 24,33 | 0,18 | 0,38 | 47,32 | 0,18 | 0,48 | 60,29 |
| 0,20 | 0,21 | 27,19 | 0,20 | 0,42 | 51,71 | 0,20 | 0,50 | 65,05 |
| 0,23 | 0,22 | 31,48 | 0,23 | 0,45 | 55,22 | 0,23 | 0,52 | 71,39 |
| 0,25 | 0,24 | 34,34 | 0,25 | 0,47 | 57,82 | 0,25 | 0,55 | 77,74 |
| 0,28 | 0,26 | 37,21 | 0,28 | 0,48 | 61,36 | 0,28 | 0,56 | 82,50 |
| 0,30 | 0,27 | 40,07 | 0,30 | 0,50 | 63,72 | 0,30 | 0,57 | 85,67 |
| 0,33 | 0,29 | 41,50 | 0,33 | 0,50 | 66,08 | 0,33 | 0,58 | 88,85 |
| 0,35 | 0,31 | 44,36 | 0,35 | 0,52 | 68,44 | 0,35 | 0,60 | 92,02 |
| 0,38 | 0,32 | 45,79 | 0,38 | 0,52 | 70,80 | 0,38 | 0,61 | 95,19 |
| 0,40 | 0,34 | 47,22 | 0,40 | 0,54 | 73,16 | 0,40 | 0,61 | 98,36 |
| 0,43 | 0,35 | 48,65 | 0,43 | 0,55 | 76,70 | 0,43 | 0,63 | 103,12 |
| 0,45 | 0,37 | 50,08 | 0,45 | 0,56 | 79,06 | 0,45 | 0,64 | 106,30 |
| 0,48 | 0,39 | 51,52 | 0,48 | 0,57 | 81,42 | 0,48 | 0,64 | 109,47 |
| 0,50 | 0,40 | 52,00 | 0,50 | 0,58 | 83,78 | 0,50 | 0,66 | 112,64 |
| 0,53 | 0,41 | 52,95 | 0,53 | 0,58 | 84,96 | 0,53 | 0,66 | 114,23 |
| 0,55 | 0,43 | 53,57 | 0,55 | 0,59 | 86,14 | 0,55 | 0,67 | 115,82 |
| 0,58 | 0,44 | 54,38 | 0,58 | 0,59 | 87,32 | 0,58 | 0,67 | 117,40 |
| 0,60 | 0,45 | 55,49 | 0,60 | 0,59 | 89,03 | 0,60 | 0,67 | 121,11 |
| 0,63 | 0,47 | 55,85 | 0,63 | 0,60 | 89,68 | 0,63 | 0,68 | 122,92 |
| 0,65 | 0,48 | 56,74 | 0,65 | 0,60 | 90,86 | 0,65 | 0,68 | 125,05 |
| 0,68 | 0,49 | 57,27 | 0,68 | 0,61 | 92,04 | 0,68 | 0,70 | 127,18 |
| 0,70 | 0,50 | 57,24 | 0,70 | 0,61 | 93,22 | 0,70 | 0,71 | 128,72 |
| 0,73 | 0,51 | 57,24 | 0,73 | 0,62 | 94,18 | 0,73 | 0,72 | 130,10 |
| 0,75 | 0,52 | 57,24 | 0,75 | 0,63 | 95,55 | 0,75 | 0,73 | 131,68 |
| 0,78 | 0,53 | 57,24 | 0,78 | 0,63 | 95,55 | 0,78 | 0,74 | 133,27 |
| 0,80 | 0,54 | 57,24 | 0,80 | 0,63 | 96,07 | 0,80 | 0,76 | 134,85 |
| 0,83 | 0,55 | 57,24 | 0,83 | 0,63 | 96,56 | 0,83 | 0,76 | 136,44 |
| 0,85 | 0,56 | 57,09 | 0,85 | 0,64 | 96,31 | 0,85 | 0,77 | 136,11 |

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Geol. Daniele Pipicelli



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
 Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
 email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag 3/3

RLV 1 del 07/01/2013

PROVA DI TAGLIO (ASTM D3080)

MOD L7.05/6C

Data accettazione: 16/02/2022 Cod. Qualità: 0029/22/L del 16/02/22
 Data apertura: 18/02/2022 N° ACC.: 029/22 del 16/02/2022

N° Certificato
8348

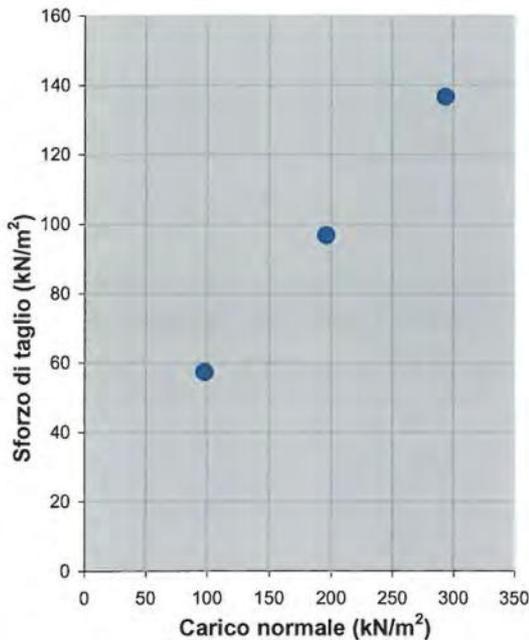
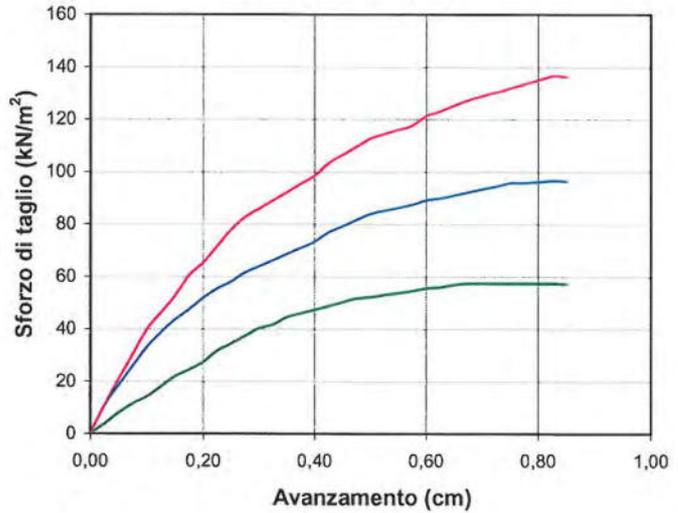
Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

| | | | |
|-------------|---|---------------------|--------------------|
| Committente | Geoanna srl | N. Sondaggio | S2 |
| Opera/cant. | Realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica | Prof. Sondaggio (m) | |
| Località | Pietrelcina (BN) | N. Campione | C2 |
| Impresa | Geoanna | Prof. Campione (m) | 19,50-20,00 |
| Tecnico | | Note | |

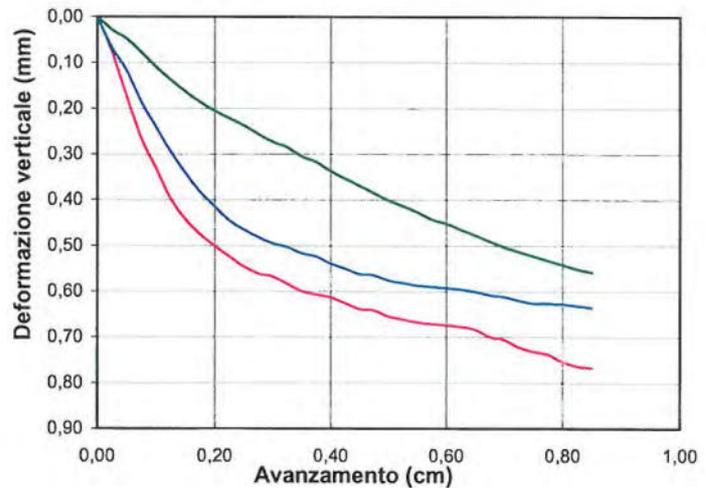
| | |
|--|-------|
| Contenuto d'acqua naturale (%) | 13,58 |
| Peso di volume naturale (kN/m ³) | 19,71 |
| Peso di volume secco (kN/m ³) | 17,35 |
| Indice dei vuoti | 0,48 |
| Porosità (%) | 32,57 |
| Peso specifico (kN/m ³) | 25,74 |
| Grado di saturazione (%) | 74 |
| Sezione scatola di taglio (cm ²) | 36 |
| Velocità di avanzamento (mm/min) | 0,025 |

| | Carico verticale |
|-----------|--------------------------|
| Provino 1 | 98,07 kN/m ² |
| Provino 2 | 196,13 kN/m ² |
| Provino 3 | 294,21 kN/m ² |

SFORZO DI TAGLIO



DEFORMAZIONE



| | | |
|----------------------------------|---------------------------------|-------|
| Parametri di regressione lineare | Intercetta (kN/m ²) | 17,58 |
| | Valore angolare (°) | 22,00 |

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Geol. *Dante Pipicelli*



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
 Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
 email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag 1/2

Rev. 1
 del 07/01/2013

PROVA EDOMETRICA

(ASTM D 2435 - D4186)

MOD L7.05/8c

Data accettazione: 16/02/2022 Cod. Qualità: 0029/22/L del 16/02/22
 Data apertura: 18/02/2022 N° ACC.: 029/22 del 16/02/2022

N° Certificato:
 8402

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

| | | | |
|-------------|---|---------------------|-------------|
| Committente | Geoanna srl | N. Sondaggio | S2 |
| Opera/cant. | Realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica | Prof. Sondaggio (m) | |
| Località | Pietrelcina (BN) | N. Campione | C2 |
| Impresa | Geoanna | Prof. Campione (m) | 19,50-20,00 |
| Tecnico | | Note | |

Caratteristiche anello edometrico e provino

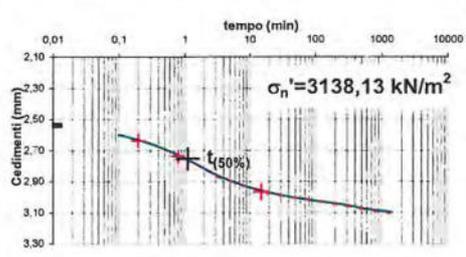
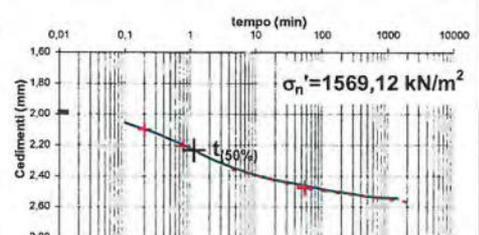
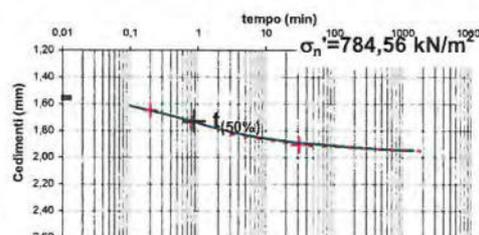
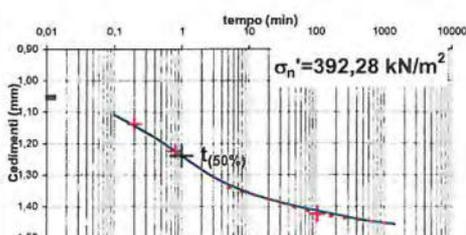
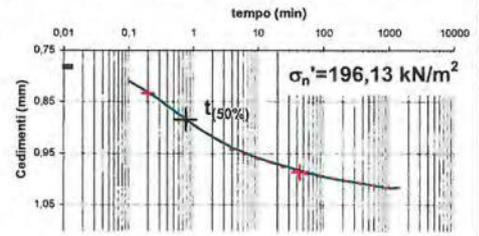
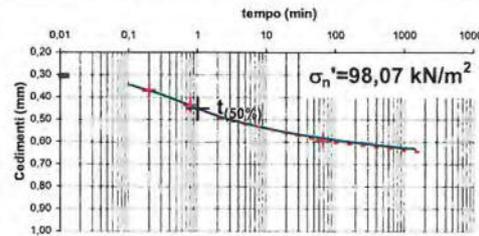
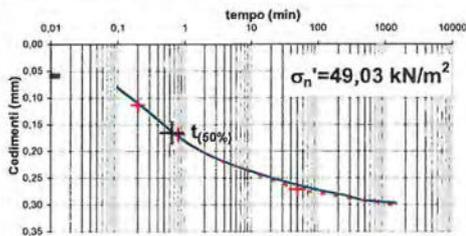
| | | | | | |
|-----------------|-------|---------------------------------|-------|---------------------------|--------|
| Peso anello (g) | 81,31 | Altezza (mm) | 20,00 | Peso provino + anello (g) | 181,56 |
| Diametro (mm) | 50,00 | Area di base (cm ²) | 19,62 | Peso provino (g) | 100,25 |

Proprietà provino

| | INIZIALE | FINALE (a carico) | Δ | | INIZIALE | FINALE (a carico) | Δ |
|---|----------|-------------------|------|-----------------------------|----------|-------------------|-------|
| Peso di vol. sat. (kN/m ³) | 17,68 | 19,95 | 2,27 | Indice dei vuoti | 0,48 | 0,306 | 0,177 |
| Peso di vol. secco (kN/m ³) | 17,35 | 19,71 | 2,36 | Cont. d'acqua a saturaz (%) | 0,02 | 0,01 | 0,01 |

Consolidazione edometrica

| Tempi (min) | 6" | 15" | 30" | 1' | 2' | 4' | 8' | 15' | 30' | 1 ^h | 2 ^h | 4 ^h | 8 ^h | 16 ^h | 24 ^h | 2H (mm) | |
|----------------------------------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|---------|-------|
| σ'_v (kN/m ²) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Cedimenti (mm) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Carico | 49,03 | 0,081 | 0,120 | 0,151 | 0,181 | 0,204 | 0,221 | 0,234 | 0,245 | 0,256 | 0,267 | 0,276 | 0,283 | 0,293 | 0,296 | 0,298 | 19,70 |
| | 98,07 | 0,345 | 0,381 | 0,416 | 0,451 | 0,486 | 0,512 | 0,535 | 0,551 | 0,568 | 0,583 | 0,597 | 0,608 | 0,618 | 0,628 | 0,634 | 19,37 |
| | 196,13 | 0,810 | 0,840 | 0,868 | 0,895 | 0,918 | 0,939 | 0,955 | 0,967 | 0,978 | 0,988 | 0,998 | 1,005 | 1,011 | 1,017 | 1,017 | 18,98 |
| | 392,28 | 1,109 | 1,157 | 1,195 | 1,240 | 1,285 | 1,322 | 1,351 | 1,371 | 1,389 | 1,406 | 1,419 | 1,432 | 1,445 | 1,455 | 1,458 | 18,54 |
| | 784,53 | 1,618 | 1,664 | 1,704 | 1,747 | 1,788 | 1,824 | 1,853 | 1,874 | 1,891 | 1,904 | 1,919 | 1,931 | 1,940 | 1,948 | 1,950 | 18,05 |
| Scarico | 1569,12 | 2,060 | 2,116 | 2,167 | 2,223 | 2,287 | 2,340 | 2,384 | 2,417 | 2,445 | 2,466 | 2,493 | 2,513 | 2,534 | 2,545 | 2,548 | 17,45 |
| | 3138,13 | 2,603 | 2,647 | 2,695 | 2,753 | 2,820 | 2,881 | 2,928 | 2,962 | 2,992 | 3,015 | 3,033 | 3,050 | 3,074 | 3,093 | 3,101 | 16,90 |
| | 784,53 | 3,093 | 3,085 | 3,079 | 3,071 | 3,062 | 3,053 | 3,044 | 3,038 | 3,031 | 3,026 | 3,021 | 3,015 | 3,013 | 3,012 | 3,013 | 16,99 |
| | 196,13 | 2,967 | 2,956 | 2,947 | 2,938 | 2,927 | 2,913 | 2,897 | 2,882 | 2,869 | 2,860 | 2,854 | 2,848 | 2,842 | 2,836 | 2,830 | 17,17 |
| | 49,03 | 2,749 | 2,738 | 2,738 | 2,728 | 2,708 | 2,697 | 2,697 | 2,687 | 2,677 | 2,667 | 2,656 | 2,646 | 2,636 | 2,628 | 2,616 | 17,38 |



| σ'_n (kN/m ²) | 50 | 100 | 200 | 400 | 800 | 1600 | 3200 | 800 | 200 | 50 |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| t _{50%} (min) | 0,65 | 1,02 | 0,76 | 1,00 | 0,87 | 1,15 | 1,12 | — | — | — |
| t _{100%} (min) | 49,0 | 67,6 | 43,7 | 104,7 | 30,9 | 56,2 | 15,1 | — | — | — |
| h ₀ 0% (mm) | 19,94 | 19,69 | 19,22 | 18,95 | 18,44 | 18,01 | 17,46 | 16,90 | 16,99 | 17,17 |
| h _f 100% (mm) | 19,73 | 19,41 | 19,01 | 18,57 | 18,09 | 17,52 | 17,03 | 16,99 | 17,17 | 17,38 |
| Δh (mm) | 0,213 | 0,288 | 0,204 | 0,372 | 0,347 | 0,488 | 0,431 | -0,09 | -0,18 | -0,21 |
| e ₀ | 0,483 | 0,467 | 0,446 | 0,430 | 0,402 | 0,376 | 0,339 | 0,306 | 0,312 | 0,326 |
| e _f | 0,467 | 0,446 | 0,430 | 0,402 | 0,376 | 0,339 | 0,306 | 0,312 | 0,326 | 0,343 |

Lo Sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio

Geol. Daniele Pipicelli



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
 Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
 email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag 2/2

Rev 1
 del 07/01/2013

PROVA EDOMETRICA

(ASTM D2435 - D4186)

MOD L7.05/8c

Data accettazione: 16/02/2022 Cod. Qualità: 0029/22/L del 16/02/22
 Data apertura: 18/02/2022 N° ACC.: 029/22 del 16/02/2022

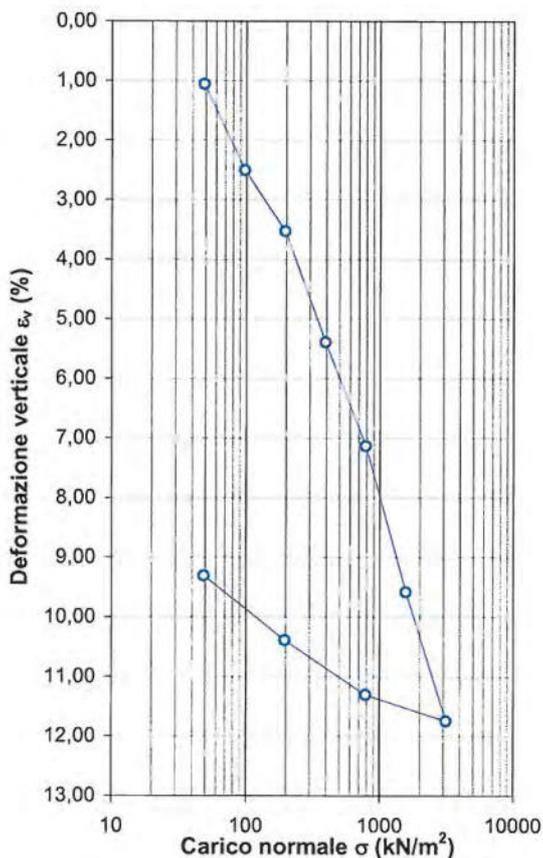
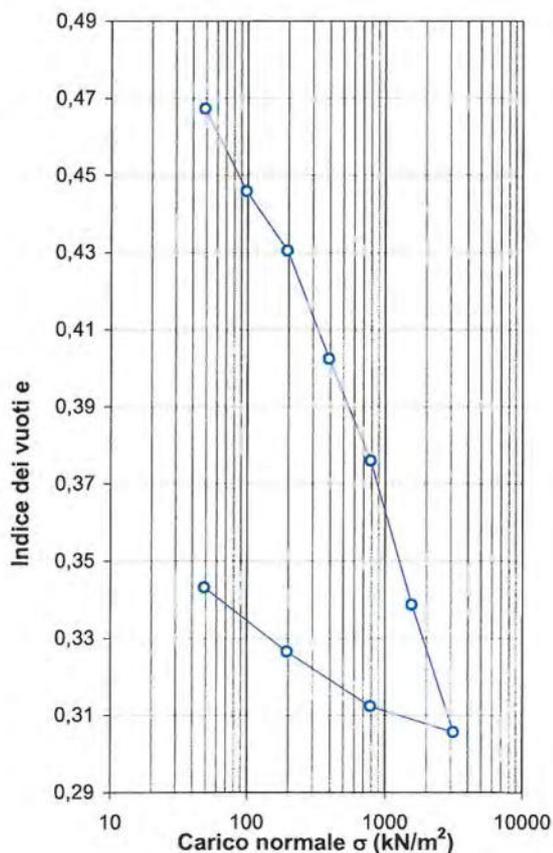
N° Certificato:
 8403

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

| | | | |
|-------------|---|---------------------|--------------------|
| Committente | Geoanna srl | N. Sondaggio | S2 |
| Opera/cant. | Realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica | Prof. Sondaggio (m) | |
| Località | Pietrelcina (BN) | N. Campione | C2 |
| Impresa | Geoanna | Prof. Campione (m) | 19,50-20,00 |
| Tecnico | | Note | |

Caratteristiche di compressibilità edometrica

| Carico | Deform. Verticale | Indice dei vuoti | Mod. Edometr. | Indice di Comp.lità | Indice di Ri/Compres | Indice di Rigonf. | Ind. Cons second. | Coeff. di Consolid. | Coeff. di Permeab. |
|----------------------------------|---------------------|------------------|-------------------------------|---|----------------------|-------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------|
| σ_n' (kN/m ²) | ε_v (%) | e | E_{ed} (KN/m ²) | a_v (KN/m ²) ₁ | C_r, C_c | C_{ra} | C_α (min) ⁻¹ | C_v (cm ² /min) | K (m/min) |
| 49,03 | 1,07 | 0,467 | 4590,17 | 0,00032 | 0,003 | — | 1,30E-03 | 0,296 | 6,33E-07 |
| 98,07 | 2,51 | 0,446 | 3395,51 | 0,00044 | 0,071 | — | 2,02E-03 | 0,181 | 5,21E-07 |
| 196,13 | 3,54 | 0,430 | 9585,36 | 0,00015 | 0,051 | — | 1,51E-03 | 0,234 | 2,39E-07 |
| 392,27 | 5,40 | 0,402 | 10514,05 | 0,00014 | 0,093 | — | 2,34E-03 | 0,169 | 1,58E-07 |
| 784,53 | 7,14 | 0,376 | 22541,95 | 0,00007 | 0,088 | — | 1,89E-03 | 0,184 | 8,02E-08 |
| 1569,06 | 9,59 | 0,339 | 32058,02 | 0,00005 | 0,124 | — | 3,40E-03 | 0,131 | 4,00E-08 |
| 3138,13 | 11,75 | 0,306 | 72595,88 | 0,00002 | 0,110 | — | 5,22E-03 | 0,125 | 1,69E-08 |
| 784,53 | 11,31 | 0,312 | — | — | — | 0,011 | — | — | — |
| 196,13 | 10,40 | 0,326 | — | — | — | 0,023 | — | — | — |
| 49,03 | 9,32 | 0,343 | — | — | — | 0,028 | — | — | — |



Lo Sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio
 Geol. Daniele Ripicelli



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I. 01515280624

pag. 1/1

Rcv. 1 del 07/01/2013

CARATTERISTICHE FISICO VOLUMETRICHE (ASTM D2216-D2974-D854-D4372-C128; UNI 8520; BS 1327)

MOD L7.05/2c

Data accettazione: 16/02/2022 Cod. Qualità: 0029/22/L del 16/02/22
Data apertura: 18/02/2022 N° ACC.: 029/22 del 16/02/2022

N° Certificato
08349

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

| | | | |
|-------------|---|---------------------|-----------|
| Committente | Geoanna srl | N. Sondaggio | S3 |
| Opera/cant. | Realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica | Prof. Sondaggio (m) | |
| Località | Pietrelcina (BN) | N. Campione | C2 |
| Impresa | Geoanna | Prof. Campione (m) | 13,5-14,0 |
| Tecnico | | Note | |

PESO DI VOLUME γ (BS 1377 T15/e)

| Metodo campione | Provino | | | |
|--|-------------------------------------|--------|--------|------|
| | 1 | 2 | 3 | |
| Peso contenitore (g) | 142,28 | 142,28 | 142,28 | |
| Peso contenitore+campione umido (g) | 316,56 | 315,22 | 315,64 | |
| Peso campione umido (g) | 174,3 | 172,9 | 173,4 | |
| Volume contenitore (cm ³) | 82,80 | 82,80 | 82,80 | |
| Peso di volume γ (kN/m ³) | 20,641 | 20,483 | 20,532 | |
| | MEDIA 20,55 | | | |
| C.Q. γ_{sat} (%) | γ_{sat} (kN/m ³) | 0,43 | 0,34 | 0,10 |

CONTENUTO IN SOLFATI (UNI EN 1744-1:1999)

| Determinazioni | 1 | 2 | 3 |
|---------------------------|-------|---|---|
| Peso campione (g) | | | |
| Peso precipitazione (g) | | | |
| Peso acqua utilizzata (g) | | | |
| Contenuto in solfati (%) | | | |
| | MEDIA | | |

PESO SPECIFICO DEI GRANI γ_s (ASTM D854)

| | Campione | | | |
|--|---------------------------------|---------|---------|------|
| | 1 | 2 | 3 | |
| Picnometro | A | B | C | |
| Peso campione secco (g) | 26,30 | 26,08 | 26,24 | |
| Temperatura di prova (°C) | 20,00 | 20,00 | 20,00 | |
| Peso specifico acqua γ_w (kN/m ³) | 9,80665 | 9,80665 | 9,80665 | |
| Peso pic. + acqua + camp. secco (g) | 166,96 | 166,48 | 166,22 | |
| Peso picnometro + acqua (g) | 150,5 | 150,2 | 149,8 | |
| Peso specifico dei grani γ_s (kN/m ³) | 26,21 | 26,10 | 26,20 | |
| | MEDIA 26,17 | | | |
| C.Q. γ_s (%) | γ_s (kN/m ³) | 0,15 | 0,28 | 0,13 |

DETERMINAZIONE PESO DI VOLUME γ (ASTM D1188)

| Metodo volumometro | Provino | | |
|--|---------|---|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| Volumometro | | | |
| Peso volumometro + acqua (g) | | | |
| Peso campione umido (g) | | | |
| Peso volumometro + camp. umido (g) | | | |
| Differenza volume volumometro (cm ³) | | | |
| Peso di volume γ (kN/m ³) | | | |
| | MEDIA | | |

PARAMETRI DI STATO DERIVATI

| | |
|--|------|
| Peso vol. secco γ_d (kN/m ³) | 18,7 |
| Indice dei vuoti e | 0,40 |
| Porosità n (%) | 28,5 |
| Grado di saturazione (Sr) % | 65,9 |
| $\gamma_{sat} = \gamma_d + \gamma_w n$ | |
| Peso volume saturo γ_{sat} (kN/m ³) | 21,5 |
| $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$ | |
| Peso volume immerso γ (kN/m ³) | 11,7 |

DETERMINAZIONE CONTENUTO D'ACQUA W (ASTM D2216)

| | Provino | | | |
|-----------------------------------|------------|-------|-------|------|
| | 1 | 2 | 3 | |
| Contenitore n° | A | B | C | |
| Peso contenitore (g) | 9,26 | 9,38 | 9,22 | |
| Peso cont. + peso camp. umido (g) | 71,60 | 80,24 | 78,24 | |
| Peso cont. + peso camp. secco (g) | 66,00 | 73,94 | 72,00 | |
| Peso campione secco (g) | 56,74 | 64,56 | 62,78 | |
| Contenuto d'acqua w (%) | 9,87 | 9,76 | 9,94 | |
| | MEDIA 9,86 | | | |
| C.Q. w (%) | w (%) | 0,14 | 0,99 | 0,85 |

CONTENUTO SOSTANZE ORGANICHE (UNI EN 8520/14)

| Determinazioni n. | Provini | | |
|-------------------------------------|---------|---|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| Peso tara (g) | | | |
| Peso campione (g) | | | |
| Peso campione calcinato + tara (g) | | | |
| Contenuto in sostanze organiche (%) | | | |
| | MEDIA | | |

DETERMINAZIONE CONTENUTO IN CaCO₃ (ASTM D4373)

| | Provino | | |
|--|---------|---|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| Pressione atmosferica (bar) | | | |
| Temperatura atmosferica (°C) | | | |
| Quantità campione secco (g) | | | |
| Svolgimento reazione (cm ³) | | | |
| Assorbimento reazione (cm ³) | | | |
| Contenuto carbonato di calcio (%) | | | |
| | MEDIA | | |

Note

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio
Geol. Daniele Pipicelli



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
 Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
 email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag. 1/1

Rev. 1 del 07/01/2013

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA

(ASTM D422-63)

MOD L7.05/3c

Data accettazione: 16/02/2022 Cod. Qualità: 0029/22/L del 16/02/22
 Data apertura: 18/02/2022 N° ACC.: 029/22 del 16/02/2022

N° Certificato
 08350

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

| | | | |
|-------------|---|---------------------|-----------|
| Committente | Geoanna srl | N. Sondaggio | S3 |
| Opera/cant. | Realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica | Prof. Sondaggio (m) | |
| Località | Pietrelcina (BN) | N. Campione | C2 |
| Impresa | Geoanna | Prof. Campione (m) | 13,5-14,0 |
| Tecnico | | Note | |

Note:

| SETACCI | APERTURA | RESTO | % RESTO | % RESTO | % PASSANTE |
|---------------|----------|---------------|--------------|-----------------------|------------|
| ASTM | (mm) | (g) | | Progres. | |
| 1 1/2" | 31,500 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1" | 25,000 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 3/4" | 19,000 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 1/2" | 12,500 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 4 | 4,750 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 8 | 2,360 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| 10 | 2,000 | 0,16 | 0,03 | 0,03 | 99,97 |
| 16 | 1,180 | 12,26 | 2,35 | 2,38 | 97,62 |
| 20 | 0,850 | 6,48 | 1,24 | 3,62 | 96,38 |
| 30 | 0,600 | 5,18 | 0,99 | 4,61 | 95,39 |
| 40 | 0,425 | 5,06 | 0,97 | 5,58 | 94,42 |
| 60 | 0,250 | 7,24 | 1,39 | 6,97 | 93,03 |
| 80 | 0,180 | 3,54 | 0,68 | 7,64 | 92,36 |
| 100 | 0,150 | 2,12 | 0,41 | 8,05 | 91,95 |
| 200 | 0,075 | 8,04 | 1,54 | 9,59 | 90,41 |
| FONDO | // | 438,30 | 83,93 | 93,52 | // |
| TOTALE | | 488,38 | 93,52 | C.Q. > 97 % | |

OPERAZIONE LAVAGGIO CAMPIONE

| | |
|--------------------------------|--------|
| Contenitore n° | GIA 1 |
| Peso contenitore (g) | 80,14 |
| Peso campione umido (g) | 584,3 |
| Peso campione secco (g) | 522,22 |
| Peso campione secco lavato (g) | 83,92 |
| Peso quantità > 25 mm (g) | 0,00 |
| Perdita lavaggio (g) | 438,30 |
| Responso perdita | 33,84 |

Risultato

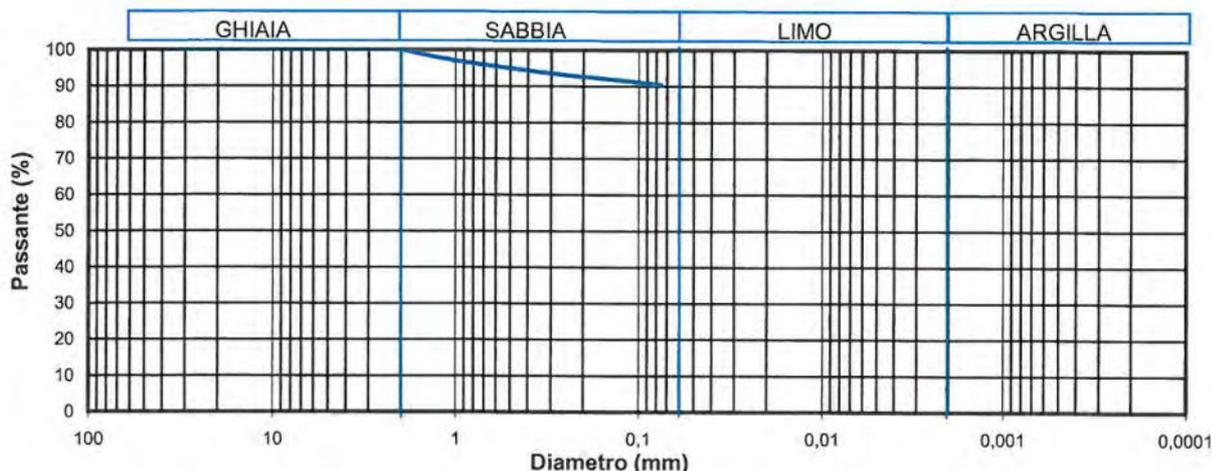
| | | |
|--------------|--------|----|
| GHIAIA | Grossa | 0 |
| | Media | 0 |
| 0 | Fine | 0 |
| | | 0 |
| SABBIA | Grossa | 4 |
| | Media | 3 |
| 14 | Fine | 14 |
| | | 7 |
| LIMO/ARGILLA | | 86 |

Coefficienti granulometrici

| | | | |
|-----|------|-----------------------|--|
| D60 | (mm) | Coef. Uniformità (Cu) | |
| D30 | (mm) | Coef. Curvatura (Cc) | |
| D10 | (mm) | | |

Descrizione campione

CURVA GRANULOMETRICA



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Geol. Daniele Pipicelli



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
 Tel. 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
 email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag. 1/2

Rcv. 1 del 07/01/2013

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE (ASTM D422-63)

MOD L7.05/4c

Data accettazione: 16/02/2022 Cod. Qualità: 0029/22/L del 16/02/22
 Data apertura: 18/02/2022 N° ACC.: 029/22 del 16/02/2022

N° Certificato
8351

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

| | | | |
|-------------|---|---------------------|-----------|
| Committente | Geoanna srl | N. Sondaggio | S3 |
| Opera/cant. | Realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica | Prof. Sondaggio (m) | |
| Località | Pietrelcina (BN) | N. Campione | C2 |
| Impresa | Geoanna | Prof. Campione (m) | 13,5-14,0 |
| Tecnico | | Note | |

| | | |
|--|----------------|------|
| Volume bulbo densimetro (cm ³) | V _B | 28,0 |
| Altezza bulbo densimetro (cm) | H _B | 17,4 |
| Sezione cilindro sedimentazione (cm ²) | S _C | 27,8 |
| Soluzione disperdente(g/l) | | 125 |

Quantità materiale per la prova e peso specifico

| | |
|--|-------|
| Peso totale campione per granulometria (g) | 522,2 |
| Peso totale granulometria <0,075 mm (g) | 438,3 |
| Peso materiale secco per aerometria (g) | 40,00 |
| Peso specifico dei grai (kN/m ³) | 26,17 |

Correzioni per letture densimetro

| | | | |
|------------------------|----------------|-----------|------|
| Correzione menisco | C _M | | 0,5 |
| Correzione temperatura | C _T | -4,4 | 0,22 |
| Correzione dispersione | C _D | (4,4-8,5) | -4,1 |

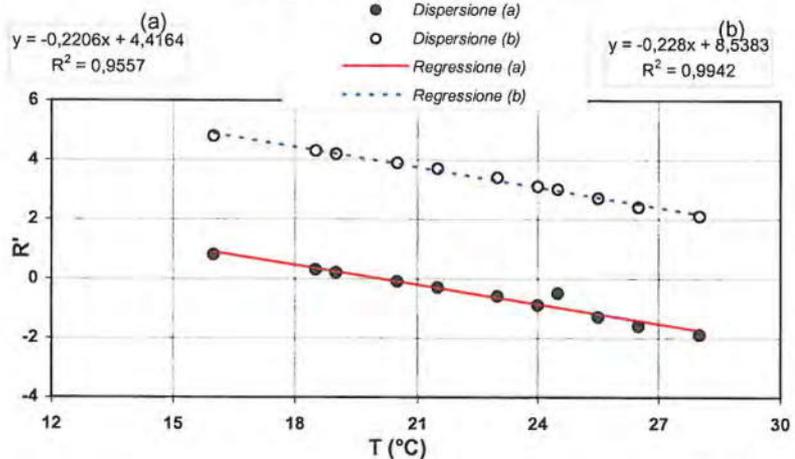
Analisi correzione

| Acqua distillata | | | Acqua + dispersivo | | |
|------------------|--------------------|--------|--------------------|--------------------|--------|
| T (°C) | R _{lett.} | R' (a) | T (°C) | R _{lett.} | R' (b) |
| 16 | 0,3 | 0,8 | 16 | 4,3 | 4,8 |
| 18,5 | -0,2 | 0,3 | 18,5 | 3,8 | 4,3 |
| 19 | -0,3 | 0,2 | 19 | 3,7 | 4,2 |
| 20,5 | -0,6 | -0,1 | 20,5 | 3,4 | 3,9 |
| 21,5 | -0,8 | -0,3 | 21,5 | 3,2 | 3,7 |
| 23 | -1,1 | -0,6 | 23 | 2,9 | 3,4 |
| 24 | -1,4 | -0,9 | 24 | 2,6 | 3,1 |
| 24,5 | -1,0 | -0,5 | 24,5 | 2,5 | 3,0 |
| 25,5 | -1,8 | -1,3 | 25,5 | 2,2 | 2,7 |
| 26,5 | -2,1 | -1,6 | 26,5 | 1,9 | 2,4 |
| 28 | -2,4 | -1,9 | 28 | 1,6 | 2,1 |

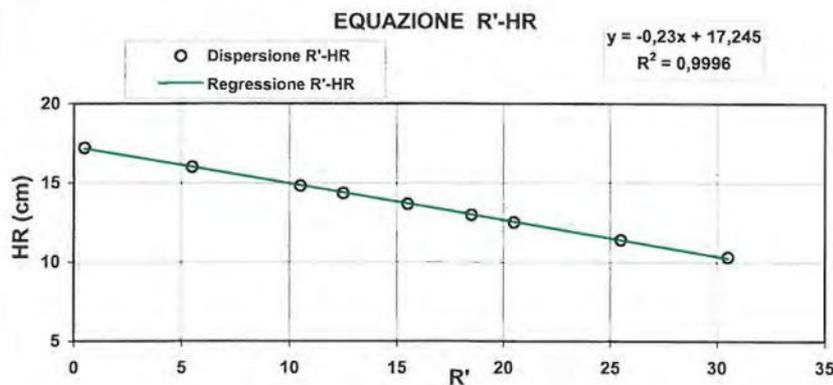
$$R'(a) = 4,4 - 0,22 T$$

$$R'(b) = 8,5 - 0,22 T$$

CORREZIONE TEMP. & DISPERS.



Determinazione coefficienti H_R - R' (solo con acqua)



| R _{lett.} (-) | R' (-) | H ₁ (cm) | H _R (cm) |
|---------------------------|-----------|------------------------|------------------------|
| 30 | 30 | 2,10 | 10,30 |
| 25 | 25 | 3,20 | 11,40 |
| 20 | 20 | 4,30 | 12,50 |
| 18 | 18 | 4,76 | 12,96 |
| 15 | 15 | 5,45 | 13,65 |
| 12 | 12 | 6,14 | 14,34 |
| 10 | 10 | 6,60 | 14,80 |
| 5 | 5 | 7,80 | 16,00 |
| 0 | 0 | 9,00 | 17,20 |

$$H_R = 14,83 - 0,230 R'$$

a 14,8 b -0,23

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Geol. Daniele Pipicelli



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.: 01515280624

pag. 2/2

Rev. 1 del 07/01/2013

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

(ASTM D422-63)

MOD L7.05/4c

Data accettazione: 16/02/2022 Cod. Qualità: 0029/22/L del 16/02/22
Data apertura: 18/02/2022 N° ACC.: 029/22 del 16/02/2022

N° Certificato
8352

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

| | | | |
|-------------|---|---------------------|-----------|
| Committente | Geoanna srl | N. Sondaggio | S3 |
| Opera/cant. | Realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica | Prof. Sondaggio (m) | |
| Località | Pietrelcina (BN) | N. Campione | C2 |
| Impresa | Geoanna | Prof. Campione (m) | 13,5-14,0 |
| Tecnico | | Note | |

SEDIMENTAZIONE

| temp (min) | T (°C) | R _{lett.} | H ₁ (cm) | H _R (cm) | R' | H _R (cm) | C _T | γ _L | η _L | D (mm) | R'' | Pass. Tot % |
|------------|--------|--------------------|---------------------|---------------------|------|---------------------|----------------|----------------|----------------|--------|-------|-------------|
| 0,5 | 20,0 | 27,0 | | 8,2 | 27,5 | 8,515 | 0,00 | 0,9982 | 0,000 | 0,0560 | 23,40 | 78,4 |
| 1 | 20,0 | 26,0 | | 8,2 | 26,5 | 8,745 | 0,00 | 0,9982 | 0,000 | 0,0401 | 22,40 | 75,1 |
| 2 | 20,0 | 24,5 | | 8,2 | 25,0 | 9,09 | 0,00 | 0,9982 | 0,000 | 0,0289 | 20,90 | 70,1 |
| 4 | 20,0 | 23,0 | | 8,2 | 23,5 | 9,435 | 0,00 | 0,9982 | 0,000 | 0,0208 | 19,40 | 65,0 |
| 8 | 20,0 | 21,0 | | 8,2 | 21,5 | 9,895 | 0,00 | 0,9982 | 0,000 | 0,0151 | 17,40 | 58,3 |
| 15 | 20,0 | 19,0 | | 8,2 | 19,5 | 10,355 | 0,00 | 0,9982 | 0,000 | 0,0113 | 15,40 | 51,6 |
| 30 | 20,0 | 17,5 | | 8,2 | 18,0 | 10,7 | 0,00 | 0,9982 | 0,000 | 0,0081 | 13,90 | 46,6 |
| 60 | 20,0 | 15,5 | | 8,2 | 16,0 | 11,16 | 0,00 | 0,9982 | 0,000 | 0,0058 | 11,90 | 39,9 |
| 120 | 20,0 | 13,5 | | 8,2 | 14,0 | 11,62 | 0,00 | 0,9982 | 0,000 | 0,0042 | 9,90 | 33,2 |
| 300 | 20,0 | 11,0 | | 8,2 | 11,5 | 12,195 | 0,00 | 0,9982 | 0,000 | 0,0027 | 7,40 | 24,8 |
| 600 | 20,0 | 9,5 | | 8,2 | 10,0 | 12,54 | 0,00 | 0,9982 | 0,000 | 0,0020 | 5,90 | 19,8 |
| 1440 | 20,0 | 8,0 | | 8,2 | 8,5 | 12,885 | 0,00 | 0,9982 | 0,000 | 0,0013 | 4,40 | 14,7 |

Granulometria completa

| Set. ASTM | D (mm) | Pass. Tot % |
|--------------------|--------|-------------|
| 1 ^{1/2} " | 31,50 | 100,0 |
| 1" | 25,00 | 100,0 |
| 3/4" | 19,00 | 100,0 |
| 1/2" | 12,50 | 100,0 |
| 4 | 4,750 | 100,0 |
| 8 | 2,360 | 100,0 |
| 10 | 2,000 | 100,0 |
| 16 | 1,180 | 97,6 |
| 20 | 0,850 | 96,4 |
| 30 | 0,600 | 95,4 |
| 40 | 0,425 | 94,4 |
| 60 | 0,250 | 93,0 |
| 80 | 0,180 | 92,4 |
| 100 | 0,150 | 91,9 |
| 200 | 0,075 | 90,4 |
| S | 0,0560 | 78,4 |
| S | 0,0401 | 75,1 |
| S | 0,0289 | 70,1 |
| S | 0,0208 | 65,0 |
| S | 0,0151 | 58,3 |
| S | 0,0113 | 51,6 |
| S | 0,0081 | 46,6 |
| S | 0,0058 | 39,9 |
| S | 0,0042 | 33,2 |
| S | 0,0027 | 24,8 |
| S | 0,0020 | 19,8 |
| S | 0,0013 | 14,7 |

Coefficienti granulometrici

| | |
|-----------------------|--|
| D60 (mm) | |
| D30 (mm) | |
| D10 (mm) | |
| Coef. Uniformità (Cu) | |
| Coef. Curva (Cc) | |

Percentuale passaggio

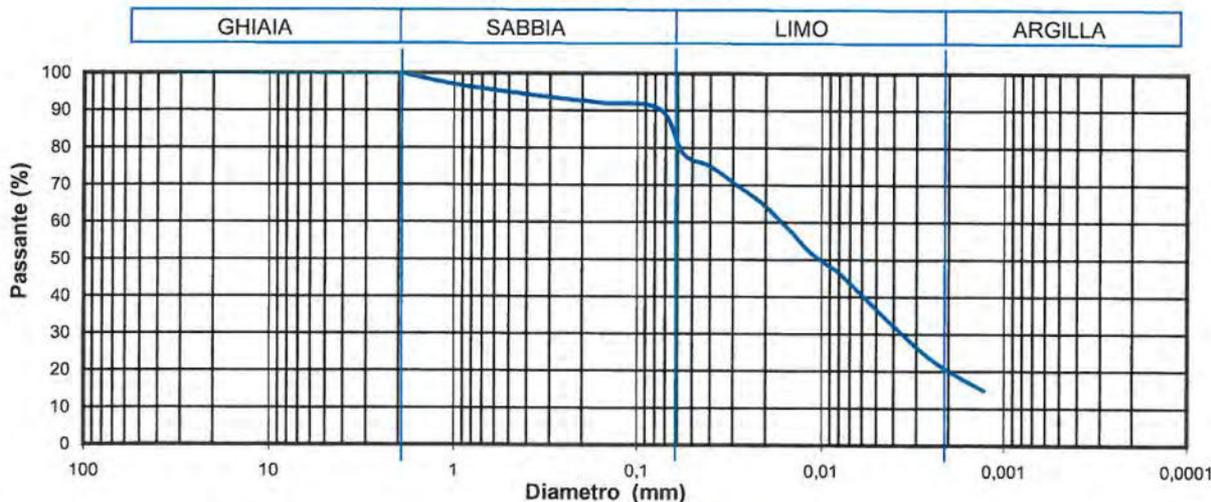
| | |
|-------------|----|
| GHIAIA (%) | 0 |
| SABBIA (%) | 21 |
| LIMO (%) | 59 |
| ARGILLA (%) | 20 |

Descrizione campione (AGI):

Limo argilloso sabbioso

Note

CURVA GRANULOMETRICA



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Geol. Daniele Pipicelli



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag.1/3

Rev. 1
ce: 07/01/2013

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

(ASTM D3080)

MOD L7.05/6C

Data accettazione: 16/02/2022 Cod. Qualità: 0029/22/L del 16/02/22
Data apertura: 18/02/2022 N° ACC.: 029/22 del 16/02/2022

N° Certificato
8353

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

| | | | |
|-------------|---|---------------------|-----------|
| Committente | Geoanna srl | N. Sondaggio | S3 |
| Opera/cant. | Realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica | Prof. Sondaggio (m) | |
| Località | Pietrelcina (BN) | N. Campione | C2 |
| Impresa | Geoanna | Prof. Campione (m) | 13,5-14,0 |
| Tecnico | | Note | |

Caratteristiche scatola di taglio

| | | | | | | | |
|------------------------|-------|--------------------------------------|-------|------------------------|-------|-------------------------------------|-------|
| Lunghezza scatola (mm) | 60,00 | Sezione scatola A (cm ²) | 36,00 | Altezza scatola H (mm) | 22,00 | Volume scatola V (cm ³) | 79,20 |
|------------------------|-------|--------------------------------------|-------|------------------------|-------|-------------------------------------|-------|

Consolidazione

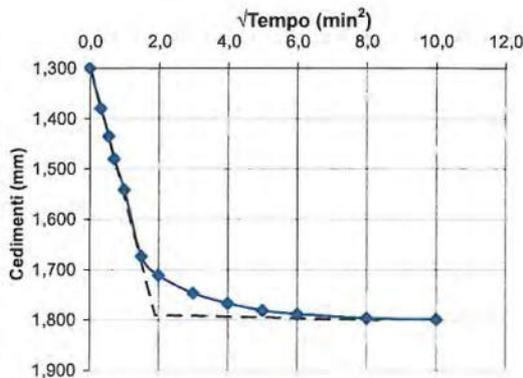
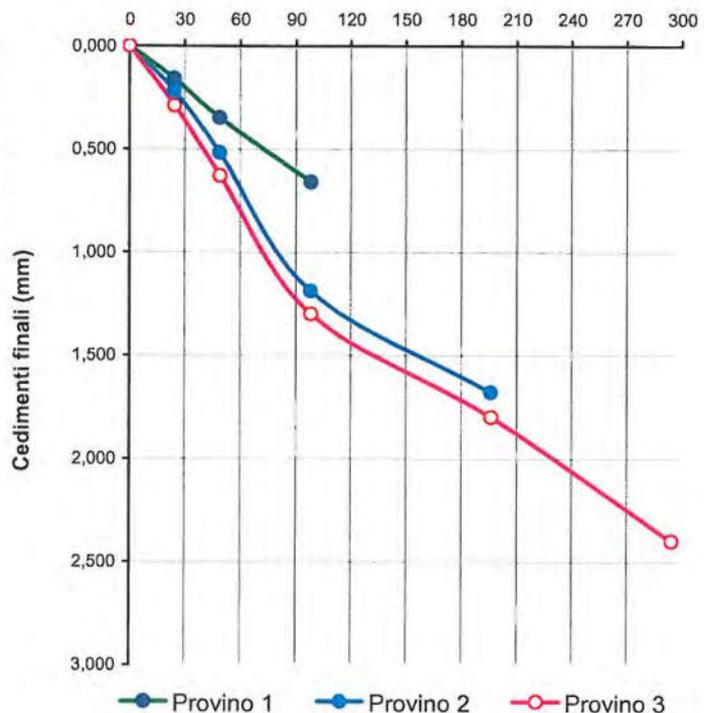
| | Carico verticale | |
|-----------|------------------|-------------------|
| Provino 1 | 98,07 | kN/m ² |
| Provino 2 | 196,13 | kN/m ² |
| Provino 3 | 294,21 | kN/m ² |

| Carico verticale kN/m ² | Provino 1 | Provino 2 | Provino 3 |
|---------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | Cedim. Fin. mm | Cedim. Fin. mm | Cedim. Fin. mm |
| 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 24,52 | 0,160 | 0,220 | 0,290 |
| 49,03 | 0,350 | 0,520 | 0,630 |
| 98,07 | 0,660 | 1,190 | 1,300 |
| 196,13 | | 1,680 | 1,800 |
| 294,21 | | | 2,400 |

Curva di consolidazione di Taylor

| | | | |
|-----------------------------|-----------|--------------------------|------------------------------------|
| Determinata per provino n. | | 3 | |
| Gradino di carico verticale | da | 98,07 kN/m ² | |
| | a | 196,13 kN/m ² | |
| Cedimento mm | Tempo min | √Tempo min ² | √t ₁₀₀ min ² |
| 1,300 | 0,00 | 0,00 | 1,89 |
| 1,380 | 0,10 | 0,32 | |
| 1,436 | 0,30 | 0,55 | t ₁₀₀ |
| 1,481 | 0,50 | 0,71 | min |
| 1,542 | 1,00 | 1,00 | 3,57 |
| 1,674 | 2,25 | 1,50 | |
| 1,712 | 4,00 | 2,00 | k (Racc. AGI) |
| 1,748 | 9,00 | 3,00 | 10 |
| 1,768 | 16,00 | 4,00 | |
| 1,782 | 25,00 | 5,00 | Spost. Rott. mm |
| 1,789 | 36,00 | 6,00 | 4,00 |
| 1,797 | 64,00 | 8,00 | |
| 1,800 | 100,00 | 10,00 | |

Carico verticale (kN/m²)



Velocità di avanz. MAX 0,11 mm/min

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Geol. Daniele Pipicelli



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag 2/3

Rcv. 1
del 07/01/2013

PROVA DI TAGLIO

(ASTM D3080)

MOD L7.05/6C

Data accettazione: **16/02/2022** Cod. Qualità: **0029/22/L del 16/02/22**
Data apertura: **18/02/2022** N° ACC. : **029/22 del 16/02/2022**

N° Certificato
8354

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

| | | | |
|-------------|---|---------------------|------------------|
| Committente | Geoanna srl | N. Sondaggio | S3 |
| Opera/cant. | Realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica | Prof. Sondaggio (m) | |
| Località | Pietrelcina (BN) | N. Campione | C2 |
| Impresa | Geoanna | Prof. Campione (m) | 13,5-14,0 |
| Tecnico | | Note | |

| Provino 1 | | | Provino 2 | | | Provino 3 | | |
|-------------|------------|----------------------|-------------|------------|----------------------|-------------|------------|----------------------|
| Avanzamento | Def. Vert. | Sforzo di taglio | Avanzamento | Def. Vert. | Sforzo di taglio | Avanzamento | Def. Vert. | Sforzo di taglio |
| (mm) | (mm) | (kN/m ²) | (mm) | (mm) | (kN/m ²) | (mm) | (mm) | (kN/m ²) |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 0,03 | 0,01 | 2,93 | 0,03 | 0,03 | 8,00 | 0,03 | 0,09 | 5,37 |
| 0,05 | 0,01 | 7,10 | 0,05 | 0,04 | 11,15 | 0,05 | 0,11 | 11,30 |
| 0,08 | 0,02 | 10,44 | 0,08 | 0,05 | 14,86 | 0,08 | 0,14 | 15,82 |
| 0,10 | 0,02 | 13,34 | 0,10 | 0,06 | 18,01 | 0,10 | 0,16 | 20,62 |
| 0,13 | 0,02 | 16,87 | 0,13 | 0,07 | 21,15 | 0,13 | 0,18 | 24,01 |
| 0,15 | 0,03 | 20,64 | 0,15 | 0,07 | 25,44 | 0,15 | 0,20 | 29,09 |
| 0,18 | 0,03 | 23,97 | 0,18 | 0,08 | 28,58 | 0,18 | 0,21 | 33,90 |
| 0,20 | 0,03 | 26,94 | 0,20 | 0,09 | 31,73 | 0,20 | 0,23 | 38,70 |
| 0,23 | 0,04 | 29,54 | 0,23 | 0,10 | 35,73 | 0,23 | 0,25 | 43,50 |
| 0,25 | 0,04 | 32,64 | 0,25 | 0,10 | 38,87 | 0,25 | 0,26 | 50,56 |
| 0,28 | 0,04 | 34,54 | 0,28 | 0,11 | 42,30 | 0,28 | 0,28 | 53,08 |
| 0,30 | 0,05 | 37,47 | 0,30 | 0,12 | 46,02 | 0,30 | 0,29 | 58,85 |
| 0,33 | 0,05 | 40,01 | 0,33 | 0,13 | 50,02 | 0,33 | 0,30 | 65,19 |
| 0,35 | 0,05 | 43,01 | 0,35 | 0,14 | 53,74 | 0,35 | 0,31 | 71,54 |
| 0,38 | 0,06 | 44,91 | 0,38 | 0,15 | 56,31 | 0,38 | 0,33 | 77,31 |
| 0,40 | 0,06 | 46,11 | 0,40 | 0,16 | 58,60 | 0,40 | 0,34 | 82,50 |
| 0,43 | 0,06 | 48,03 | 0,43 | 0,17 | 61,38 | 0,43 | 0,35 | 87,12 |
| 0,45 | 0,06 | 48,99 | 0,45 | 0,18 | 64,23 | 0,45 | 0,36 | 91,16 |
| 0,48 | 0,07 | 49,34 | 0,48 | 0,19 | 67,48 | 0,48 | 0,37 | 95,77 |
| 0,50 | 0,07 | 50,44 | 0,50 | 0,20 | 70,33 | 0,50 | 0,38 | 99,81 |
| 0,53 | 0,07 | 51,14 | 0,53 | 0,20 | 73,17 | 0,53 | 0,39 | 103,85 |
| 0,55 | 0,07 | 51,87 | 0,55 | 0,21 | 75,61 | 0,55 | 0,41 | 107,31 |
| 0,58 | 0,08 | 52,83 | 0,58 | 0,22 | 78,05 | 0,58 | 0,41 | 110,77 |
| 0,60 | 0,08 | 52,83 | 0,60 | 0,22 | 80,49 | 0,60 | 0,42 | 114,23 |
| 0,63 | 0,08 | 53,79 | 0,63 | 0,23 | 82,52 | 0,63 | 0,43 | 117,12 |
| 0,65 | 0,08 | 54,75 | 0,65 | 0,23 | 84,55 | 0,65 | 0,45 | 120,00 |
| 0,68 | 0,09 | 55,71 | 0,68 | 0,24 | 86,18 | 0,68 | 0,45 | 122,31 |
| 0,70 | 0,09 | 56,68 | 0,70 | 0,25 | 88,89 | 0,70 | 0,46 | 124,62 |
| 0,73 | 0,09 | 57,35 | 0,73 | 0,26 | 91,06 | 0,73 | 0,47 | 129,24 |
| 0,75 | 0,09 | 57,64 | 0,75 | 0,27 | 92,28 | 0,75 | 0,48 | 130,97 |
| 0,78 | 0,09 | 58,60 | 0,78 | 0,27 | 93,50 | 0,78 | 0,49 | 132,70 |
| 0,80 | 0,10 | 59,56 | 0,80 | 0,28 | 94,61 | 0,80 | 0,49 | 136,16 |
| 0,83 | 0,10 | 60,52 | 0,83 | 0,28 | 96,04 | 0,83 | 0,49 | 139,04 |
| 0,85 | 0,10 | 60,98 | 0,85 | 0,29 | 96,61 | 0,85 | 0,49 | 142,50 |
| 0,88 | 0,10 | 60,81 | 0,88 | 0,29 | 96,33 | 0,88 | 0,49 | 142,37 |

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Geol. *Dante Pipicelli*



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
 Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
 email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag 3/3

RLV 1 del 07/01/2013

PROVA DI TAGLIO (ASTM D3080)

MOD L7.05/6C

Data accettazione: 16/02/2022 Cod. Qualità: 0029/22/L del 16/02/22
 Data apertura: 18/02/2022 N° ACC.: 029/22 del 16/02/2022

N° Certificato
8355

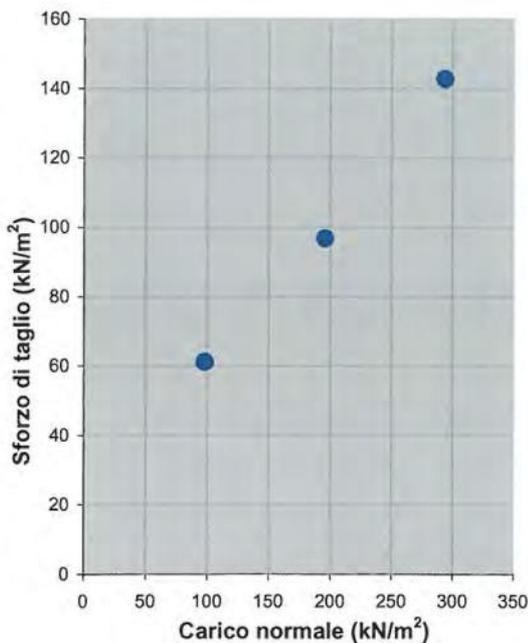
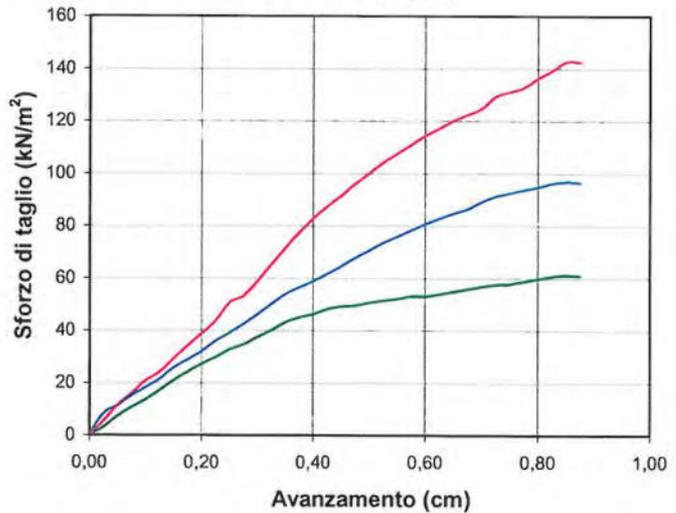
Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

| | | | |
|-------------|---|---------------------|------------------|
| Committente | Geoanna srl | N. Sondaggio | S3 |
| Opera/cant. | Realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica | Prof. Sondaggio (m) | |
| Località | Pietrelcina (BN) | N. Campione | C2 |
| Impresa | Geoanna | Prof. Campione (m) | 13,5-14,0 |
| Tecnico | Note | | |

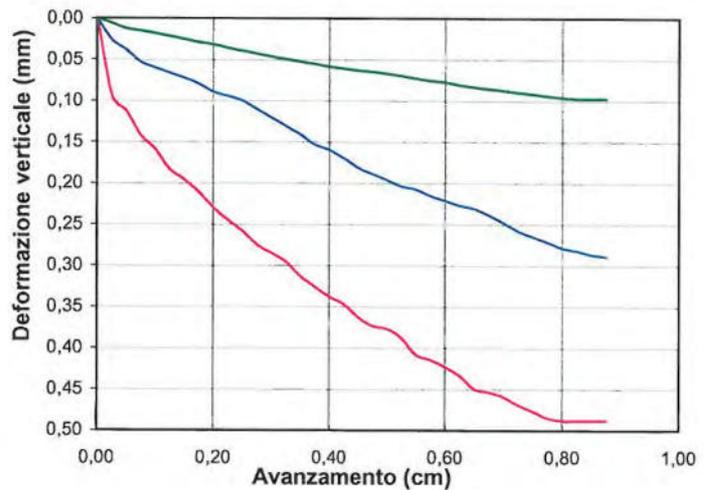
| | |
|--|-------|
| Contenuto d'acqua naturale (%) | 9,86 |
| Peso di volume naturale (kN/m ³) | 20,55 |
| Peso di volume secco (kN/m ³) | 18,71 |
| Indice dei vuoti | 0,40 |
| Porosità (%) | 28,52 |
| Peso specifico (kN/m ³) | 26,17 |
| Grado di saturazione (%) | 66 |
| Sezione scatola di taglio (cm ²) | 36 |
| Velocità di avanzamento (mm/min) | 0,025 |

| | Carico verticale |
|-----------|--------------------------|
| Provino 1 | 98,07 kN/m ² |
| Provino 2 | 196,13 kN/m ² |
| Provino 3 | 294,21 kN/m ² |

SFORZO DI TAGLIO



DEFORMAZIONE



| | | |
|----------------------------------|---------------------------------|-------|
| Parametri di regressione lineare | Intercetta (kN/m ²) | 18,51 |
| | Valore angolare (°) | 22,58 |

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Geol. Daniele Pipicelli



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
 Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
 email: info@soilprojectsas.it P.I.: 01515280624

pag 1/2

Rev. 1
 del 07/01/2013

PROVA EDOMETRICA

(ASTM D 2435 - D4186)

MOD L7.05/8c

| | | | | | |
|--------------------|------------|---------------|------------------------|-----------------|------|
| Data accettazione: | 16/02/2022 | Cod. Qualità: | 0029/22/L del 16/02/22 | N° Certificato: | 8404 |
| Data apertura: | 18/02/2022 | N° ACC.: | 029/22 del 16/02/2022 | | |

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

| | | | |
|-------------|---|---------------------|-----------|
| Committente | Geoanna srl | N. Sondaggio | S3 |
| Opera/cant. | Realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica | Prof. Sondaggio (m) | |
| Località | Pietrelcina (BN) | N. Campione | C2 |
| Impresa | Geoanna | Prof. Campione (m) | 13,5-14,0 |
| Tecnico | | Note | |

Caratteristiche anello edometrico e provino

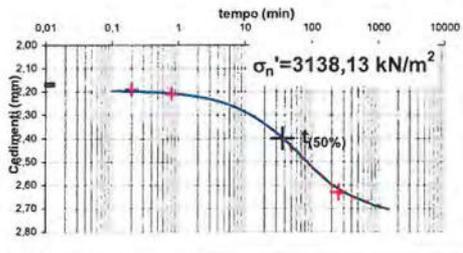
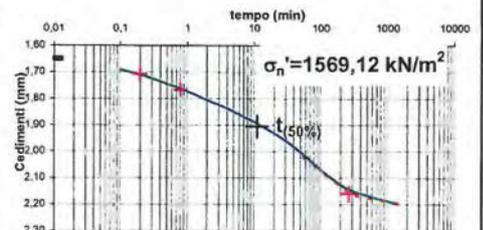
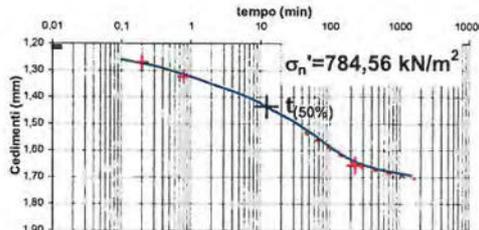
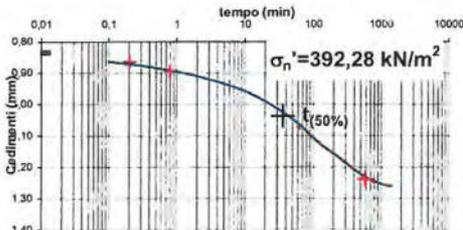
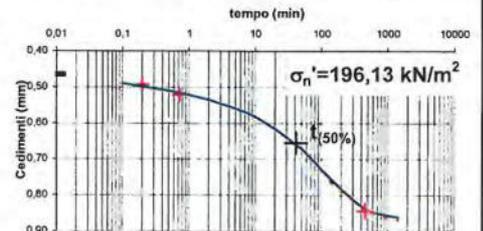
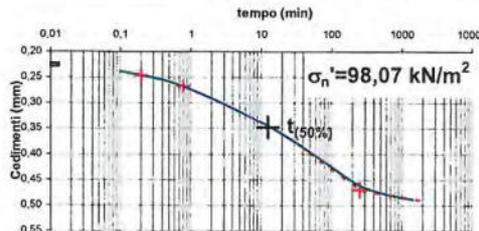
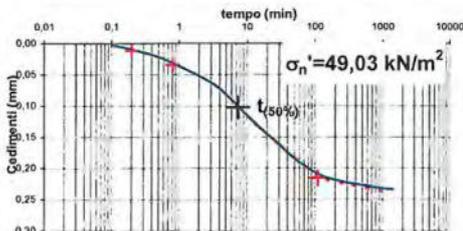
| | | | | | |
|-----------------|-------|---------------------------------|-------|---------------------------|--------|
| Peso anello (g) | 81,31 | Altezza (mm) | 20,00 | Peso provino + anello (g) | 179,84 |
| Diametro (mm) | 50,00 | Area di base (cm ²) | 19,62 | Peso provino (g) | 98,53 |

Proprietà provino

| | INIZIALE | FINALE (a carico) | Δ | | INIZIALE | FINALE (a carico) | Δ |
|---|----------|-------------------|------|-----------------------------|----------|-------------------|-------|
| Peso di vol. sat. (kN/m ³) | 18,99 | 21,76 | 2,76 | Indice dei vuoti | 0,40 | 0,213 | 0,186 |
| Peso di vol. secco (kN/m ³) | 18,71 | 21,58 | 2,87 | Cont. d'acqua a saturaz (%) | 0,02 | 0,01 | 0,01 |

Consolidazione edometrica

| Tempi (min) | 6" | 15" | 30" | 1' | 2' | 4' | 8' | 15' | 30' | 1 ^h | 2 ^h | 4 ^h | 8 ^h | 16 ^h | 24 ^h | 2H (mm) | |
|----------------------------------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|---------|-------|
| σ'_v (kN/m ²) | 0,0 | 0,2 | 0,5 | 1 | 2 | 4 | 8 | 15 | 30 | 60 | 120 | 240 | 480 | 960 | 1440 | | |
| | Cedimenti (mm) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Carico | 49,03 | 0,003 | 0,013 | 0,022 | 0,037 | 0,052 | 0,073 | 0,105 | 0,134 | 0,162 | 0,192 | 0,212 | 0,222 | 0,227 | 0,233 | 0,235 | 19,77 |
| | 98,07 | 0,239 | 0,249 | 0,259 | 0,274 | 0,292 | 0,311 | 0,332 | 0,351 | 0,377 | 0,404 | 0,433 | 0,461 | 0,476 | 0,485 | 0,489 | 19,51 |
| | 196,13 | 0,491 | 0,503 | 0,512 | 0,523 | 0,537 | 0,554 | 0,575 | 0,602 | 0,641 | 0,685 | 0,743 | 0,796 | 0,840 | 0,857 | 0,862 | 19,14 |
| | 392,28 | 0,865 | 0,875 | 0,885 | 0,896 | 0,911 | 0,929 | 0,951 | 0,977 | 1,015 | 1,063 | 1,122 | 1,172 | 1,222 | 1,254 | 1,263 | 18,74 |
| | 784,53 | 1,261 | 1,280 | 1,300 | 1,324 | 1,352 | 1,378 | 1,411 | 1,450 | 1,492 | 1,543 | 1,601 | 1,644 | 1,670 | 1,686 | 1,694 | 18,31 |
| Scarico | 1569,12 | 1,692 | 1,720 | 1,747 | 1,775 | 1,808 | 1,840 | 1,877 | 1,914 | 1,959 | 2,018 | 2,085 | 2,139 | 2,167 | 2,188 | 2,197 | 17,80 |
| | 3138,13 | 2,198 | 2,201 | 2,204 | 2,211 | 2,222 | 2,243 | 2,274 | 2,316 | 2,377 | 2,457 | 2,544 | 2,616 | 2,660 | 2,693 | 2,706 | 17,29 |
| | 784,53 | 2,686 | 2,681 | 2,677 | 2,672 | 2,665 | 2,661 | 2,659 | 2,657 | 2,656 | 2,654 | 2,652 | 2,651 | 2,646 | 2,644 | 2,647 | 17,35 |
| | 196,13 | 2,647 | 2,645 | 2,644 | 2,642 | 2,639 | 2,634 | 2,626 | 2,616 | 2,600 | 2,581 | 2,555 | 2,526 | 2,498 | 2,491 | 2,521 | 17,48 |
| | 49,03 | 2,517 | 2,516 | 2,515 | 2,513 | 2,510 | 2,507 | 2,501 | 2,495 | 2,484 | 2,468 | 2,445 | 2,410 | 2,355 | 2,307 | 2,367 | 17,63 |



| σ'_n (kN/m ²) | 50 | 100 | 200 | 400 | 800 | 1600 | 3200 | 800 | 200 | 50 |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| t _{50%} (min) | 7,41 | 12,59 | 41,69 | 36,31 | 12,30 | 11,22 | 37,15 | — | — | — |
| t _{100%} (min) | 109,6 | 251,2 | 457,1 | 588,8 | 229,1 | 269,2 | 251,2 | — | — | — |
| h _{0 0%} (mm) | 20,01 | 19,77 | 19,53 | 19,16 | 18,79 | 18,35 | 17,83 | 17,29 | 17,35 | 17,48 |
| h _{f 100%} (mm) | 19,78 | 19,53 | 19,16 | 18,76 | 18,34 | 17,84 | 17,37 | 17,35 | 17,48 | 17,63 |
| Δh (mm) | 0,227 | 0,244 | 0,378 | 0,404 | 0,441 | 0,509 | 0,462 | -0,06 | -0,13 | -0,15 |
| e ₀ | 0,399 | 0,383 | 0,366 | 0,340 | 0,311 | 0,281 | 0,245 | 0,213 | 0,217 | 0,226 |
| e _f | 0,383 | 0,366 | 0,340 | 0,311 | 0,281 | 0,245 | 0,213 | 0,217 | 0,226 | 0,236 |

Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Geol. Daniele Pipicelli



SOIL PROJECT s.a.s.

Viale Europa snc - Loc. Cubante, 82018 CALVI (BN)
 Tel: 0824 1816668; cell: 340 6867752 - 333 1153056; info: www.soilprojectsas.it;
 email: info@soilprojectsas.it P.I.:01515280624

pag 2/2

Rev. 1
 del 07/01/2013

PROVA EDOMETRICA

(ASTM D2435 - D4186)

MOD L7.05/8c

Data accettazione: 16/02/2022 Cod. Qualità: 0029/22/L del 16/02/22
 Data apertura: 18/02/2022 N° ACC.: 029/22 del 16/02/2022

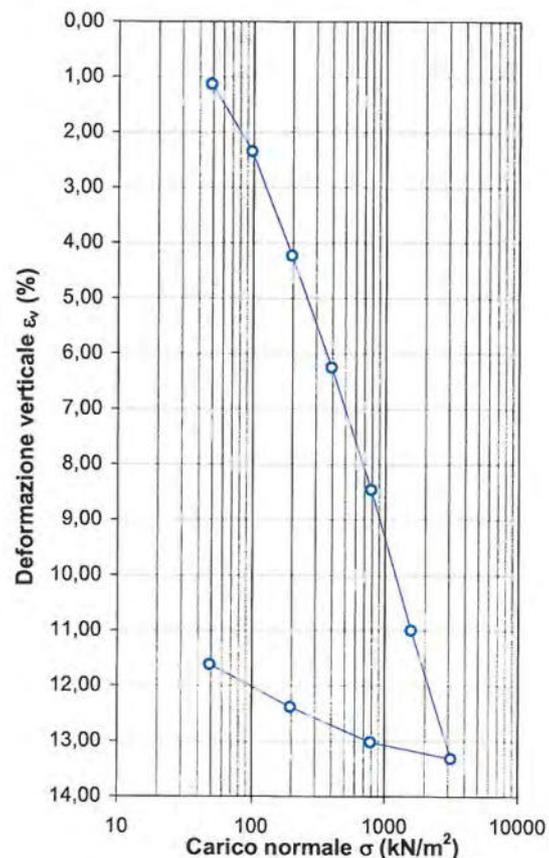
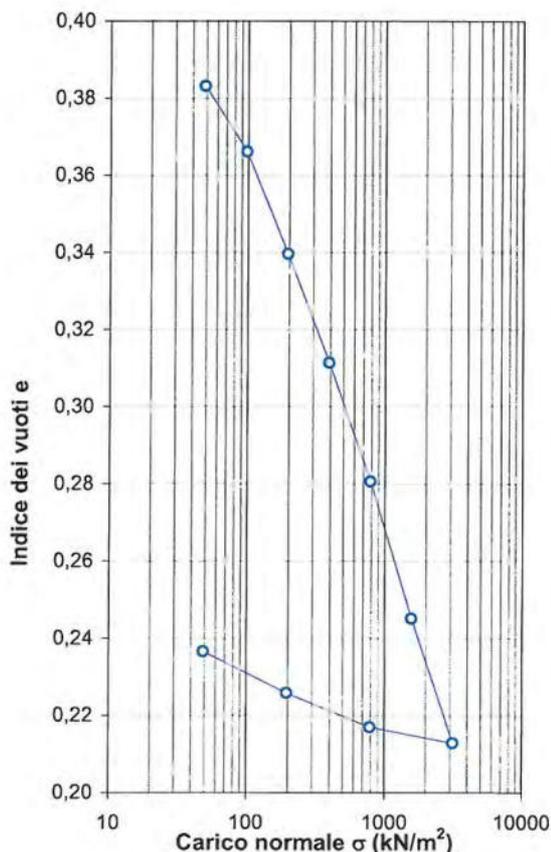
N° Certificato:
 8405

Autorizzazione Ministero dei Lavori Pubblici n 342 Del 10/07/2019

| | | | |
|-------------|---|---------------------|------------------|
| Committente | Geoanna srl | N. Sondaggio | S3 |
| Opera/cant. | Realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica | Prof. Sondaggio (m) | |
| Località | Pietrelcina (BN) | N. Campione | C2 |
| Impresa | Geoanna | Prof. Campione (m) | 13,5-14,0 |
| Tecnico | | Note | |

Caratteristiche di compressibilità edometrica

| Carico | Deform. Verticale | Indice dei vuoti | Mod. Edometr. | Indice di Comp.lità | Indice di Ri/Compres | Indice di Rigonf. | Ind. Cons second. | Coeff. di Consolid. | Coeff. di Permeab. |
|----------------------------------|-------------------|------------------|-------------------------------|---|----------------------|-------------------|---------------------------|------------------------------|--------------------|
| σ_n' (kN/m ²) | ϵ_v (%) | e | E_{ed} (KN/m ²) | a_v (KN/m ²) ₁ | C_{r1} C_c | C_{ra} | C_a (min) ⁻¹ | C_v (cm ² /min) | K (m/min) |
| 49,03 | 1,13 | 0,383 | 4322,20 | 0,00032 | 0,003 | — | 1,20E-03 | 0,026 | 5,89E-08 |
| 98,07 | 2,35 | 0,366 | 4021,88 | 0,00035 | 0,057 | — | 1,59E-03 | 0,015 | 3,63E-08 |
| 196,13 | 4,24 | 0,340 | 5191,21 | 0,00027 | 0,088 | — | 2,60E-03 | 0,004 | 8,17E-09 |
| 392,27 | 6,26 | 0,311 | 9715,24 | 0,00014 | 0,094 | — | 4,38E-03 | 0,005 | 4,81E-09 |
| 784,53 | 8,47 | 0,281 | 17799,35 | 0,00008 | 0,102 | — | 3,10E-03 | 0,013 | 7,39E-09 |
| 1569,06 | 11,01 | 0,245 | 30843,28 | 0,00005 | 0,118 | — | 3,40E-03 | 0,014 | 4,42E-09 |
| 3138,13 | 13,32 | 0,213 | 67962,47 | 0,00002 | 0,107 | — | 7,06E-03 | 0,004 | 5,72E-10 |
| 784,53 | 13,02 | 0,217 | — | — | — | 0,007 | — | — | — |
| 196,13 | 12,39 | 0,226 | — | — | — | 0,015 | — | — | — |
| 49,03 | 11,62 | 0,236 | — | — | — | 0,018 | — | — | — |



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Geol. Daniele Pipicelli

8. CARATTERI SISMICI

SISMICITÀ STORICA

L'Italia si trova al margine di convergenza tra la placca africana e quella euroasiatica.

La subduzione della prima sotto la seconda determina l'assetto tettonico attuale dell'intera area mediterranea.

Il movimento relativo delle due causa l'accumulo di energia e deformazione che vengono rilasciati sotto forma di terremoti.

La sismicità italiana riguarda prevalentemente le Alpi, gli Appennini e la maggior parte dei vulcani attivi dal Quaternario.

La maggior parte dei terremoti vengono registrati nei primi 40 Km di profondità.

La registrazione avviene attraverso la rete sismica nazionale dell'INGV.

L'Appennino Campano rappresenta una delle aree con il più alto grado di rischio sismico dell'Italia.

Esso rappresenta una conseguenza dei processi tettonici che hanno modellato predetta catena e che sono tutt'ora in atto.

La valutazione della dinamica recente è necessariamente connessa in modo stretto con la sismicità storica, in quanto consente di conoscere il livello di pericolosità di un'area: una maggiore attività sismica indica, evidentemente, una maggiore dinamica e quindi una pericolosità più elevata.

Il territorio in esame è stato interessato in passato da numerosi sismi di forte intensità, così come si evince dai dati riportati nelle varie pubblicazioni consultate ai fini del presente studio.

Tra le quali si citano:

- Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI, 2004);
- Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 al 1990 (ING e SGA);
- Catalogo dei forti terremoti in Italia (CFTI3, 2000);
- Catalogo Strumentale dei Terremoti Italiani 1981-1996 (CSTI, 2001);

- Catalogo parametrico di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno (GNDT, 1997);

- Catalogo della sismicità italiana 1981 – 2002 (CSI).

Il database Macrosismico italiano (INGV,2016) raccoglie ed organizza tutti gli eventi sismici italiani dall'anno 1000 fino al 2014, per fornire la base di dati utili per la determinazione dei parametri epicentrali del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani.

Nella tabella che segue sono elencati tutti i terremoti storici che hanno colpito la Regione Campania con una magnitudo $\geq 5Mw$.

| Anno | Mese | Giorno | Epicentro | Lat | Long | Mw |
|------|------|--------|------------------------------|--------|--------|------|
| 1120 | 3 | 25 | Valle del Garigliano | 41,377 | 13,917 | 5,8 |
| 1293 | 9 | 4 | Sannio-Matese | 41,304 | 14,548 | 5,8 |
| 1456 | 12 | 5 | Appennino centro-meridionale | 41,302 | 14,711 | 7,19 |
| 1466 | 1 | 15 | Irpinia-Basilicata | 40,765 | 15,334 | 5,98 |
| 1499 | 12 | 5 | Nola | 40,926 | 14,529 | 5,56 |
| 1517 | 3 | 29 | Irpinia | 41,011 | 15,21 | 5,33 |
| 1561 | 7 | 31 | Penisola sorrentina | 40,685 | 14,717 | 5,56 |
| 1561 | 7 | 31 | Vallo di Diano | 40,65 | 15,389 | 6,34 |
| 1561 | 8 | 19 | Vallo di Diano | 40,563 | 15,505 | 6,72 |
| 1688 | 6 | 5 | Sannio | 41,283 | 14,561 | 7,06 |
| 1692 | 3 | 4 | Irpinia | 40,903 | 15,196 | 5,88 |
| 1702 | 3 | 14 | Sannio-Irpinia | 41,12 | 14,989 | 6,56 |
| 1732 | 11 | 29 | Irpinia | 41,064 | 15,059 | 6,75 |
| 1737 | 3 | 31 | Monti di Avella | 40,92 | 14,661 | 5,1 |
| 1741 | 8 | 6 | Irpinia | 41,049 | 14,97 | 5,44 |
| 1794 | 6 | 12 | Irpinia | 41,108 | 14,924 | 5,26 |
| 1805 | 10 | 13 | Pianura Campana | 41,002 | 14,393 | 5,1 |
| 1853 | 4 | 9 | Irpinia | 40,818 | 15,215 | 5,6 |
| 1858 | 3 | 7 | Campania meridionale | 40,108 | 15,612 | 5,39 |
| 1893 | 1 | 25 | Vallo di Diano | 40,513 | 15,36 | 5,15 |
| 1905 | 11 | 26 | Irpinia | 41,134 | 15,028 | 5,18 |
| 1910 | 6 | 7 | Irpinia-Basilicata | 40,898 | 15,421 | 5,76 |
| 1930 | 7 | 23 | Irpinia | 41,068 | 15,318 | 6,67 |
| 1960 | 1 | 11 | Roccamonfina | 41,283 | 13,986 | 5,16 |
| 1962 | 8 | 21 | Irpinia | 41,158 | 15,065 | 5,34 |
| 1962 | 8 | 21 | Irpinia | 41,248 | 15,069 | 5,68 |
| 1962 | 8 | 21 | Irpinia | 41,23 | 14,953 | 6,15 |
| 1980 | 11 | 25 | Irpinia-Basilicata | 40,655 | 15,452 | 5,39 |
| 1980 | 11 | 23 | Irpinia-Basilicata | 40,842 | 15,283 | 6,81 |
| 1981 | 1 | 16 | Irpinia-Basilicata | 40,89 | 15,439 | 5,22 |
| 1982 | 8 | 15 | Irpinia | 40,832 | 15,244 | 5,32 |
| 2013 | 12 | 29 | Matese | 41,395 | 14,434 | 5,16 |

tabella 1 - Catalogo Cronologico degli eventi sismici a partire dall'anno 1000

Si riportano le mappe dell'intensità sismica, dei terremoti con maggiore magnitudo che hanno colpito l'area beneventana.

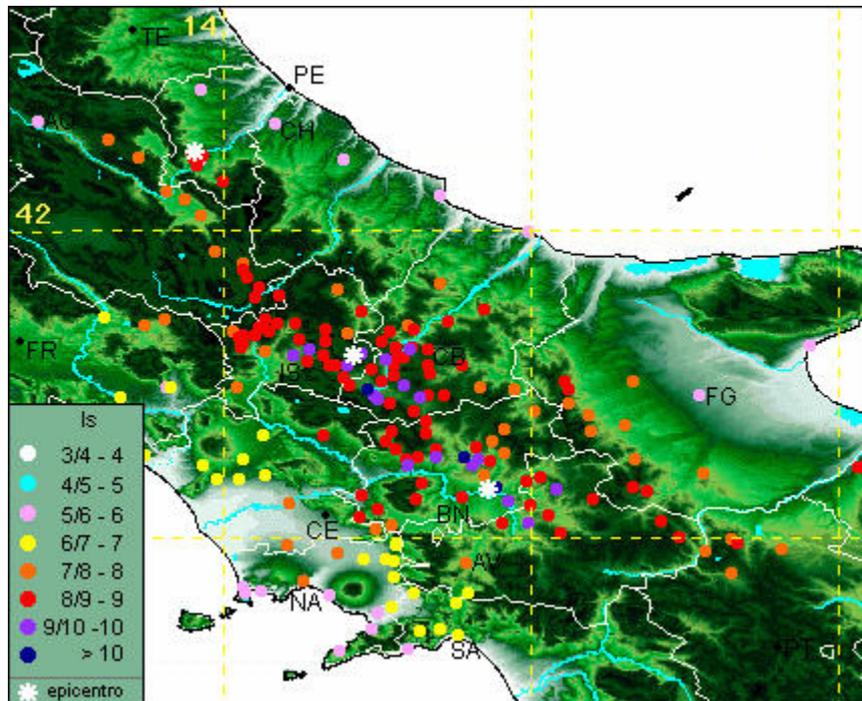


fig.9 Mappa dell'intensità sismica del terremoto avvenuto il 5 dicembre dell'anno 1456 con Mw pari a 7,19 (INGV).

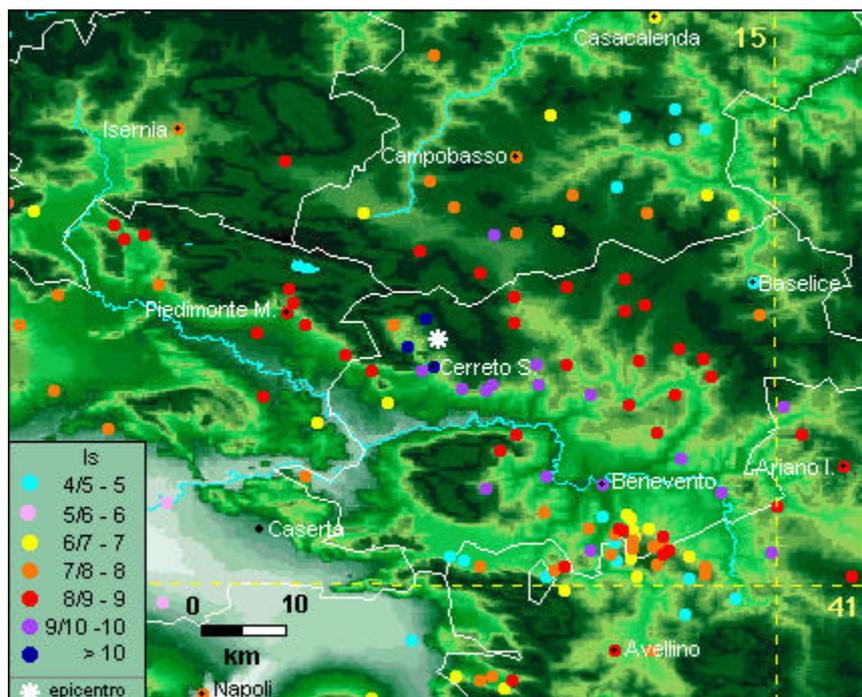


fig.10 Mappa dell'intensità sismica del terremoto avvenuto il 5 giugno dell'anno 1688 con Mw pari a 7,06 (INGV).

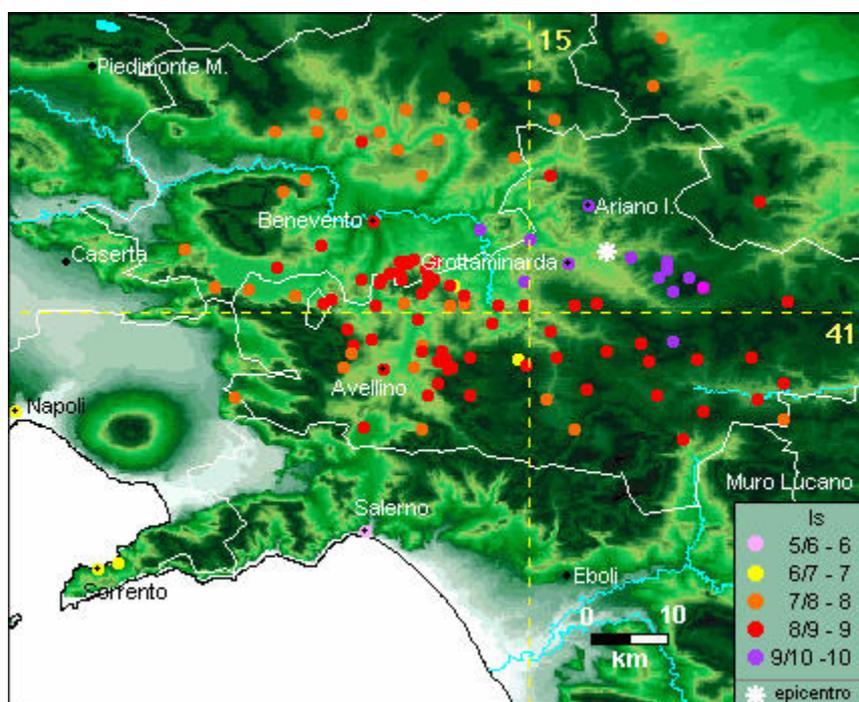


fig.11 Mappa dell'intensità sismica del terremoto avvenuto il 29 novembre dell'anno 1732 con Mw pari a 6,75 (INGV).

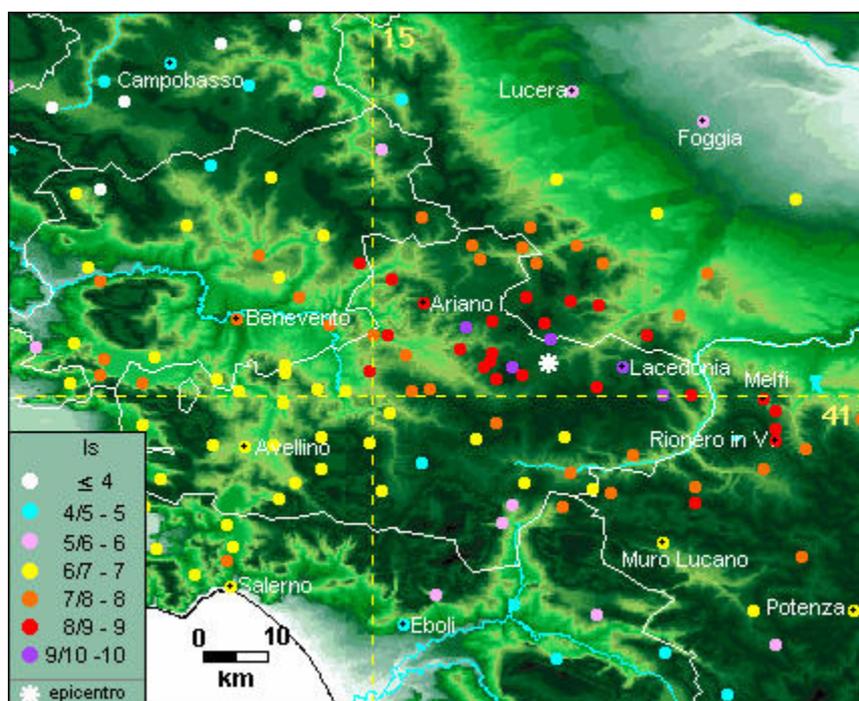


fig.12 Mappa dell'intensità sismica del terremoto avvenuto il 23 luglio dell'anno 1930 con Mw pari a 6,67 (INGV).

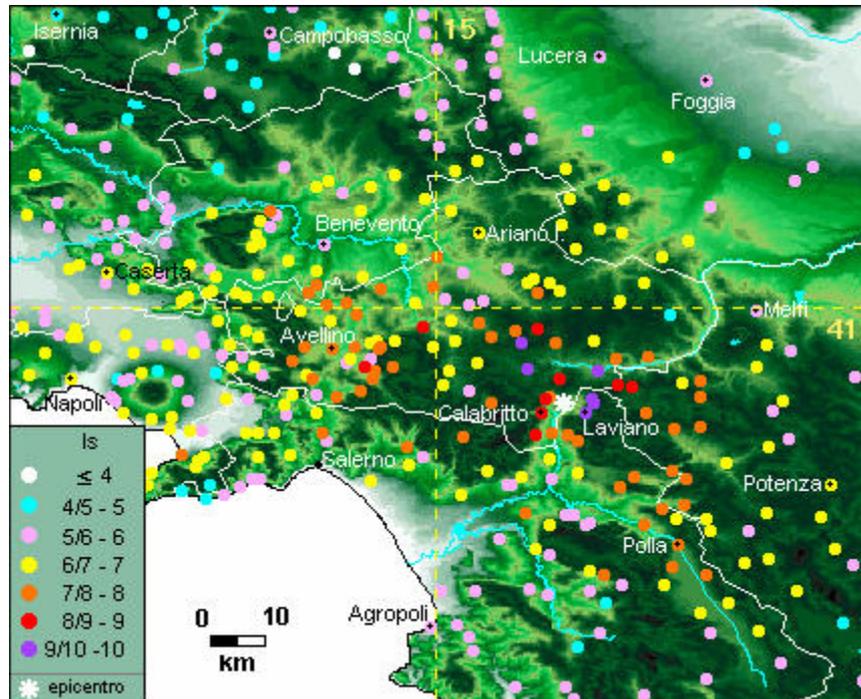


fig.13 Mappa dell'intensità sismica del terremoto avvenuto il 23 novembre dell'anno 1980 con Mw pari a 6,81 (INGV).

Da alcuni anni, il punto di riferimento per la stima della pericolosità sismica, è dato dalla zonazione sismogenetica ZS9 (fig. 14) (Scandone et al. 1996 - 2000), che rappresenta la traduzione operativa del modello sismo-tettonico riassunto in Meletti et al. (2000).

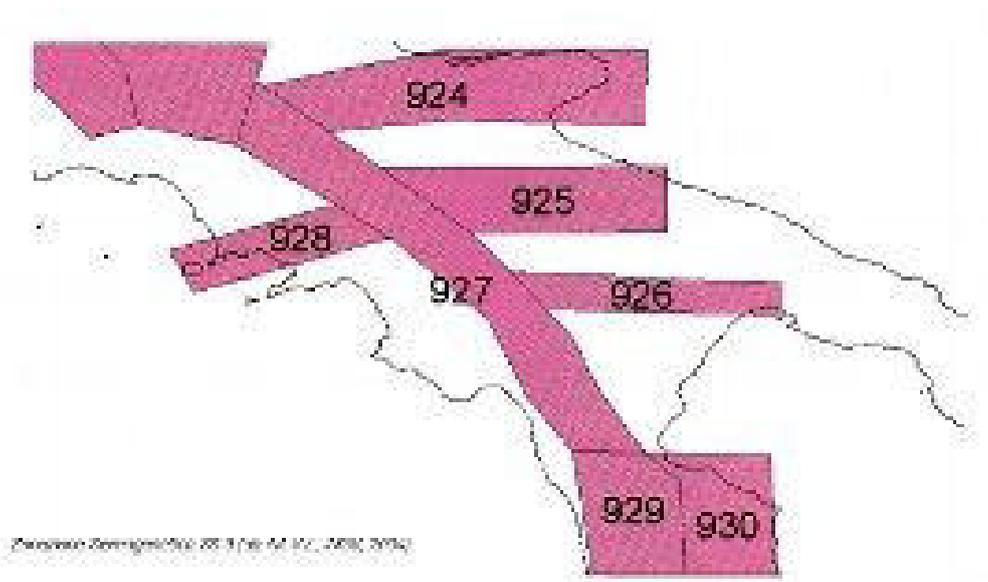


Fig. 14 Zonizzazione sismogenetica ZS9 dell'Appennino meridionale

Tale modello riprende sostanzialmente il retroterra informativo della precedente zonazione, recependo i più recenti avanzamenti delle conoscenze sulla tettonica attiva della penisola.

La zonizzazione è stata condotta tramite l'analisi cinematica degli elementi geologici, cenozoici e quaternari coinvolti nella dinamica delle strutture litosferiche profonde e quelle della crosta superficiale.

Il confronto tra le informazioni che hanno condotto alla costruzione del modello geodinamico e la sismicità osservata, ha permesso di costruire la carta nazionale delle zone sismogenetiche.

La zona sismogenetica che interessa il territorio in esame è la 927, e fa parte del complesso "Appennino meridionale" (Sannio-Irpinia-Basilicata).

Ogni zonizzazione sismogenetica è caratterizzata da un definito modello cinematico, il quale sfrutta una serie di relazioni di attenuazione, stimate sulla base di misurazioni accelerometriche, effettuate sia sul territorio nazionale che europeo.

Su tale base, per l'intero territorio italiano, sono state sviluppate le carte della pericolosità sismica.

Il risultato, per ogni comune, è rappresentato da una stima del rischio sismico che tiene conto dell'intera storia sismica riportata nel catalogo sismico nazionale e che viene espresso in termini probabilistici.

La pericolosità sismica di riferimento, ipotizza un substrato omogeneo in roccia, ed è espressa in PGA (Peak Ground Acceleration) con associato un periodo di ritorno di 475 anni, valore convenzionale in quanto rappresenta l'accelerazione associata alla probabilità del 90 % di non superamento considerando un periodo di ritorno di 50 anni.

INDAGINI SISMICHE

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, sul sito d'indagine sono state eseguite tre prospezioni sismiche in array lineare del tipo MASW.

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 (**V_s**), 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 **V_s** 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_s**) 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_s (profilo 1-D), che descrive la variazione di V_s con la profondità.

L'elaborazione delle 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_{seq} definita dalla relazione:

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

eq. (3.2.1)

con

h_i = spessore dello strato i -esimo

$V_{S,i}$ = 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_S non inferiore a 800 m/sec

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.*

| Categoria | Caratteristiche della superficie topografica |
|-----------|---|
| 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> |

L'elaborazione delle prove eseguite nell'area in esame ha fornito i seguenti valori:

MASW 1 = $V_{S,eq}$ = 572 m/s.

MASW 2 = $V_{S,eq}$ = 585 m/s.

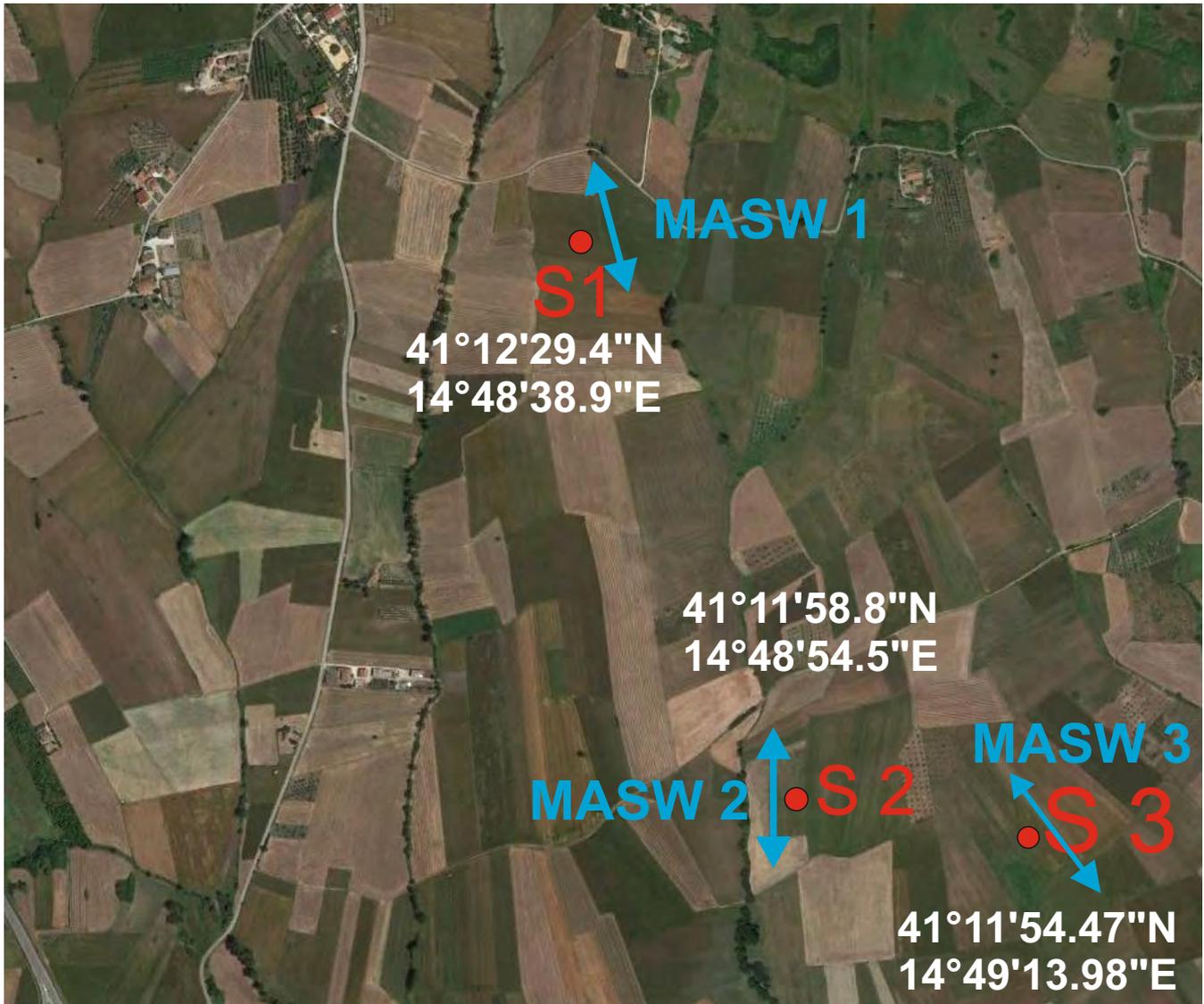
MASW 3 = $V_{S,eq}$ = 517 m/s.

Pertanto, in base a quanto contenuto nelle NTC 2018, la categoria di suolo di fondazione, dell'area investigata è la **B**.

Categoria condizioni topografiche: **T1**

Si allega elaborazione.

UBICAZIONE INDAGINI

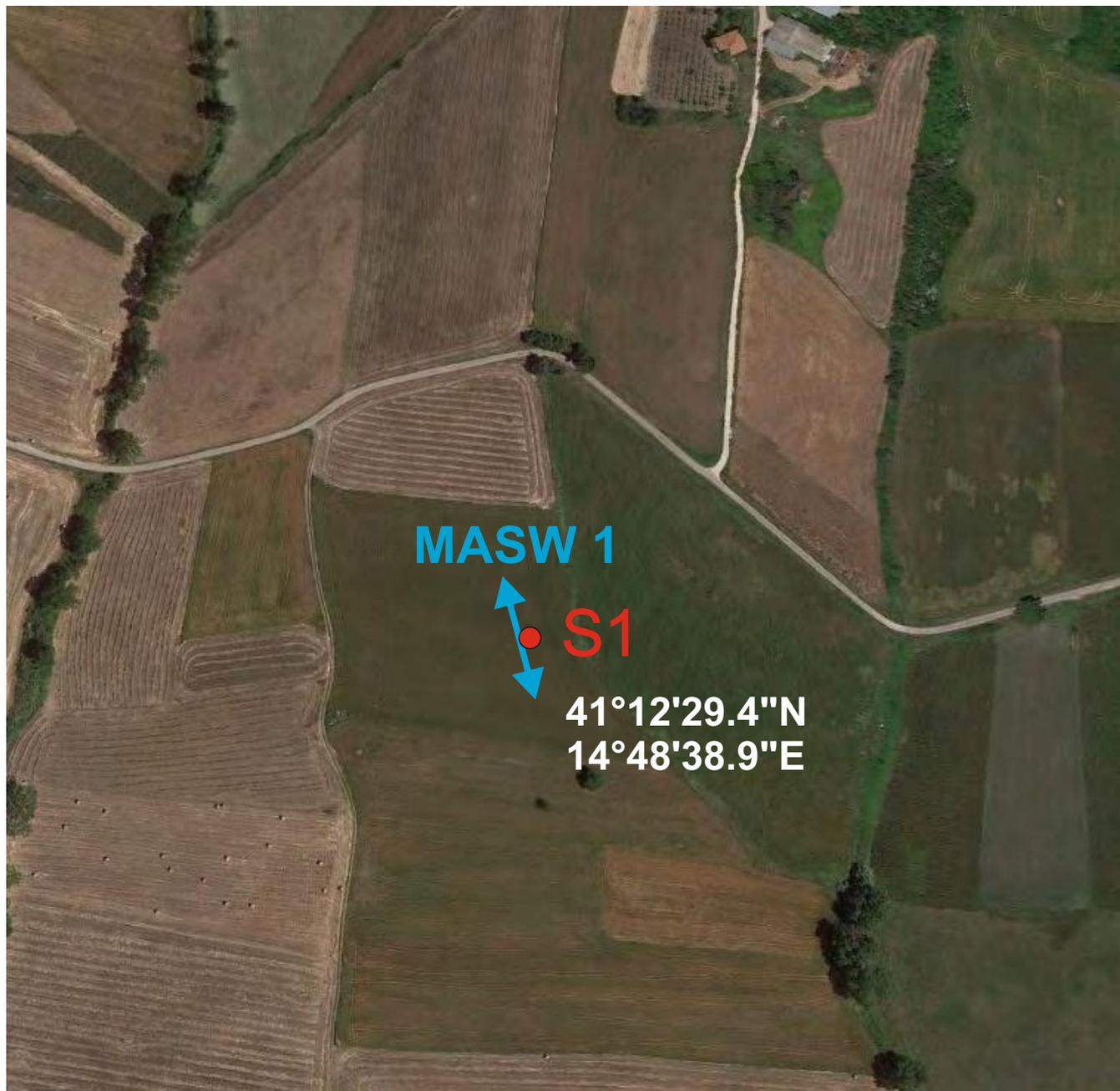


LEGENDA

● SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO

MASW ↔

UBICAZIONE INDAGINI



LEGENDA

● SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO

MASW ↔

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

MASW N ° 1



MASW S1

LAT: 41°12'29.4"N
LONG: 14°48'38.9"E
QUOTA : 448 m slm M SLM



Data: febbraio 2022

Il committente PLC POWER SRL

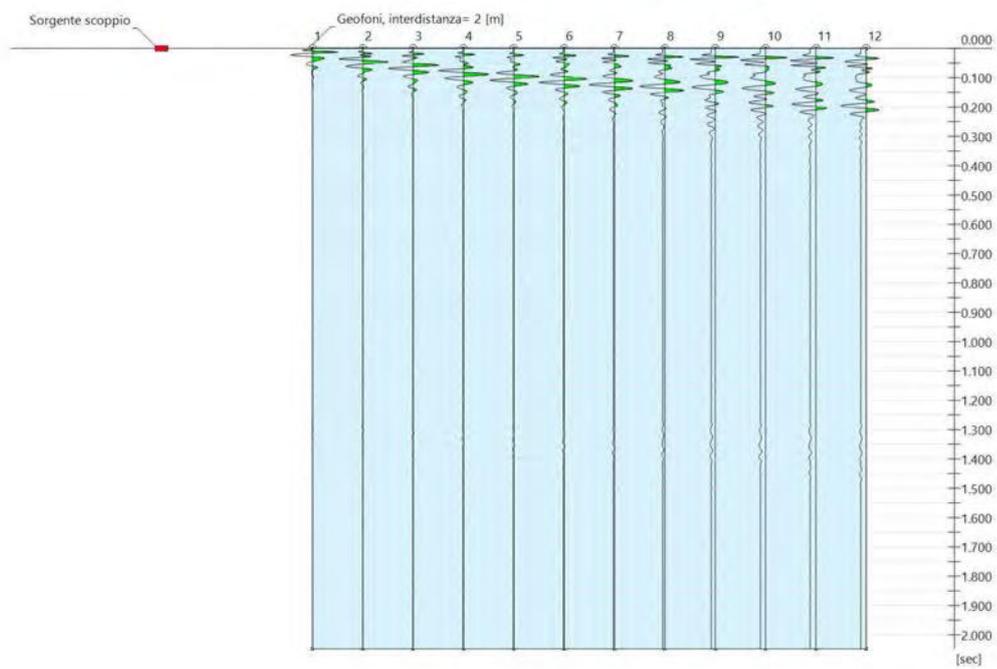
IL Tecnico

Il Progettista

Indagine geofisica tramite tecnica MASW

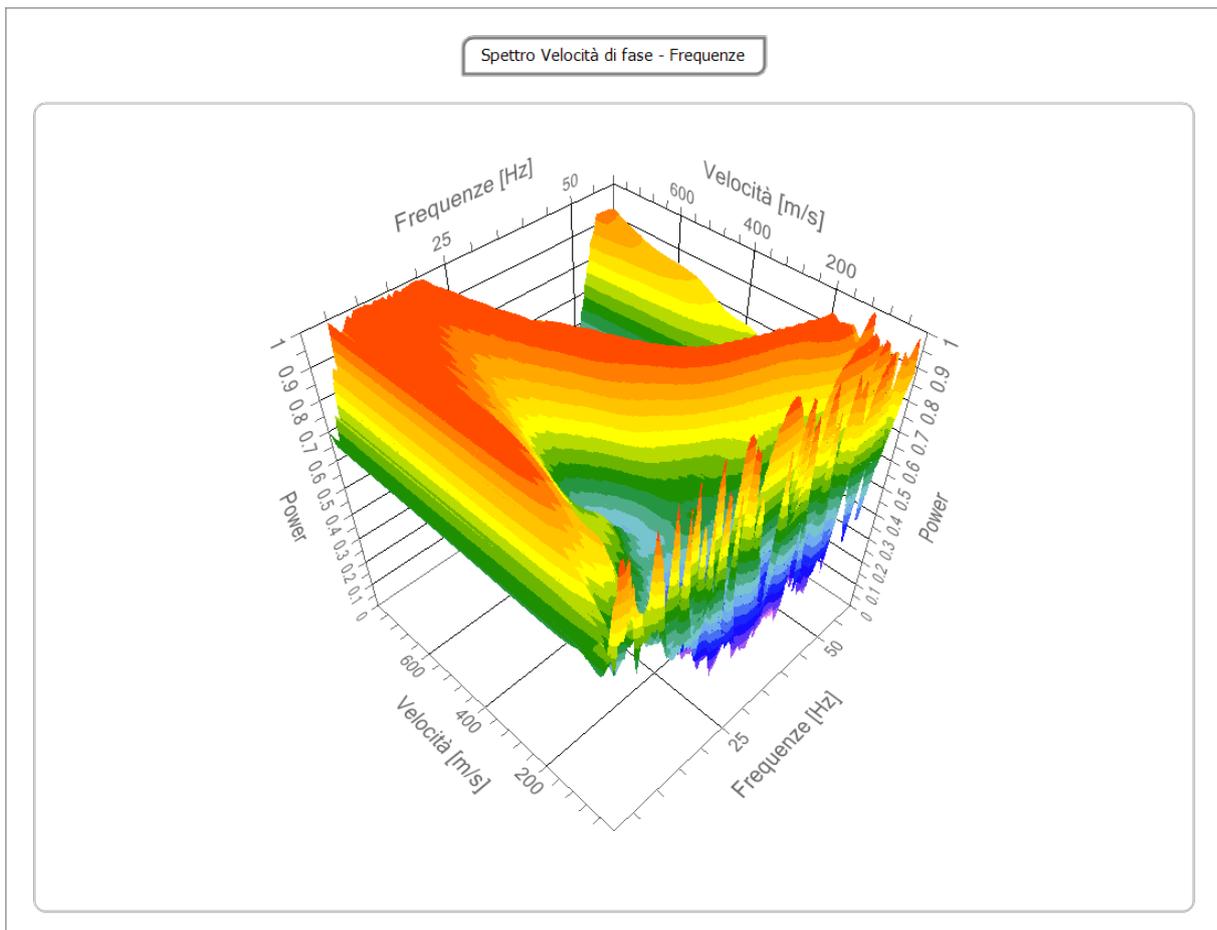
Tracce

| | |
|---|--------|
| N. tracce | 12 |
| Durata acquisizione [msec] | 2048.0 |
| Interdistanza geofoni [m] | 2.0 |
| Periodo di campionamento [msec] | 0.50 |



Analisi spettrale

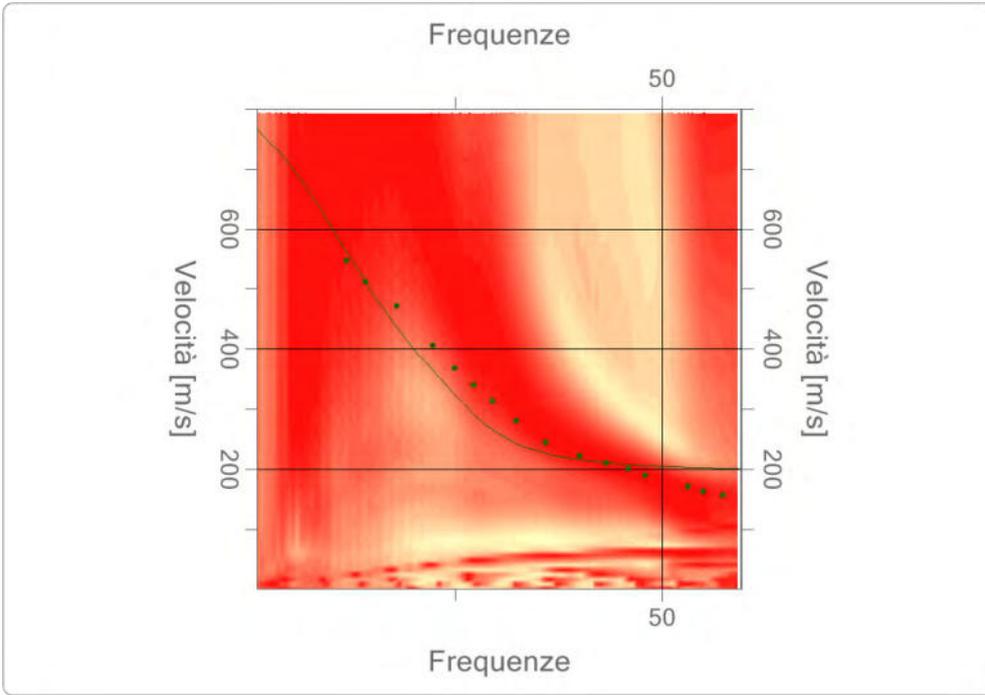
| | |
|---|-----|
| Frequenza minima di elaborazione [Hz] | 1 |
| Frequenza massima di elaborazione [Hz] | 60 |
| Velocità minima di elaborazione [m/sec] | 1 |
| Velocità massima di elaborazione [m/sec] | 800 |
| Intervallo velocità [m/sec] | 1 |



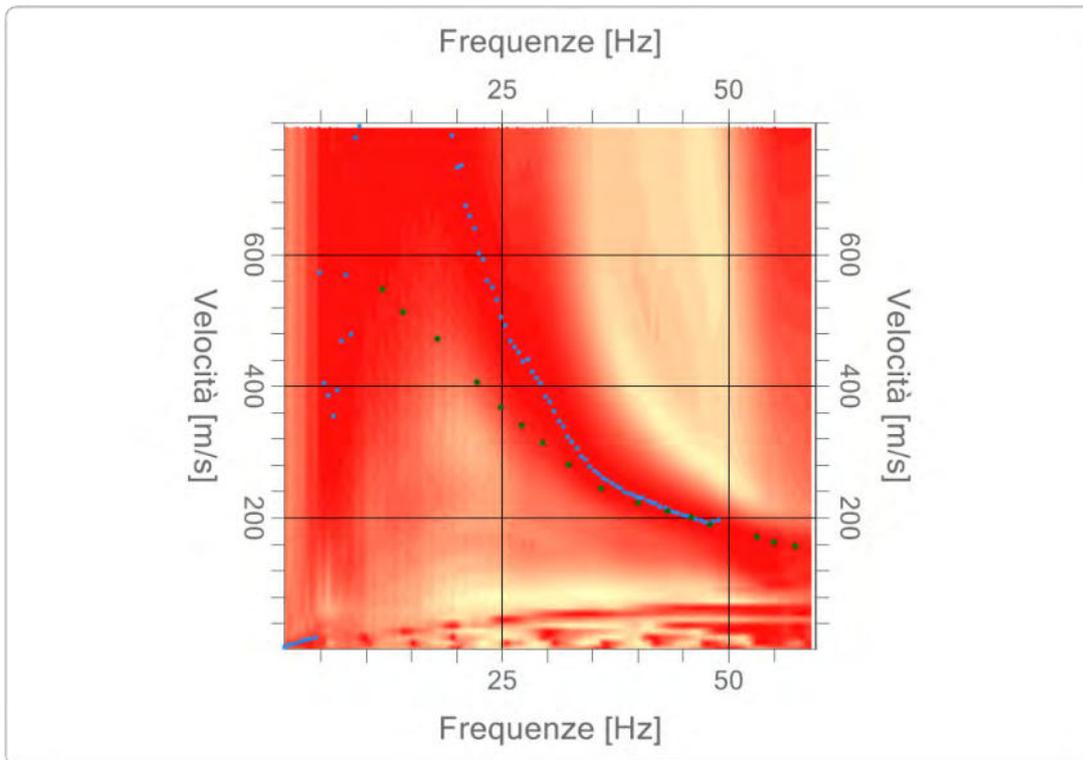
Curva di dispersione

| n. | Frequenza [Hz] | Velocità [m/sec] | Modo |
|----|-------------------|---------------------|------|
| 1 | 11.8 | 546.7 | 0 |
| 2 | 14.1 | 512.4 | 0 |
| 3 | 17.9 | 471.6 | 0 |
| 4 | 22.3 | 406.2 | 0 |
| 5 | 24.9 | 368.6 | 0 |
| 6 | 27.2 | 340.9 | 0 |
| 7 | 29.5 | 313.1 | 0 |
| 8 | 32.3 | 280.4 | 0 |
| 9 | 35.9 | 244.5 | 0 |
| 10 | 40.0 | 223.2 | 0 |
| 11 | 43.3 | 210.1 | 0 |
| 12 | 45.9 | 200.3 | 0 |
| 13 | 47.9 | 190.5 | 0 |
| 14 | 53.1 | 170.9 | 0 |
| 15 | 55.0 | 162.8 | 0 |
| 16 | 57.4 | 156.2 | 0 |

Inversione



Spettro Velocità di fase - Frequenze



Inversione

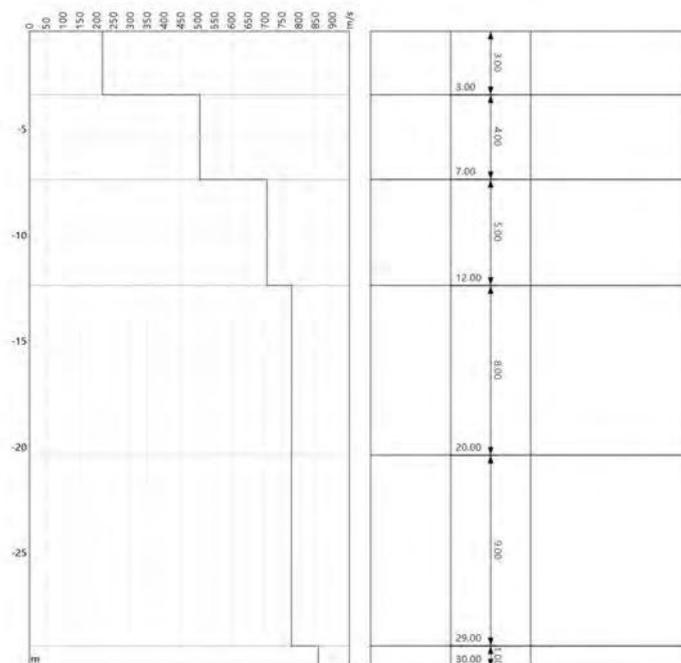
| n. | Descrizione | Profondità [m] | Spessore [m] | Peso unità volume [kg/mc] | Coefficiente Poisson | Falda | Vp [m/sec] | Vs [m/sec] |
|----|-------------|----------------|--------------|---------------------------|----------------------|-------|------------|------------|
| 1 | | 3.00 | 3.00 | 1800.0 | 0.20 | No | 354.7 | 217.2 |
| 2 | | 7.00 | 4.00 | 1800.0 | 0.20 | No | 825.9 | 505.8 |
| 3 | | 12.00 | 5.00 | 1800.0 | 0.20 | No | 1152.4 | 705.7 |
| 4 | | 20.00 | 8.00 | 1800.0 | 0.20 | No | 1271.8 | 778.8 |
| 5 | | 29.00 | 9.00 | 1800.0 | 0.20 | No | 1270.7 | 778.1 |
| 6 | | oo | oo | 1800.0 | 0.20 | No | 1400.5 | 857.6 |

Percentuale di errore

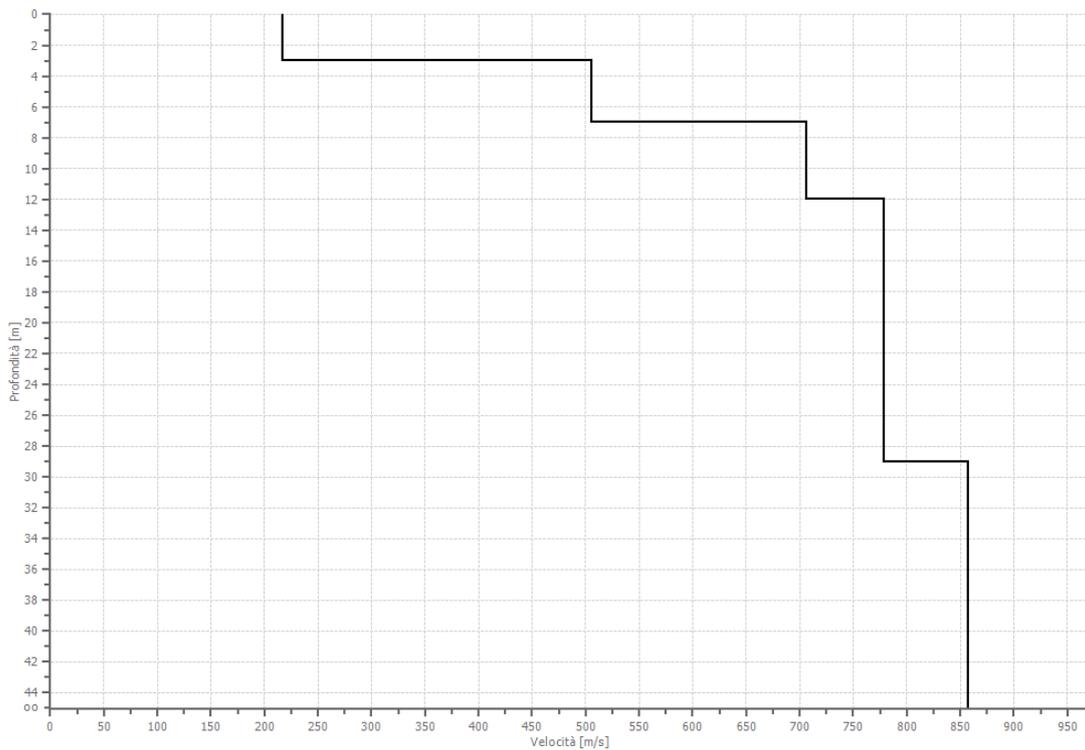
0.970 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.133



Profilo di velocità



Risultati

| | |
|---|---------------|
| Profondità piano di posa [m] | 0.00 |
| Vs eq [m/sec] | 572.63 |
| Categoria del suolo | B |

Suolo di tipo B: 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.

Altri parametri geotecnici

| n. | Profondità [m] | Spessore [m] | Vs [m/s] | Vp [m/s] | Densità [kg/m ³] | Coefficiente Poisson | G0 [MPa] | Ed [MPa] | M0 [MPa] | Ey [MPa] | NSPT | Qc [kPa] |
|----|-------------------|-----------------|-------------|-------------|---------------------------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------|-------------|
| 1 | 3.00 | 3.00 | 217.21 | 354.71 | 1800.00 | 0.20 | 84.93 | 226.47 | 113.24 | 203.83 | N/A | 1151.55 |
| 2 | 7.00 | 4.00 | 505.76 | 825.90 | 1800.00 | 0.20 | 460.43 | 1227.80 | 613.90 | 1105.02 | N/A | N/A |
| 3 | 12.00 | 5.00 | 705.69 | 1152.38 | 1800.00 | 0.20 | 896.39 | 2390.37 | 1195.18 | 2151.33 | N/A | N/A |
| 4 | 20.00 | 8.00 | 778.84 | 1271.85 | 1800.00 | 0.20 | 1091.88 | 2911.67 | 1455.83 | 2620.50 | N/A | N/A |
| 5 | 29.00 | 9.00 | 778.14 | 1270.70 | 1800.00 | 0.20 | 1089.91 | 2906.42 | 1453.21 | 2615.78 | N/A | N/A |
| 6 | ∞ | ∞ | 857.60 | 1400.45 | 1800.00 | 0.20 | 1323.86 | 3530.29 | 1765.15 | 3177.26 | 0 | N/A |

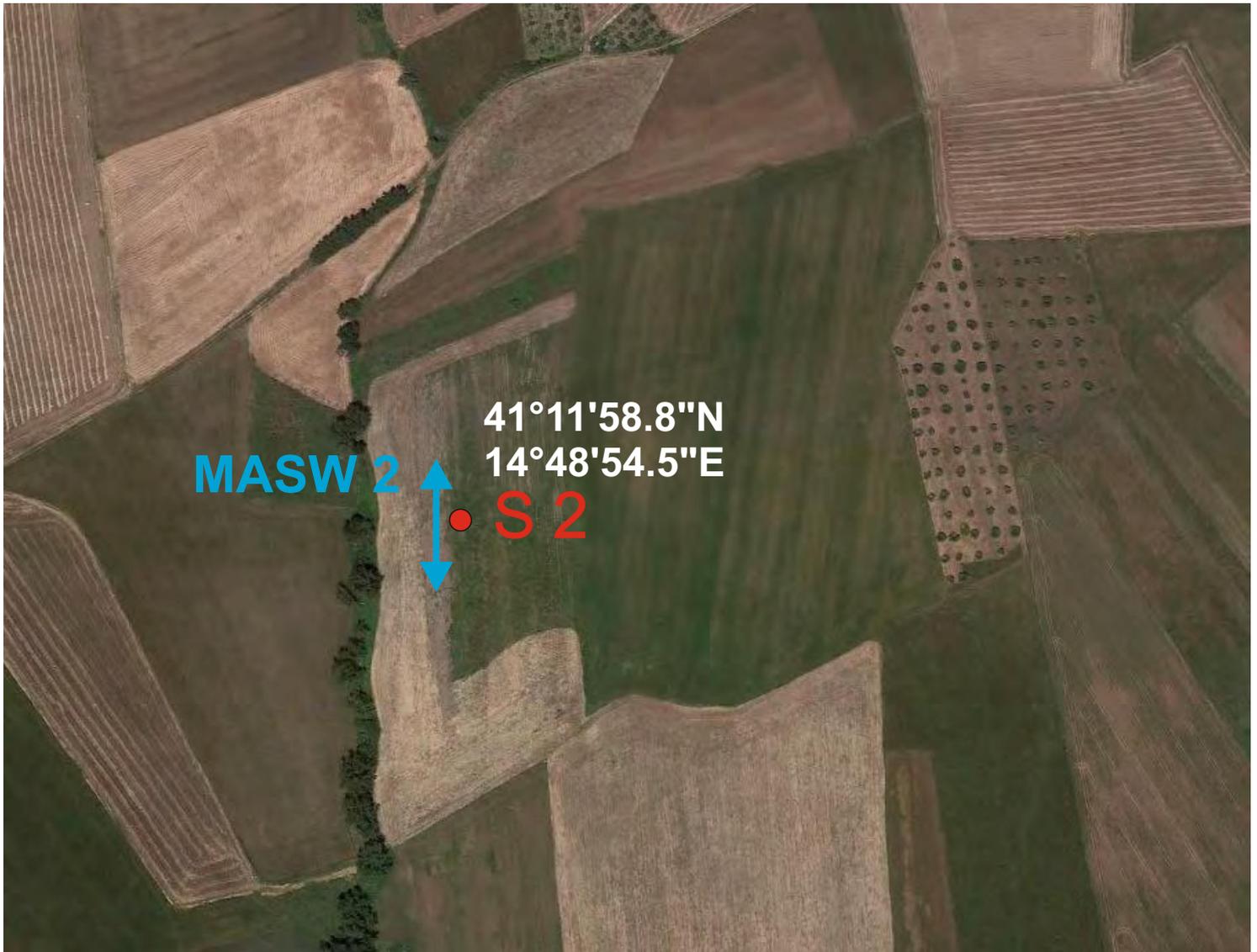
G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young

UBICAZIONE INDAGINI



LEGENDA

● SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO

MASW ↔

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

MASW N ° 2



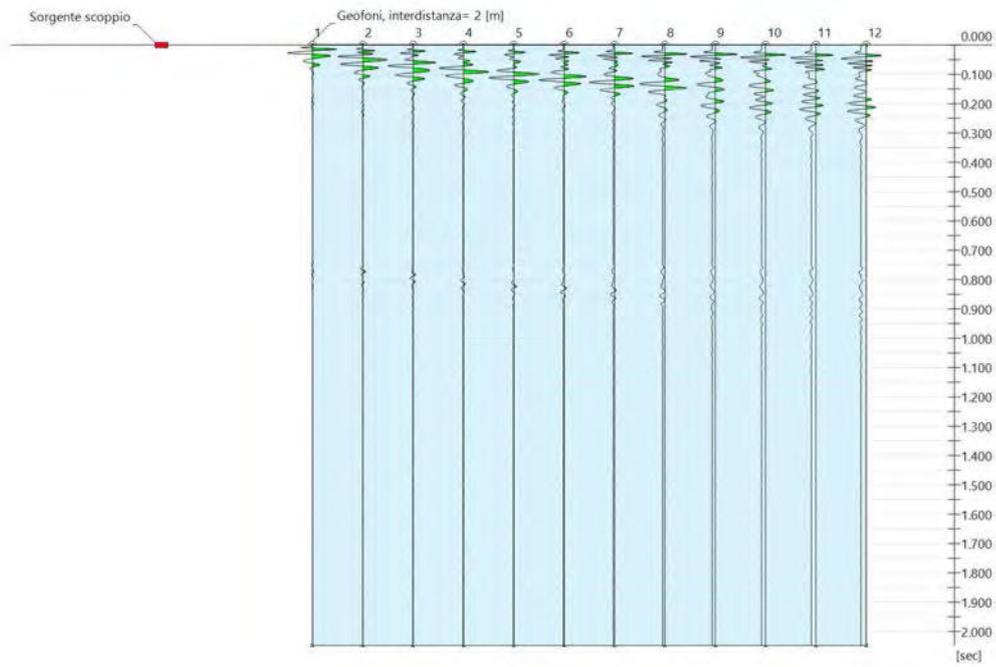
MASW S2

LAT: 41°11'58.21"N
LONG: 14°48'52.46"E
QUOTA : 391 m slm M SLM

| | |
|--|-------------------------------------|
|  | Data: febbraio 2022 |
| | Il committente PLC POWER SRL |
| | IL Tecnico |
| | Il Progettista |
| Indagine geofisica tramite tecnica MASW | |

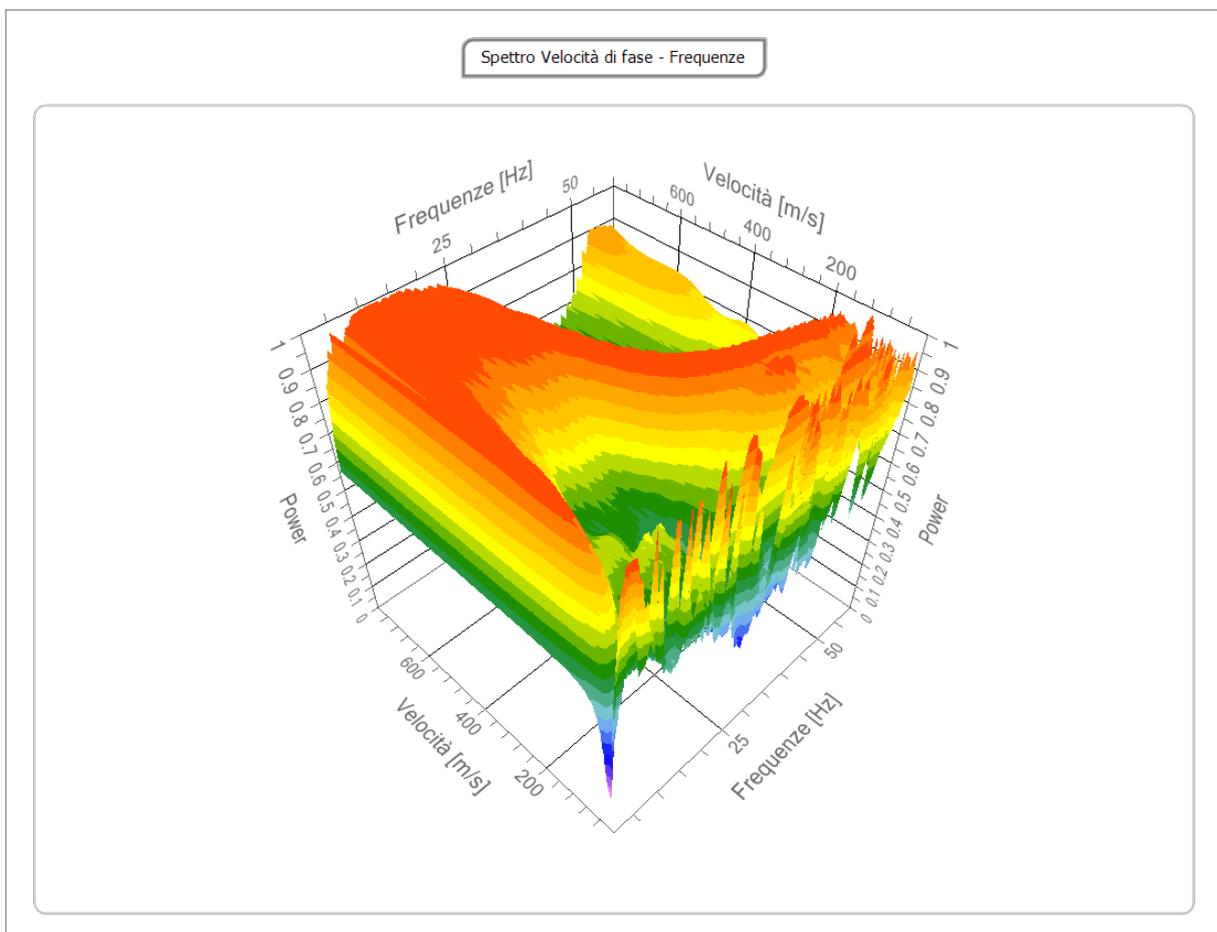
Tracce

| | |
|---|--------|
| N. tracce | 12 |
| Durata acquisizione [msec] | 2048.0 |
| Interdistanza geofoni [m] | 2.0 |
| Periodo di campionamento [msec] | 0.50 |



Analisi spettrale

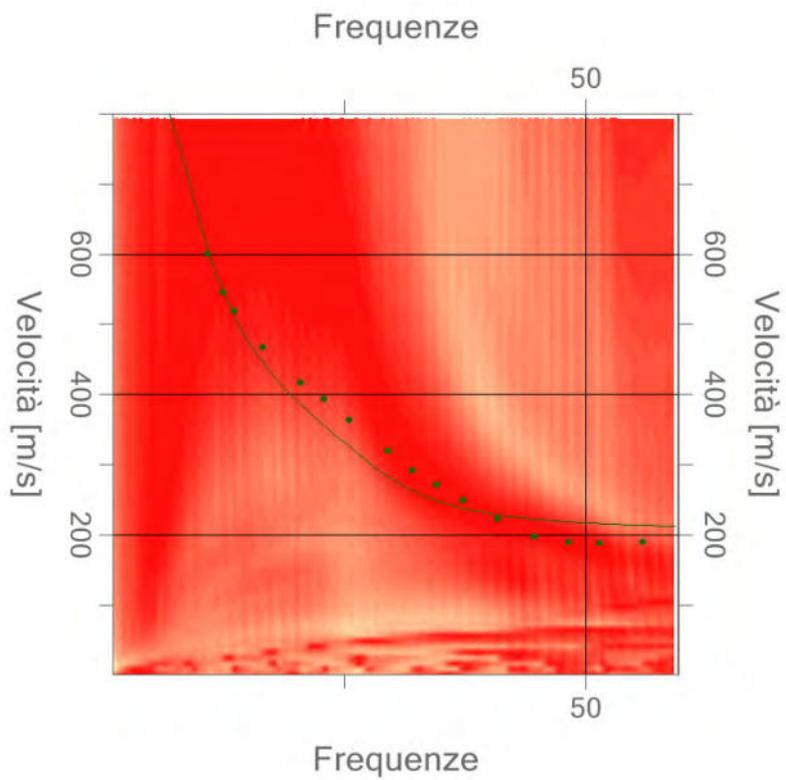
| | |
|---|-----|
| Frequenza minima di elaborazione [Hz] | 1 |
| Frequenza massima di elaborazione [Hz] | 60 |
| Velocità minima di elaborazione [m/sec] | 1 |
| Velocità massima di elaborazione [m/sec] | 800 |
| Intervallo velocità [m/sec] | 1 |



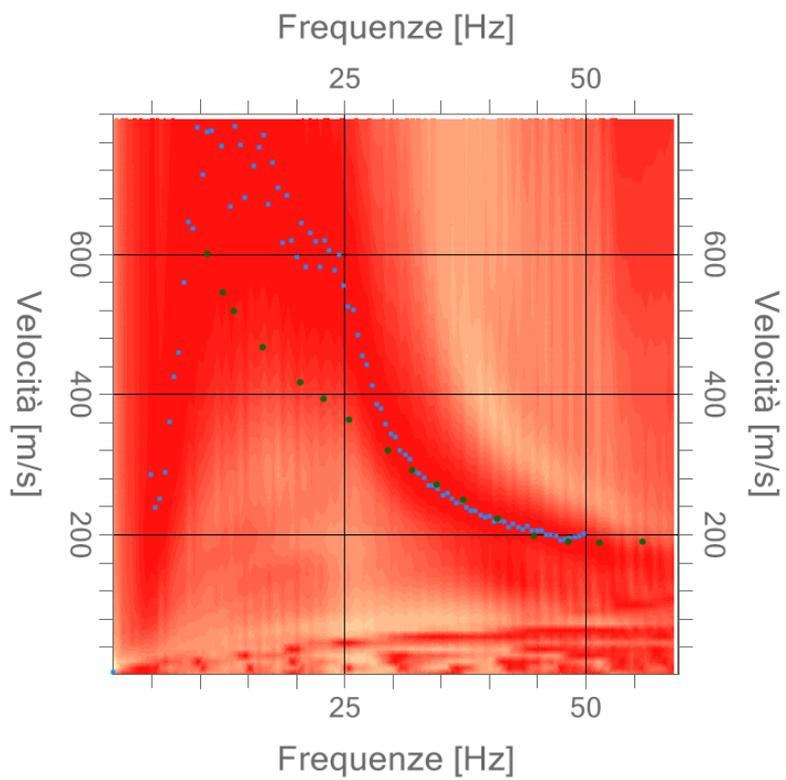
Curva di dispersione

| n. | Frequenza [Hz] | Velocità [m/sec] | Modo |
|----|-------------------|---------------------|------|
| 1 | 10.7 | 600.7 | 0 |
| 2 | 12.4 | 545.1 | 0 |
| 3 | 13.5 | 519.0 | 0 |
| 4 | 16.5 | 466.7 | 0 |
| 5 | 20.5 | 417.7 | 0 |
| 6 | 22.9 | 393.1 | 0 |
| 7 | 25.5 | 363.7 | 0 |
| 8 | 29.5 | 319.6 | 0 |
| 9 | 32.0 | 291.8 | 0 |
| 10 | 34.5 | 270.6 | 0 |
| 11 | 37.3 | 249.4 | 0 |
| 12 | 40.9 | 223.2 | 0 |
| 13 | 44.7 | 197.1 | 0 |
| 14 | 48.2 | 190.5 | 0 |
| 15 | 51.4 | 188.9 | 0 |
| 16 | 55.9 | 190.5 | 0 |

Inversione



Spettro Velocità di fase - Frequenze



Inversione

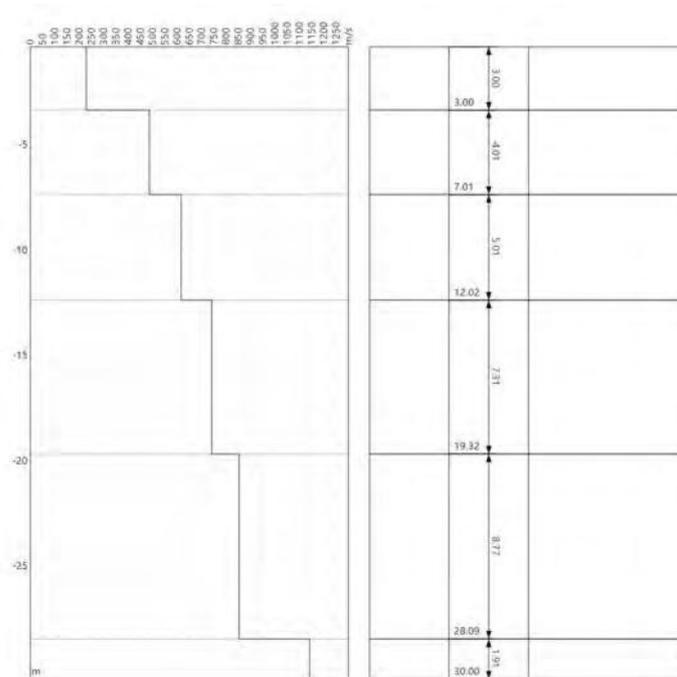
| n. | Descrizione | Profondità [m] | Spessore [m] | Peso unità volume [kg/mc] | Coefficiente Poisson | Falda | Vp [m/sec] | Vs [m/sec] |
|----|-------------|----------------|--------------|---------------------------|----------------------|-------|------------|------------|
| 1 | | 3.00 | 3.00 | 1800.0 | 0.20 | No | 373.2 | 228.5 |
| 2 | | 7.01 | 4.01 | 1800.0 | 0.20 | No | 794.7 | 486.7 |
| 3 | | 12.02 | 5.01 | 1800.0 | 0.20 | No | 1006.7 | 616.5 |
| 4 | | 19.32 | 7.31 | 1800.0 | 0.20 | No | 1210.7 | 741.4 |
| 5 | | 28.09 | 8.77 | 1800.0 | 0.20 | No | 1394.5 | 854.0 |
| 6 | | ∞ | ∞ | 1800.0 | 0.20 | No | 1864.1 | 1141.5 |

Percentuale di errore

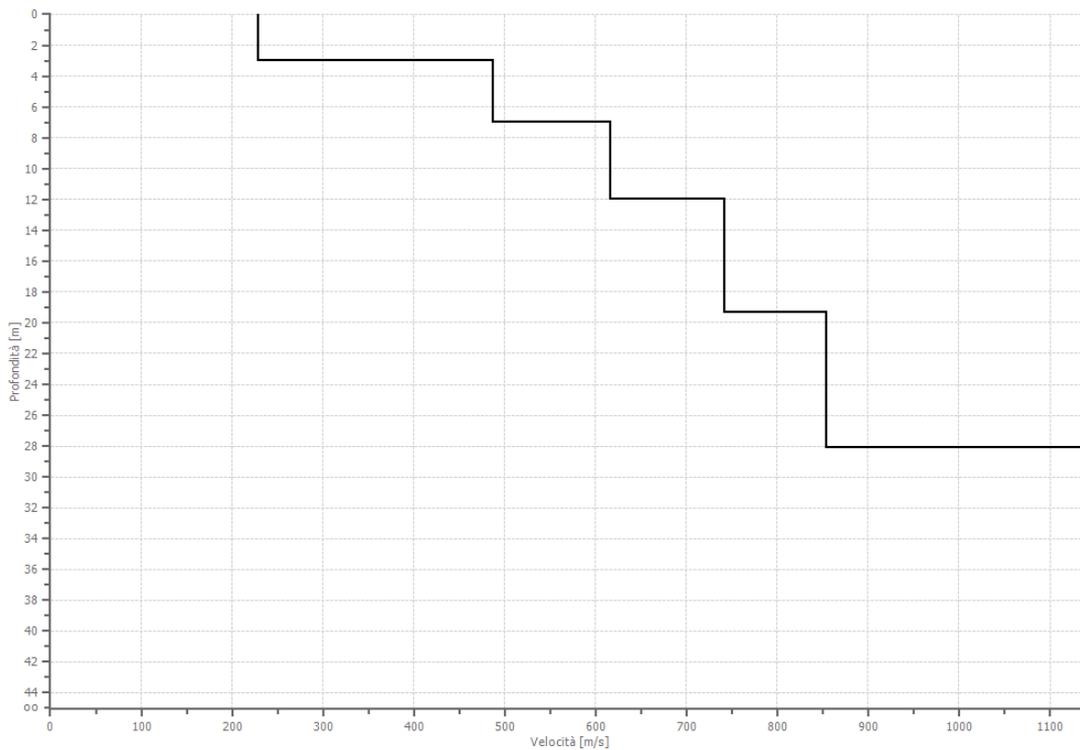
0.460 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.090



Profilo di velocità



Risultati

| | |
|---|---------------|
| Profondità piano di posa [m] | 0.00 |
| Vs eq [m/sec] | 585.01 |
| Categoria del suolo | B |

Suolo di tipo B: 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.

Altri parametri geotecnici

| n. | Profondità [m] | Spessore [m] | Vs [m/s] | Vp [m/s] | Densità [kg/m ³] | Coefficiente Poisson | G0 [MPa] | Ed [MPa] | M0 [MPa] | Ey [MPa] | NSPT | Qc [kPa] |
|----|-------------------|-----------------|-------------|-------------|---------------------------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------|-------------|
| 1 | 3.00 | 3.00 | 228.53 | 373.19 | 1800.00 | 0.20 | 94.01 | 250.69 | 125.35 | 225.62 | N/A | 1486.43 |
| 2 | 7.01 | 4.01 | 486.65 | 794.70 | 1800.00 | 0.20 | 426.30 | 1136.79 | 568.40 | 1023.11 | N/A | N/A |
| 3 | 12.02 | 5.01 | 616.48 | 1006.72 | 1800.00 | 0.20 | 684.10 | 1824.26 | 912.13 | 1641.83 | N/A | N/A |
| 4 | 19.32 | 7.31 | 741.39 | 1210.68 | 1800.00 | 0.20 | 989.38 | 2638.36 | 1319.18 | 2374.52 | N/A | N/A |
| 5 | 28.09 | 8.77 | 853.95 | 1394.50 | 1800.00 | 0.20 | 1312.63 | 3500.34 | 1750.17 | 3150.31 | N/A | N/A |
| 6 | oo | oo | 1141.51 | 1864.08 | 1800.00 | 0.20 | 2345.49 | 6254.64 | 3127.32 | 5629.18 | 0 | N/A |

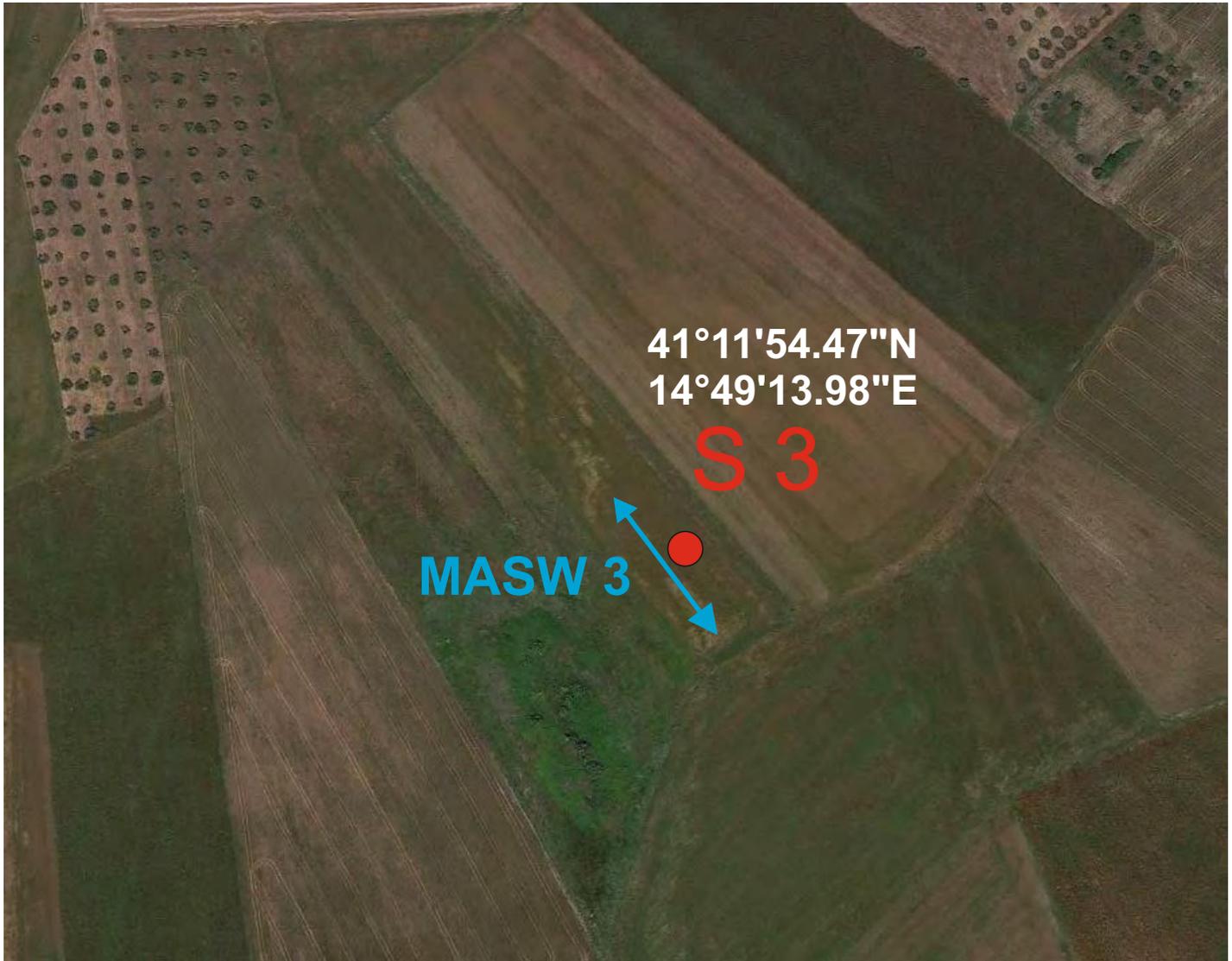
G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

UBICAZIONE INDAGINI



LEGENDA

● SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO

MASW ↔

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

MASW N ° 3



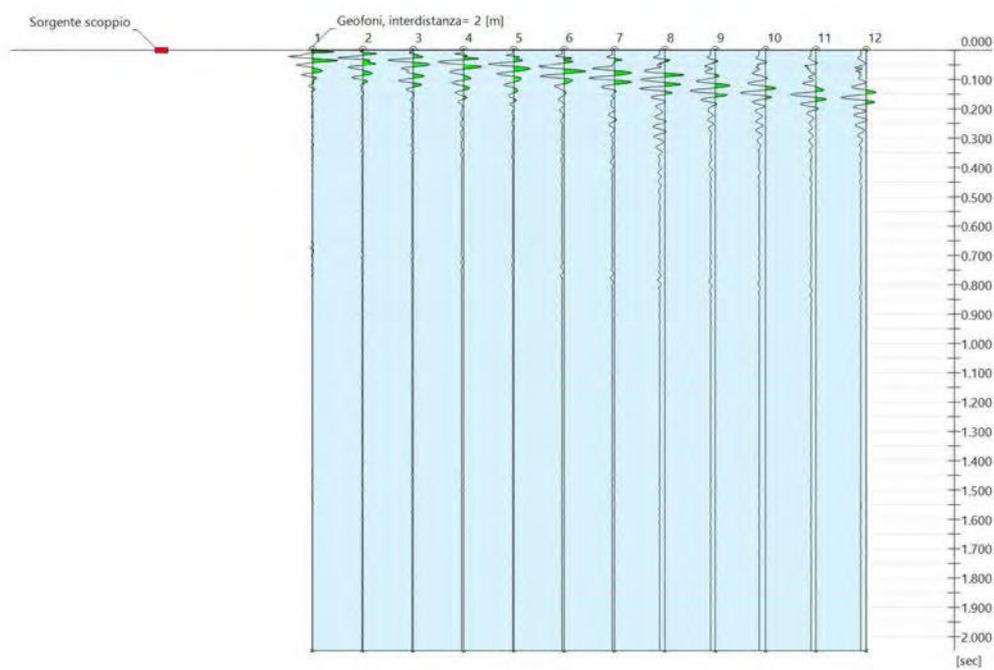
MASW S3

LAT: 41°11'54.47"N
LONG: 14°49'13.98"E
QUOTA : 397 m slm M SLM

| | |
|--|-------------------------------------|
|  | Data: febbraio 2022 |
| | Il committente PLC POWER SRL |
| | IL Tecnico |
| | Il Progettista |
| Indagine geofisica tramite tecnica MASW | |

Tracce

| | |
|---|--------|
| N. tracce | 12 |
| Durata acquisizione [msec] | 2048.0 |
| Interdistanza geofoni [m] | 2.0 |
| Periodo di campionamento [msec] | 0.50 |



Analisi spettrale

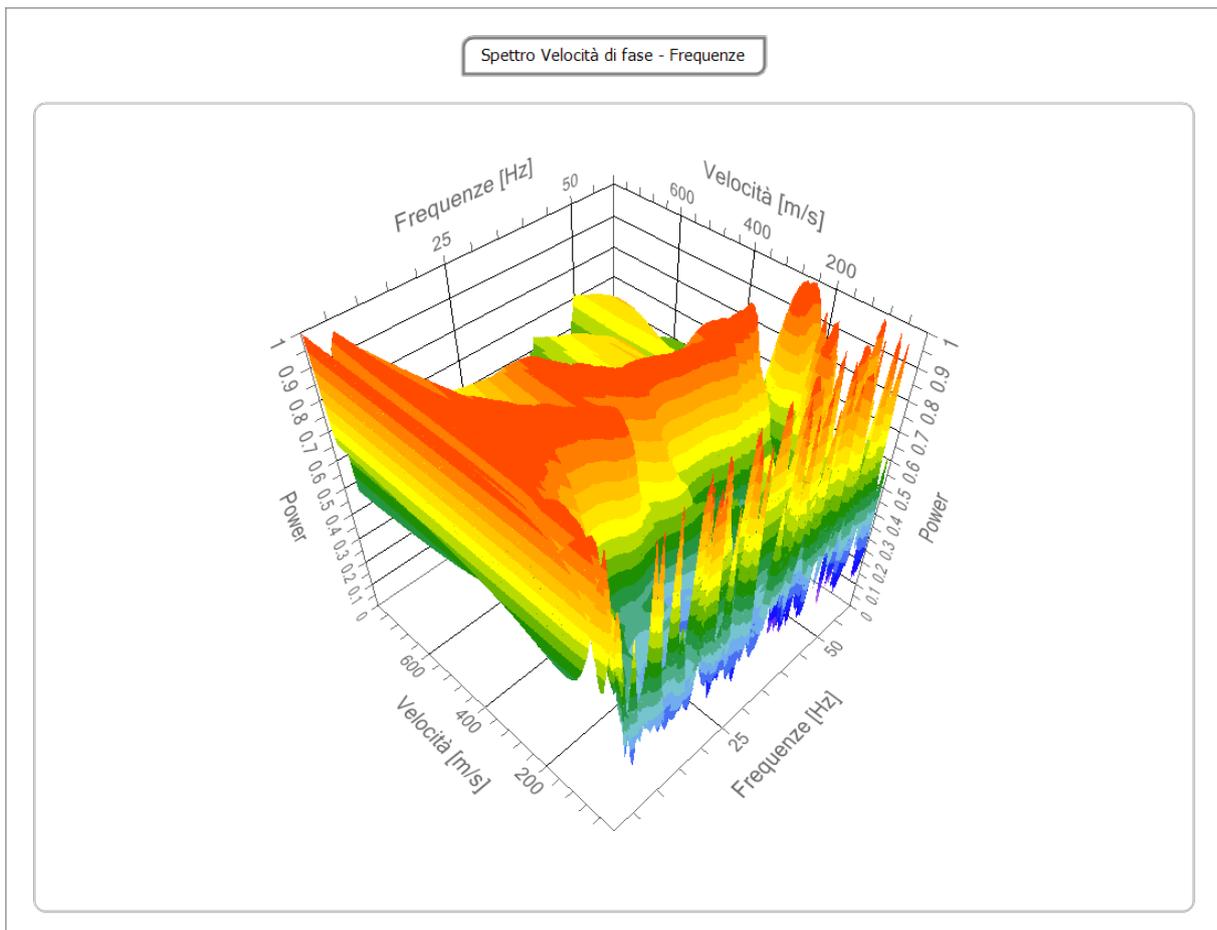
Frequenza minima di elaborazione [Hz] 1

Frequenza massima di elaborazione [Hz] 60

Velocità minima di elaborazione [m/sec] 1

Velocità massima di elaborazione [m/sec] 800

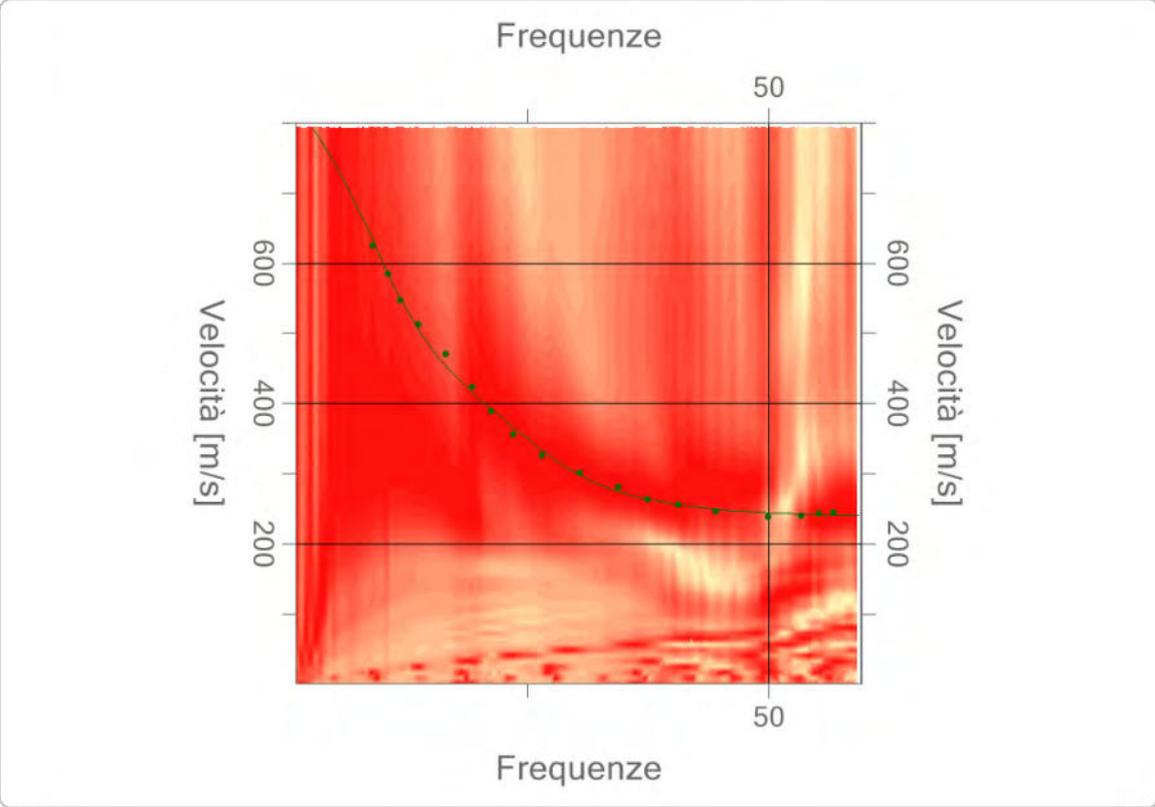
Intervallo velocità [m/sec] 1



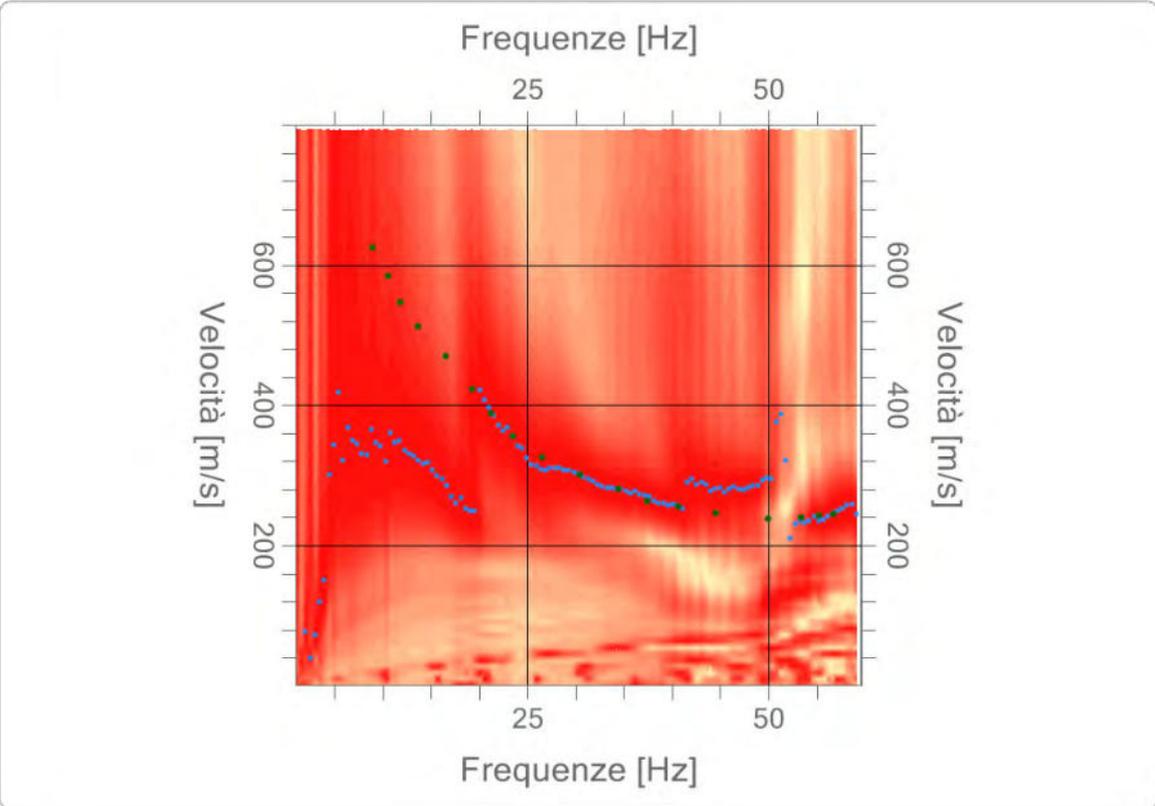
Curva di dispersione

| n. | Frequenza [Hz] | Velocità [m/sec] | Modo |
|----|-------------------|---------------------|------|
| 1 | 8.9 | 625.2 | 0 |
| 2 | 10.5 | 584.3 | 0 |
| 3 | 11.8 | 546.7 | 0 |
| 4 | 13.6 | 512.4 | 0 |
| 5 | 16.5 | 469.9 | 0 |
| 6 | 19.3 | 422.6 | 0 |
| 7 | 21.2 | 388.2 | 0 |
| 8 | 23.6 | 355.6 | 0 |
| 9 | 26.5 | 326.2 | 0 |
| 10 | 30.4 | 301.6 | 0 |
| 11 | 34.4 | 280.4 | 0 |
| 12 | 37.4 | 264.1 | 0 |
| 13 | 40.6 | 255.9 | 0 |
| 14 | 44.6 | 246.1 | 0 |
| 15 | 50.0 | 237.9 | 0 |
| 16 | 53.4 | 239.6 | 0 |
| 17 | 55.3 | 242.8 | 0 |
| 18 | 56.7 | 244.5 | 0 |

Inversione



Spettro Velocità di fase - Frequenze



Inversione

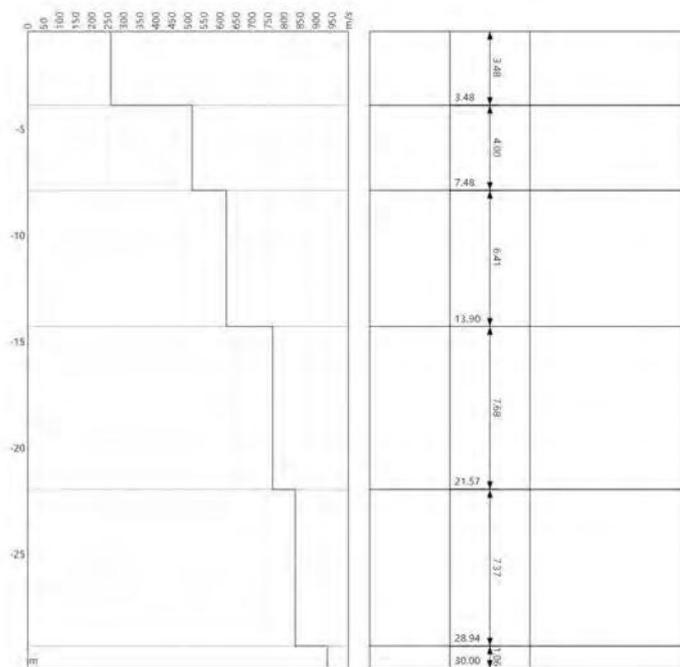
| n. | Descrizione | Profondità [m] | Spessore [m] | Peso unità volume [kg/mc] | Coefficiente Poisson | Falda | Vp [m/sec] | Vs [m/sec] |
|----|-------------|----------------|--------------|---------------------------|----------------------|-------|------------|------------|
| 1 | | 3.48 | 3.48 | 1800.0 | 0.20 | No | 422.7 | 258.8 |
| 2 | | 7.48 | 4.00 | 1800.0 | 0.20 | No | 836.6 | 512.3 |
| 3 | | 13.90 | 6.41 | 1800.0 | 0.20 | No | 1011.4 | 619.4 |
| 4 | | 21.57 | 7.68 | 1800.0 | 0.20 | No | 1247.3 | 763.8 |
| 5 | | 28.94 | 7.37 | 1800.0 | 0.20 | No | 1362.4 | 834.3 |
| 6 | | ∞ | ∞ | 1800.0 | 0.20 | No | 1525.9 | 934.4 |

Percentuale di errore

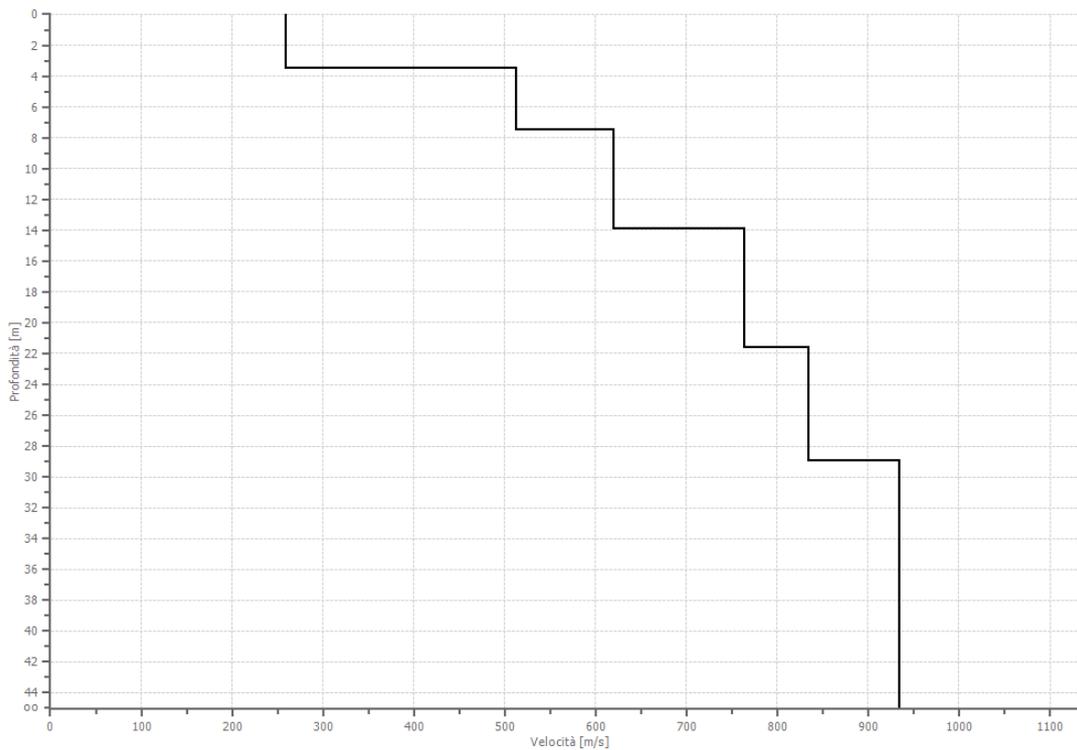
0.027 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.017



Profilo di velocità



Risultati

| | |
|---|---------------|
| Profondità piano di posa [m] | 0.00 |
| Vs eq [m/sec] | 517.70 |
| Categoria del suolo | B |

Suolo di tipo B: 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.

Altri parametri geotecnici

| n. | Profondità [m] | Spessore [m] | Vs [m/s] | Vp [m/s] | Densità [kg/m ³] | Coefficiente Poisson | G0 [MPa] | Ed [MPa] | M0 [MPa] | Ey [MPa] | NSPT | Qc [kPa] |
|----|-------------------|-----------------|-------------|-------------|---------------------------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------|-------------|
| 1 | 3.48 | 3.48 | 258.83 | 422.66 | 1800.00 | 0.20 | 120.58 | 321.56 | 160.78 | 289.40 | N/A | 2778.44 |
| 2 | 7.48 | 4.00 | 512.29 | 836.56 | 1800.00 | 0.20 | 472.39 | 1259.70 | 629.85 | 1133.73 | N/A | N/A |
| 3 | 13.90 | 6.41 | 619.37 | 1011.42 | 1800.00 | 0.20 | 690.51 | 1841.36 | 920.68 | 1657.22 | N/A | N/A |
| 4 | 21.57 | 7.68 | 763.81 | 1247.30 | 1800.00 | 0.20 | 1050.13 | 2800.36 | 1400.18 | 2520.32 | N/A | N/A |
| 5 | 28.94 | 7.37 | 834.27 | 1362.36 | 1800.00 | 0.20 | 1252.81 | 3340.84 | 1670.42 | 3006.75 | N/A | N/A |
| 6 | oo | oo | 934.41 | 1525.88 | 1800.00 | 0.20 | 1571.62 | 4190.98 | 2095.49 | 3771.88 | 0 | N/A |

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

9. CONCLUSIONI

Le conoscenze di geologia regionale, le osservazioni di dettaglio eseguite nell'area in esame e in quelle limitrofe, le indagini condotte, consentono di formulare il seguente schema litostratigrafico, geomorfologico, idrogeologico, geotecnico e sismico.

Il territorio di interesse ricade tra il foglio n°419 San Giorgio La Molara ed il foglio n°432 Benevento della Carta Geologica redatta dall'ISPRA (Istituto Superiore per la protezione e la ricerca ambientale) - scala 1: 50.000 - rilevamento geologico scala 1: 10.000.

Per la determinazione delle caratteristiche litostratigrafiche, geotecniche e sismiche, si è provveduto ad eseguire le seguenti indagini in sito ed in laboratorio.

Ovvero:

- N°3 sondaggi a carotaggio continuo spinti fino alla profondità di 30.00 m. dal p.c.;
- N°3 prelievi di campioni indisturbati e sottoposti ad analisi geotecnica di laboratorio;
- N°3 prelievi di campioni di terreno e sottoposte ad analisi chimiche (rifiuto costituito da terre e rocce).
- N°3 prove sismiche del tipo MASW.

Dal sondaggio S.1 si rileva la presenza, fino alla profondità di 0.80 m., del terreno vegetale.

Succede, fino alla profondità di 1.80 m., dell'argilla limosa di colore scuro con detriti di piccole dimensioni.

Per uno spessore di circa 6.50 m., si rinviene della sabbia limosa debolmente argillosa di colore giallastro, a buona consistenza.

Succede, fino alla profondità di 11.00 m., dell'argilla limosa di colore grigio, a buona consistenza, secca, a scaglie.

Per uno spessore di circa 0.50 m, si riviene del trovante litoide carbonatico.

Succede, fino alla profondità di 15.00 m., dell'argilla limosa di colore grigio, a buona consistenza, secca, a scaglie.

Dalla profondità di 15.00 m. e fino a 30.00 m. (fondo foro), si rinviene dell'argilla marnosa, grigio-azzurra con elementi litoidi all'interno, secca, a scaglie, ottima consistenza.

Dal sondaggio S.2, si rileva la presenza, fino alla profondità di 1.00 m., del terreno vegetale.

Succede, fino alla profondità di 6.00 m., della sabbia limosa debolmente argillosa, di colore giallastro, a buona consistenza, con clasti eterometrici ed eterodimensionali.

Per uno spessore di circa 3.00 m., si rinviene del trovante arenitico.

Succede, fino alla profondità di 14.00 m., un alternanza di sabbia limosa debolmente argillosa, di colore giallastro, a buona consistenza e trovanti arenitici.

Per uno spessore di 4.00 m., si rinviene del trovante arenitico.

Succede, fino alla profondità di 30.00 m. (fondo foro), della argilla marnosa grigio azzurra con elementi litoidi all'interno, secca, a scaglie, ottima consistenza.

Dal sondaggio S.3, si rileva la presenza, fino alla profondità di 0.90 m. dal p.c., del terreno vegetale.

Succede, per uno spessore di circa 3.10 m., della sabbia limosa debolmente argillosa, di colore giallastro, scarsamente consistente.

Per uno spessore di 0.50 m., si rinviene del trovante arenitico.

Succede, fino alla profondità di 11.50 m., un alternanza di sabbia limosa debolmente argillosa, di colore giallastro, a buona consistenza e trovanti arenitici.

Per uno spessore di 3.00 m., si rinviene del conglomerato poligenico formato da detriti arrotondati, eterometrici, in matrice sabbioso-limoso.

Infine, fino alla profondità di 30.00 m. (fondo foro), si rileva la presenza di un alternanza di sabbia limosa debolmente argillosa, di colore giallastro, a buona consistenza e trovanti arenitici.

Durante le operazioni di perforazione non è stata riscontrata la presenza di acqua.

Tuttavia, lo scrivente, si riserva, nella fase esecutiva attraverso la realizzazione di ulteriori sondaggi e l'installazione di piezometri, di

effettuare un attenta verifica di eventuale presenza di falde acquifere nell'area di stretto interesse.

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

Il territorio comunale di interesse rientra sotto la competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale.

Gran parte dell'area oggetto di intervento rientra in un'area perimetrata tra "Aree di possibile ampliamento dei fenomeni franosi cartografati all'interno, ovvero di fenomeni di primo distacco (C1)" ed "aree a rischio nullo"; solo, qualche piccolo tratto del cavidotto ricade in aree perimetrata come "aree di alta attenzione (A4)", ovvero, che sono potenzialmente interessate da fenomeni di innesco, transito ed invasione di frana a massima intensità attesa alta ma non urbanizzate.

In detta area si intende perseguire i seguenti obiettivi: incolumità delle persone, sicurezza delle strutture, delle infrastrutture e del patrimonio ambientale.

Al fine del raggiungimento degli obiettivi, 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.

Tuttavia, l'area perimetrata e definita ad alta attenzione, che sarà attraversata solo da qualche piccolo tratto di cavidotto, è caratterizzata da una morfologia in cui si evidenziano solo delle linee di deflusso, ma non fenomeni franosi significativi; tutto ciò, è evidenziato anche nella cartografia redatta dall'IFFI, dove non vengono evidenziati fenomeni franosi.

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, di piazzole e l'adeguamento della viabilità (adeguamento di strade già esistenti e realizzazione di tratti nuovi).

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

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

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

La reale stabilità dei singoli siti coinvolti dal presente progetto, in particolare quelli ove saranno realizzati gli aerogeneratori, unitamente ai tratti interessati dal passaggio dei vari cavidotti e delle strade nuove o da adeguare, ove necessario, andrà analizzata e verificata in maniera più approfondita in una fase successiva (progetto esecutivo) mediante la realizzazione di opportune e adeguate indagini in situ e di laboratorio geotecnico.

La individuazione dei parametri fisici e meccanici, è stata ottenuta dalle analisi di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati prelevati in sito.

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

1. TERRENO VEGETALE;
2. SABBIA LIMOSA DEBOLMENTE ARGILLOSA;
3. TROVANTE ARENITICO;
4. CONGLOMERATO POLIGENICO A MATRICE SABBIOSA-LIMOSA;
5. ALTERNANZA DI SABBIA LIMOSA DEBOLMENTE ARGILLOSA E TROVANTI ARENITICI;
6. ARGILLA MARNOSA GRIGIO AZZURRA CON ELEMENTI LITOIDI ALL'INTERNO.

Considerando che il primo orizzonte è caratterizzato da terreni non idonei per qualsiasi tipologia di opera, si forniscono i principali parametri geotecnici per gli orizzonti 2, 3, 4, 5 e 6.

- ORIZZONTE 2 -

SABBIA LIMOSA DEBOLMENTE ARGILLOSA

- parametri geotecnici ottenuti da risultati prove di laboratorio -

Peso dell'unità di volume naturale: 20 000 N/m³

Angolo d'attrito efficace: 25°

Coesione drenata: 0.010 N/mm²

Modulo edometrico: 7 N/mm²

- ORIZZONTE 3 -

TROVANTE ARENITICO

- parametri geotecnici bibliografici -

Peso dell'unità di volume naturale: 20 000 N/m³

Angolo d'attrito efficace: 35°

Coesione drenata: 0.000 N/mm²

Modulo edometrico: 15 N/mm²

- ORIZZONTE 4 -

CONGLOMERATO POLIGENICO A MATRICE SABBIOSA LIMOSA

- parametri geotecnici bibliografici -

Peso dell'unità di volume naturale: 20 000 N/m³

Angolo d'attrito efficace: 30°

Coesione drenata: 0.000 N/mm²

Modulo edometrico: 10 N/mm²

- ORIZZONTE 5 -

**ALTERNANZA DI SABBIA LIMOSA DEBOLMENTE ARGILLOSA E
TROVANTI ARENITICI**

- parametri geotecnici ottenuti da risultati prove di laboratorio -

Peso dell'unità di volume naturale: 20 500 N/m³

Angolo d'attrito efficace: 22.5°

Coesione drenata: 0.018 N/mm²

Modulo edometrico: 5 N/mm²

- ORIZZONTE 6 -

**ARGILLA MARNOSA GRIGIO-AZZURRA CON ELEMENTI LITOIDI
ALL'INTERNO**

- parametri geotecnici ottenuti da risultati prove di laboratorio -

Peso dell'unità di volume naturale: 19 700 N/m³

Angolo d'attrito efficace: 22°

Coesione drenata: 0.017 N/mm²

Modulo edometrico: 9.5 N/mm²

La profondità del piano di posa della fondazioni dovrà essere scelta e giustificata in relazione alle caratteristiche e alle prestazioni del tipo di struttura, alle caratteristiche del sottosuolo e alle condizioni ambientali.

I terreni dovranno soddisfare determinate esigenze di resistenza in quanto saranno soggetti a particolari situazioni di sollecitazione.

Le indagini effettuate, hanno confermato una notevole eterogeneità nell'area oggetto di intervento.

Pertanto, in fase esecutiva, sarà indispensabile effettuare dei sondaggi in corrispondenza di ogni aerogeneratore, in modo da studiare le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni rilevati e prevedere il comportamento delle terre sotto l'azione dei carichi, e di conseguenza scegliere la soluzione fondale più opportuna.

Al fine di determinare il parametro V_{sEq} , nel rispetto delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, di cui al Decreto 17-01-18, sono state effettuate tre prove sismiche del tipo MASW.

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

Tanto dovevasi in ottemperanza dell'incarico ricevuto