

Regione  
Campania

Provincia di  
Avellino

Comune di  
Bisaccia

Comune di  
Vallata



Committente:

# RWE

**RWE RENEWABLES ITALIA S.R.L.**  
via Andrea Doria, 41/G - 00192 Roma  
P.IVA/C.F. 06400370968  
PEC: rwerenewablesitaliasrl@legalmail.it

Titolo del Progetto:

## REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA NEI COMUNI DI BISACCIA E VALLATA (AV)

Documento:

**PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI**

N° Documento:

**D\_16.a**

ID PROGETTO:

**PEBV**

DISCIPLINA:

**PD**

TIPOLOGIA:

FORMATO:

Elaborato:

Relazione Idrologica, Idrogeologica e Idraulica

FOGLIO:

**1 di 1**

SCALA:

Nome file:

**Progettazione:**



**ENERGY & ENGINEERING S.R.L.**

Via XXIII Luglio 139

83044 - Bisaccia (AV)

P.IVA 02618900647

Tel./Fax. 0827/81480

pec: energyengineering@legalmail.it

**Progettista:**



**Ing. Davide G. Trivelli**

**Geologo:**



**Dott. Fabio Mastantuono**

Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato

## SOMMARIO

La seguente relazione è conforme al D.M. 17/01/2018 e successive modifiche e decreti attuativi, che disciplinano attualmente l'intera normativa riguardante le modalità di progettazione e verifica delle costruzioni (Testo Unico per l'Edilizia).

PREMESSA .....	2
1 UBICAZIONE DELL'AREA E DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....	4
2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO GENERALE ED UBICAZIONE DELL'AREA .....	6
2.1 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO DI DETTAGLIO.....	7
2.1.1 COMUNE DI VALLATA (AV) .....	7
2.1.2 COMUNE DI BISACCIA (AV).....	8
3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....	9
3.1 CARTOGRAFIA GEOLOGICA .....	13
4 TETTONICA E SISMICITA' DELL'AREA.....	15
4.1 SISMICITA' STORICA.....	18
4.2 SISMICITÀ STRUMENTALE .....	19
5 PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO .....	21
5.1 Definizione delle Aree a Diversa Pericolosità Idrogeologica.....	24
5.2 Metodologia per la Definizione delle Classi di Rischio .....	25
5.3 Cartografia dei fenomeni franosi _IFFI.....	29
6 PROGRAMMA D'INDAGINE.....	31
6.1 Sondaggi Geognostici .....	31
6.2 Standard Penetration Test .....	31
6.3 DPSH (Dynamic Probing Super Heavy).....	33
6.4 Sismica: MASW .....	34
6.4.1 CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SOTTOSUOLO.....	36
7 CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA DEL SITO.....	37
7.1 Area generatore BV1 [LAT: N 41.048318° LONG: E 15.329288°] .....	37
7.2 Area generatore V3 [LAT: 41° 3'26.23"N; LONG: 15°18'40.12"E].....	38
7.3 Area generatore BV4 [LAT: 41° 3'21.06"N; LONG: 15°19'55.84"E] .....	38
7.4 Area generatore V5 [LAT: 41° 3'26.89"N; LONG: 15°19'12.17"E].....	39
7.5 Area generatore BV6 [LAT: 41° 3'13.14"N; LONG: 15°19'33.91"E].....	39
8 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DELL'AREA	40

9	ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE.....	42
10	CONCLUSIONI .....	46

## **ELENCO ELABORATI**

### **• ALLEGATI**

❖	<i>Fascicolo Indagini geognostiche_TECNOGEO</i>	ALLEGATO N° 1
❖	<i>Fascicolo Indagini geognostiche_GEOANNA</i>	ALLEGATO N° 2
❖	<i>Fascicolo Verifiche di stabilità</i>	ALLEGATO N° 3

### **• TAVOLE**

❖	<i>Planimetria con ubicazione indagini geologiche</i>	TAV. D_15.b
❖	<i>Carta Geologica</i>	TAV. D_15.c
❖	<i>Carta Geomorfologica</i>	TAV. D_15.d
❖	<i>Carta dei dissesti in atto e quiescenti</i>	TAV. D_15.e
❖	<i>Carta Idrtogeologica</i>	TAV. D_16.b

## **PREMESSA**

Nell'ambito del progetto per la "**REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA NEI COMUNI DI BISACCIA E VALLATA (AV)**", è stato affidato incarico, al dott. Geologo Fabio Mastantuono con iscrizione n° 2770 all'albo dei Geologi della Regione Campania, di condurre uno studio geologico di dettaglio sull'area interessata dal progetto.

Lo studio è finalizzato ad una prima valutazione delle litologie presenti, all'individuazione del trend morfoevolutivo, alla ricostruzione dell'ambito geologico, geomorfologico ed idrologico e idrogeologico in cui s'inserisce il sito di progetto.

L'inquadramento geologico e fisiografico dell'areale di studio risulta essere noto sia per la provincia geologica di appartenenza sia per la documentazione bibliografica esistente. La normativa nazionale e regionale di riferimento è la seguente: *Decreto Ministeriale 17 Gennaio 2018 recante "Norme Tecniche per le Costruzioni"*.

In relazione alle finalità ed alle informazioni che si intendevano acquisire sono state eseguite le seguenti attività:

- Acquisizione dati bibliografici e cartografici per l'inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico dell'area vasta;
- Rilievo di superficie del sito di indagine e delle aree limitrofe atto ad individuare eventuali indizi di instabilità geomorfologica;
- Esecuzione di una campagna di indagini stratigrafiche e penetrometriche.

In dettaglio, attraverso la campagna di indagini preliminare sono stati eseguiti:

- **Numero 2 sondaggi geognostici**, spinti alla profondità di 30 metri dal p.c., eseguiti nelle aree d'interesse, con attrezzatura di perforazione atta al prelievo di campionatura dalla società TECNOGEO SRL;
- **Numero 4 prove S.P.T.** (Standard Penetration Test) eseguite nel corso dei sondaggi a rotazione dalla società TECNOGEO SRL;
- **Numero 4 prelievi** di campioni indisturbati e sottoposti ad **analisi geotecnica** di laboratorio eseguiti dalla società TECNOGEO SRL;
- **Numero 5 DPSH** spinte fino a rifiuto eseguite dalla società GEOANNA SRLS;
- **Numero 5 indagini sismiche con sorgente attiva MASW** eseguite dalla società GEOANNA SRLS;
- **Numero 5 verifiche di stabilità** lungo le linee di massima pendenza;



- **Analisi chimiche di laboratorio** eseguite dalla società TECNOGEO SRL;
- Interpretazione e correlazione di tutti i dati raccolti e conseguente ricostruzione del quadro litostratigrafico, geotecnico e litodinamico del substrato relativo all'area di diretta competenza.

*Tutti i dettagli tecnici sono riportati all'interno del Fascicolo delle Indagini.*



Figura 1 - Limiti confini comunali dell'area di progetto

## **1 UBICAZIONE DELL'AREA E DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO**

La società **RWE RENEWABLES ITALIA S.R.L.** ha in progetto la realizzazione di un impianto di generazione da fonte eolica per la produzione di energia elettrica.

Il progetto in esame consiste nella realizzazione di una centrale eolica nei Comuni di Bisaccia (AV) e Vallata (AV), con opere di connessione nei Comuni di Bisaccia (AV) e Vallata (AV).

L'impianto sarà caratterizzato da una potenza elettrica nominale installata di 36 MW, ottenuta attraverso l'impiego di 5 generatori eolici da 7,20 MW nominali.



Figura 2: Corografia area impianto eolico

Il progetto, in particolare, prevede la realizzazione di n°5 aerogeneratori e di una rete di cavidotti MT distribuiti su due aree:

- Primo tratto nel comune di **Bisaccia (AV)** per un totale di **n.3** aerogeneratori;
- Secondo tratto nel comune di **Vallata (AV)** per un totale di **n.2** aerogeneratori.



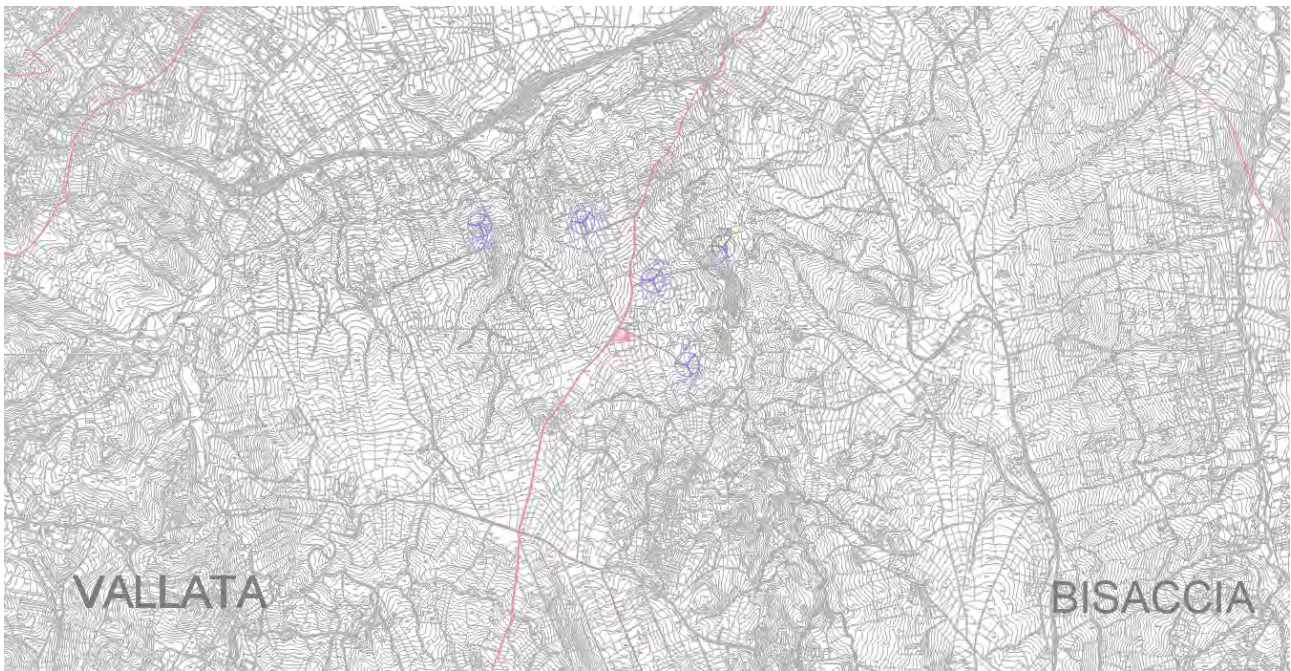



Figura 3: Ubicazione delle opere sul territorio

**LEGENDA:**

-  AEROGENERATORI DI PROGETTO
-  CAVIDOTTO MT
-  LINEA AEREA AT
-  SSE UTENTE ESISTENTE DA REALIZZARE
-  STAZIONE ESISTENTE TERNA 'BISACCIA'
-  AREA CANTIERE
-  CONFINE COMUNALE

## **2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO GENERALE ED UBICAZIONE DELL'AREA**

Come anticipato, l'area oggetto di studio comprende i territori dei Comuni di **BISACCIA** e **VALLATA** ricadenti a cavallo dei Fogli N° 173 della Carta Geologica d'Italia 1: 100.000 "BENEVENTO"; N°174 "ARIANO IRPINO" e N°186 "SANT'ANGELO DEI LOMBARDI".

L'area in esame ricade all'interno dei Fogli n.450041-433162-433161-433122-433093 del C.T.R. scala 1:5000.

La morfologia collinare è in stretta relazione con la natura dei terreni e del loro assetto strutturale.

Il territorio comunale di Vallata Bisaccia è riportato nelle Tavole dell'IGM 186 I-NE "MONTE MATTINA"; 186 I-NO "ANDRETTA"; 174 II-SO "VALLATA"; 174 II-SE "LACEDONIA"; della Carta d'Italia in scala 1:25000.

La morfologia del territorio che oggi si osserva è tipica delle zone collinari con versanti poco acclivi e spesso culminanti con superfici spianate più o meno ampie, derivanti dai naturali processi morfogenetici che in passato hanno generato tali forme, successivamente smembrate sia dalle fasi tettoniche che dall'azione erosiva del reticolo idrografico. L'attuale morfologia, infatti, è strettamente legata agli agenti mio-pliocenici traslativi, alla successiva fase plio-quadernaria essenzialmente distensiva, agli impulsi climatici quadernari ed alle caratteristiche litologiche dei terreni affioranti. La disomogeneità morfologica può riferirsi ad una erosione di tipo selettivo che ha variamente modellato il paesaggio a seconda della diversa costituzione litologica dei terreni affioranti.

L'area destinata al progetto è situata tra quote che variano da ca. 550 a 900 m s.l.m. e viene a trovarsi in sinistra idrografica del Fiume Ufita. La morfologia dell'area assume un carattere pressoché collinare di media e elevata altezza. La natura litologica dei terreni e la distribuzione degli allineamenti tettonici, hanno favorito l'incisione delle valli in direzione NO-SE e con dei profili generalmente molto morbidi. Inoltre è bene evidenziare che delle condizioni di particolare instabilità dei versanti, con manifestazioni quali frane di scivolamento e rotazionali, si notano in corrispondenza dei depositi flyschoidi.

## **2.1 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO DI DETTAGLIO**

La situazione morfologica di questo territorio, nelle linee generali, è caratterizzata da un assetto tipico delle zone collinari, con profili generalmente morbidi, dovuti al susseguirsi di leggeri declivi, con bruschi cambi di pendenza e forre, più o meno incise, in corrispondenza del corso d'acqua principale e di quelli secondari.

### **2.1.1 COMUNE DI VALLATA (AV)**

Il territorio comunale di Vallata è situato nell'Appennino Meridionale con forma allungata in direzione NNESSW per una superficie di 47,50 km<sup>2</sup>.

La sinclinale di Trevico, che passa anche per Vallata, rappresenta uno spartiacque naturale delimitato dalle valli del Torrente Calaggio ad Est e del Fiume Ufita a sudsudovest, mentre a nord dal Torrente Fiumarella.

Il territorio di Vallata trova posizione nel tipico paesaggio dolcemente ondulato dell'Irpinia interna, con versanti spesso acclivi che evidenziano una morfogenesi recente ed in cui le morfo-strutture sono dovute alla recente tettonica di dissezione (ultimi 400.000 anni) ed ai differenti litotipi su cui essa ha agito. La natura dei terreni presenti in tale area, infatti, conferisce al territorio forme dolci rappresentate da colline.

Il comune di Vallata confina a nord con Scampitella, a ovest con Trevico e Carife, a sud con Guardia Lombardi e ad est con Bisaccia. Lo sviluppo del territorio comunale è articolato secondo una direttrice NE-SW e presenta le quote più alte (S. Stefano 1000 metri) in prossimità del nucleo abitato.

I corpi geologici affioranti sono strutturati in unità tettoniche disposte secondo fasce orientate in senso appenninico, con vergenza di accavallamento orientale e derivano dalla deformazione di successioni bacinali ubicate lungo il margine continentale passivo della microzolla adriatico-apula.

Per quel che riguarda le caratteristiche idrologiche generali, il comune di Vallata rientra in una zona caratterizzata da un regime pluviometrico di tipo Appenninico (Sub-Litoraneo) con periodo piovoso compreso tra ottobre e maggio (75%-80% del totale di pioggia annua). Vi sono due picchi di precipitazione massima mensile che si verificano mediamente nei mesi di Novembre (massimo assoluto) ed Aprile, mentre i minimi si hanno in Luglio (minimo assoluto) e Febbraio-Marzo.

Nell'insieme, il territorio comunale è caratterizzato in massima parte dalla presenza di terreni che hanno un grado di permeabilità da basso, a medio fino a medio-alto. I termini stratigrafici argillosi fungono da impermeabili relativi, mentre i termini arenaceo-marnoso-

conglomeratici rappresentano dei potenziali acquiferi. Ai fini tecnici è necessario infine sottolineare la presenza locale di falde stagionali poco profonde nei complessi limoso-ciottoloso-argillosi (terreni quaternari) e nei complessi prevalentemente argillosi, che, per le loro caratteristiche tecniche, sono condizionati dal contenuto d'acqua, con riduzioni di resistenza al taglio e incremento delle azioni sismiche locali nei casi di presenza di acqua.

### **2.1.2 COMUNE DI BISACCIA (AV)**

Bisaccia è un comune della Campania, in provincia di Avellino situato su una collina a 860 m s.l.m. L'abitato è costituito da due parti distinte: il centro storico, sorto intorno al Castello Medioevale, e Bisaccia Nuova, costruita in seguito al terremoto del 1930 e completata in seguito a quello del 1980.

A causa di un antico fenomeno franoso di tipo *scivolamento rotazionale*, avvenuto con ogni probabilità in tempi preistorici, si è avuta la grande scarpata che suddivide l'abitato in due parti poste a quote diverse. Lo scivolamento che ha coinvolto la placca conglomeratica sulla quale è posto l'abitato di Bisaccia e le argille varicolori sottostanti è stato riattivato in tempi successivi come è testimoniato dall'inclinazione contro monte assunta dalla torre duecentesca.

Tuttavia, i fenomeni tettonici non sono gli unici fattori che compromettono la stabilità del territorio. La situazione attuale deriva dalla somma di molteplici elementi sfavorevoli quali la natura geologica, le pendenze topografiche, spesso elevate, la presenza di ampie zone disboscate, ecc.

Molto importanti risultano le precipitazioni: durante i periodi di prolungata piovosità, esse fanno sì che le frane assumano forme imponenti allungandosi per chilometri. Segni evidenti della intensa attività dei fenomeni franosi si possono notare nelle vistose fratture che presentano i manufatti in alcune zone dell'abitato. Quanto detto rappresenta la causa della radicale evoluzione del territorio oggetto di studio.

### 3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area in studio si inserisce in un tratto della catena s.s. dell'Appennino meridionale che costituisce la struttura a falde di ricoprimento neogenica generatasi a partire dal Miocene inferiore-medio. La catena deriva dalla deformazione, strutturazione e scollamento di differenti domini meso-cenozoici che paleogeograficamente erano interposti tra l'area cratonica africana e l'oceano tetideo. In particolare, questi domini caratterizzavano un margine frammentato, soprattutto in termini crostali, ove si diversificavano domini di sedimentazione quali ambienti di mare basso, le piattaforme (Sud-Appenninica s.l. e Apulo o Campano-Lucana e Abruzzese Laziale), con interposti bacini pelagici, ambienti di mare profondo (Bacino Lagonegrese o Lagonegrese Molisano).

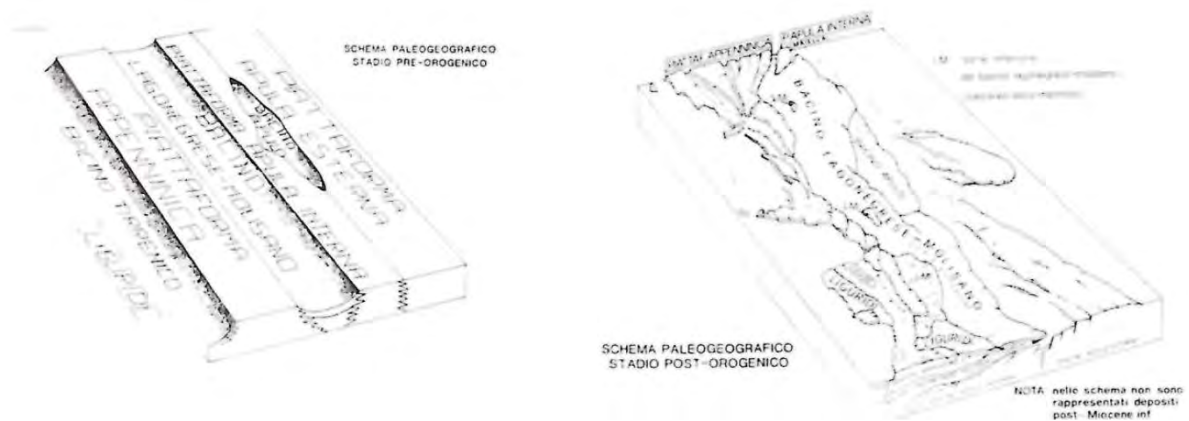


Figura 4 -Schema paleogeografico: stadio pre-orogenico

I primi domini si caratterizzavano per l'isolamento dalle aree continentali e costituivano ampie zone a sedimentazione esclusiva carbonatica.

Durante il Paleogene e fino al Miocene inferiore nelle zone marginali ai domini neritici si deponevano sedimenti calcarenitici e calciruditici torbiditici, cui si intercalavano argille ed argille marnose rosse e verdi, calcilutiti e marne tipo "Scaglia" (FlyschRosso).

Tra il Cretaceo superiore e il Paleogene questi domini di sedimentazione costituivano i settori di retropaese della Catena delle Alpi.

L'orogenesi Alpino-Himalaiana interessa l'area appenninica solo a partire dal Miocene inferiore quando processi di subsidenza forzata portano gradualmente, da occidente ad oriente, il retropaese alpino a divenire avampaese appenninico e successivamente avanfossa.



I predetti domini di sedimentazione, infatti, con una sedimentazione a scala regionale concordante, prima neritica poi batiale, registrano il passaggio da domini di piattaforma relitta ad avampaese appenninico e con una sedimentazione terrigena sinorogena marcano il passaggio parossistico al sistema catena - avanfossa appenninico.

Il carattere della megasutura appenninica è collisionale con reciproco consumo da parte della microplacca sardo-corsa e di quella afro-padano-ionica secondo lo stile della *thrusttectonics* (impilamento di falde tettoniche), con vergenza prevalentemente adriatica.

Durante la tetto-genesi si sono sviluppate differenti avanfosse sia per gli aspetti fisiografici sia per quelli strutturali e petrografici, testimoniate da depocentri di sedimentazione sinorogeni con caratteri stratigrafico-sedimentari diversi.

Tra queste l'avanfossa miocenica conosciuta sotto il termine di "Bacino Irpino" rappresenta un momento molto caratterizzante della sedimentazione sinorogena e quindi della evoluzione del sistema Catena avanfossa durante buona parte del Miocene.

Alcune successioni flyscioidi, ad esempio il "Flysch di Castelvete", sono significative per la comprensione della morfologia del cuneo tettonico e della sua strutturazione. La regressività delle successioni e il diacronismo delle facies indicano la progradazione del sistema catena-avanfossa verso gli attuali quadranti NE.

La presenza di olistoliti calcarei e olistrostromi di argille policrome definiscono condizioni di acme della tettonica.

Le discontinuità basali del tipo unconformity e presenza di facies con sedimenti grossolani e disorganizzati cannibalizzati dal substrato indicano carreggiamento dello stesso durante la sedimentazione (piggy-back basin). Successioni tipo Serra Palazzo, rappresentano depocentri di sedimentazione marginale rispetto al fronte della catena, mentre successioni esclusivamente calcareo-clastiche indicano aree più esterne di raccordo tra l'avanfossa e l'avampaese apulo.



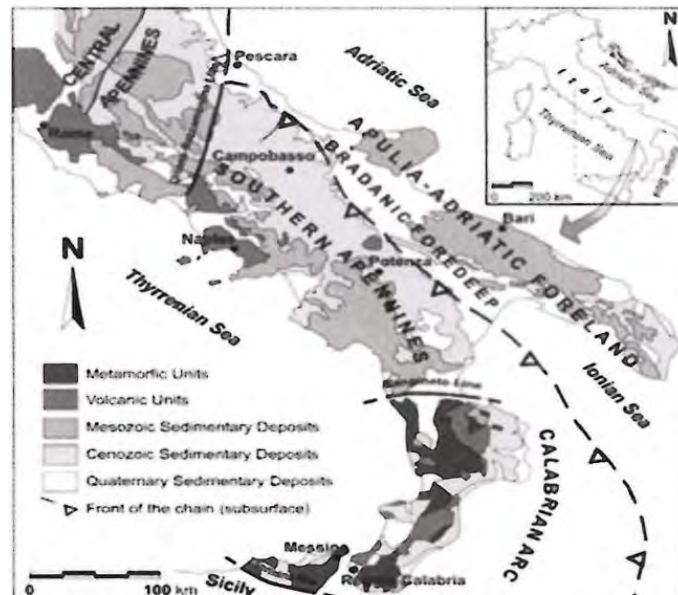


Figura 5 - Carta geologica schematica (da: Bonardi, et alii.,2009)

Con il Messiniano e il Pliocene si passa ad uno stadio differente della tettonogenesi: il sistema catena-avanfossa diviene più superficiale, atteso che la sedimentazione prevalente è di mare basso (facies molassiche).

Successivamente, durante la tettonica plio-quadernaria, con lo scemare dei regimi compressivi, prendono avvio le fasi surrettive della catena.

La reazione isostatica, che ha sempre accompagnato le fasi di affastellamento tettonico, si risolve soprattutto con il Pleistocene con i maggiori rigetti: sollevamenti della catena differenziati alla scala regionale e progradanti, dall'area tirrenica a quella adriatica, producendo disarticolazione e disequilibri, hanno favorito il passaggio alla continentalità di parte della catena sud-appenninica e quindi alla sedimentazione continentale.

Le vicende connesse con la formazione dell'Irpinia sono strettamente legate all'evoluzione dell'Appennino Campano, e, quindi, alla tettonogenesi connessa con il margine africano-adriatico. L'insieme degli eventi tettonogenetici manifestatisi hanno generato una serie di coltri di provenienza esterna sovrascorrenti sulla piattaforma abruzzese-campana, a sua volta sovrascorsa sui terreni del fianco occidentale del bacino lagonegrese, accavallandosi sui terreni della zona assiale del bacino.

Quindi la formazione del Bacino Irpino impostato in parte sulle coltri e in parte sulle aree più esterne del bacino lagronegrese, non coinvolto nel processo tettonogenetico. La sedimentazione torbiditica è continuata all'incirca fino al Tortoniano inferiore venendo poi bloccata da una fase tettonica di notevole portanza che ha generato la sovrapposizione

di coltri alloctone sui terreni del bacino Irpino. Verso la fine del Miocene l'area Irpina è caratterizzata da un ciclo di tipo regressivo, poi nel Plio-Pleistocene emerge completamente fino ad arrivare, attraverso tutto questo periodo, ad una sorta di stasi tettonica che comporta una veloce erosione fino al raccordo dei dislivelli creatisi nelle fasi più attive.

La formazione dell'Appennino Meridionale è legata anche ad una serie di eventi di tipo vulcanico che si sono accresciuti sviluppando un insieme di fasi ignimbriche che hanno ricoperto l'intera Campania.

Si sono susseguiti altri fenomeni eruttivi intorno ai 18.000 anni fa da parte del Vesuvio, alternando fasi di tipo effusivo a fasi a carattere esplosivo, con la formazione di un orizzonte piroclastico recente separato da quello più antico per la presenza delle pomice di base.

L'area di progetto risulta, quindi, interessata da terreni compresi tra il Miocene ed il Quaternario che risultano costituire l'imbasamento dell'intera zona.

Tali formazioni verranno sottoposte a depositi più terrigeni ed argillosi di età messiniana originatisi in tendenza con gli eventi tettonici del Miocene superiore.

In uno sguardo d'insieme dell'area e delle fasce di contorno prevale la presenza di terreni argilloso-marnosi e depositi piroclastici. Il complesso argilloso-marnoso risulta essere costituito da argille marnose e sabbioso siltose, con presenza di puddinghe poligeniche con rari ciottoli a matrice arenacea poco coerenti.

I livelli più arenitici mostrano vario spessore e diverso grado di cementazione ed una tendenza ad influenzare le sequenze pelitiche modificandone così l'aspetto plastico generale. Tale complesso rappresenta la formazione di base che mostra grande variabilità di spessore e natura con un proporzionamento delle inclusioni arenitiche e della stessa pasta argillosa diversa da luogo a luogo.

Per quanto riguarda i depositi piroclastici ricoprono il substrato argilloso assumendo una composizione granulometrica eterogenea, da ghiaie fino a sabbie e limi.

Questo tipo di terreno mostra sempre un grado di alterazione e degradazione per via di agenti esogeni.

### 3.1 CARTOGRAFIA GEOLOGICA

La documentazione cartografica esistente relativa all'area interessata dal progetto ricade, come già anticipato, a cavallo dei Fogli N° 173 della Carta Geologica d'Italia 1: 100.000 "BENEVENTO"; N°174 "ARIANO IRPINO" e N°186 "SANT'ANGELO DEI LOMBARDI".

Tale cartografia permette di ascrivere l'area in studio ed i relativi aerogeneratori a due formazioni in particolare. Si rimanda alla Tavola D\_15.c il dettaglio della Carta Geologica.

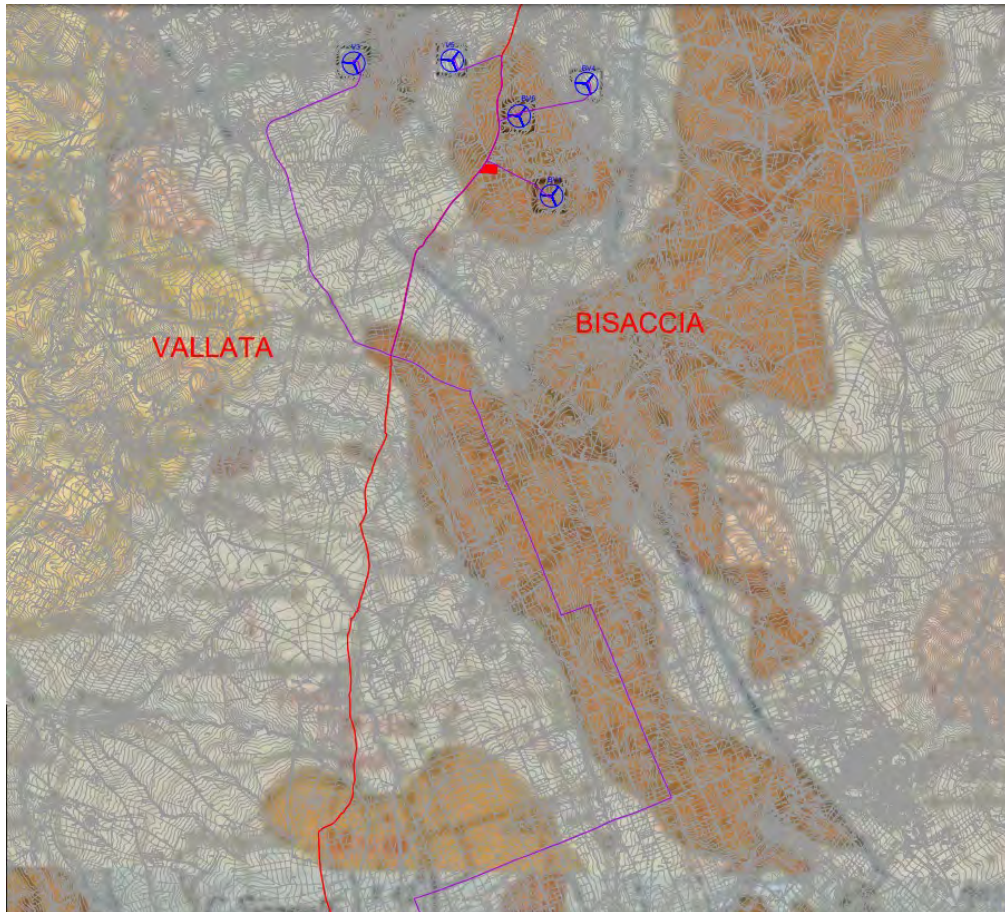
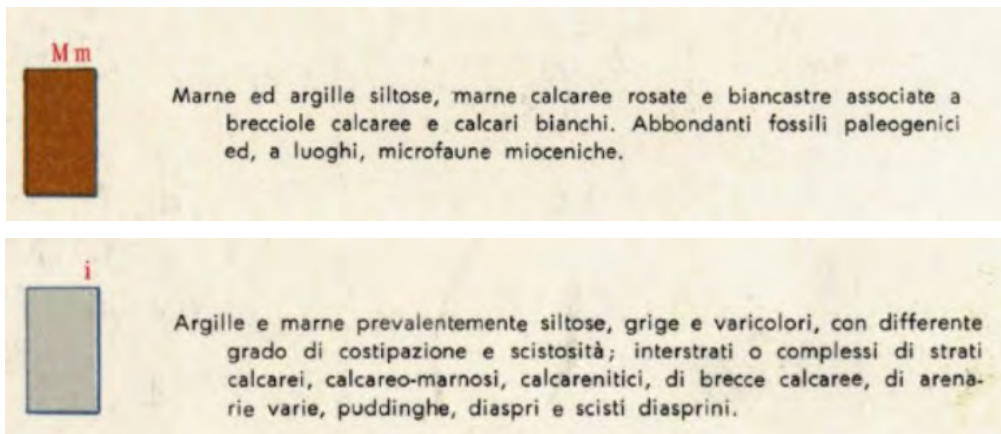


Figura 6 – Stralcio carta geologica con ubicazione aerogeneratori.



Anche il cavidotto, nella sua interezza, attraversa le medesime formazioni degli aerogeneratori con l'aggiunta della seguente:

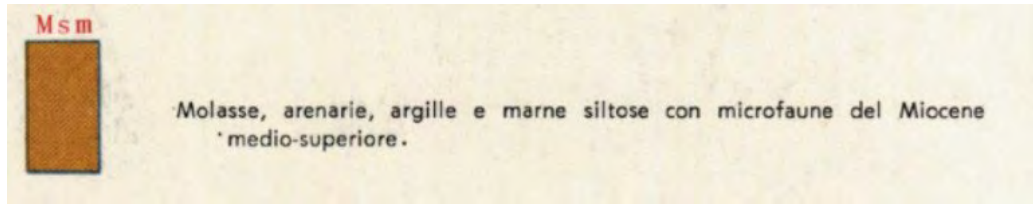


Figura 7: Estratti del Foglio174 "Ariano Irpino" della Carta Geologica d'Italia con relativa legenda delle unità litologiche affioranti nell'area in esame.

#### **4 TETTONICA E SISMICITA' DELL'AREA**

Ai movimenti tettonogenetici compressivi mio-pliocenici prima descritti fanno seguito reazioni isostatiche. Si verificano, infatti, soprattutto a partire dal Plio-Pleistocene, movimenti surrettivi entro il dominio di catena che disarticolano notevolmente gli ordinamenti strutturali precedenti.

In questa fase evolutiva, definita epigenesi, si determina il ringiovanimento delle forme dei rilievi, si sviluppano profonde incisioni e in aree continentali si configurano unità fisiografiche in disequilibrio rispetto al livello medio del mare.

In questa fase evolutiva si genera la depressione di Avellino, di cui Atripalda ricopre una area marginale, che rappresenta la soluzione di continuità tra gli acrocori carbonatici mesozoici dei Monti Picentini e quelli dei Monti di Avella e di Sarno.

L'epigenesi è sviluppata con il susseguirsi di eventi surrettivi che hanno scatenato dinamiche superficiali di versante come le frane. Questi processi di denudamento dei versanti conoscono periodi di accelerazione quando sollecitati da cause dinamiche quali i terremoti; la relazione tra terremoti e franosità di un territorio è un connubio più volte verificato (franosità indotta in fase dinamica).

A tali periodi si sono alternati periodi di calma tettonica, sufficientemente lunghi da favorire processi geologici di peneplanazione. Periodi di stabilità tettonica si sono sviluppati nel Messiniano e a luoghi nel Pliocene medio fino a parte del Pleistocene inferiore con genesi di un'ampia superficie spianata la "Paleosuperficie" auct. che interessa prevalentemente i settori di catena s.s. ove l'ossatura si caratterizza con i massicci carbonatici e i terreni flyscioidi.

Gli eventi successivi al Pleistocene inferiore (1.4 Ma dal presente) sbloccano un sistema di faglie dirette; alla fine del Pleistocene inferiore (O. 7 Ma dal presente) tale sistema è stato riattivato con la genesi di altri lineamenti tettonici.

Il Pleistocene medio è segnato da testimonianze di attività tettonica che hanno dato vita a bacini lacustri (Vallo di Diano, Acerno, ecc) oggi estinti, mentre nel Pleistocene superiore le zone assiali della catena sono state ancora interessate da movimenti tettonici distensivi che hanno determinato l'estinzione dei bacini lacustri più piccoli, per erosione della soglia (Lioni, Cassano Irpino, ecc).

Anche lo schema di zonazione di sismotettonica regionale, dedotto dai dati di sismicità storica dell'Appennino meridionale, inserisce la zona in studio nella porzione assiale della



catena; area dove si generano e sono quindi da prevedere terremoti di medio-alta intensità.

Le isosiste dei terremoti più intensi si sviluppano prevalentemente in senso appenninico similmente allo sviluppo delle faglie di distensione; tale zona, ampia circa 40 km, viene assimilata alla porzione di catena più sollevata e si sviluppa dal territorio sannitico a quello calabrese.

Gli sforzi agenti nei terremoti, dedotti dallo studio dei loro meccanismi focali, sono legati prevalentemente a movimenti distensivi e subordinatamente a movimenti trasversali.

L'area indagata è stata interessata più volte in epoca storica da eventi sismici anche di dimensioni notevoli. Il fenomeno è dovuto sia alla presenza di faglie attive che a movimenti tettonici a scala regionale.

A queste cause bisogna aggiungere l'attività sismica dell'area Campana, originata dalla presenza del complesso vulcanico. L'attività sismica periodica in queste zone va a colpire territori già fragili di per sé, innescando nuovi movimenti traslativi o riprendendo vecchie frane quiescenti.

Terreni sciolti che si trovano al limite della stabilità, saturi d'acqua ed estesi su pendenze rilevanti, sono sicuramente quelli più a rischio di smottamenti nel caso anche di lievi eventi sismici, travolgendo infrastrutture ed opere murarie.

**I comuni di VALLATA e BISACCIA sono tra i comuni dichiarati sismici in zona 1** *Categoria 1 (1984); Categoria 1(1998); Zona 1 (Classif. 2003-2015); Zona 1 (Classif. 2021).*



Figura 6: Classificazione sismica della Regione Campania

Tabella 1: Valori di accelerazione di picco orizzontali

Zona sismica	Descrizione	accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [a <sub>g</sub> ]	accelerazione orizzontale massima convenzionale (Norme Tecniche) [a <sub>g</sub> ]	numero comuni con territori ricadenti nella zona (*)
1	Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi fortissimi terremoti.	a <sub>g</sub> > 0,25 g	0,35 g	703
2	Zona dove possono verificarsi forti terremoti.	0,15 < a <sub>g</sub> ≤ 0,25 g	0,25 g	2.224
3	Zona che può essere soggetta a forti terremoti ma rari.	0,05 < a <sub>g</sub> ≤ 0,15 g	0,15 g	3.002
4	E' la zona meno pericolosa, dove i terremoti sono rari ed è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica.	a <sub>g</sub> ≤ 0,05 g	0,05 g	1.982

#### 4.1 SISMICITA' STORICA

L'area indagata è stata interessata più volte in epoca storica da eventi sismici anche di dimensioni notevoli. Al fine di delineare un quadro più preciso delle conoscenze di sismicità storica occorsa nell'area Sannio-Matese consideriamo le informazioni contenute nel catalogo CPTI11 (Gruppo di Lavoro CPTI11, 2011).

Il catalogo CPTI11 si riferisce a un database macrosismico (DBMI11; Locati et al., 2011) e su una base di dati strumentali ampia e aggiornata. CPTI11 si compone di due sezioni, delle quali la principale (1000-2006), contenente 2984 terremoti. Le soglie di riferimento sono  $l_0 = 5-6$  e  $M_w = 4.5$ , il catalogo contiene diverse centinaia di eventi al di sotto di queste soglie. La base di dati macrosismici, che costituisce l'oggetto

di DBMI11 (Locati et al., 2011), rappresenta quanto disponibile a tutto il 2008, con l'eccezione dei dati provenienti dagli studi di Molin et al. (2008). La base di dati strumentali è stata arricchita mediante l'utilizzo di cataloghi parametrici e bollettini strumentali, quali:

- i Cataloghi Strumentali dei Terremoti Italiani 1981-1996 (CSTI1.1, Gruppo di lavoro CSTI, 2005) e 1981-2002 (CSI1.1, Castello et al., 2006);
- il bollettino strumentale INGV 2002-2008 (INGV, 1983-2008); - le determinazioni di  $M_w$  fornite da Pondrelli et al. (2001, 2002, 2004, 2006).

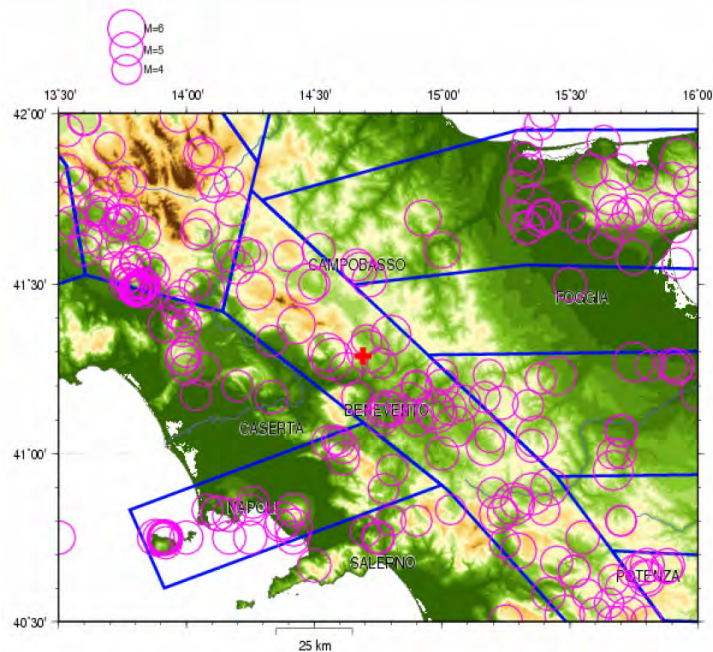


Figura 7: Sismicità storica contenuta nel catalogo CPTI (Gruppo di Lavoro CPTI11, 2011). I poligoni con bordo blu descrivono gli elementi della zonazione sismogenetica ZS9.



## 4.2 SISMICITÀ STRUMENTALE

La mappa mostra la distribuzione della sismicità strumentale raccolta nel Catalogo della Sismicità Italiana - CSI (Castello et al., 2006). Il catalogo CSI contiene eventi sismici registrati dalla rete sismica INGV (Istituto nazionale di Geofisica e Vulcanologia) nell'intervallo temporale compreso tra il 1981 e il 2002. L'area indagata si trova in un settore caratterizzato da un'intensa attività sismica, con eventi di natura prevalentemente crostale, la cui profondità ipocentrale è mediamente inferiore a 15- 20km.

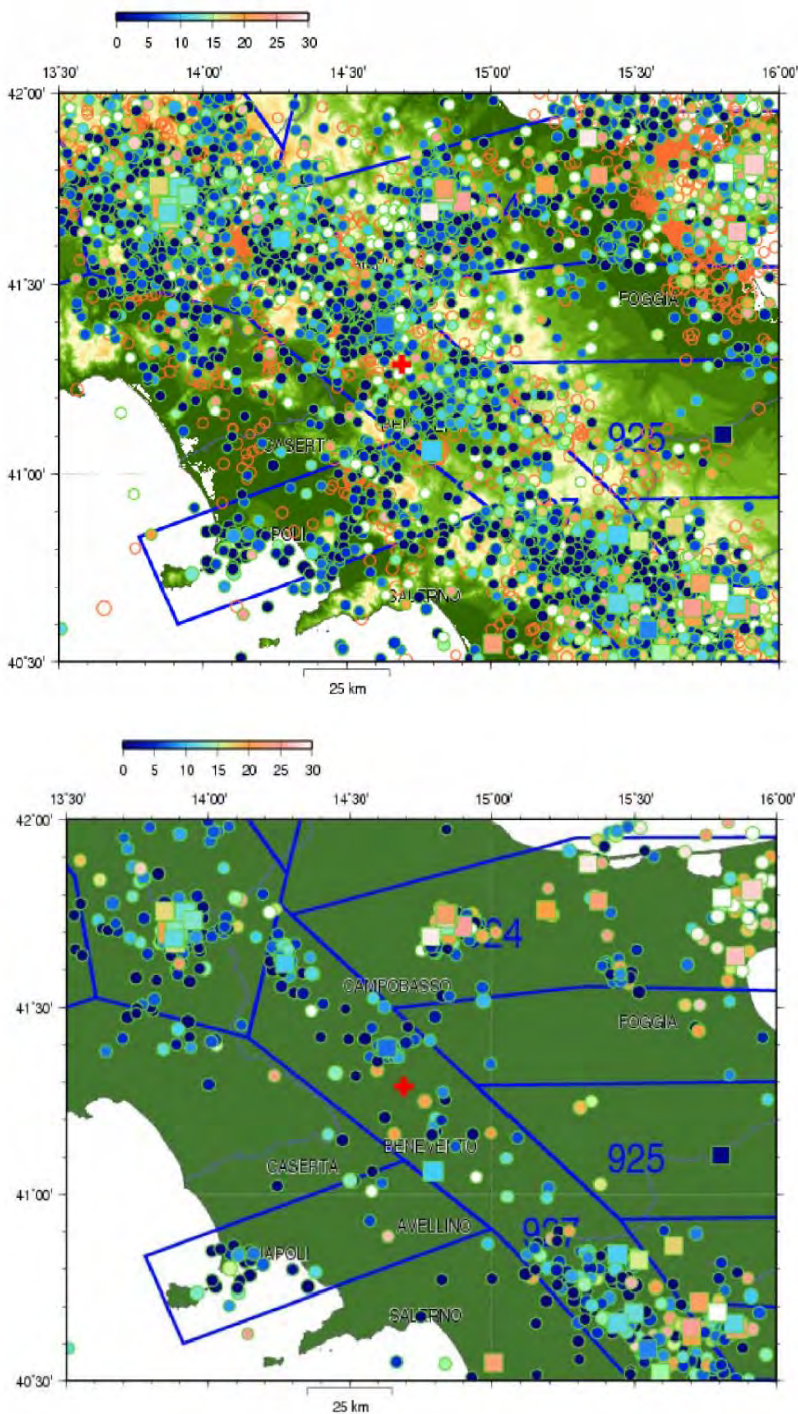


Figura 8: (pannello superiore) Sismicità strumentale contenuta nel catalogo CSI (Castello et al., 2006). Il colore di campitura dei cerchi è proporzionale alla profondità ipocentrale degli eventi (si veda a questo proposito la legenda posta in alto a sinistra). I cerchi non campiti di colore arancione rappresentano gli eventi contenuti nel Bollettino Sismico dell'INGV. (Pannello inferiore) come pannello superiore ma solo con eventi del catalogo CSI di magnitudo superiore a 2.5.

La zona investigata si trova,

dunque, in una delle aree caratterizzate dal più alto potenziale sismogenetico dell'intero territorio nazionale. Considerando la zonazione sismotettonica del territorio italiano. La zona in esame si contraddistingue per un elevato potenziale sismo genetico. Il meccanismo di rottura prevalente per quest'area è di tipo normale (Meletti et al., 2008).

In particolare, il territorio dei comuni dell'area in esame è stato classificato nella Zona sismica 1 secondo l'OPCM n. 3274/03, che corrisponde alla pericolosità più alta, secondo una scala che comprende quattro livelli di pericolosità.

Per quanto concerne la sismicità storica, l'area indagata è stata interessata più volte in epoca storica da eventi sismici anche di dimensioni notevoli. Al fine di delineare un quadro più preciso delle conoscenze di sismicità storica nell'area sono state considerate le informazioni contenute nel catalogo CPTI04 (Gruppo di Lavoro CPTI04, 2004). Questo catalogo contiene eventi occorsi nell'intervallo compreso tra il 200 a.C. e il 2002 d.C. con una magnitudo (M) maggiore a 4.0 (per gli eventi pre-1980) o 4.15 (per gli eventi occorsi successivamente al 1980).

## 5 PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO

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



Figura 9: Autorità di bacino del Meridione

L'area oggetto di studio ricade all'interno UOM Regionale Puglia e interregionale Ofanto (ex Autorità di Bacino Interregionale Puglia).

Il PAI della Regione Puglia si pone come obiettivo immediato la redazione di un quadro conoscitivo generale dell'intero territorio di competenza dell'Autorità di Bacino, in termini di inquadramento delle caratteristiche morfologiche, geologiche ed idrologiche. Nel contempo viene effettuata un'analisi storica degli eventi critici (frane ed alluvioni) che consente di individuare le aree soggette a dissesto idrogeologico, per le quali è già possibile una prima valutazione del rischio.

Data l'esiguità di tempo e sulla base degli elementi di conoscenza disponibili e consolidati (DPCM 29/9/1998) lo studio di dettaglio è stato condotto sui bacini del Cervaro, Candelaro e Carapelle, relativamente all'assetto geomorfologico, e sui bacini dei fiumi Lato e Lenne, in riferimento all'assetto idraulico.

Bacini che si configurano come Bacini Pilota, in entrambi i casi, per l'individuazione di una metodologia di analisi della pericolosità, da frana ed idraulica, e dei conseguenti inter-

venti di mitigazione del rischio. Tale studio di dettaglio verrà successivamente esteso all'intero territorio di competenza.



Figura 10: ex Autorità di Bacino Interregionale Puglia

Il PAI della Regione Puglia ha le seguenti finalità:

- o la sistemazione, la conservazione ed il recupero del suolo nei bacini idrografici, con interventi idrogeologici, idraulici, idraulico-forestali, idraulico-agrari compatibili con i criteri di recupero naturalistico;
- o la difesa ed il consolidamento dei versanti e delle aree instabili, nonché la difesa degli abitati e delle infrastrutture contro i movimenti franosi e gli altri fenomeni di dissesto;
- o il riordino del vincolo idrogeologico;
- o la difesa, la sistemazione e la regolazione dei corsi d'acqua;
- o lo svolgimento funzionale dei servizi di polizia idraulica, di piena e di pronto intervento idraulico, nonché della gestione degli impianti.

Le finalità richiamate sono perseguite mediante:

- o la definizione del quadro del rischio idraulico ed idrogeologico in relazione ai fenomeni di dissesto evidenziati;
- o l'adeguamento degli strumenti urbanistico-territoriali;

- o l'apposizione di vincoli, l'indicazione di prescrizioni, l'erogazione di incentivi e l'individuazione delle destinazioni d'uso del suolo più idonee in relazione al diverso grado di rischio;
- o l'individuazione di interventi finalizzati al recupero naturalistico ed ambientale, nonché alla tutela ed al recupero dei valori monumentali ed ambientali presenti;
- o l'individuazione di interventi su infrastrutture e manufatti di ogni tipo, anche edilizi, che determinino rischi idrogeologici, anche con finalità di rilocalizzazione;
- o la sistemazione dei versanti e delle aree instabili a protezione degli abitati e delle infrastrutture con modalità di intervento che privilegino la conservazione ed il recupero delle caratteristiche naturali del terreno;
- o la difesa e la regolazione dei corsi d'acqua, con specifica attenzione alla valorizzazione della naturalità dei bacini idrografici;
- o il monitoraggio dello stato dei dissesti.

Ai sensi dell'art. 17 comma 4 della L. 183/89 i Piani Stralcio di Bacino sono coordinati con i programmi nazionali, regionali e sub-regionali di sviluppo economico e di uso del suolo.

Di conseguenza, le autorità competenti, in particolare, provvedono, entro dodici mesi dall'approvazione del Piano di Bacino, ad adeguare i piani territoriali e i programmi regionali previsti dalla L. 27 dicembre 1977, n. 984; i piani di risanamento delle acque previsti dalla L. 10 maggio 1976, n. 319; i piani di smaltimento di rifiuti di cui al D.P.R. 10 settembre 1982, n. 915; i piani di cui all'articolo 5, L. 29 giugno 1939, n. 1497, e all'articolo 1-bis, D.L. 27 giugno 1985, n. 312, convertito, con modificazioni, dalla L. 8 agosto 1985, n. 431; i piani di disinquinamento di cui all'articolo 7, L. 8 luglio 1986, n. 349; i piani generali di bonifica.

Di conseguenza, le Autorità competenti, con apposita Conferenza Programmatica da indire ai sensi del comma 3 art. 1-bis della Legge 365/2000, provvedono ad adeguare gli atti di pianificazione e di programmazione territoriale alle prescrizioni contenute nel Piano che, dal momento dell'adozione dello stesso, diventano immediatamente vigenti in variante agli strumenti di pianificazione territoriale vigenti.

Sono fatte salve in ogni caso le disposizioni più restrittive di quelle previste nelle Norme del Piano, contenute nella legislazione statale in materia di beni culturali e ambientali e di aree naturali protette, negli strumenti di pianificazione territoriale di livello regionale, provinciale e comunale ovvero in altri piani di tutela del territorio ivi compresi i Piani Paesistici.



Le previsioni e le prescrizioni del Piano hanno valore a tempo indeterminato. Esse sono verificate in relazione allo stato di realizzazione delle opere programmate ed al variare della situazione morfologica, ecologica e territoriale dei luoghi ed all'approfondimento degli studi conoscitivi.

L'aggiornamento degli elaborati del Piano è operato con deliberazione del Comitato Istituzionale, sentiti i soggetti interessati.

### **5.1 Definizione delle Aree a Diversa Pericolosità Idrogeologica**

Il Piano di Bacino Stralcio per l'Assetto Idrogeologico costituisce uno strumento di pianificazione, per tale motivo si è ritenuto opportuno impostare l'intero impianto normativo sulla pericolosità idrogeologica piuttosto che sul rischio. Ciò nondimeno nell'ambito del PAI vengono individuate le aree soggette a rischio idrogeologico, attraverso la metodologia descritta nel presente capitolo, in quanto si ritiene che tale individuazione sia indispensabile per la programmazione degli interventi per la mitigazione del rischio ed in particolare per stabilirne la priorità sia che si tratti di interventi strutturali che non strutturali, quali Piani di Protezione Civile e Misure di Salvaguardia.

Il rischio idrogeologico è una grandezza che mette in relazione la pericolosità, intesa come caratteristica di un territorio che lo rende vulnerabile a fenomeni di dissesto (frane, alluvioni, etc) e la presenza sul territorio di beni in termini di vite umane e di insediamenti urbani, industriali, infrastrutture, beni storici, artistici, ambientali, etc.

Solo la conoscenza del livello di rischio, legato alla dimensione del fenomeno, all'uso del territorio ed ai tempi di ritorno di un evento atteso, permette di programmare gli interventi strutturali e non strutturali per la riduzione del rischio. Questi, in relazione al livello di rischio e, conseguentemente, alla sua accettabilità o meno, potranno spaziare dalla delocalizzazione del bene, alla realizzazione di opere di messa in sicurezza dello stesso, alla imposizione di idonei accorgimenti tecnici in fase di realizzazione di nuovi interventi ed alla predisposizione di piani di emergenza.

Il **rischio (R)** è definito come l'entità del danno atteso in seguito al verificarsi di un particolare evento calamitoso, in un intervallo di tempo definito, in una data area; esso è correlato a:

- *pericolosità (P)* ovvero alla probabilità di accadimento dell'evento calamitoso entro un definito arco temporale (frequenza), con determinate caratteristiche di magnitudo (intensità);
- *vulnerabilità (V)* espressa in una scala variabile da zero (nessun danno) a uno (distruzione totale), intesa come grado di perdita atteso, per un certo elemento, in funzione della intensità dell'evento calamitoso considerato;
- *valore esposto (E)* o esposizione dell'elemento a rischio, espresso dal numero di presenze umane e/o dal valore delle risorse naturali ed economiche che sono esposte ad un determinato pericolo.

In termini analitici, il rischio idrogeologico può essere espresso attraverso una matrice funzione dei tre fattori suddetti, ovvero:

$$R = R (P, V, E)$$

Le tipologie di elementi a rischio ( $E_r$ ) sono definiti dal DPCM 29 settembre 1998 "Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180" che stabilisce che debbano essere considerati come elementi a rischio innanzitutto l'incolumità delle persone e, inoltre, con carattere di priorità, almeno: gli agglomerati urbani comprese le zone di espansione urbanistica; le aree su cui insistono insediamenti produttivi, impianti tecnologici di rilievo, in particolare quelli definiti a rischio ai sensi di legge; le infrastrutture a rete e le vie di comunicazione di rilevanza strategica, anche a livello locale; il patrimonio ambientale e i beni culturali di interesse rilevante; le aree sede di servizi pubblici e privati, di impianti sportivi e ricreativi, strutture ricettive ed infrastrutture primarie.

## **5.2 Metodologia per la Definizione delle Classi di Rischio**

Con riferimento al DPCM 29 settembre 1998 "Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180" è possibile definire quattro classi di rischio, secondo la classificazione di seguito riportata:

- **moderato R1:** per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali;

- **medio R2:** per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;
- **elevato R3:** per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture, con conseguente inagibilità degli stessi, l'interruzione di funzionalità delle attività socioeconomiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale;
- **molto elevato R4:** per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale e la distruzione di attività socioeconomiche.

Nell'analisi di dettaglio del rischio idrogeologico, l'individuazione delle aree a rischio idrogeologico si ricava, sintetizzando la procedura descritta in precedenza, per sovrapposizione delle zone soggette a pericolosità (intesa come prodotto della intensità per la probabilità) con gli elementi a rischio (intesi come prodotto del valore per la vulnerabilità), attraverso le matrici esposte nelle tabelle che seguono, rispettivamente per il rischio geomorfologico (Tabella 2) ed il rischio idraulico (Tabella 3), in cui le colonne indicano le diverse classi di pericolosità idrogeologica e le righe esprimono i valori degli elementi a rischio secondo un indice crescente:

- E5 = agglomerati urbani, aree industriali e/o artigianali, centri abitati estesi, edifici isolati, dighe e invasi idrici, strutture ricreative e campeggi;
- E4 = strade statali, strade provinciali, strade comunali (unica via di collegamento all'abitato) e linee ferroviarie;
- E3 = linee elettriche, acquedotti, fognature, depuratori e strade secondarie;
- E2 = impianti sportivi con soli manufatti di servizio, colture agricole intensive;
- E1 = assenza di insediamenti, attività antropiche e patrimonio ambientale.



Tabella 2 - Rischio geomorfologico

CLASSI DI RISCHIO		CLASSI DI PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA		
		PG3	PG2	PG1
ELEMENTI A RISCHIO	E5	R4	R3	R2
	E4	R4	R3	R2
	E3	R3	R2	R1
	E2	R2	R2	R1
	E1	R2	R1	R1

Dove le sigle corrispondono rispettivamente a:

- PG1 = aree a suscettibilità da frana bassa e media (pericolosità media e bassa);
- PG2 = aree a suscettibilità da frana alta (pericolosità elevata);
- PG3 = aree a suscettibilità da frana molto alta (pericolosità molto elevata).

Tabella 3: Rischio idraulico

CLASSI DI RISCHIO		CLASSI DI PERICOLOSITA' IDRAULICA		
		AP	MP	BP
ELEMENTI A RISCHIO	E5	R4	R3	R2
	E4	R4	R3	R2
	E3	R3	R2	R1
	E2	R2	R2	R1
	E1	R2	R1	R1

Dove le sigle corrispondono rispettivamente a :

- BP=aree a bassa probabilità di esondazione (pericolosità bassa e media);
- MP=aree a moderata probabilità di esondazione (pericolosità elevata);
- AP=aree allagate e/o a alta probabilità di esondazione (pericolosità molto elevata).

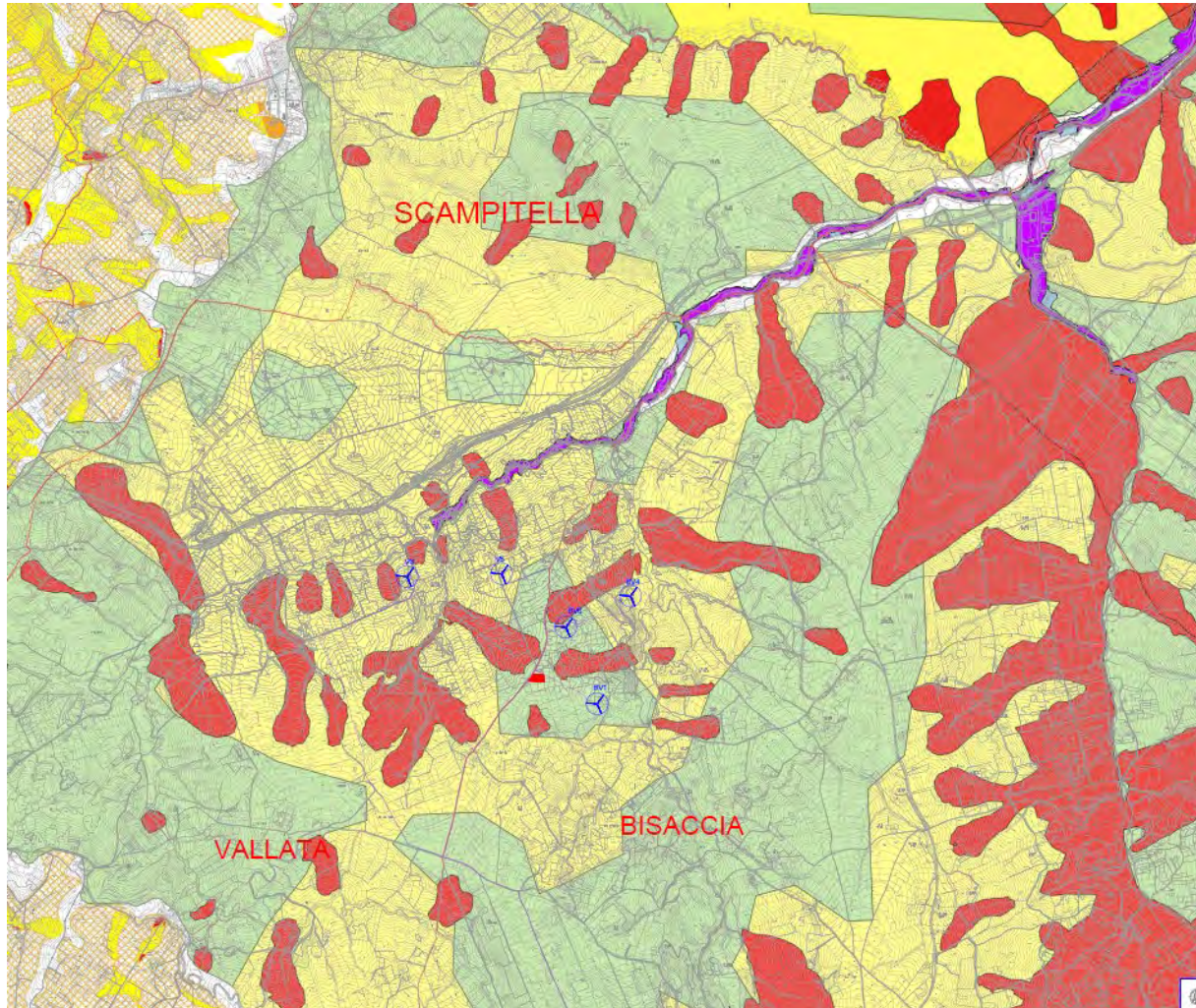


Figura 11: Ubicazione aerogeneratori su Cartografia PAI

#### PAI - RISCHIO FRANA




	P.G.1 - Aree a pericolosità geomorfologica media e moderata
	P.G.2 - Aree a pericolosità geomorfologiche elevate
	P.G.3 - Aree a pericolosità geomorfologica media e molto elevata

Figura 12: Legenda Carta Degli scenari di franosità

#### PERICOLOSITA' IDRAULICA




	BP - Area a bassa pericolosità idraulica
	MP - Area a media pericolosità idraulica
	AP - Area ad alta pericolosità idraulica

Figura 13: Legenda Carta Pericolosità idraulica



### 5.3 Cartografia dei fenomeni franosi \_IFFI

Il Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia), realizzato dall'ISPRA e dalle Regioni e Province Autonome, fornisce un quadro dettagliato sulla distribuzione dei fenomeni franosi sul territorio italiano. L'inventario ha censito ad oggi 620.808 fenomeni franosi che interessano un'area di circa 23.700 km<sup>2</sup>, pari al 7,9% del territorio nazionale.

All'interno del catasto sono compresi gli eventi "franosì" s.s. e le aree soggette a movimenti di versante. Sono compresi eventi di cui si è a conoscenza tramite l'intervento diretto dell'Ufficio Geologia e prove materiali, segnalazioni e, per lo storico, archivi.

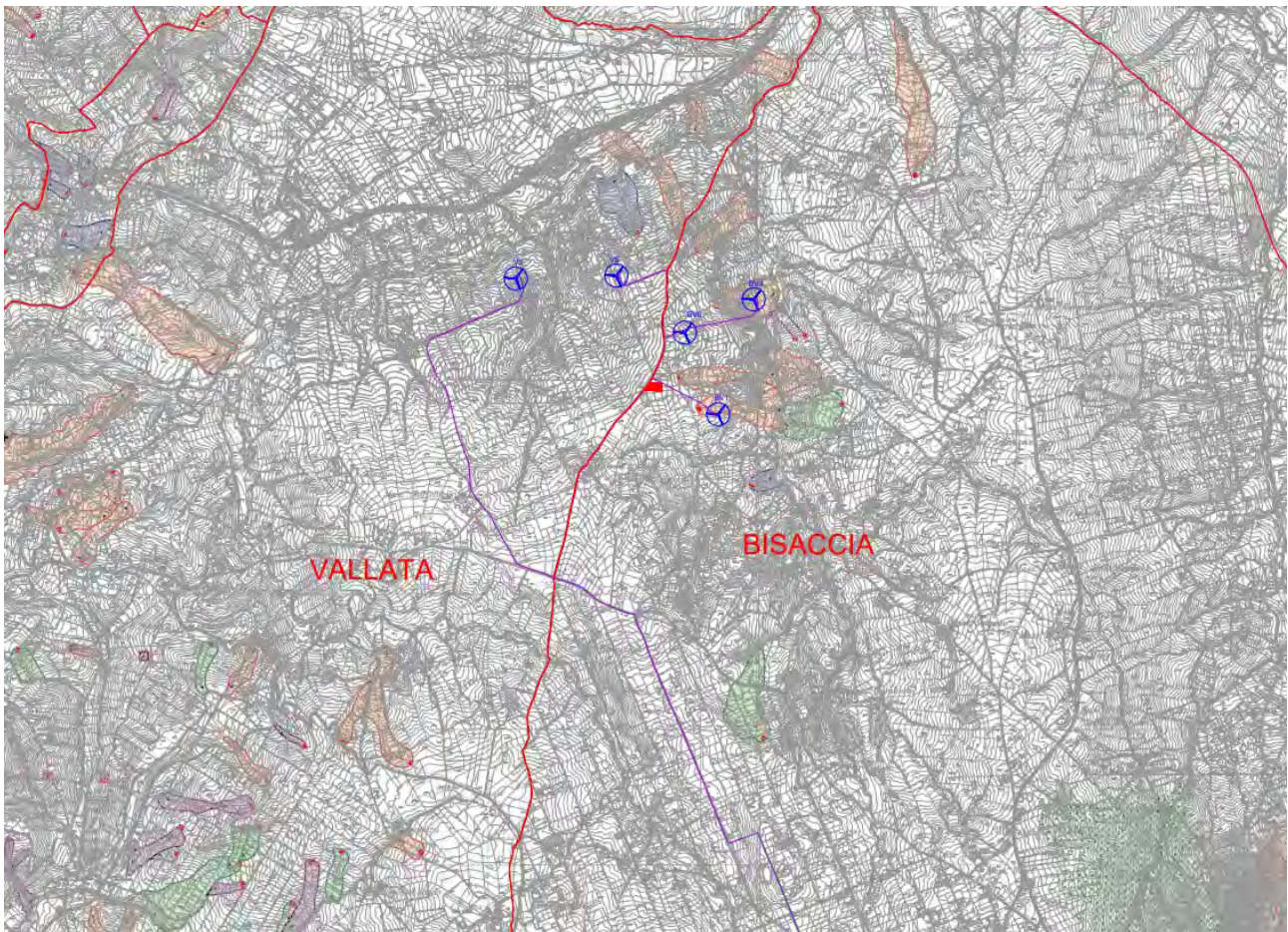


Figura 14: Sovrapposizione opere su carta Inventario dei fenomeni franosi

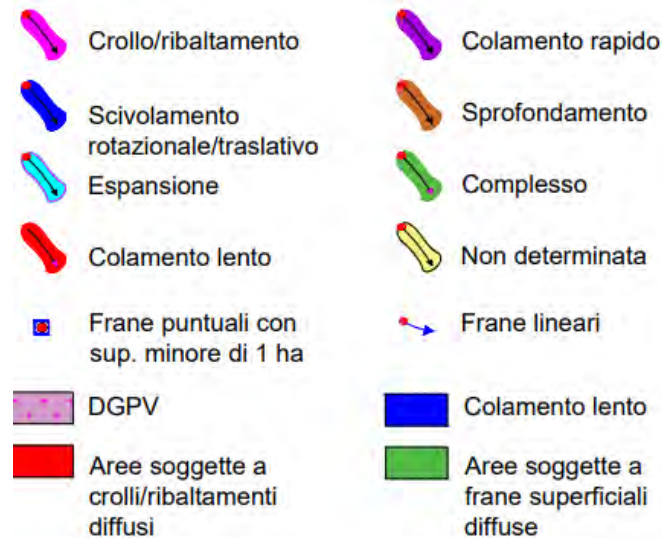


Figura 15: Legenda

In fase realizzativa 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.

*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.*

## **6 PROGRAMMA D'INDAGINE**

### **6.1 Sondaggi Geognostici**

Sono stati eseguiti n.2 sondaggi spinti alla profondità di n.30m al di sotto del piano campagna dalla società *TECNOGEO S.R.L.*.

Ai sondaggi è stata assegnata la sigla **S1 e S2** con ubicazione riportata nella *Tavola D\_15.b Planimetria con ubicazione indagini geologiche*.

Il sondaggio S1 è stato eseguito in corrispondenza dell'area su cui sorgerà il generatore BV1, mentre il sondaggio S2 è stato eseguito in un'area perimetrata dall'autorità di bacino come *P.G.3 – Aree a pericolosità geomorfologica molto elevata*, che sebbene non interessi il nuovo impianto, si è ritenuto ad ogni modo utile investigare.

Al fine di poter bene evidenziare le caratteristiche litostratigrafiche dei terreni investigati si è adottata la tecnica di perforazione di avanzamento a rotazione e percussione, adoperando utensili che permettessero il prelievo dei terreni in soluzione continua, utilizzando una sonda della CMV MK 600 avente come coppia massima 7,63KNm, velocità di rotazione rpm 100, corsa rotary mm 3300, velocità di manovra rotary m/min 38, tiro/spinta 7850/5000 Kg.

### **6.2 Standard Penetration Test**

Le prove penetrometriche dinamiche S.P.T. sono state praticate nel foro di sondaggio per verificare le caratteristiche meccaniche dei terreni in attraversamento. Queste prove consentono di determinare la resistenza che un terreno offre alla penetrazione dinamica di un campionatore RAYMOND battendo sulle aste di manovra per mezzo di un maglio normalizzato che cade da un'altezza standard.

#### **▪ CARATTERISTICHE DELLA ATTREZZATURA**

- Maglio in acciaio da Kg 63.5;
- Dispositivo di sgancio automatico del maglio;
- Altezza di caduta del maglio cm 76;
- Campionatore Raymond diametro cm 3.5;
- Scarpa standard a punta aperta;
- Punta conica standardizzata con angolo di apertura 60°.

Il numero di colpi N necessario ad una penetrazione del campionatore pare a 30 centimetri dopo 15 centimetri di infissione dinamica per il posizionamento, è il dato assunto come indice di resistenza alla penetrazione  $N_{spt}$ .

Effettuando la prova con la punta a scarpa aperta a stato possibile prelevare un campioncino non indisturbato del terreno interessato per il controllo della granulometria.

Nella tabella che segue si riportano le prove S. P. T. eseguite in ogni sondaggio, le relative profondità e il numero di colpi registrati.

Tabella 2: Tabelle riassuntive delle prove in sito S.P.T

<b>TABELLA RIASSUNTIVA PROVE S.P.T. <u>sondaggio S1</u></b>				
<b>Prof. (m)</b>	<b>N1</b>	<b>N2</b>	<b>N3</b>	<b>N<sub>SPT</sub></b>
<b>Sondaggio S1</b>				
5,00-5,45	10	9	12	21
15,00-15,45	18	27	39	66

<b>TABELLA RIASSUNTIVA PROVE S.P.T. <u>sondaggio S2</u></b>				
<b>Prof. (m)</b>	<b>N1</b>	<b>N2</b>	<b>N3</b>	<b>N<sub>SPT</sub></b>
<b>Sondaggio S2</b>				
10,00-10,45	10	8	9	17
20,00-20,45	13	16	20	36



### 6.3 DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

Le prove penetrometriche dinamiche sono state eseguite dalla società GEOANNA S.R.L.S.. La prova DPSH è una prova puntuale che consiste nell'infingere verticalmente nel terreno una punta conica metallica posta all'estremità di un'asta di acciaio prolungabile ad una batteria di aste, e misurare il numero di colpi NSCPT necessari per la penetrazione di 30 cm della punta, nel corso della prova.

Questo tipo di prova, attraverso l'utilizzo di alcune correlazioni di bibliografia, consente di definire il grado di addensamento dei terreni indagati e di ottenere una soddisfacente caratterizzazione geotecnica dell'area, in ottemperanza a quanto prescritto dal Testo Unico sulle Costruzioni (D.M. 17/01/18). Infatti, mediante le prove penetrometriche dinamiche standard DPSH, è possibile effettuare una definizione dei parametri geotecnici dei terreni di fondazione e verificare la presenza di un'eventuale falda acquifera.

Queste prove penetrometriche vengono realizzate mediante Penetrometro Dinamico Superpesante DPSH (Dinamic Penetrometer Super Heavy) Pagani TG 63/200, con avanzamento delle aste e dei rivestimenti ogni 30 cm. Dal valore di NSCPT (numero di colpi per 30 cm di infissione delle aste) può essere ricavato il corrispondente valore di NSPT mediante la relazione:  $NSPT = NSCPT / C$ . Il coefficiente C è un fattore dipendente dalla litologia dei terreni attraversati durante la prova e dall'attrezzatura utilizzata.

Sono state eseguite n.5 prove DPSH, una in corrispondenza di ogni generatore eolico, in modo da poter investigare in maniera puntuale l'area interessata dalle opere.



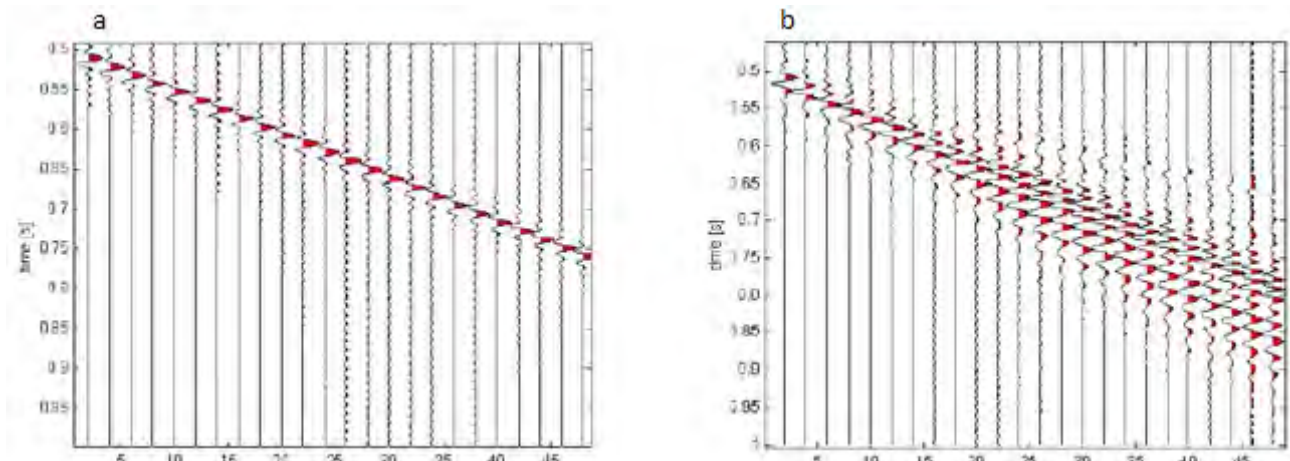
Figura 16 - DPSH-Pagani TG 63/200

## 6.4 Sismica: MASW

Le prove sismiche MASW sono state eseguite dalla società GEOANNA S.R.L.S..

La necessità dettata dalle NTC 2008 di fornire una solida stima della velocità di propagazione delle onde di taglio (*dette anche trasversali o S*) nel sottosuolo ha contribuito a dare un forte slancio alla diffusione di tecniche di indagine sismica basate sull'analisi della dispersione delle onde di superficie (*Rayleigh e/o Love*).

La dispersione è quel fenomeno che avviene quando le onde di superficie si propagano attraverso mezzi non omogenei (*stratificati*) e si manifesta con una deformazione del treno d'onde per effetto della variazione di velocità al variare della frequenza.



Comportamento del segnale sismico (in rosso le onde superficiali di Rayleigh) in un mezzo non stratificato (a) e in un mezzo stratificato (b): nel primo caso l'ondina rimane compatta, nel secondo, invece, appare chiaramente deformata a causa della dispersione subita al passaggio da uno strato all'altro.

In un mezzo stratificato le componenti fondamentali del segnale sismico (*lunghezza d'onda, frequenza e velocità di propagazione, legate dalla relazione  $\lambda=v/f$* ) si propagano a velocità diverse, in funzione delle caratteristiche del mezzo attraversato. In altre parole, ipotizzando una variazione di densità del terreno in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale si propagherà con una differente velocità (*velocità di fase*) e con una diversa lunghezza d'onda, dando vita al fenomeno della *dispersione*. Le componenti ad alta frequenza (*lunghezza d'onda minore*) si propagano negli strati più superficiali e danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, quelle invece a bassa frequenza (*lunghezza d'onda maggiore*) penetrano più in profondità dando informazione sugli strati più profondi (*la relazione tra profondità  $P$  e lunghezza d'onda  $\lambda$  è  $P=\lambda/2$* ).

Il calcolo del profilo delle velocità delle onde di Rayleigh, VR (fase)/frequenza, può essere convertito nel profilo di Vs/profondità. Il profilo sismostratigrafico delle Vs può, infatti, essere ricavato per inversione o per modellazione diretta della velocità di fase delle onde di superficie. La velocità delle onde di Rayleigh (VR) nel terreno è pari a circa il 90% della velocità delle onde di taglio (Vs).

Le diverse tecniche sviluppate, oltre che nella geometria, dimensioni dello stendimento geofonico e durata del tempo di acquisizione, differiscono essenzialmente nel tipo di sorgente impiegata per generare il treno d'onde: attiva nelle prove SASW/MASW (*generalmente una massa battente*), passiva (*microtremore*) quando si utilizza il ReMi. Le prove attive hanno in genere una migliore risoluzione nel determinare il profilo delle Vs nei livelli più



superficiali, mentre le prove passive consentono di estrapolare informazione sulle caratteristiche dinamiche medie del sottosuolo a profondità più elevate.

**TECNICA M.A.S.W.** (*Multichannel Analysis of Surface Waves*)

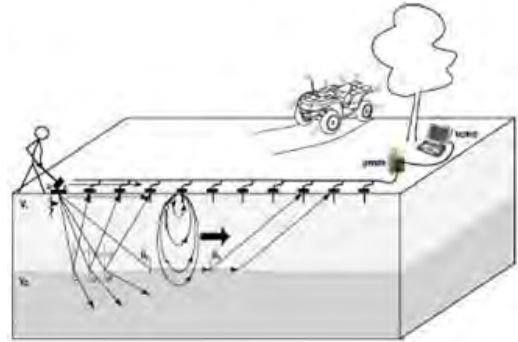
Evoluzione della SASW (Nazarian e Stokoe, 1984) di cui costituisce un miglioramento, la MASW (Park et al., 1999) è una efficiente ed accreditata metodologia di indagine sismica attiva, non invasiva.

Nel metodo MASW le onde superficiali di *Rayleigh* sono generate (*generalmente con una massa battente*) in un punto sulla superficie del suolo e sono misurate da uno stendimento lineare (*array*) di sensori (*geofoni*). Il metodo attivo consente di registrare una curva di dispersione rappresentante la variazione della velocità di fase in un intervallo di frequenze normalmente compreso tra 5Hz e 70Hz, dando informazioni sui primi 30-50 metri di sottosuolo, in funzione della rigidità del suolo stesso. La curva di dispersione sperimentale viene poi invertita, tramite l'uso di software specifici, alla ricerca di un modello di sottosuolo il cui profilo di rigidità meglio riproduca la curva sperimentale.

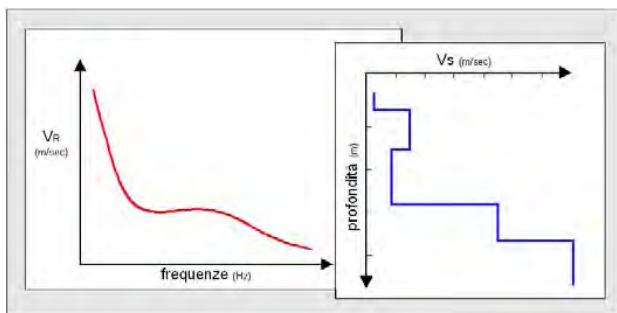
Questa tecnica trova sempre più largo consenso per il favorevole rapporto costi-benefici e per la sua applicabilità anche in situazioni di forti disturbi antropici.

Schematizzando, la tipica acquisizione MASW in onde di Rayleigh può essere riassunta nei seguenti tre punti:

a) utilizzo di una sorgente attiva per l'energizzazione del terreno, acquisizione dei dati con comuni geofoni a componente verticale da 4.5 Hz (particolarmente sensibili alle basse frequenze), registrazione simultanea di 12 o più canali.



b) determinazione della curva di dispersione (valutazione dello spettro di velocità);



c) inversione della curva di dispersione interpretata per ottenere il profilo verticale delle Vs che descrive la variazione di Vs con la profondità.

#### **6.4.1 CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SOTTOSUOLO**

Le indagini effettuate sono state finalizzate alla determinazione della giacitura e potenza degli strati del sito fino ad una profondità di 30 m; alla caratterizzazione sismica dei terreni presenti, intesa come determinazione della velocità delle onde sismiche trasversali  $V_s$  dei singoli sismostrati, per il calcolo della media pesata ( $V_{Seq}$ ) dei primi 30 metri, per l'assegnazione, di questi ultimi, ad una delle categorie di suolo secondo le nuove NTC 2018; l'ordinanza identifica 5 categorie di terreno A, B, C, D, E, ad ognuna delle quali è associato uno spettro di risposta, per la verifica della significatività, in senso orizzontale, di tale attribuzione; per la definizione dello spettro di risposta (FAD), si è tenuto conto, pertanto, delle caratteristiche dei terreni di fondazione.

In riferimento alle **n.5** prove MASW eseguite, in via cautelativa è stato considerato il valore più basso ottenuto con la prova **MASW V3**, che restituisce un valore di  $V_{Seq}$  di **269,90 m/s**. Il sottosuolo indagato, dunque, è ascrivibile alla **CATEGORIA "C"** delle nuove NTC 2018 corrispondente a: *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.*

## 7 CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA DEL SITO

### 7.1 Area generatore BV1 [LAT: N 41.048318° LONG: E 15.329288°]

Dall'elaborato stratigrafico redatto per il **Sondaggio S1** emerge la seguente litologia locale:

- ◆ **ORIZZONTE 01**
- ◆ **primo orizzonte litologico (in affioramento):** *Argilla debolmente sabbiosa di colore marrone scuro con frustoli vegetali*

**Profondità [ 0.00 – 2,50 ] metri**

- ◆ **ORIZZONTE 02**
- ◆ **secondo orizzonte litologico (in affioramento):** *Limo argilloso di colore marrone senza elementi litoidi*

**Profondità [ 2,50 – 5,50 ] metri**

- ◆ **ORIZZONTE 03**
- ◆ **Terzo orizzonte:** *Argilla limosa di colore prevalentemente grigiastro, marnosa e scagliosa, con livelli litoidi calcareo marnosi e calcarenitici*

**Profondità [ 5,50 - 30,00 ] metri**

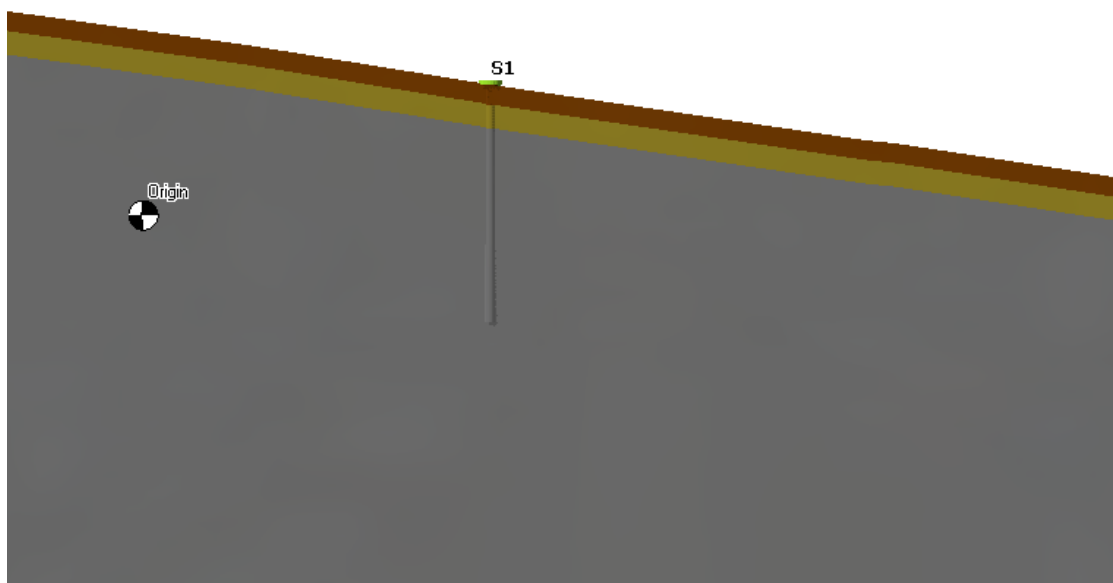


Figura 17: Sezione geolitologica\_S1

### 7.2 Area generatore V3 [LAT: 41° 3'26.23"N; LONG: 15°18'40.12"E]

Dagli elaborati grafici redatti per la **DPSH V3** emerge la seguente litologia locale:

◆ ORIZZONTE 01

- ◆ primo orizzonte litologico (in affioramento): *Terreno vegetale*

**Profondità [ 0,00 – 1,20 ] metri**

◆ ORIZZONTE 02

- ◆ secondo orizzonte litologico (in affioramento): *Terreno Limoso argilloso*

**Profondità [ 1,20 – 2,80 ] metri**

◆ ORIZZONTE 03

- ◆ Terzo orizzonte: *Terreno con trovanti calcareo-marnosi*

**Profondità [ 2,80 - 4,00 ] metri**

### 7.3 Area generatore BV4 [LAT: 41° 3'21.06"N; LONG: 15°19'55.84"E]

Dagli elaborati grafici redatti per la **DPSH BV4** emerge la seguente litologia locale:

◆ ORIZZONTE 01

- ◆ primo orizzonte litologico (in affioramento): *Terreno vegetale*

**Profondità [ 0,00 – 2,00 ] metri**

◆ ORIZZONTE 02

- ◆ secondo orizzonte litologico (in affioramento): *Terreno Limoso argilloso*

**Profondità [ 2,00 – 8,80 ] metri**

◆ ORIZZONTE 03

- ◆ Terzo orizzonte: *Terreno argilloso marnoso*

**Profondità [ 8,80 - 10,00 ] metri**

#### 7.4 Area generatore V5 [LAT: 41° 3'26.89"N; LONG: 15°19'12.17"E]

Dagli elaborati grafici redatti per la **DPSH BV5** emerge la seguente litologia locale:

◆ ORIZZONTE 01

- ◆ primo orizzonte litologico (in affioramento): *Terreno vegetale*

**Profondità [ 0,00 – 1,20 ] metri**

◆ ORIZZONTE 02

- ◆ secondo orizzonte litologico (in affioramento): *Terreno Limoso argilloso*

**Profondità [ 1,20 – 5,20 ] metri**

◆ ORIZZONTE 03

- ◆ Terzo orizzonte: *Terreno argilloso marnoso*

**Profondità [ 5,20 - 8,00 ] metri**

#### 7.5 Area generatore BV6 [LAT: 41° 3'13.14"N; LONG: 15°19'33.91"E]

Dagli elaborati grafici redatti per la **DPSH BV6** emerge la seguente litologia locale:

◆ ORIZZONTE 01

- ◆ primo orizzonte litologico (in affioramento): *Terreno vegetale*

**Profondità [ 0,00 – 2,00 ] metri**

◆ ORIZZONTE 02

- ◆ secondo orizzonte litologico (in affioramento): *Terreno Limoso argilloso*

**Profondità [ 2,00 – 8,60 ] metri**

◆ ORIZZONTE 03

- ◆ Terzo orizzonte: *Terreno argilloso marnoso*

**Profondità [ 8,60 - 10,00 ] metri**



## **8 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DELL'AREA**

La natura prevalentemente carsica del territorio rende l'area in studio estremamente povera di risorse idriche superficiali. Nel contempo, il territorio è dotato di risorse idriche sotterranee anche notevoli.

Fra i fiumi il più importante è l'Ofanto che nasce presso Nusco in Irpinia e dopo 165 Km si versa nell'Adriatico a Nord di Barletta. Tra i corsi d'acqua che solcano il Tavoliere ricordiamo: il Candelaro (70 km), il Salsola (60 km), il Cervaro (80 km), il **Carapelle** (85 km), il Celone (59 km) ed altri minori. I corsi d'acqua del Tavoliere hanno andamento subparallelo con direzione da Sud-Ovest a Nord-Est. Tutti presentano un tracciato irregolare; nella media e nella bassa valle l'Ofanto, il Carapelle ed il Cervaro assumono, per alcuni tratti, un andamento a meandri. Questi stessi corsi d'acqua, in particolare gli ultimi due, mostrano d'aver subito una graduale deviazione verso Nord testimoniata dalla presenza di alvei abbandonati.

Il torrente Carapelle nasce dall'Appennino campano, in provincia di Benevento; ha origine dall'unione del torrente Calaggio col torrente San Gennaro. Canalizzato verso il suo sfocio in mare, dà origine al canale Carapellotto ed al canale Regina.

Sfocia, dopo circa 85 km di percorso, nel golfo di Manfredonia a Nord di Torre Rivoli.

Affluente di sinistra è il torrente Carapellotto; di destra il canale Marana La Pidocchiosa e il canale Pozzo Pascuccio.

I sottobacini del 1° ordine sono, da Nord a Sud, per il Carapelle:

- o Torrente Carapellotto;
- o Vallone Legnano;
- o Fosso Viticoni;
- o Canale Colotti;
- o Torrente Frugno;
- o **Torrente Calaggio.**

Le portate medie dei torrenti sono assai esigue. Il regime è fortemente irregolare e torrentizio caratterizzato da magre estive e da piene autunnali-invernali, che in passato hanno dato luogo a rovinose esondazioni. Il regime dei deflussi è, infatti, principalmente condizionato da quello degli afflussi, data la mancanza di forti precipitazioni nevose e di apporti glaciali.

Le locali condizioni idrogeologiche combinate con la criticità degli spessori delle coltri e con le scadenti caratteristiche fisico-meccaniche, influiscono anche sulla risposta dinamica in fase sismica nel senso di una maggiore amplificazione delle azioni sismiche.

Sono stati differenziati i terreni in base alle caratteristiche di permeabilità relativa, nelle seguenti categorie:

- terreni a bassa permeabilità per porosità poggianti su un substrato argilloso impermeabile. Al contatto si instaura una falda che localmente alimenta alcune sorgenti di limitata portata (0,1 - 0,5 l/sec);
- terreni a bassa permeabilità per porosità di spessore limitato (massimo 4 - 5 m) poggianti sul substrato argilloso impermeabile; al contatto sono possibili limitati accumuli idrici discontinui;
- terreni a bassissima permeabilità per porosità, rappresentati dagli accumuli caotici dei detriti di frana; al loro interno si trovano falde o accumuli discontinui;
- terreni impermeabili di base, con una falda discontinua, talvolta presente al contatto con la copertura alterata superficiale nei primi 5 metri di profondità.

## **9 ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE**

Lo studio idrogeologico si sviluppa secondo due livelli differenti di approfondimento:

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

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

Tali aste torrentizie appartengono al sottobacino idrografico del torrente Carapelle (o torrente Calaggio) i cui principali affluenti sono i torrenti Frugio e Carapellotto.

La rete idrografica del territorio, è molto sviluppata e fa capo ai seguenti corsi d'acqua:

<b>Torrente Calaggio;</b>	<b>Vallone della Petrara</b>
<b>Vallone Farullo;</b>	<b>Vallone del Corpo;</b>
<b>Vallone della Toppa;</b>	<b>Vallone Pescione;</b>

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

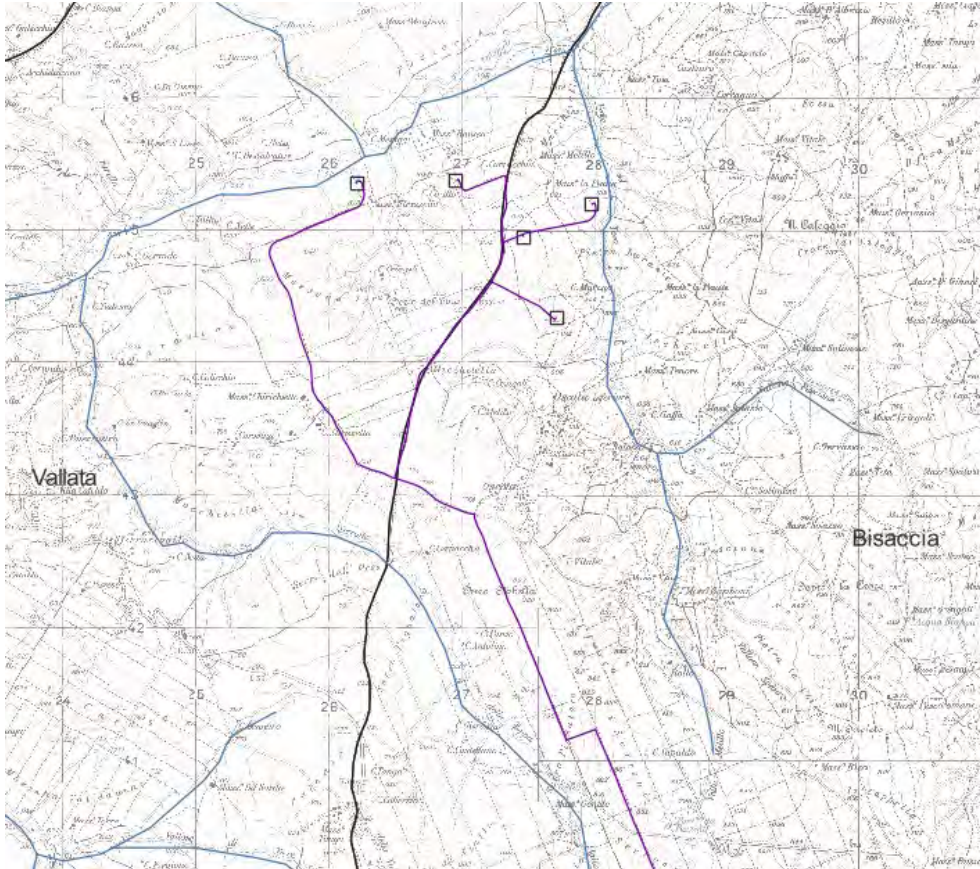


Figura 18 - Sovrapposizione impianto aerogeneratori su IGM in scala 1: 25.000.

Dal punto di vista della permeabilità, le indagini effettuate hanno permesso di individuare tre orizzonti così definibili:

1. TERRENO VEGETALE - GRADO DI PERMEABILITA' MEDIO;
2. LIMO ARGILLOSO - GRADO DI PERMEABILITA' MEDIO-BASSO;
3. ARGILLA MARNOSA - GRADO DI PERMEABILITA' BASSO.

Dalle stratigrafie fornite dalla impresa esecutrice delle indagini in sito, non si evince la presenza di falde acquifere nei primi 30.00 m.

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.

In relazione al tematismo in oggetto, l'impatto dell'opera sull'ambiente idrico non è tale da provocare interferenza con il reticolo idrografico, essendo molto distante dalle sponde di fiumi e dei torrenti.

Dai rilievi in campo integrati con i dati di letteratura specialistica, si può affermare che le opere in progetto non vanno ad interferire in nessun modo con la circolazione sotterranea delle acque. Laddove le stesse opere dovessero interferire con le acque superficiali ruscellanti, sono previsti sistemi drenanti che permettono il normale deflusso delle stesse.

Dal punto di vista idraulico, si fa presente che il cavidotto, in determinati punti è soggetto ad attraversamento (si allegano sezioni tipo - per i dettagli si rimanda agli elaborati di progettazione); tuttavia, gli interventi da effettuarsi, così come da progetto non vanno ad interferire con il naturale deflusso dei valloni intercettati.

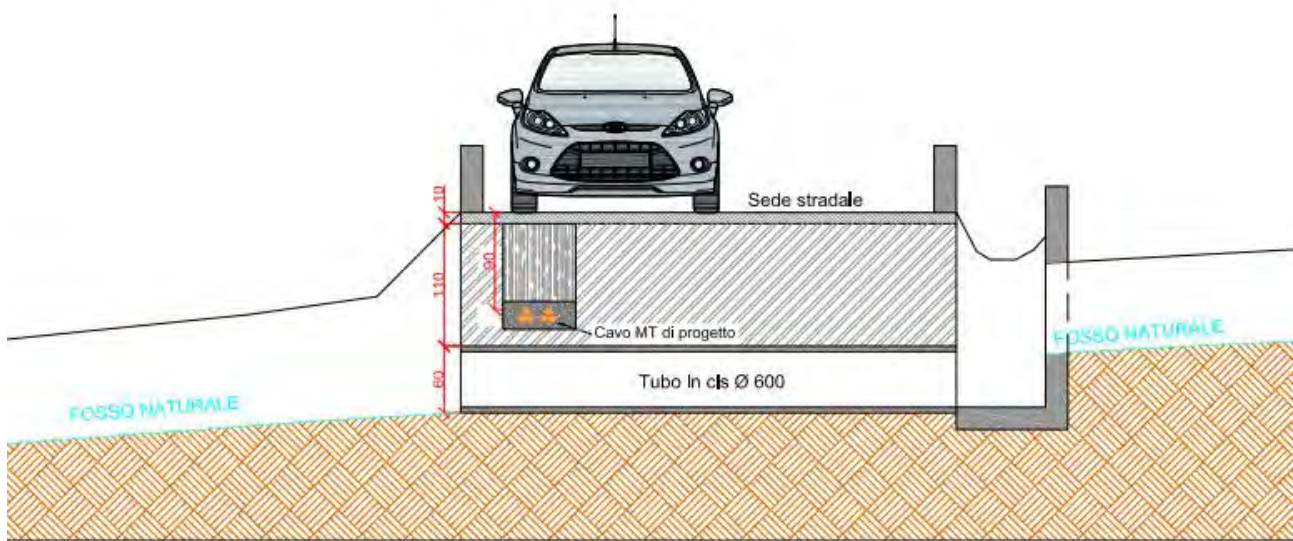


Figura 19: ATTRAVERSAMENTO DI TIPO A - PASSAGGIO DEL CAVIDOTTO AL DI SOPRA DEL TUBO PRESENTE NELL'ATTRAVERSAMENTO



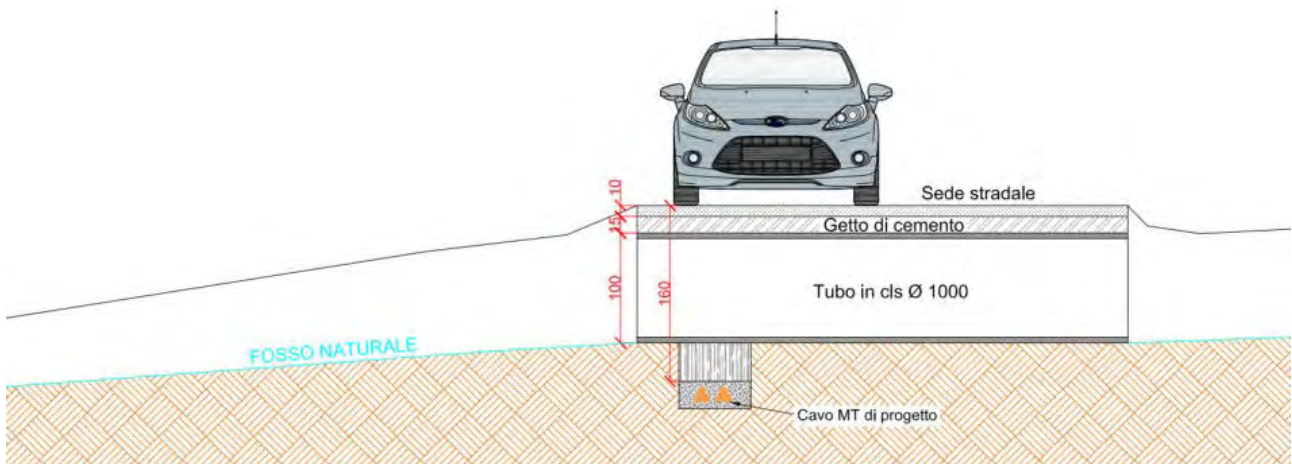


Figura 20: ATTRAVERSAMENTO DI TIPO B - PASSAGGIO DEL CAVIDOTTO AL DI SOTTO DEL TUBO PRESENTE NELL'ATTRAVERSAMENTO

## **10 CONCLUSIONI**

Le indagini eseguite hanno consentito, di individuare la successione litologica locale, di fornire un quadro dei parametri fisico meccanici dei litotipi costituenti il substrato di interesse geotecnico la cui consistenza aumenta con la profondità; quest'ultima affermazione è avvalorata dai dati delle prove in situ (valori crescenti dell' $N_{SPT}$ ).

Il modello litostratigrafico locale ha messo in evidenza una situazione litologico-formazionale costituita da termini a componente fina con caratteristiche geotecniche simili in termini di "rottura" e "compressibilità".

Le osservazioni e le valutazioni esposte nelle pagine precedenti sulle proprietà morfologiche e sulle caratteristiche litostratigrafiche dei terreni ricadenti nel volume significativo delle fondazioni delle opere in titolo, permettono di formulare giudizi cautelativi sulla stabilità dell'area.

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 Fogli N° 173 della Carta Geologica d'Italia 1: 100.000 "BENEVENTO"; N°174 "ARIANO IRPINO" e N°186 "SANT'ANGELO DEI LOMBARDI" fonte ISPRA (*Istituto Superiore per la protezione e la ricerca ambientale*).

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

Ovvero:

- N° 2 sondaggi a carotaggio continuo spinti fino alla profondità di 30.00 m. dal p.c.;
- *Numero 4 prove S.P.T.* (Standard Penetration Test) eseguite nel corso dei sondaggi a rotazione;
- N° 4 prelievi di campioni indisturbati e sottoposti ad analisi geotecnica di laboratorio;
- N° 2 prelievi di campioni di terreno e sottoposte ad analisi chimiche (rifiuto costituito da terre e rocce);
- N° 5 DPSH;
- *N° 5 indagini sismiche con sorgente attiva, MASW, e n.3 con sorgente passiva, Remi (refraction microtremor);*
- *N° 5 verifiche di stabilità.*

Per maggiore dettaglio consultare fascicoli indagini allegate.

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 montana/collinare, dove le caratteristiche clivometriche dei versanti sono strettamente correlate con l'erosibilità dei sedimenti che costituiscono il rilievo stesso.

I territori comunali di interesse rientrano sotto la competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale.

Analizzata la posizione di ciascuno dei 5 aerogeneratori si verifica la compatibilità dell'opera con il Piano, risultando sempre esterna la posizione delle fondazioni rispetto alle aree a maggior rischio.

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 caviddotti 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 sia dalle analisi di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati prelevati in sito che dalle prove penetrometriche dinamiche pesanti.

Le indagini geognostiche effettuate nell'area oggetto di studio, hanno permesso di individuare vari orizzonti per ogni sito investigato, per maggior dettaglio consultare il paragrafo "CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA DEL SITO".

La profondità del piano di posa delle 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 nelle aree oggetto degli interventi.

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 eseguite prove sismiche del tipo MASW.

In riferimento a tali dati di indagini geofisiche, il sito in esame può essere classificato, in via cautelativa, come appartenente alle **Categorie Suolo di Fondazione C**.

Si prescrivono:

- ◆ Stretta osservanza delle normative vigenti per le costruzioni in zona sismica (DM 17/01/2018);
- ◆ Per le fondazioni delle opere, il carico di esercizio  $Q_e$  indotto sui terreni di sottofondo non dovrà essere maggiore del valore di  $Q_a$  (carico ammissibile dei terreni);
- ◆ Smaltimento delle acque superficiali ed episuperficiali;
- ◆ Il rispetto delle disposizioni circa lo smaltimento del materiale di scavo (D.P.R. 915/82);
- ◆ In conclusione le opere da realizzare non vanno a gravare negativamente sulla stabilità globale della zona.

*Tanto dovevasi in ottemperanza delle normative vigenti e dell'incarico ricevuto.*

*Guardia Sanframondi (BN) 21/09/2022*

*Il Geologo*

**dr. Fabio MASTANTUONO**



## **ALLEGATO N°1**

### **Fascicolo Indagini geognostiche TECNOGEO SRL**

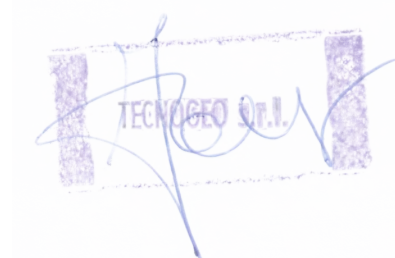
- Sondaggi geognostici
- Prove di laboratorio
- SPT
- Analisi chimiche di laboratorio

## COMUNI DI BISACCIA E VALLATA (AV)

**COMMITTENTE: RWE RENEWABLES ITALIA S.R.L.**

**OGGETTO: INDAGINI GEOLOGICHE A SUPPORTO  
DELLA PROGETTAZIONE PRELIMINARE  
DI UN PARCO EOLICO RICADENTE NEI  
COMUNI DI BISACCIA E VALLATA (AV)**

**LOCALITA': BISACCIA E VALLATA (AV)**



**INDAGINE GEOGNOSTICA - PROVE GEOTECNICHE  
IN SITO - PROVE DI LABORATORIO**

## REPORT FINALE INDAGINI

- Committente:	RWE Renewables Italia S.r.l.	- Data:	18 Luglio 2022
- Lavoro:	Indagini geologiche a supporto della progettazione preliminare di un parco eolico ricadente nei comuni di Bisaccia e Vallata (AV)	- Commessa:	W107 - 22
- Località:	Bisaccia e Vallata (AV)		

**Spett.le Geol. Tommaso Fusco  
Geologo Direzione Lavori  
RWE Rinnovabili S.r.l.**

Sotto la Vs. DD.LL. sono state eseguite nell'area innanzi descritta le seguenti indagini in sito:

### **N°2 SONDAGGI GEOGNOSTICI**

Del tipo a carotaggio continuo per un totale di 60,0 metri di perforazione ripartiti per intervalli di profondità secondo la seguente tabella:

INTERVALLO DI PROFONDITA'	U.M.	QUANTITA'
Perforazione da 0,00 a 20,00 m	metri	40,0
Perforazione da 20,00 a 40,00 m	metri	20,0
<b>TOTALE</b>		<b>60,0</b>

La profondità massima investigata è di 30,0 m. Il dettaglio dei quantitativi di perforazione effettuati, delle profondità e della tipologia di perforazione effettuata è riportato nelle allegate colonne stratigrafiche. I sondaggi sono stati realizzati con le seguenti attrezzature di perforazione:

n.1 perforatrice idraulica marca CMV modello MK 600 attrezzata con carotiere semplice e doppio, con campionatori tipo Shelby e Mazier ed attrezzatura per il rivestimento del foro di perforazione.

### **N°4 PROVE S.P.T. (Standard Penetration Test)**

Sono state eseguite n°4 prove S.P.T. (Standard Penetration Test) eseguite nel corso del sondaggio a rotazione. Le prove sono state eseguite utilizzando un meccanismo a sganciamento automatico e campionatore di tipo Raymond a punta aperta o chiusa secondo le disposizioni della DD.LL. Le caratteristiche strumentali sono riportate nel modulo S.P.T. allegato.

### **N°4 PRELIEVO DI CAMPIONI**

Sono stati effettuati nel corso dell'esecuzione dei sondaggi a rotazione e prelevati con campionatore a pressione tipo Shelby. I campioni prelevati sono di tipo indisturbato.

#### N°4 ANALISI DI LABORATORIO

Eseguite sui campioni di terreno indisturbato. Gli esiti delle prove di laboratorio sono riportati nei certificati allegati.

Paolisi, 18 Luglio 2022

**TECNOGEO S.r.l.**

*Il Direttore Tecnico*



## RELAZIONE SULLE INDAGINI

### Sondaggi geognostici

Del tipo a carotaggio continuo con perforazione ad andamento verticale secondo le richieste della DD.LL.. La profondità massima investigata è di 30,0 m.

I sondaggi sono stati realizzati con attrezzatura di perforazione costituita da una perforatrice idraulica marca CMV modello MK 600 munita di carotiere semplice e doppio e tubazioni di rivestimento del foro di perforazione. Essi sono stati effettuati con l'utilizzo della tecnica di avanzamento a rotazione.

Il carotaggio continuo del terreno, con carotiere semplice di diametro  $\varnothing = 101$  mm, ha permesso di ricostruire la successione stratigrafica del sito. Le carote di terreno prelevate sono state disposte in adeguate cassette catalogatrici.


### Prelievo di campioni

Nel corso dell'esecuzione del sondaggio a rotazione sono stati prelevati n°4 campioni di terreno di tipo indisturbato con l'ausilio di campionatore a pressione tipo Shelby. I campioni di terreno, prelevati con fustelle a parete sottile in acciaio inossidabile e di diametro di 80 mm sono stati immediatamente sigillati per proteggerli contro perdite di umidità e sono stati inviati prontamente in laboratorio per l'esecuzione di analisi e prove geotecniche.

Tanto dovevasi, distinti saluti

Paolisi, 18 Luglio 2022

**Tecnogeo S.r.l.**





## UBICAZIONE INDAGINI

- Committente: RWE Renewables Italia S.r.l.
- Lavoro: Indagini geologiche a supporto della progettazione preliminare di un parco eolico ricadente nei comuni di Bisaccia e Vallata (AV)
- Località: Bisaccia e Vallata (AV)
- Data: 11 - 14 Luglio 2022
- Commessa: W107 - 22



## UBICAZIONE INDAGINI

- Committente: RWE Renewables Italia S.r.l.
- Lavoro: Indagini geologiche a supporto della progettazione preliminare di un parco eolico ricadente nei comuni di Bisaccia e Vallata (AV)
- Località: Bisaccia e Vallata (AV)
- Data: 11 - 14 Luglio 2022
- Commessa: W107 - 22



**TECNOGEO S.p.A.**



## **SONDAGGI GEOGNOSTICI**

---

COMMITTENTE: RWE Renewables Italia S.r.l.		Coordinate: N 41.048318°	SONDAGGIO: S1	CERTIFICATO n°: S142 - 22
PROGETTO: Indagini geologiche a supporto della progettazione preliminare di un parco eolico ricadente nei comuni di Bisaccia e Vallata (AV)		Coordinate: E 15.329288°	Met. di perforazione: Continuo a rotazione	COMMESSA n°: W107 - 22
LOCALITA' - COMUNE Bisaccia (AV)		Quota: 644 mt. s.l.m.	Diametro foro: 101 mm	Inizio / Fine Esecuzione: 11 Luglio 2022
Tipo Sonda: CMV MK 600		Profondità raggiunta: 30.0 m	N° di cassette: 6 N° di foto: 8	Rivestimento: 4.5 m
			Falda:	

Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota	% Carot. R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	PocketTest kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Falda	Piezom / D-Hole
-1		Argilla debolmente sabbiosa di colore marrone scuro con frustoli vegetali	-2.50							
-3		Limo argilloso di colore marrone senza elementi litoidi	-5.50		10-9-12 -5.00 PC					
-6		Argilla limosa di colore prevalentemente grigiastro, marnosa e scagliosa, con livelli litoidi calcareo marnosi e calcarenitici								
-10								-10.00 -10.50		
-15					18-27-39 -15.00 PC					
-20								-20.00 -20.50		
-29			-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  
Carotaggio: Continuo a rotazione  
Sonda: CMV MK 600  
Condizionamento foro:

Ditta Esecutrice: TECNOGEO S.r.l.  
Operatore sonda: Sig. Lucio Posabella  
Geologo in sito: Dott. Domenico Ferraro



## PROVE S.P.T.

**SONDAGGIO n° 1**
**Rif. S 142 -22**
**COMMESSA: W 107 -22**

- Committente:	RWE Renewables Italia S.r.l.	- Data:	11 luglio 2022
- Lavoro:	Indagini geologiche a supporto della progettazione preliminare di un parco eolico ricadente nei comuni di Bisaccia e Vallata (AV)	- Quota terreno:	
- Località:	Bisaccia (AV)	- Prof. falda:	

PROVA n.	RIFERIM.	QUOTE		Scarpa e campionamento	N° COLPI			
		Da metri	A metri		N1	N2	N3	N2 + N3
	2022							

SCARPA E CAMPIONAMENTO		
scarpa aperta	con campione	<b>P</b>
	senza campione	<b>NP</b>
scarpa chiusa	senza campione	<b>C</b>

1	ST	346	5,00	5,15	C	10			21
			5,15	5,30			9		
			5,30	5,45			12		
2	ST	347	15,00	15,15	C	18			66
			15,15	15,30			27		
			15,30	15,45			39		
3	ST								
4	ST								
5	ST								
6	ST								
7	ST								
8	ST								
9	ST								
10	ST								

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA	
<u>Campionatore Raymond</u>	
φ esterno	= 50,8 mm
φ interno	= 34,9 mm
Lunghezza totale	= 711 mm
Angolo al vertice	= 60°

DISPOSITIVO DI BATTUTA	
Sganciamento automatico del maglio	
Peso massa battente	= 63,5 kg
Altezza di caduta	= 76 cm

ASTE DI COLLEGAMENTO	
Peso	= 7,23 kg/ml
Diametro	= 50 mm

Note





- SONDAGGIO: S1
- Committente: RWE Renewables Italia S.r.l.
- Lavoro: Indagini geologiche a supporto della progettazione preliminare di un parco eolico ricadente nei comuni di Bisaccia e Vallata (AV)
- Località: Bisaccia (AV)
- Certificato: S142- 22
- Data: 11 Luglio 2022
- Commessa: W107 - 22



Postazione



Cassetta 1; da m 0,0 a m 5,0



Cassetta 2; da m 5,0 a m 10,0



Cassetta 3; da m 10,0 a m 15,0



Cassetta 4; da m 15,0 a m 20,0



Cassetta 5; da m 20,0 a m 25,0



- SONDAGGIO: S1
- Committente: RWE Renewables Italia S.r.l.
- Lavoro: Indagini geologiche a supporto della progettazione preliminare di un parco eolico ricadente nei comuni di Bisaccia e Vallata (AV)
- Località: Bisaccia (AV)
- Certificato: S142- 22
- Data: 11 Luglio 2022
- Commessa: W107 - 22



Cassetta 6; da m 25,0 a m 30,0



Postazione

COMMITTENTE: RWE Renewables Italia S.r.l.		Coordinate: N 41.048038°	SONDAGGIO: S2	CERTIFICATO n°: S143 - 22
PROGETTO: Indagini geologiche a supporto della progettazione preliminare di un parco eolico ricadente nei comuni di Bisaccia e Vallata (AV)		Coordinate: E 15.309110°	Met. di perforazione: Continuo a rotazione	COMMESSA n°: W107 - 22
LOCALITA' - COMUNE Vallata (AV)		Quota: 666 mt. s.l.m.	Diametro foro: 101 mm	Inizio / Fine Esecuzione: 14 Luglio 2022
Tipo Sonda: CMV MK 600		Profondità raggiunta: 30.0 m	N° di cassette: 6 N° di foto: 8	Rivestimento: 3.0 m
			Falda:	

Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota	% Carot. R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	PocketTest kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Falda	Piezom / D-Hole
-1		Limo Argilloso debolmente sabbiosa di colore marrone scuro con frustoli vegetali	-1.70							
-2		Argilla limosa di colore prevalentemente grigiastro, marnosa e scagliosa, con sfumature rossastre e verdastre. Nella parte sommitale presenza di livelli limosi di colore marrone e piccoli elementi litoidi calcareo-marnosi.			10 -8- 9 -5.00 PC					
-3										
-4										
-5		Assenza di livelli litoidi.								
-6										
-7										
-8										
-9										
-10										
-11										
-12										
-13										
-14										
-15										
-16										
-17										
-18										
-19										
-20										
-21										
-22										
-23										
-24										
-25										
-26										
-27										
-28										
-29										
			-30.00							

<p>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 Carotaggio: Continuo a rotazione Sonda: CMV MK 600 Condizionamento foro:</p>	<p>Ditta Esecutrice: TECNOGEO S.r.l. Operatore sonda: Sig. Lucio Posabella Geologo in sito: Dott. Domenico Ferraro</p>
--	--

## PROVE S.P.T.

**SONDAGGIO n° 2**
**Rif. S 143 -22**
**COMMESSA: W 107 -22**

- Committente:	RWE Renewables Italia S.r.l.	- Data:	14 luglio 2022
- Lavoro:	Indagini geologiche a supporto della progettazione preliminare di un parco eolico ricadente nei comuni di Bisaccia e Vallata (AV)	- Quota terreno:	
- Località:	Vallata (AV)	- Prof. falda:	

PROVA n.	RIFERIM.	QUOTE		Scarpa e campionamento	N° COLPI			
		Da metri	A metri		N1	N2	N3	N2 + N3
	2022							

SCARPA E CAMPIONAMENTO		
scarpa aperta	con campione	<b>P</b>
	senza campione	<b>NP</b>
scarpa chiusa	senza campione	<b>C</b>

1	ST	348	5,00	5,15	C	8			17
			5,15	5,30			8		
			5,30	5,45				9	
2	ST	349	15,00	15,15	C	13			36
			15,15	15,30			16		
			15,30	15,45				20	
3	ST								
4	ST								
5	ST								
6	ST								
7	ST								
8	ST								
9	ST								
10	ST								

CARATTERISTICHE ATTREZZATURA	
<u>Campionatore Raymond</u>	
φ esterno	= 50,8 mm
φ interno	= 34,9 mm
Lunghezza totale	= 711 mm
Angolo al vertice	= 60°

DISPOSITIVO DI BATTUTA	
Sganciamento automatico del maglio	
Peso massa battente	= 63,5 kg
Altezza di caduta	= 76 cm

ASTE DI COLLEGAMENTO	
Peso	= 7,23 kg/ml
Diametro	= 50 mm

Note





- SONDAGGIO: S2
- Committente: RWE Renewables Italia S.r.l.
- Lavoro: Indagini geologiche a supporto della progettazione preliminare di un parco eolico ricadente nei comuni di Bisaccia e Vallata (AV)
- Località: Vallata (AV)
- Certificato: S143- 22
- Data: 14 Luglio 2022
- Commessa: W107 - 22



Postazione



Cassetta 1; da m 0,0 a m 5,0



Cassetta 2; da m 5,0 a m 10,0



Cassetta 3; da m 10,0 a m 15,0



Cassetta 4; da m 15,0 a m 20,0



Cassetta 5; da m 20,0 a m 25,0



- **SONDAGGIO:** S2
- **Committente:** RWE Renewables Italia S.r.l.
- **Lavoro:** Indagini geologiche a supporto della progettazione preliminare di un parco eolico ricadente nei comuni di Bisaccia e Vallata (AV)
- **Località:** Vallata (AV)
- **Certificato:** S143– 22
- **Data:** 14 Luglio 2022
- **Commessa:** W107 – 22



Cassetta 6; da m 25,0 a m 30,0



Esecuzione SPT



## PROVE DI LABORATORIO

---



**Geo-In srl**

**Laboratorio Terre e Rocce DPR 380**  
Concessione n°4815 del 7 Maggio 2021 e successive  
estensioni Circolare 7618/STC

Accettazione Prove Terre n. 72  
del 18 Luglio 2022

Certificati da n° 540 a n° 548

*Spett.le*

**DOTT. GEOL. TOMMASO FUSCO**

**Committente: RWE RENEWABLES ITALIA SRL**

**INDAGINI GEOLOGICHE A SUPPORTO DELLA  
PROGETTAZIONE PRELIMINARE DI UN PARCO  
EOLICO RICADENTE NEI COMUNI DI BISACCIA E  
VALLATA**

**LOC. BISACCIA (AV)**



**LABORATORIO PROVE SU TERRE**



**Geo-In srl**

**Laboratorio Terre e Rocce DPR 380**  
Concessione n°4815 del 7 Maggio 2021 e successive  
estensioni Circolare 7618/STC

Questo LABORATORIO PROVE SU TERRE, attrezzato con apparecchiature normalizzate ASTM+AASHTO, ha esaminato i campioni indisturbati di terreno prelevati nel sito di cui i lavori ne sono oggetto.

Su di essi sono state eseguite, come richiesto, complessivamente:

- n° 2 Apertura del Campione Indisturbato e relativa Identificazione Visiva;
- n° 2 Determinazione delle Costanti Fisiche Generali;
- n° 2 Determinazione Limiti ed Indici di Consistenza;
- n° 2 Analisi Granulometrica con vagli ASTM e Densitometria;
- n° 1 Prova di Taglio Diretto, tipo Consolidata+Lenta;
- n° 1 Prova di Compressione Edometrica con 7 cicli di carico;
- n° 1 Prova di Compressione ad Espansione Laterale Libera.

Gli esiti sono riportati nei Certificati di prova allegati, da n° 540 a n° 548.

Tanto dovevasi.

*Benevento, 28 Luglio 2022.*

Il Direttore del Laboratorio:

*Dott. Geol. Nicola Sauchella Pedicini*







APERTURA CAMPIONE - IDENTIFICAZIONE VISIVA (ASTM D 2488)
E RIEPILOGO PROVE ESEGUITE

ACCETTAZIONE n° 72

del 18-lug-22

pag. 1/1

rev. 0 del 07/05/2021

Table with 2 columns: Field Name and Value. Includes sections for DATI GENERALI (Committente, Richiedente, Progetto, Località) and DATI DEL CAMPIONE (Identificativo campione, Data ricevimento, Prelievo del, Data apertura, Profondità).

APERTURA CAMPIONE - IDENTIFICAZIONE VISIVA (ASTM D 2488)

Table with 2 columns: Property Name and Value. Properties include Grani, Umidità, Consistenza, Colore, Denominazione, and OSSEVAZIONE. Includes sieve analysis notes at the bottom.

RIEPILOGO PROVE ESEGUITE

Table with 3 columns: Test Name, Test Status (checkbox), and Certificato N. Lists various geotechnical tests such as ATTERBERG, GRANULOMETRICA, EDOMETRICA, PERMEABILITA', and COMPATTAZIONE PROCTOR.

Il Direttore del Laboratorio:

Dott. Geol. Nicola Saichelli Pedemmi







## DETERMINAZIONE delle COSTANTI FISICHE GENERALI (ASTM D 2216 - BS 1377 T15 - ASTM D 854)

ACCETTAZIONE n° 72

del

18-lug-22

CERTIFICATO N. 540

del 28-lug-22

pag. 1/1

Mod. GI-7511 e/d/e C - rev. 0 del 07/05/2021

DATI GENERALI			
Committente:	RWE Renewables Italia Srl	Progetto:	Indagini geologiche a supporto della progettazione preliminare di un parco eolico ricadente nei comuni di Bisaccia e Vallata
Richiedente:	Dott. Geol. Tommaso Fusco	Località:	Bisaccia (AV)

DATI DEL CAMPIONE			
Identificativo campione:	S1 C1	Indisturbato	Prelievo del: 11-lug-22
Data ricevimento campione:	18-lug-22	Data apertura campione:	19-lug-22
			Profondità, m: 10,00 - 10,50
			Data di prova: 19-lug-22

CONTENUTO D'ACQUA NATURALE (W <sub>n</sub> ) (ASTM D 2216)				
DETERMINAZIONE, N	1	2	3	
	A	C	N	
	Contenitore, n			
	Massa Contenitore, g	22,53	21,09	21,20
	Massa Cont + Terra Umida, g	50,19	48,27	52,19
Massa Cont + Terra Secca, g	45,89	43,98	47,31	
CONTENUTO D'ACQUA NATURALE (W <sub>n</sub> ), %	18,41%	18,74%	18,69%	18,61%

PESO di VOLUME NATURALE (γ <sub>n</sub> ) (BS 1377 T15)			
DETERMINAZIONE, N	1	2	
	A	C	
	Volumometro, n		
	Massa Volumometro, g	53,28	53,64
	Capacità Volumometro, cm	38,76	38,76
Massa Volumometro + Terra Umida, g	131,97	132,11	
PESO di VOLUME NATURALE (γ <sub>n</sub> ), kN/m <sup>3</sup>	20,30	20,25	20,27
PESO di VOLUME SECCO (γ <sub>s</sub> ), kN/m <sup>3</sup>			17,09

PESO SPECIFICO DEI GRANI (ASTM D 854)			
DETERMINAZIONE, N	1	2	
	Vaglio ASTM #10, % Passante	100	100
	Picnometro, n	391	VII
	Massa Campione Secco, g	15,25	15,50
	Massa Picnometro + Campione + Acqua, g	90,42	87,44
	Massa Picnometro + Acqua, g	80,90	77,78
	Fattore di Correzione, k	0,9982	0,9982
	PESO SPECIFICO dei GRANI a 20°C, kN/m <sup>3</sup>	26,57	26,49
			Temperatura, °C
			20

GRANDEZZE INDICI	
• INDICE dei VUOTI (e <sup>*</sup> )	0,552
• POROSITA' (n), %	35,58
• GRADO di SATURAZIONE (S <sub>v</sub> )	89,42%
• PESO di VOLUME SATURO, (γ <sub>sat</sub> ), kN/m <sup>3</sup>	20,65

OSSERVAZIONI:

Il Direttore del Laboratorio:

Dott. Geol. Nicola Sauchella Padellini

Lo Sperimentatore:

Dott. ssa Geol. Valentina Columbro





### DETERMINAZIONE LIMITI DI ATTERBERG (ASTM D 4318 e ASTM D 427)

ACCETTAZIONE n° 72

del 18-lug-22

CERTIFICATO N. 541

del 28-lug-22

pag. 1/1

Mod. G1 - 7.5.1.1.f.c - rev. 0 del 07/05/2021

#### DATI GENERALI

Committente: RWE Renewables Italia Srl Progetto: Indagini geologiche a supporto della progettazione preliminare di un parco eolico ricadente nei comuni di Bisaccia e Vallata  
 Richiedente: Dott. Geol. Tommaso Fusco Località: Bisaccia (AV)

#### DATI DEL CAMPIONE

Identificativo campione: **S1 C1** Indisturbato Prelievo del: **11-lug-22** Profondità, m: **10,00 - 10,50**  
 Data ricevimento campione: 18-lug-22 Data apertura campione: 19-lug-22 Data di prova: 20-lug-22

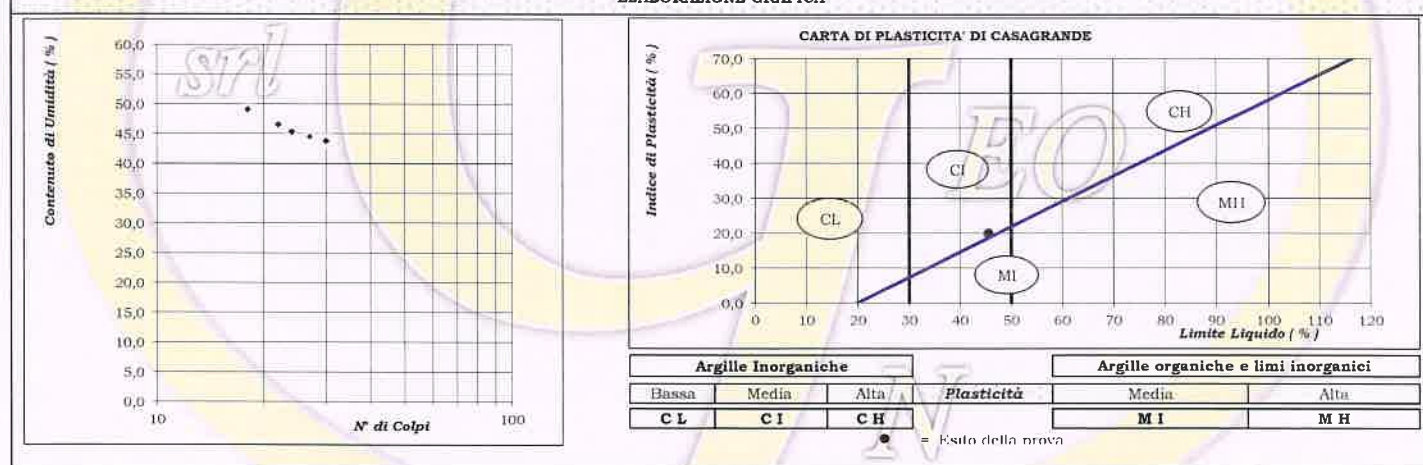
#### LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318)

DETERMINAZIONE, N	1	2	3	4	5	LIMITE LIQUIDO
	F	M	G2	B1	H1	
Contenitore, n						
Massa Contenitore, g	12,84	13,70	13,33	10,47	13,31	
Massa Cont. + Terra Umida, g	22,95	23,95	23,80	19,88	22,77	
Massa Cont. + Terra Secca, g	19,62	20,69	20,53	16,98	19,89	
Colpi, n	<b>18</b>	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>27</b>	<b>30</b>	
CONTENUTO D'ACQUA, %	49,1	46,6	45,4	44,5	43,8	<b>45,5</b>

#### LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318)

DETERMINAZIONE, N	1	2	3	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO
	K1	O	R		
Contenitore, n					
Massa Contenitore, g	9,33	10,41	10,84		
Massa Cont. + Terra Umida, g	10,56	11,61	11,95		
Massa Cont. + Terra Secca, g	10,31	11,37	11,72		
CONTENUTO ACQUA, %	25,5	25,0	26,1	<b>25,5</b>	<b>20,0</b>

#### ELABORAZIONE GRAFICA



#### LIMITE DI RITIRO (ASTM D 427)

Capsula MONEL, n		LIMITE DI RITIRO $W_s$ %	UMIDITA' NATURALE %	18,61
Massa Capsula MONEL, g			INDICE DI CONSISTENZA	1,3
Volume Capsula MONEL, cm <sup>3</sup>		RAPPORTO DI RITIRO (SR)	INDICE DI LIQUIDITA'	-0,3
Volume Capsula + Terra Umida, g			Fraz. ARGILLOSA (% Passa 2 μ)	23,2
Volume Capsula + Terra Secca, g			ATTIVITA' (SKEMPTON)	0,9
CONTENUTO ACQUA, %				
Massa Hg + Terra Secca, g				
Volume Terra Secca, cm <sup>3</sup>				

OSSERVAZIONI:

Il Direttore del Laboratorio:

Lo Sperimentatore:







## ANALISI GRANULOMETRICA con VAGLI ASTM e DENSITOMETRIA (ASTM D 422)

ACCETTAZIONE n° 72 del 18-lug-22 CERTIFICATO N. 542 del 28-lug-22 pag. 1/1

Mod. G.I - 7.5.1.1.b.C - rev. 0 del 07/05/2021

DATI GENERALI			
Committente:	RWE Renewables Italia Srl	Progetto:	Indagini geologiche a supporto della progettazione preliminare di un parco eolico ricadente nei comuni di Bisaccia e Valluta
Richiedente:	Dott. Geol. Tommaso Fusco	Località:	Bisaccia (AV)

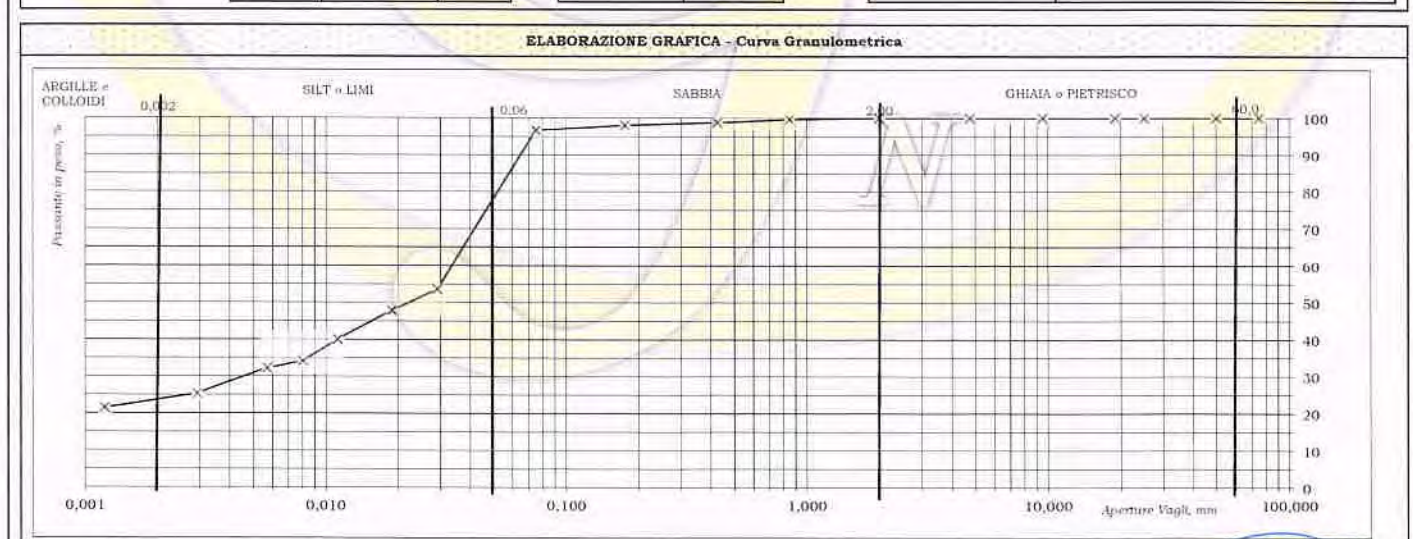
DATI DEL CAMPIONE			
Identificativo campione:	S1 C1	Indisturbato	Prelievo del: 11-lug-22
Data ricevimento campione:	18-lug-22	Data apertura campione:	19-lug-22
			Profondità, m: 10,00 - 10,50
			Data inizio prova: 20-lug-22

ANALISI MECCANICA del TRATTENUTO al VAGLIO ASTM # 10 (Ø=2,0 mm)									
<b>DETERMINAZIONI DI PROVA</b>  Massa Contenitore, g: 76,25 Massa Cont. + Campione secco, g: 513,46 Massa Campione secco, g: 437,21	<b>VAGLI ASTM</b>	3"	2"	1"	3/4"	3/8"	# 4	# 10	
	Apertura in mm	75,0	50,0	25,0	19,0	9,5	4,75	2,00	
	Ritenuto, g	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	% Ritenuto	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	% Passante	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

ANALISI DENSITOMETRICA e MECCANICA del PASSANTE al VAGLIO ASTM # 10 (Ø=2,0 mm)								
<b>ANALISI DENSITOMETRICA</b>  Massa Contenitore, g: 59,76 Massa Cont. + Campione secco, g: 112,85 Massa Campione secco, g: 53,09 Peso Specifico del Passante al #10, kN/m³: 26,53 Temperatura di prova T°, C°: 21 Massa Volumica Acqua a T°, g/ml: 0,9980 Coeff. Viscosità dinamica nel liquido a T°, Poise: 0,0098	<b>Tempi, mn</b>	2	5	15	30	60	240	1440
	Letture Densimetro, R	1,0295	1,0265	1,0225	1,0195	1,0185	1,0150	1,0130
	Correzione per T°, ΔR	-0,0040						
	Letture Corrette, R'	1,0255	1,0225	1,0185	1,0155	1,0145	1,0110	1,0090
	Profondità Lettura, L in mm	144,85	150,85	158,85	164,85	166,85	173,85	177,85
	O equivalente dei grani, mm	0,0292	0,0188	0,0112	0,0080	0,0057	0,0029	0,0012
	% Passante	53,7	47,9	40,0	34,2	32,2	25,3	21,4

ANALISI MECCANICA						
<b>VAGLI ASTM</b>	# 20	# 40	# 80	# 200	PAN	Fattore riduzione massa campione, FR: 1,000
Apertura in mm	0,850	0,425	0,175	0,075	-	
Ritenuto, g	0,23	0,41	0,38	0,74	51,33	Riscontro, g: 0,00
Passante, g	52,86	52,45	52,07	51,33	-	
% Passante	99,6	98,8	98,1	96,7	-	

ESITI	GHIAIE/PIETRISCO %	SABBIA %	SILT e LIMI %	ARGILLE e COLLOIDI %
	0,0	3,3	73,5	23,2
	Grossa Media Fine	Grossa Fine	DENOMINAZIONE: LIMO ARGILLOSO	
	0,0 0,0 0,0	1,2 2,1		



OSSERVAZIONI:  
 Il Direttore del Laboratorio:  
 Dott. Geol. Nicola Sancheletti Pedicini





### APERTURA CAMPIONE - IDENTIFICAZIONE VISIVA (ASTM D 2488) E RIEPILOGO PROVE ESEGUITE

ACCETTAZIONE n° 72

del 18-lug-22

pag. 1/1

rev. 0 del 07/05/2021

DATI GENERALI			
Committente:	RWE Renewable Italia Srl	Progetto:	Indagini geologiche a supporto della progettazione preliminare di un parco colico ricadente nei comuni di Disaccia e Vallata
Richiedente:	Dott. Geol. Tommaso Fusco	Località:	Bisaccia (AV)
DATI DEL CAMPIONE			
Identificativo campione:	<b>S1 C2</b>	Indisturbato	Prelievo del: 12-lug-22
Data ricevimento campione:	18-lug-22	Data apertura campione:	19-lug-22
		Profondità, m:	<b>20,00 - 20,50</b>

APERTURA CAMPIONE - IDENTIFICAZIONE VISIVA (ASTM D 2488)	
Grani:	FINI
(Ø max e min - Forma - Distribuzione %)	0 < 2,00 mm
Umidità:	MEDIA
Consistenza:	COMPATTO
Colore:	GRIGIO
Denominazione:	LIMO ARGILLOSO
OSSERVAZIONI:	Struttura scagliosa
con: 50±25 % Pass	...oso: 25±15 % Pass
debolmerie	...oso: 15±5 % Pass

RIEPILOGO PROVE ESEGUITE		CERTIFICATO N.
<input type="checkbox"/>	- COSTANTI FISICHE GENERALI	543
<input type="checkbox"/>	- LIMITI di ATTERBERG	544
<input type="checkbox"/>	- ANALISI GRANULOMETRICA con SOLI VAGLI ASTM	
<input type="checkbox"/>	- ANALISI GRANULOMETRICA con VAGLI ASTM e DENSITOMETRIA	545
<input type="checkbox"/>	- TAGLIO DIRETTO, CONSOLIDATO LENTO	546
<input type="checkbox"/>	- TAGLIO DIRETTO + TAGLIO RESIDUO	
<input type="checkbox"/>	- PROVA EDOMETRICA	547
<input type="checkbox"/>	- PROVA EDOMETRICA + PROVA DI PERMEABILITA'	
<input type="checkbox"/>	- PROVA ad ESPANSIONE LATERALE LIBERA	548
<input type="checkbox"/>	- PROVA di PERMEABILITA' a CARICO COSTANTE	
<input type="checkbox"/>	- PROVA di PERMEABILITA' a CARICO VARIABILE	
<input type="checkbox"/>	- PROVA TRIASSIALE CONSOLIDATA DRENATA (CD)	
<input type="checkbox"/>	- PROVA TRIASSIALE CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)	
<input type="checkbox"/>	- PROVA TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA (UU)	
<input type="checkbox"/>	- DETERMINAZIONE della DENSITA' RELATIVA	
<input type="checkbox"/>	- DETERMINAZIONE del CONTENUTO di SOSTANZA ORGANICA	
<input type="checkbox"/>	- DETERMINAZIONE del CONTENUTO di SOLFATI	
<input type="checkbox"/>	- DETERMINAZIONE del CONTENUTO di CARBONATI	
<input type="checkbox"/>	- PROVA di COMPATTAZIONE PROCTOR	
<input type="checkbox"/>	- PROVA CBR	

Il Direttore del Laboratorio:

Dott. Geol. Nicola Smeraglia - Valdinievole







## DETERMINAZIONE delle COSTANTI FISICHE GENERALI (ASTM D 2216 - BS 1377 T15 - ASTM D 854)

ACCETTAZIONE n° 72

del

18-lug-22

CERTIFICATO N. 543

del 28-lug-22

pag. 1/1

Mod. 01 - 7.5.1.1.r/1/c C - rev. 0 del 07/05/2021

DATI GENERALI			
Committente:	RWE Renewables Italia Srl	Progetto:	Indagini geologiche a supporto della progettazione preliminare di un parco eolico ricadente nei comuni di Bisaccia e Vallata
Richiedente:	Dott. Geol. Tommaso Fusco	Località:	Bisaccia (AV)

DATI DEL CAMPIONE			
Identificativo campione:	S1 C2	Indisturbato	Prelievo del: 12-lug-22
Data ricevimento campione:	18-lug-22	Data apertura campione:	19-lug-22
			Profondità, m: 20,00 - 20,50
			Data di prova: 19-lug-22

CONTENUTO D'ACQUA NATURALE (W <sub>n</sub> ) (ASTM D 2216)			
DETERMINAZIONE, N	1	2	3
Contenitore, n	B1	F1	K1
Massa Contenitore, g	21,27	20,76	20,87
Massa Cont + Terra Umida, g	53,91	55,18	50,19
Massa Cont + Terra Secca, g	49,31	50,26	46,11
<b>CONTENUTO D'ACQUA NATURALE (W<sub>n</sub>), %</b>	16,41%	16,68%	16,16%
			<b>16,42%</b>

PESO di VOLUME NATURALE (γ <sub>n</sub> ) (BS 1377 T15)			
DETERMINAZIONE, N	1	2	
Volumometro, n	B	M	
Massa Volumometro, g	53,66	87,07	
Capacità Volumometro, cm	38,76	62,11	
Massa Volumometro + Terra Umida, g	133,22	214,91	
<b>PESO di VOLUME NATURALE (γ<sub>n</sub>), kN/m<sup>3</sup></b>	20,53	20,58	<b>20,55</b>
			<b>PESO di VOLUME SECCO (γ<sub>s</sub>), kN/m<sup>3</sup></b>
			<b>17,66</b>

PESO SPECIFICO DEI GRANI (ASTM D 854)			
DETERMINAZIONE, N	1	2	
Vaglio ASTM #10, % Passante	100	100	
Picnometro, n	357	408	
Massa Campione Secco, g	14,80	14,95	Temperatura, °C
Massa Picnometro + Campione + Acqua, g	90,19	89,90	20
Massa Picnometro + Acqua, g	80,98	80,58	
Fattore di Correzione, k	0,9982	0,9982	
<b>PESO SPECIFICO dei GRANI a 20°C, kN/m<sup>3</sup></b>	26,43	26,51	<b>26,47</b>

GRANDEZZE INDICI	
• INDICE dei VUOTI (e')	0,499
• POROSITA' (n), %	33,29
• GRADO di SATURAZIONE (S <sub>r</sub> )	87,06%
• PESO di VOLUME SATURO, (γ <sub>sat</sub> ), kN/m <sup>3</sup>	20,99

OSSERVAZIONI:

Il Direttore del Laboratorio:  
  
 Dott. Geol. Nicola Sant'Anna Pedicini

Lo Spesimentatore:  
  
 Dott.ssa Geol. Valentina Capobianco  
 Z.I. Ponte Valentino Benevento  
 Aut. Min. I.T.T. U. 00043/5  
 07/05/2021 e succ. aut.



### DETERMINAZIONE LIMITI DI ATTERBERG (ASTM D 4318 e ASTM D 427)

ACCETTAZIONE n° 72

del 18-lug-22

CERTIFICATO N. 544

del 28-lug-22

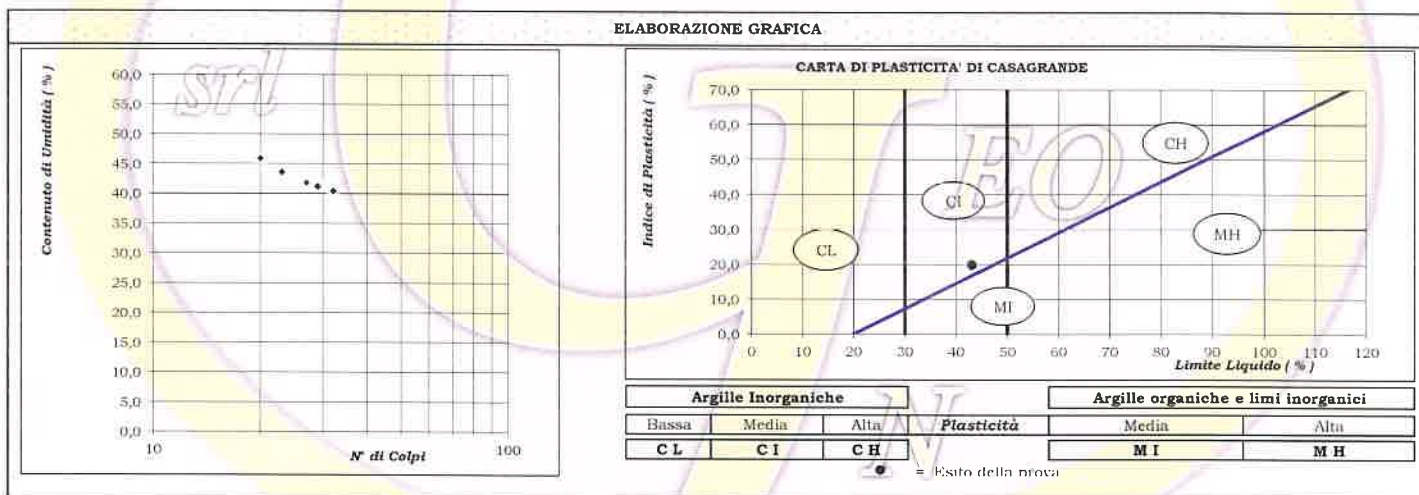
pag. 1 / 1

Mod. GI - 7.5.1.1.f.c. rev. 0 del 07/05/2021

DATI GENERALI						
Committente:	RWE Renewables Italia Srl	Progetto:	Indagini geologiche a supporto della progettazione preliminare di un parco eolico ricadente nei comuni di Bisaccia e Vallata			
Richiedente:	Dott. Geol. Tommaso Fusco	Località:	Bisaccia (AV)			
DATI DEL CAMPIONE						
Identificativo campione:	S1 C2	Indisturbato	Prelievo del:	12-lug-22	Profondità, m:	20,00 - 20,50
Data ricevimento campione:	18-lug-22		Data apertura campione:	19-lug-22	Data di prova:	20-lug-22

LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318)										
<b>DETERMINAZIONE, N</b> Contenitore, n Massa Contenitore, g Massa Cont. + Terra Umida, g Massa Cont. + Terra Secca, g Colpi, n	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>LIMITE LIQUIDO</b>  <b>25</b>  <b>43,1</b>				
	<b>A2</b>	<b>A1</b>	<b>B</b>	<b>G1</b>	<b>X2</b>					
	13,26	13,70	10,18	9,02	10,67					
	23,18	22,95	20,56	19,58	19,81					
	20,06	20,14	17,50	16,50	17,18					
<b>CONTENUTO D'ACQUA, %</b>	45,9	43,6	41,8	41,2	40,4	<b>20</b>	<b>23</b>	<b>27</b>	<b>29</b>	<b>32</b>

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318)						
<b>DETERMINAZIONE, N</b> Contenitore, n Massa Contenitore, g Massa Cont. + Terra Umida, g Massa Cont. + Terra Secca, g	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>LIMITE PLASTICO</b>  <b>23,1</b>	<b>INDICE PLASTICO</b>  <b>20,0</b>	
	<b>L</b>	<b>D</b>	<b>A</b>			
	11,08	13,43	13,65			
	12,56	15,03	14,99			
<b>CONTENUTO ACQUA, %</b>	12,28	14,73	14,74	<b>23,3</b>	<b>23,1</b>	<b>22,9</b>



LIMITE DI RITIRO (ASTM D 427)			UMIDITA' NATURALE %	
Capsula MONEL, n Massa Capsula MONEL, g Volume Capsula MONEL, cm <sup>3</sup> Massa Capsula + Terra Umida, g Massa Capsula + Terra Secca, g CONTENUTO ACQUA, % Massa Hg + Terra Secca, g Volume Terra Secca, cm <sup>3</sup>				16,42
	<b>LIMITE DI RITIRO w<sub>s</sub></b>			
	%			
	<b>RAPPORTO DI RITIRO (SR)</b>			
			<b>INDICE DI CONSISTENZA</b>	1,3
			<b>INDICE DI LIQUIDITA'</b>	-0,3
			<b>Fraz. ARGILLOSA (% Pass.a 2 µ)</b>	20,0
			<b>ATTIVITA' (SKEMPTON)</b>	1,0

OSSERVAZIONI:

Il Direttore del Laboratorio:

Lo Sperimentatore:

Dott. Geol. Nicola Sauchella Pedemini

Dott.ssa Geol. Valentina Columbu







## ANALISI GRANULOMETRICA con VAGLI ASTM e DENSITOMETRIA (ASTM D 422)

ACCETTAZIONE n° 72

del 18-lug-22

CERTIFICATO N. 545

del 28-lug-22

pag. 1/1

Mod. G.I. - 7.5.1.1.b C - rev. 0 del 07/05/2021

### DATI GENERALI

Committente: RWE Renewables Italia Srl Progetto: Indagini geologiche a supporto della progettazione preliminare di un parco eolico ricadente nei comuni di Bisaccia e Vallata  
Richiedente: Dott. Geol. Tommaso Fusco Località: Bisaccia (AV)

### DATI DEL CAMPIONE

Identificativo campione: S1 C2 Indisturbato Prelievo del: 12-lug-22 Profondità, m: 20,00 - 20,50  
Data ricevimento campione: 19-lug-22 Data apertura campione: 19 lug 22 Data inizio prova: 20-lug-22

### DETERMINAZIONI DI PROVA

Massa Contenitore, g	78,00
Massa Cont. + Campione secco, g	531,28
Massa Campione secco, g	453,28

### ANALISI MECCANICA del TRATTENUTO al VAGLIO ASTM # 10 (Ø=2,0 mm)

VAGLI ASTM	3"	2"	1"	3/4"	3/8"	# 4	# 10
Apertura in mm	75,0	50,0	25,0	19,0	9,5	4,75	2,00
Ritenuto, g	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% Ritenuto	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
% Passante	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

### ANALISI DENSITOMETRICA e MECCANICA del PASSANTE al VAGLIO ASTM # 10 (Ø=2,0 mm)

#### ANALISI DENSITOMETRICA

Massa Contenitore, g	57,56
Massa Cont. + Campione secco, g	111,24
Massa Campione secco, g	53,68
Peso Specifico del Passante al #10, kN/m <sup>3</sup>	26,47
Temperatura di prova T°, C°	21
Massa Volumica Acqua a T°, g/ml	0,9980
Coef. Viscosità dinamica nel liquido a T°, Poise	0,0098

#### Tempi, mn

Tempi, mn	2	5	15	30	60	240	1440
Letture Densimetro, R	1,0280	1,0245	1,0215	1,0190	1,0165	1,0145	1,0115

#### Correzione per T°, ΔR

Correzione per T°, ΔR	-0,0040						
-----------------------	---------	--	--	--	--	--	--

#### Letture Corrette, R'

Letture Corrette, R'	1,0240	1,0205	1,0175	1,0150	1,0125	1,0095	1,0075
----------------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

#### Profondità Lettura, L in mm

Profondità Lettura, L in mm	147,85	154,85	160,85	165,85	170,85	176,85	180,85
-----------------------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

#### O equivalente dei grani, mm

O equivalente dei grani, mm	0,0295	0,0191	0,0112	0,0081	0,0058	0,0029	0,0012
-----------------------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

#### % Passante

% Passante	50,2	43,5	37,7	32,8	28,0	22,2	18,3
------------	------	------	------	------	------	------	------

### ANALISI MECCANICA

VAGLI ASTM	# 20	# 40	# 80	# 200	PAN
Apertura in mm	0,850	0,425	0,175	0,075	-
Ritenuto, g	0,38	0,25	0,78	1,05	51,22
Passante, g	53,30	53,05	52,27	51,22	-
% Passante	99,3	98,8	97,4	95,4	-

Fattore riduzione

massa campione, FR

Riscontro, g

ESITI

GHIAIE/PIETRISCO %

0,0

SABBIA %

4,6

SILT o LIMI %

75,5

ARGILLE E COLLOIDI %

20,0

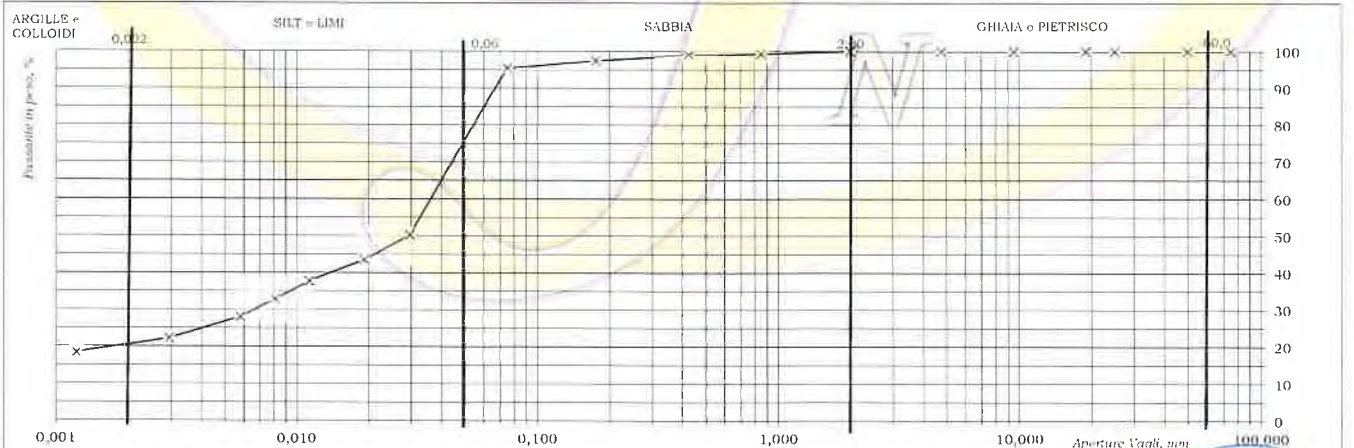
Grossa	Media	Fine
0,0	0,0	0,0

Grossa	Fine
1,2	3,4

DENOMINAZIONE:

LIMO ARGILLOSO

### ELABORAZIONE GRAFICA - Curva Granulometrica



### OSSERVAZIONI:

Il Direttore del Laboratorio:

Dott. Geol. Nicola Sauchella Pedicini

Lo Spettatore:

Lo Spettatore:   
Zi. Ponte Valentino BENEVENTO  
Autoriz. Min. IIT  
Reg. Un. U. 0004815  
07/05/2021  
Dott. ssa Geol. Valentina Comandini  
e succ. aut.



## PROVA di TAGLIO DIRETTO (ASTM D 3080)

ACCETTAZIONE n° 72

del 18-lug-22

CERTIFICATO N. 546

del 28-lug-22

pag. 1/2

Mod. G.I - 7.5.1.2.b C - rev. 0 del 07/05/2021

DATI GENERALI																									
Committente: RWE Renewables Italia Srl				Progetto: Indagini geologiche a supporto della progettazione preliminare di un parco eolico ricadente nei comuni di Bisaccia e Vallara																					
Richiedente: Dott. Geol. Tommaso Fusco				Località: Bisaccia (AV)																					
DATI DEL CAMPIONE																									
Identificativo campione: <b>S1 C2</b> Indisturbato				Prelievo del: 12-lug-22				Profondità, m: 20,00 - 20,50																	
Data ricevimento campione: 18-lug-22				Data apertura campione: 19-lug-22				Data inizio prova: 22-lug-22																	
TIPO DI PROVA: Lenta: SI		Consolidata: SI		ATTREZZATURA: Tecnitest - Anello Dinamometrico SN° 846 da 3000 N																					
											Fattore di conversione: 2,076														
DATI DEL CAMPIONE IN PROVA						SCATOLA DI TAGLIO																			
Peso Specifico dei Grani (Gt*)		kN/m³		26,47		Diametro Fustella, cm		6,25		Altezza Fustella, cm		1,99													
Contenuto Naturale in Acqua (media)		%		16,42%		Velocità di taglio, mm/mn		0,008		Sezione Fustella, cm		39,68													
DETERMINAZIONI																									
PROVINO		1			2			3																	
Fustella Portacampione		A1			C1			B1																	
Massa Fustella		88,28			89,14			91,00																	
Massa Fustella + Campione		248,12			248,55			251,01																	
Massa Campione		159,84			159,41			160,01																	
Peso di Volume Naturale		PRIMA		DOPO		PRIMA		DOPO		PRIMA		DOPO													
kN/m³		20,56		21,98		20,51		22,47		20,58		22,86													
Peso di Volume Secco		17,66		18,88		17,62		19,30		17,68		19,64													
Indice dei Vuoti		0,499		0,402		0,503		0,371		0,497		0,348													
Altezza Solidi		1,543		-		1,539		-		1,545		-													
SFORZI di TAGLIO, kN/m²		14,6		29,9		42,5		53,8		66,4		72,3													
PROVINO n. 1																									
Cedimenti, cm		0,128		Altezza Finale, cm									1,862		SFORZO NORMALE, kN/m²		100,0								
Tempi, mn		30		60		90		120		150		180		210		240		270		300		330		360	
Spostamenti Cella, mm		0,2		0,5		0,7		1,0		1,2		1,4		1,7		1,9		2,2		2,4		2,6		2,9	
Lettura anello dinamometrico		22		45		64		81		100		109		114		102									
Comparatore Vert., mm		1,31		1,33		1,35		1,37		1,40		1,42		1,43		1,43									
SFORZI di TAGLIO, kN/m²		14,6		29,9		42,5		53,8		66,4		72,3		75,6		77,1									
PROVINO n. 2																									
Cedimenti, cm		0,174		Altezza Finale, cm									1,816		SFORZO NORMALE, kN/m²		200,0								
Tempi, mn		30		60		90		120		150		180		210		240		270		300		330		360	
Spostamenti Cella, mm		0,2		0,5		0,7		1,0		1,2		1,4		1,7		1,9		2,2		2,4		2,6		2,9	
Lettura anello dinamometrico		48		73		102		125		146		161		171		175		170							
Comparatore Vert., mm		1,78		1,81		1,85		1,88		1,90		1,92		1,93		1,93		1,94							
SFORZI di TAGLIO, kN/m²		31,9		48,4		67,7		82,9		96,9		106,8		113,5		116,1		112,8							
PROVINO n. 3																									
Cedimenti, cm		0,198		Altezza Finale, cm									1,792		SFORZO NORMALE, kN/m²		300,0								
Tempi, mn		30		60		90		120		150		180		210		240		270		300		330		360	
Spostamenti Cella, mm		0,2		0,5		0,7		1,0		1,2		1,4		1,7		1,9		2,2		2,4		2,6		2,9	
Lettura anello dinamometrico		105		138		164		188		210		229		238		240		230							
Comparatore Vert., mm		2,02		2,05		2,10		2,13		2,15		2,17		2,18		2,18		2,19							
SFORZI di TAGLIO, kN/m²		69,7		91,6		108,8		124,8		139,4		152,0		157,9		159,3		152,6							
RIEPILOGO																									
		SFORZI, kN/m²																							
		Provini			Normali			di Taglio																	
		3			300,0			159,3																	
		2			200,0			116,1																	
		1			100,0			75,6																	
OSSERVAZIONI:																									

Il Direttore del Laboratorio:

Dott. Geol. Nicola Sauchella Pedicini

Lo Sperimentatore:

Dott. ssa Geol. Valentina Colombo







## PROVA di TAGLIO DIRETTO (ASTM D 3080)

ACCETTAZIONE n° 72

del 18-lug-22

CERTIFICATO n° 546

del 28-lug-22

pag. 2/2

Mod. G.I - 7.5.1.2 b C - rev. 0 del 07/05/2021

DATI GENERALI			
Committente:	RWE Renewables Italia Srl	Progetto:	Indagini geologiche a supporto della progettazione preliminare di un parco eolico ricadente nei comuni di Bisaccia e Vallata
Richiedente:	Dott. Geol. Tommaso Fusco	Località:	Bisaccia (AV)
DATI DEL CAMPIONE			
Identificativo campione:	S1 C2	Indisturbato	Prelievo del: 12-lug-22
Data ricevimento campione:	18-lug-22		Data apertura campione: 19-lug-22
			Profondità, m: 20,00 - 20,50
			Data inizio prova: 22-lug-22

### ELABORAZIONE GRAFICA

Diagramma Sforzi di Taglio - Deformazioni

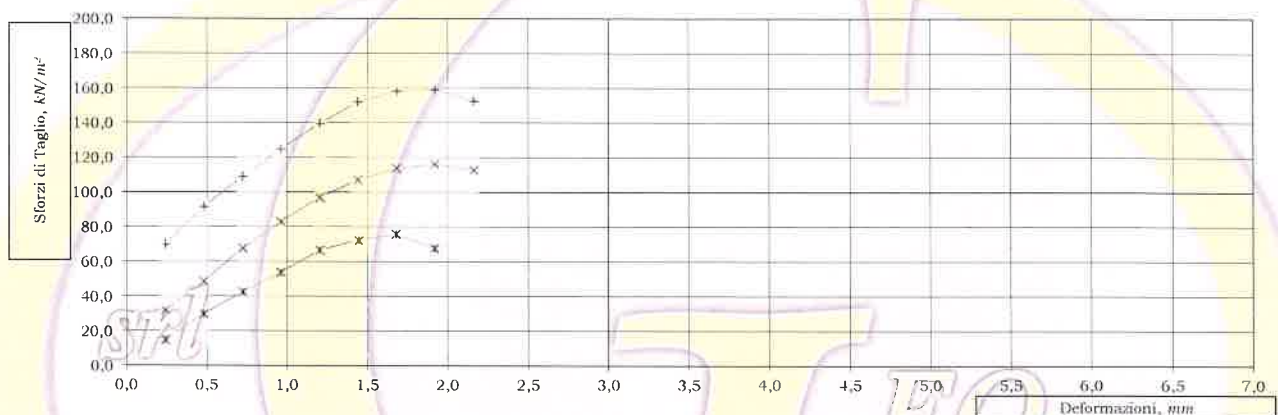
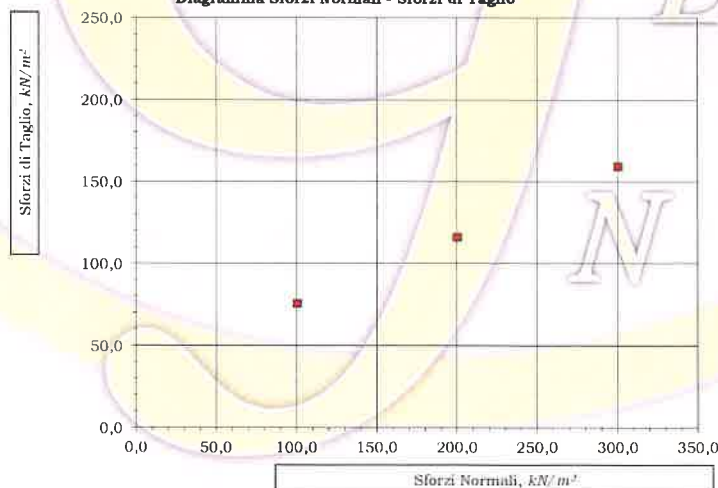


Diagramma Sforzi Normali - Sforzi di Taglio



Lo Sperimentatore:

Dott. ssn. Geol. Valentina Cobanero

Z.I. Ponte Valentino  
BENEVENTO

Autoriz. Min. IIT  
Reg. Uff. U 0004815  
07/05/2021  
e succ. aut.





## PROVA di COMPRESIONE EDOMETRICA e PROVA di PERMEABILITA'

(ASTM D 2435 - Bowles, Exp.12-1978)

ACCETTAZIONE n° 72

del 18-lug-22

CERTIFICATO N. 547

del 28-lug-22

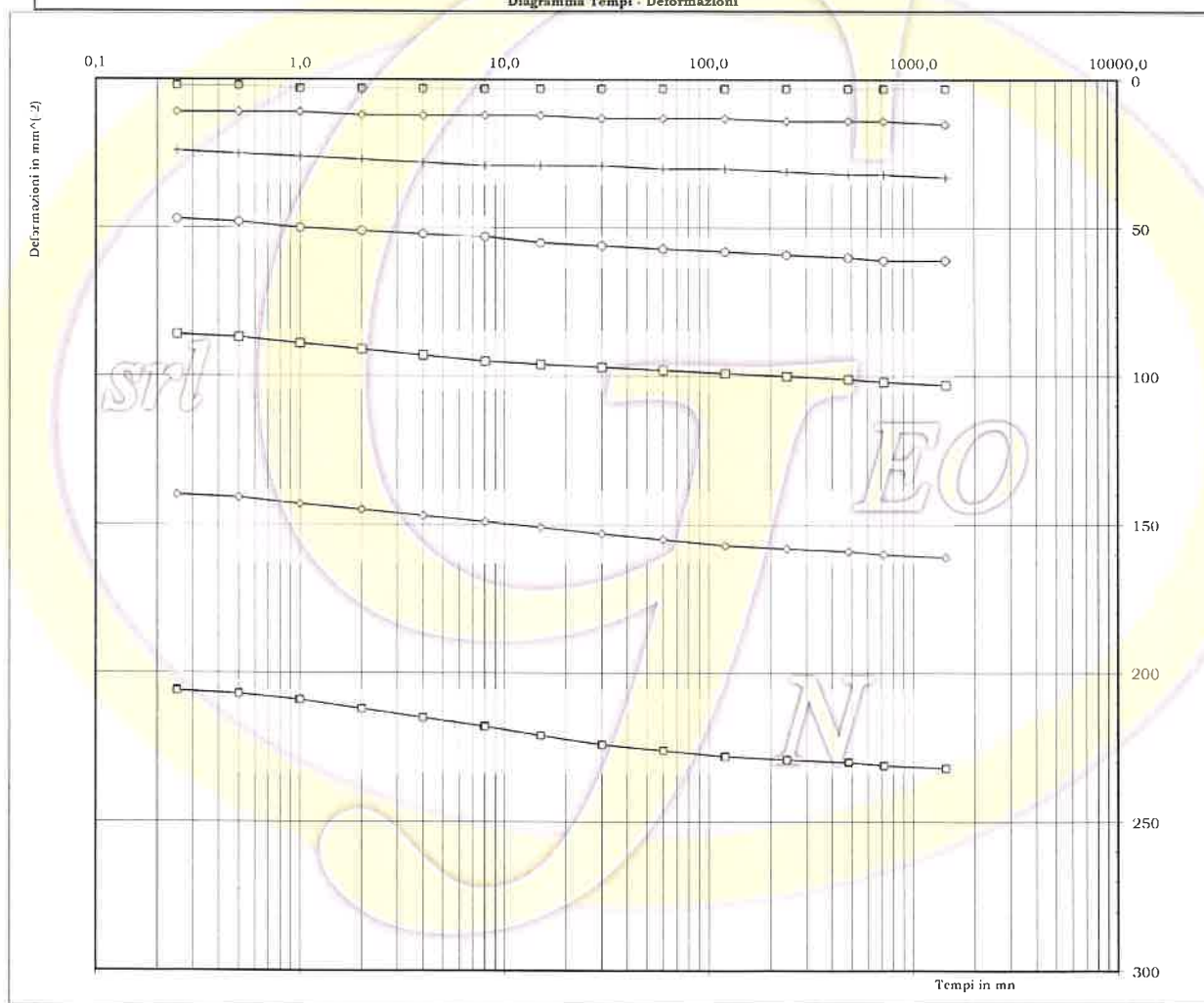
pag. 2/3

Mod. G1 - 7.5.1.2 a p.C - rev. 0 del 07/05/2021

DATI GENERALI			
Committente: RWE Renewables Italia Srl		Progetto: Indagini geologiche a supporto della progettazione preliminare di un parco eolico ricadente nei comuni di Bisaccia e Vallata	
Richiedente: Dott. Geol. Tommaso Fusco		Località: Bisaccia (AV)	
DATI DEL CAMPIONE			
Identificativo campione: S1 C2	Indisturbato	Prelievo del: 12-lug-22	Profondità, m: 20,00 - 20,50
Data ricevimento campione: 18-lug-22		Data apertura campione: 19-lug-22	Data inizio prova: 19-lug-22

### ELABORAZIONE GRAFICA

Diagramma Tempi - Deformazioni



Lo Sperimentatore:







## PROVA di COMPRESSIONE EDOMETRICA e PROVA di PERMEABILITA'

(ASTM D 2435 - Bowles, Exp.12-1978)

ACCETTAZIONE n° 72

del 18-lug-22

CERTIFICATO N. 547

del 28-lug-22

pag. 3/3

Mod. G.I. 7.5.1 2.a p.C. rev. 0 del 07/05/2021

### DATI GENERALI

Committente: RWE Renewables Italia Srl  
Richiedente: Dott. Geol. Tommaso Fusco

Progetto: Indagini geologiche a supporto della progettazione preliminare di un parco eolico ricadente nei comuni di Bisaccia e Vallata  
Località: Bisaccia (AV)

### DATI DEL CAMPIONE

Identificativo campione: **S1 C2** Indisturbato Prelievo del: **12-lug-22** Profondità, m: **20,00 - 20,50**  
Data ricevimento campione: 18-lug-22 Data apertura campione: 19-lug-22 Data inizio prova: 19-lug-22

### ELABORAZIONE GRAFICA

Diagramma Carichi - Indice dei Vuoti

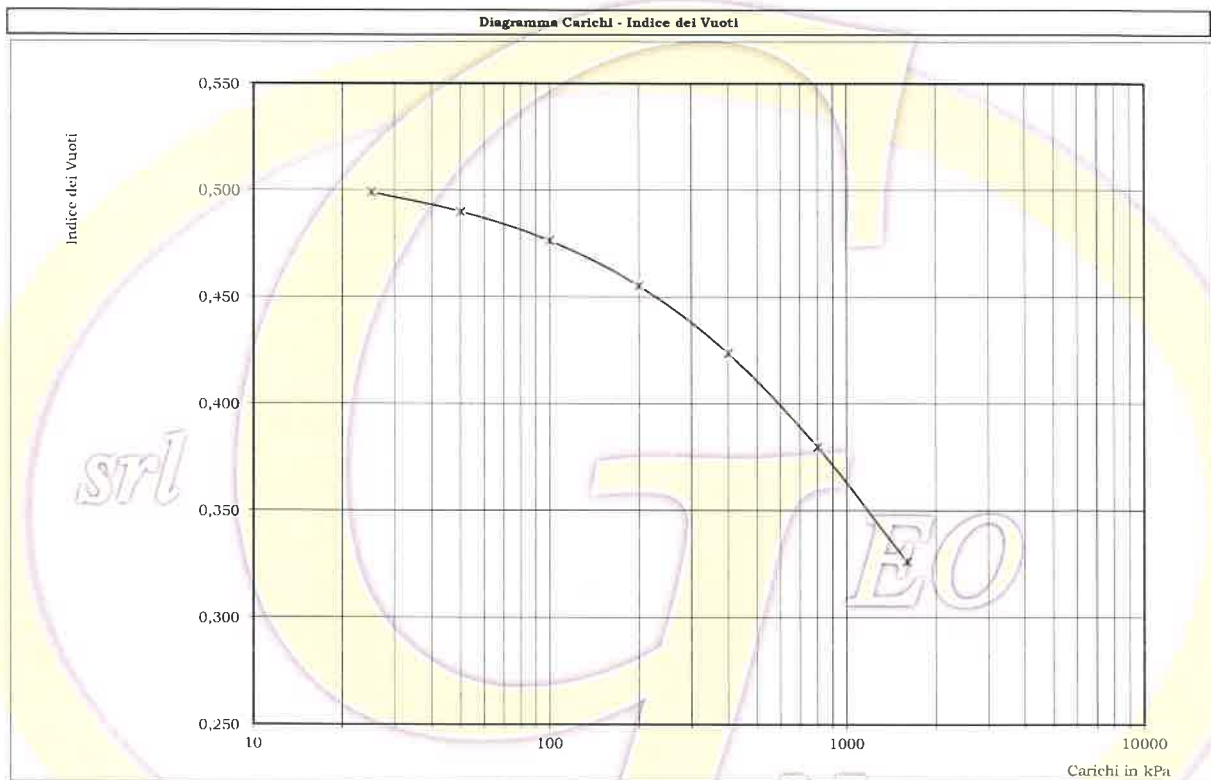
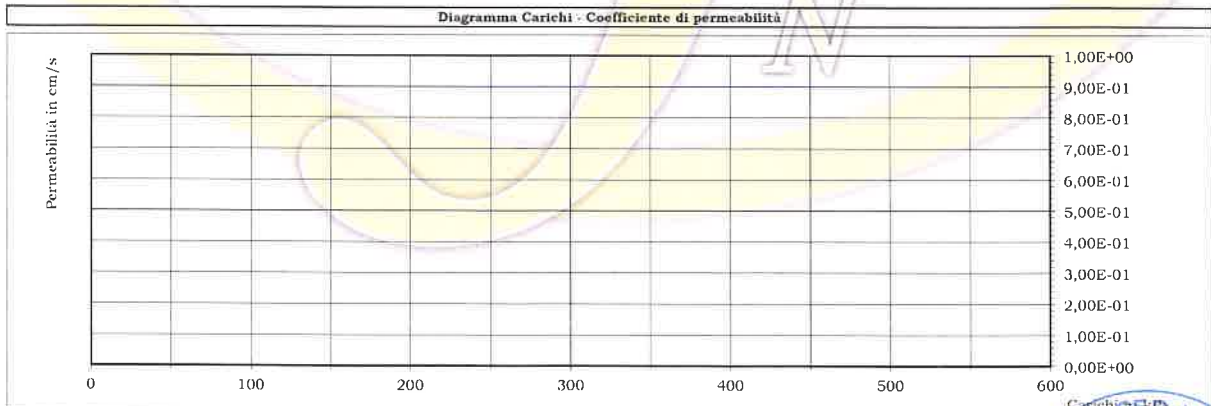


Diagramma Carichi - Coefficiente di permeabilità



Lo Sperimentatore: Z.I. Ponte Valentino

BENEVENTO

Dott.ssa Carol. Vinciguerra

Reg. Un. U. 0004815  
07/05/2021  
e succ. aut.



**PROVA di COMPRESIONE ad ESPANSIONE LATERALE LIBERA**  
 (ASTM D 2166 )

ACCETTAZIONE n° 72

del 18-lug-22

CERTIFICATO N. 548

del 28-lug-22

pag. 1/1

Mod. C1 - 7.5 (2) C - rev. 0 del 07/05/2021

DATI GENERALI			
Committente:	RWE Renewables Italia Srl	Progetto:	Indagini geologiche a supporto della progettazione preliminare di un parco eolico ricadente nei comuni di Bisaccia e Viadana
Richiedente:	Dott. Geol. Tommaso Fusco	Località:	Bisaccia (AV)
DATI DEL CAMPIONE			
Identificativo campione:	<b>S1 C2</b>	Indisturbato	Prelievo del:
Data ricevimento campione:	18-lug-22		Data apertura campione:
			Profondità, m: <b>20,00 - 20,50</b>
			Data di prova: 19-lug-22

Velocità di prova, mm/min

0,75

ATTREZZATURA: BELLADONNA Serie 2101 n° 1 - Anello dinamometrico John Bull SN° 3325

DETERMINAZIONI	PROVINO, n.	
	1	2
Massa Campione naturale, g	172,16	177,39
Altezza Campione, cm	7,41	7,58
Diametro Superiore, cm	3,79	3,81
Diametro Medio, cm	3,81	3,80
Diametro Inferiore, cm	3,80	3,81
Sezione Media, cm <sup>2</sup>	11,34	11,38
Volume Campione, cm <sup>3</sup>	84,04	86,27
Peso di Volume Naturale, kN/m <sup>3</sup>	<b>20,49</b>	<b>20,56</b>
Massa Campione Secco, g	148,12	152,42
Umidità naturale, %	<b>16,23</b>	<b>16,38</b>
Peso di Volume Secco, kN/m <sup>3</sup>	17,63	17,67

VALORI MEDI
<b>20,52</b>
<b>16,31</b>
<b>17,65</b>

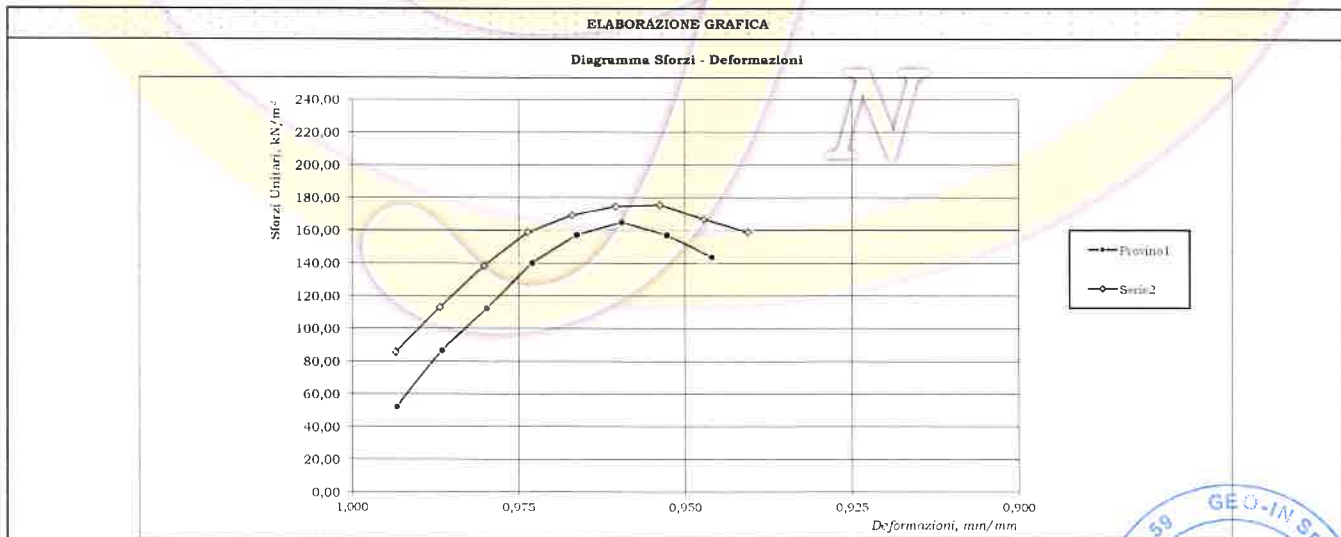
DATI DELLA PROVA								
Letture Anello Dinamometrico	45	75	98	123	139	147	141	130
Letture Comparatore Deformazioni	50	100	150	200	250	300	350	400
Sforzi, N	59,72	99,54	130,07	163,25	184,48	195,10	187,14	172,54
Deformazioni, mm/mm	0,993	0,987	0,980	0,973	0,966	0,960	0,953	0,946
Area Corretta, cm <sup>2</sup>	11,42	11,50	11,58	11,66	11,74	11,82	11,90	11,99
Sforzi Unitari, kN/m <sup>2</sup>	52,31	86,58	112,36	140,06	157,18	165,06	157,21	143,92

PROVINO n. 1	
Sforzo massimo kN/m <sup>2</sup>	165,06

PROVINO n. 2	
Sforzo massimo kN/m <sup>2</sup>	175,74



OSSERVAZIONI:

Il Direttore del Laboratorio:

Dott. Geol. Nicola Sauchella Pedicini

Lo Sperimentatore:

Dott. Ingeg. Roberto...





**Geo-In srl**

**Laboratorio Terre e Rocce DPR 380**  
Concessione n°4815 del 7 Maggio 2021 e successive  
estensioni Circolare 7618/STC

Accettazione Prove Terre n. 73  
del 18 Luglio 2022

Certificati da n° 549 a n° 557

Spett.le  
**DOTT. GEOL. TOMMASO FUSCO**

Committente: **RWE RENEWABLES ITALIA SRL**

**INDAGINI GEOLOGICHE A SUPPORTO DELLA  
PROGETTAZIONE PRELIMINARE DI UN PARCO  
EOLICO RICADENTE NEI COMUNI DI BISACCIA E  
VALLATA**

**LOC. VALLATA (AV)**

**LABORATORIO PROVE SU TERRE**





**Geo-In srl**

**Laboratorio Terre e Rocce DPR 380**  
Concessione n°4815 del 7 Maggio 2021 e successive  
estensioni Circolare 7618/STC

Questo LABORATORIO PROVE SU TERRE, attrezzato con apparecchiature normalizzate ASTM+AASHTO, ha esaminato i campioni indisturbati di terreno prelevati nel sito di cui i lavori ne sono oggetto.

Su di essi sono state eseguite, come richiesto, complessivamente:

- n° 2 Apertura del Campione Indisturbato e relativa Identificazione Visiva;
- n° 2 Determinazione delle Costanti Fisiche Generali;
- n° 2 Determinazione Limiti ed Indici di Consistenza;
- n° 2 Analisi Granulometrica con vagli ASTM e Densitometria;
- n° 1 Prova di Taglio Diretto, tipo Consolidata+Lenta;
- n° 1 Prova di Compressione Edometrica con 7 cicli di carico;
- n° 1 Prova di Compressione ad Espansione Laterale Libera.

Gli esiti sono riportati nei Certificati di prova allegati, da n° 549 a n° 557.

Tanto dovevasi.

*STP*

*Benevento, 28 Luglio 2022.*

Il Direttore del Laboratorio:

*Dott. Geol. Nicola Sauchella Pedicini*







APERTURA CAMPIONE - IDENTIFICAZIONE VISIVA (ASTM D 2488)  
E RIEPILOGO PROVE ESEGUITE

ACCETTAZIONE n° 73

del 18-lug-22

pag. 1/1

rev. 0 del 07/05/2021

DATI GENERALI			
Committente:	RWE Renewables Italia Srl	Progetto:	Indagini geologiche a supporto della progettazione preliminare di un parco eolico ricadente nei comuni di Bisaccia e Vallata
Richiedente:	Dott. Geol. Tommaso Fusco	Località:	Vallata (AV)
DATI DEL CAMPIONE			
Identificativo campione:	<b>S1 C1</b>	Indisturbato	Prelievo del: <b>14-lug-22</b> Profondità, m: <b>10,00 - 10,50</b>
Data ricevimento campione:	18-lug-22	Data apertura campione:	19-lug-22

APERTURA CAMPIONE - IDENTIFICAZIONE VISIVA (ASTM D 2488)	
Grani:	FINI
(O max e min - Forma - Distribuzione %)	O < 2,00 mm
Umidità:	MEDIA
Consistenza:	COMPATTO
Colore:	GRIGIO - VERDASTRO
Denominazione:	LIMO ARGILLOSO
OSSERVAZIONI:	
con: 50+25 % Pass.	...oso: 25+15 % Pass
	debolmente ...oso: 15+5 % Pass

RIEPILOGO PROVE ESEGUITE		CERTIFICATO N.
<input type="checkbox"/>	- COSTANTI FISICHE GENERALI	549
<input type="checkbox"/>	- LIMITI di AITHEBERG	550
<input type="checkbox"/>	- ANALISI GRANULOMETRICA con SOLI VAGLI ASTM	
<input type="checkbox"/>	- ANALISI GRANULOMETRICA con VAGLI ASTM e DENSITOMETRIA	551
<input type="checkbox"/>	- TAGLIO DIRETTO, CONSOLIDATO LENTO	
<input type="checkbox"/>	- TAGLIO DIRETTO + TAGLIO RESIDUO	
<input type="checkbox"/>	- PROVA EDOMETRICA	
<input type="checkbox"/>	- PROVA EDOMETRICA + PROVA DI PERMEABILITA'	
<input type="checkbox"/>	- PROVA ad ESPANSIONE LATERALE LIBERA	
<input type="checkbox"/>	- PROVA di PERMEABILITA' a CARICO COSTANTE	
<input type="checkbox"/>	- PROVA di PERMEABILITA' a CARICO VARIABILE	
<input type="checkbox"/>	- PROVA TRIASSIALE CONSOLIDATA DRENATA (CD)	
<input type="checkbox"/>	- PROVA TRIASSIALE CONSOLIDATA NON DRENATA (CU)	
<input type="checkbox"/>	- PROVA TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA (UU)	
<input type="checkbox"/>	- DETERMINAZIONE della DENSITA' RELATIVA	
<input type="checkbox"/>	- DETERMINAZIONE del CONTENUTO di SOSTANZA ORGANICA	
<input type="checkbox"/>	- DETERMINAZIONE del CONTENUTO di SOLFATI	
<input type="checkbox"/>	- DETERMINAZIONE del CONTENUTO di CARBONATI	
<input type="checkbox"/>	- PROVA di COMPATTAZIONE PROCTOR	
<input type="checkbox"/>	- PROVA CBR	

Il Direttore del Laboratorio:

Dott. Geol. Nicola Santella Pediani





## DETERMINAZIONE delle COSTANTI FISICHE GENERALI (ASTM D 2216 - BS 1377 T15 - ASTM D 854)

ACCETTAZIONE n° 73

del

18-lug-22

CERTIFICATO N. 549

del 28-lug-22

pag. 1/1

Mod. G.I. - 7.5.1.1.2/3/e C - rev. 0 del 07/05/2021

DATI GENERALI			
Committente:	RWE Renewables Italia Srl	Progetto:	Indagini geologiche a supporto della progettazione preliminare di un parco eolico ricadente nei comuni di Bisaccia e Vallata
Richiedente:	Dott. Geol. Tommaso Fusco	Località:	Vallata (AV)
DATI DEL CAMPIONE			
Identificativo campione:	S1 C1	Indisturbato	Prelievo del: 14-lug-22
Data ricevimento campione:	18-lug-22	Data apertura campione:	19-lug-22
		Profondità, m:	10,00 - 10,50
		Data di prova:	19-lug-22

CONTENUTO D'ACQUA NATURALE ( $w_n$ ) (ASTM D 2216)				
DETERMINAZIONE, N	1	2	3	
	Contenitore, n	Z1	D1	C1
	Massa Contenitore, g	23,01	20,94	22,24
	Massa Cont + Terra Umida, g	61,12	56,26	54,09
	Massa Cont + Terra Secca, g	54,88	50,46	48,95
CONTENUTO D'ACQUA NATURALE ( $w_n$ ), %				
	19,58%	19,65%	19,24%	
			19,49%	

PESO di VOLUME NATURALE ( $\gamma_n$ ) (BS 1377 T15)			
DETERMINAZIONE, N	1	2	
	Volumometro, n	L	I
	Massa Volumometro, g	91,56	91,50
	Capacità Volumometro, cm <sup>3</sup>	61,53	60,86
	Massa Volumometro + Terra Umida, g	215,91	214,13
PESO di VOLUME NATURALE ( $\gamma_n$ ), kN/m <sup>3</sup>			
		20,21	20,15
			20,18
PESO di VOLUME SECCO ( $\gamma_s$ ), kN/m <sup>3</sup>			
			16,89

PESO SPECIFICO DEI GRANI (ASTM D 854)			
DETERMINAZIONE, N	1	2	
	Vaglio ASTM #10, % Passante	100	100
	Picnometro, n	IV	348
	Massa Campione Secco, g	15,45	14,70
	Massa Picnometro + Campione + Acqua, g	87,15	88,09
	Massa Picnometro + Acqua, g	77,49	78,91
	Fattore di Correzione, k	0,9982	0,9982
PESO SPECIFICO dei GRANI a 20°C, kN/m <sup>3</sup>			
		26,64	26,58
			26,61

GRANDEZZE INDICI	
• INDICE dei VUOTI ( $e^*$ )	0,576
• POROSITA' (n), %	36,54
• GRADO di SATURAZIONE (S <sub>r</sub> )	90,09%
• PESO di VOLUME SATURO, ( $\gamma_{sat}$ ), kN/m <sup>3</sup>	20,54

OSSERVAZIONI:

Il Direttore del Laboratorio:

Dott. Geol. Nicola Saucella Pedicini

Lo Sperimentatore:

Dott.ssa Geol. Valentina Columba







## DETERMINAZIONE LIMITI DI ATTERBERG (ASTM D 4318 e ASTM D 427)

ACCETTAZIONE n° 73

del 18-lug-22

CERTIFICATO N. 550

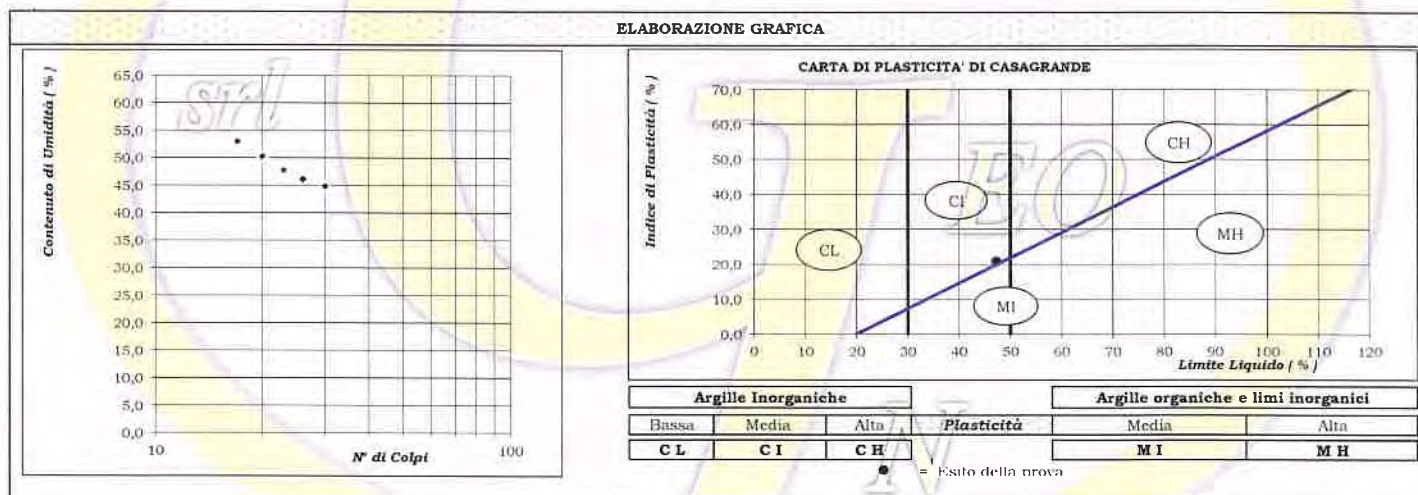
del 28-lug-22

pag. 1 / 1  
 Mod. G.I - 7.5 1.1.f.C - rev. 0 del 07/05/2021

DATI GENERALI					
Committente:	RWE Renewables Italia Srl	Progetto: Indagini geologiche a supporto della progettazione preliminare di un parco eolico ricadente nei comuni di Bisaccia e Vallata			
Richiedente:	Dott. Geol. Tommaso Fusco	Località: Vallata (AV)			
DATI DEL CAMPIONE					
Identificativo campione:	<b>S1 C1</b>	Indisturbato	Prelievo del:	<b>14-lug-22</b>	Profondità, m: <b>10,00 - 10,50</b>
Data ricevimento campione:	18-lug-22		Data apertura campione:	19-lug-22	Data di prova: 21-lug-22

LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318)						
<b>DETERMINAZIONE, N</b> Contenitore, n Massa Contenitore, g Massa Cont. + Terra Umida, g Massa Cont. + Terra Secca, g Colpi, n	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>LIMITE LIQUIDO</b>  <b>25</b>  <b>47,2</b>
	<b>B3</b>	<b>C1</b>	<b>Z1</b>	<b>P</b>	<b>Q</b>	
	14,80	8,84	13,59	13,10	9,78	
	23,98	19,16	23,77	22,95	19,24	
	20,80	15,71	20,48	19,84	16,31	
<b>CONTENUTO D'ACQUA, %</b>	53,0	50,2	47,8	46,1	44,9	

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318)					
<b>DETERMINAZIONE, N</b> Contenitore, n Massa Contenitore, g Massa Cont. + Terra Umida, g Massa Cont. + Terra Secca, g	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>LIMITE PLASTICO</b>  <b>26,5</b>	<b>INDICE PLASTICO</b>  <b>20,7</b>
	<b>F1</b>	<b>C</b>	<b>M1</b>		
	10,55	8,95	8,66		
	11,8	10,04	9,81		
<b>CONTENUTO ACQUA, %</b>	26,3	26,7	26,4		



LIMITE DI RITIRO (ASTM D 427)		UMIDITA' NATURALE %		
<b>DETERMINAZIONE, N</b> Capsula MONEL, n Massa Capsula MONEL, g Volume Capsula MONEL, cm <sup>3</sup> Massa Capsula + Terra Umida, g Massa Capsula + Terra Secca, g CONTENUTO ACQUA, % Massa Hg + Terra Secca, g Volume Terra Secca, cm <sup>3</sup>			19,49	
	<b>LIMITE DI RITIRO W<sub>s</sub></b>		<b>INDICE DI CONSISTENZA</b>	
				1,3
	<b>RAPPORTO DI RITIRO (SR)</b>		<b>INDICE DI LIQUIDITA'</b>	-0,3
			<b>Fraz. ARGILLOSA (% Pass.a 2 μ)</b>	24,9
		<b>ATTIVITA' (SKEMPTON)</b>	0,8	

OSSERVAZIONI:

Il Direttore del Laboratorio:

Dott. Geol. Nicola Sauchella Pedicini

Lo Sperimentatore:

Dott.ssa Geol. Valentina Colombo













**DETERMINAZIONE delle COSTANTI FISICHE GENERALI**  
 (ASTM D 2216 - BS 1377 T15 - ASTM D 854)

ACCETTAZIONE n° 73

del

18-lug-22

CERTIFICATO N. 552

del 28-lug-22

pag. 1/1

Mod. (1) - 7.5.1.1.e/f/eC - rev. 0 del 07/05/2021

DATI GENERALI			
Committente:	RWE Renewables Italia Srl	Progetto:	Indagini geologiche a supporto della progettazione preliminare di un parco eolico ricadente nei comuni di Bisaccia e Vallata
Richiedente:	Dott. Geol. Tommaso Fusco	Località:	Vallata (AV)

DATI DEL CAMPIONE			
Identificativo campione:	<b>S1 C2</b>	Indisturbato	Prelievo del: <b>14-lug-22</b>
Data ricevimento campione:	18-lug-22	Data apertura campione:	19-lug-22
			Profondità, m: <b>20,00 - 20,50</b>
			Data di prova: 19-lug-22

CONTENUTO D'ACQUA NATURALE (W <sub>n</sub> ) (ASTM D 2216)							
DETERMINAZIONE, N	1	2	3				
	M	R	E				
	Contenitore, n						
	Massa Contenitore, g	23,24	20,82		21,16		
	Massa Cont + Terra Umida, g	60,19	58,06		55,37		
Massa Cont + Terra Secca, g	55,29	53,16	50,77				
<b>CONTENUTO D'ACQUA NATURALE (W<sub>n</sub>), %</b>				15,29%	15,15%	15,54%	<b>15,33%</b>

PESO di VOLUME NATURALE (γ <sub>n</sub> ) (BS 1377 T15)				
DETERMINAZIONE, N	1	2		
	H	Z		
	Volumometro, n			
	Massa Volumometro, g	53,40		53,23
	Capacità Volumometro, cm <sup>3</sup>	38,76		38,76
Massa Volumometro + Terra Umida, g	133,71	133,25		
<b>PESO di VOLUME NATURALE (γ<sub>n</sub>), kN/m<sup>3</sup></b>		20,72	20,64	<b>20,68</b>
<b>PESO di VOLUME SECCO (γ<sub>d</sub>), kN/m<sup>3</sup></b>				<b>17,93</b>

PESO SPECIFICO DEI GRANI (ASTM D 854)					
DETERMINAZIONE, N	1	2			
	Vaglio ASTM #10, % Passante	100		100	
	Picnometro, n	391		408	
	Massa Campione Secco, g	14,65		15,05	Temperatura, °C
	Massa Picnometro + Campione + Acqua, g	90,02		89,07	20
	Massa Picnometro + Acqua, g	80,90		80,58	
	Fattore di Correzione, k	0,9982		0,9982	
<b>PESO SPECIFICO dei GRANI a 20°C, kN/m<sup>3</sup></b>		26,45	26,54	<b>26,49</b>	

GRANDEZZE INDICI	
• INDICE dei VUOTI (e°)	0,477
• POROSITA' (n), %	32,31
• GRADO di SATURAZIONE (S)	85,07%
• PESO di VOLUME SATURO, (γ <sub>sat</sub> ), kN/m <sup>3</sup>	21,16

OSSERVAZIONI:

Il Direttore del Laboratorio:

Dott. Geol. Nicola Saichella Pedicini

Lo Sperimentatore:

Dott.ssa Geol. Valentina Columba







**DETERMINAZIONE LIMITI DI ATTERBERG**  
 (ASTM D 4318 e ASTM D 427)

ACCETTAZIONE n° 73

del 18-lug-22

CERTIFICATO N. 553

del 28-lug-22

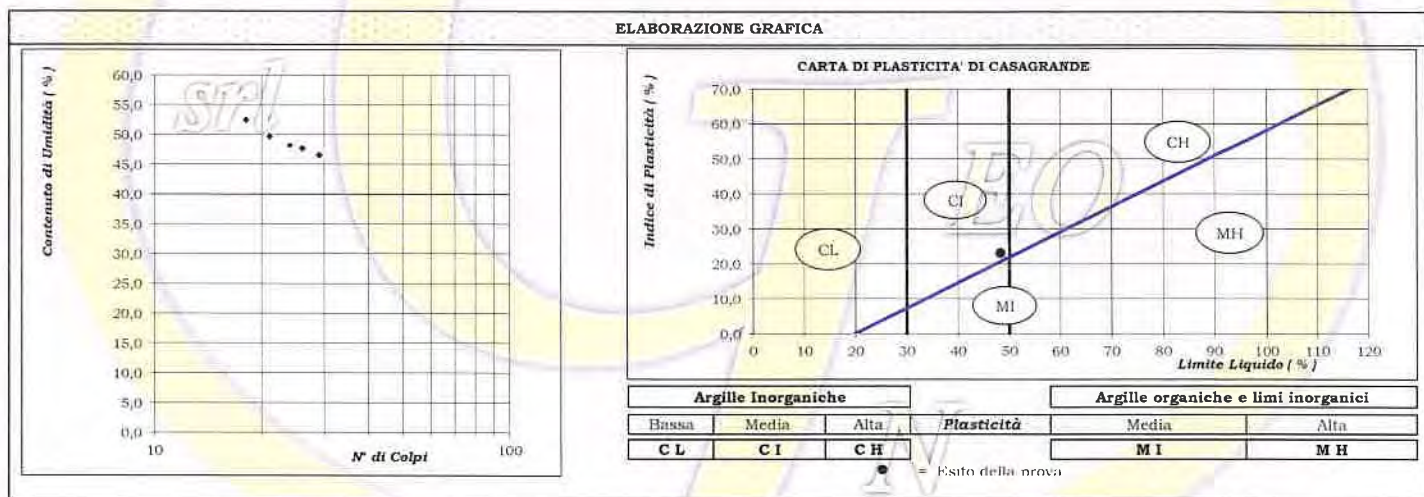
pag. 1/1  
 Mod. G.I - 7.5.1.1.f/c - rev. 0 del 07/05/2021

DATI GENERALI			
Committente:	RWE Renewables Italia Srl	Progetto:	Indagini geologiche a supporto della progettazione preliminare di un parco eolico ricadente nei comuni di Bisaccia e Vallata
Richiedente:	Dott. Geol. Tommaso Fusco	Località:	Vallata (AV)

DATI DEL CAMPIONE			
Identificativo campione:	<b>S1 C2</b>	Indisturbato	Prelievo del: <b>14-lug-22</b>
Data ricevimento campione:	18-lug-22	Data apertura campione:	19-lug-22
		Profondità, m:	<b>20,00 - 20,50</b>
		Data di prova:	21-lug-22

LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318)						
<b>DETERMINAZIONE, N</b> Contenitore, n Massa Contenitore, g Massa Cont. + Terra Umida, g Massa Cont. + Terra Secca, g Colpi, n	1	2	3	4	5	<b>LIMITE LIQUIDO</b>  <b>25</b>  <b>48,2</b>
	<b>E</b>	<b>G</b>	<b>H</b>	<b>I</b>	<b>N</b>	
	11,16	9,75	11,08	11,18	11,20	
	21,74	20,23	21,45	20,90	21,49	
	18,10	16,75	18,08	17,76	18,22	
<b>18</b>	<b>21</b>	<b>24</b>	<b>26</b>	<b>29</b>		
<b>CONTENUTO D'ACQUA, %</b>	52,4	49,7	48,1	47,7	46,6	

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318)							
<b>DETERMINAZIONE, N</b> Contenitore, n Massa Contenitore, g Massa Cont. + Terra Umida, g Massa Cont. + Terra Secca, g <b>CONTENUTO ACQUA, %</b>	1	2	3			<b>LIMITE PLASTICO</b>  <b>25,1</b>	<b>INDICE PLASTICO</b>  <b>23,1</b>
	<b>D1</b>	<b>E1</b>	<b>I1</b>				
	9,94	8,73	9,79				
	11,06	9,95	11,14				
	10,84	9,7	10,87				
	24,4	25,8	25,0				



LIMITE DI RITIRO (ASTM D 427)		UMIDITA' NATURALE %	
<b>DETERMINAZIONE, N</b> Capsula MONEL, n Massa Capsula MONEL, g Volume Capsula MONEL, cm <sup>3</sup> Massa Capsula + Terra Umida, g Massa Capsula + Terra Secca, g CONTENUTO ACQUA, % Massa Hg + Terra Secca, g Volume Terra Secca, cm <sup>3</sup>			15,33
	<b>LIMITE DI RITIRO W<sub>s</sub></b>		<b>INDICE DI CONSISTENZA</b>
	%		1,4
	<b>RAPPORTO DI RITIRO (SR)</b>		<b>INDICE DI LIQUIDITA'</b>
			-0,4
		<b>Fraz. ARGILLOSA (% Pass.a 2 μ)</b>	21,5
		<b>ATTIVITA' (SKEMPTON)</b>	1,1

OSSERVAZIONI:

Il Direttore del Laboratorio:

Lo Sperimentatore:  
  
 Z.I. Ponte Valentino BENEVENTO  
 Aut. Min. IIT  
 Reg. Uff. U. 0004815  
 07/05/2021  
 e succ. aut.











## PROVA di TAGLIO DIRETTO (ASTM D 3080)

ACCETTAZIONE n° 73

del 18-lug-22

CERTIFICATO n° 555

del 28-lug-22

pag. 2/2

Mod. G1 - 7.5.1.2.b C - rev. 0 del 07/05/2021

DATI GENERALI			
Committente:	RWE Renewables Italia Srl	Progetto:	Indagini geologiche a supporto della progettazione preliminare di un parco eolico ricadente nei comuni di Bisaccia e Vallata
Richiedente:	Dott. Geol. Tommaso Fusco	Località:	Vallata (AV)
DATI DEL CAMPIONE			
Identificativo campione:	S1 C2	Indisturbato	Prelievo del: 14-lug-22
Data ricevimento campione:	18-lug-22	Data apertura campione:	19-lug-22
			Profondità, m: 20,00 - 20,50
			Data inizio prova: 20-lug-22

### ELABORAZIONE GRAFICA

Diagramma Sforzi di Taglio - Deformazioni

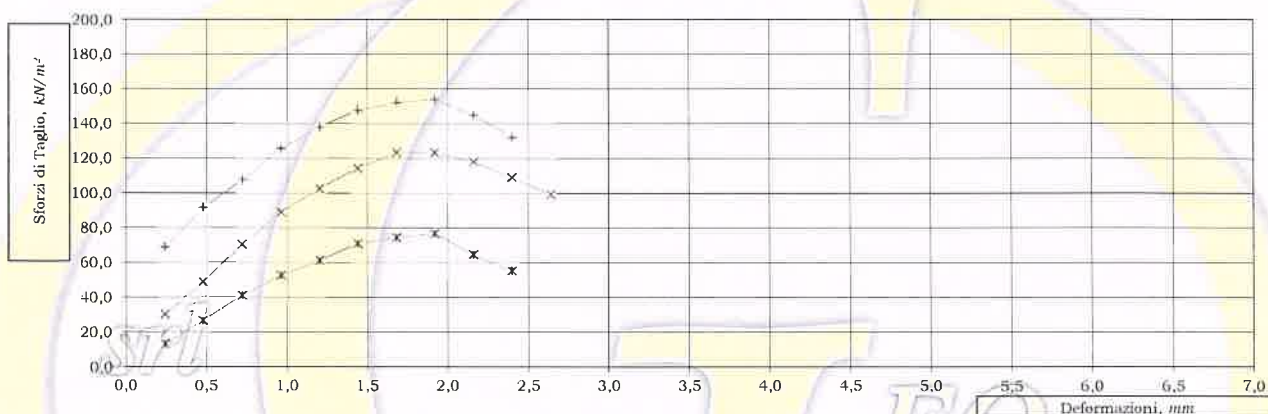
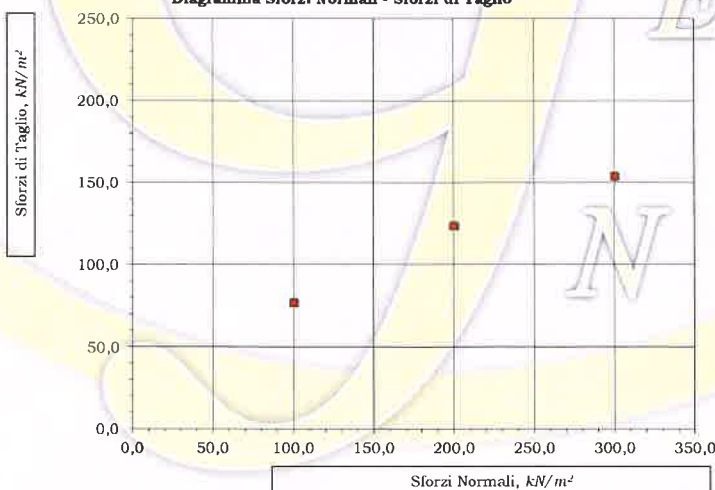


Diagramma Sforzi Normali - Sforzi di Taglio



Lo Sperimentatore:







PROVA di COMPRESIONE EDOMETRICA e PROVA di PERMEABILITA'  
(ASTM D 2435 - Bowles, Exp.12-1978)

ACCETTAZIONE n° 73

del 18-lug-22

CERTIFICATO N. 556

del 28-lug-22

pag. 1/3

Mod. G1 - 7.5.1.2 a p C - rev. 0 del 07/05/2021

DATI GENERALI					
Committente: RWE Renewables Italia Srl			Progetto: Indagini geologiche a supporto della progettazione preliminare di un parco eolico ricadente nei comuni di Bisaccia e Vallata		
Richiedente: Dott. Geol. Tommaso Fusco			Località: Vallata (AV)		
DATI DEL CAMPIONE					
Identificativo campione: <b>S1 C2</b>		Indisturbato		Prelievo del: <b>14-lug-22</b>	
Data ricevimento campione: 18-lug-22		Data apertura campione: 19-lug-22		Profondità, m: <b>20,00 - 20,50</b>	
DATI DEL CAMPIONE IN PROVA			ATTREZZATURA		
Peso Specifico dei Grani (Gt*)		kN/m <sup>3</sup>		26,49	
Contenuto Naturale in Acqua		%		15,33	
Marca: TECNOTEST Mod. T660/FF			Comparatore Centesimale		
DETERMINAZIONI					
Anello Portaprovino n. H				CELLA ALLAGATA	
Ø interno Anello, cm		4,98		Altezza Anello, cm	
1,59		1,59		Massa Anello+Campione, g	
133,71		19,31		Massa Campione, g	
53,40		19,31		80,31	
		PRIMA		DOPO	
		Δ			
Peso Volume Naturale, kN/m <sup>3</sup>		20,72		23,31	
23,31		17,97		20,29	
Indice dei Vuoti		0,475		0,306	
0,306		1,249			
Altezza Solidi, cm					
CONTENUTO in ACQUA DOPO PROVA					
Contenitore, n		A2			
Massa Contenitore, g		20,67			
Massa Cont+Terra Umida, g		100,23		w %	
14,89		89,91		14,89	
Massa Cont+Terra Secca, g		89,91			

DATI della PROVA																	
Tempi	15"	30"	1'	2'	4'	8'	15'	30'	1 h	2 h	4 h	8 h	12 h	24 h	2H <sup>Δ</sup>		
	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	15,00	30,00	60,00	120,00	240,00	480,00	720,00	1440,00			
Misure al Comparatore Centesimale																	
25	3	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	1,9850	
50	11	11	11	12	12	12	12	13	13	13	14	14	14	15	15	1,9750	
100	22	23	24	25	26	26	27	28	28	28	28	29	29	30	31	1,9590	
200	43	44	45	47	48	50	51	53	54	55	56	57	57	57	57	1,9330	
400	80	81	83	86	89	91	92	94	95	96	97	98	98	98	98	1,8920	
800	130	131	133	136	139	142	144	146	148	149	150	151	152	153	153	1,8370	
1600	190	191	194	198	201	206	210	213	215	217	219	220	221	221	221	1,7690	
400																	
100																	
25																	
FASE DI CARICO	Pressioni Applicate	kPa		0	25	50	100	200	400	800	1600						
	Altezza Campione	2H <sup>Δ</sup>		cm	1,990	1,985	1,975	1,959	1,933	1,892	1,837	1,769					
	Altezza Vuoti	e		cm	0,641	0,636	0,626	0,610	0,584	0,543	0,488	0,429					
	Indice dei Vuoti	e			0,475	0,471	0,464	0,452	0,432	0,402	0,361	0,311					
	Indice di Compressibilità	Cc					0,025	0,039	0,064	0,101	0,135	0,167					
	Modulo Edometrico	Ed		kN/m <sup>2</sup>			4963	6172	7535	9429	13760	21612					
Consolidazione	%					0,252	0,759	1,582	2,949	5,180	8,329	12,493					
FASE DI SCARICO	Pressioni Applicate	kPa					400	100	25								
	Altezza Campione	2H <sup>Δ</sup>		cm			1,990	1,990	1,990								
	Altezza Vuoti	e		cm			0,641	0,641	0,641								
	Indice Vuoti	e					0,475	0,475	0,475								
	Indice di Rigonfiamento	Cs					0,272	0,000	0,000								

PROVA di PERMEABILITA'																	
Sezione Buretta		cm <sup>2</sup>		0,44													
Altezza Acqua Inizio Prova		cm															
Altezza Acqua Fine Prova		cm															
Intervallo di Tempo (ΔT)		s															
Coefficiente di Permeabilità		cm/s															
Carichi kPa				25	50	100	200	400	800	1600							

OSSERVAZIONI:

Il Direttore del Laboratorio:

Dott. Geol. Nicola Santrella Pedonni

Lo Sperimentatore:

Dott.ssa Geol. Valentina Coluberto



PROVA di COMPRESSIONE EDOMETRICA e PROVA di PERMEABILITA'

(ASTM D 2435 - Bowles, Exp.12-1978)

ACCETTAZIONE n° 73

del 18-lug-22

CERTIFICATO N. 556

del 28-lug-22

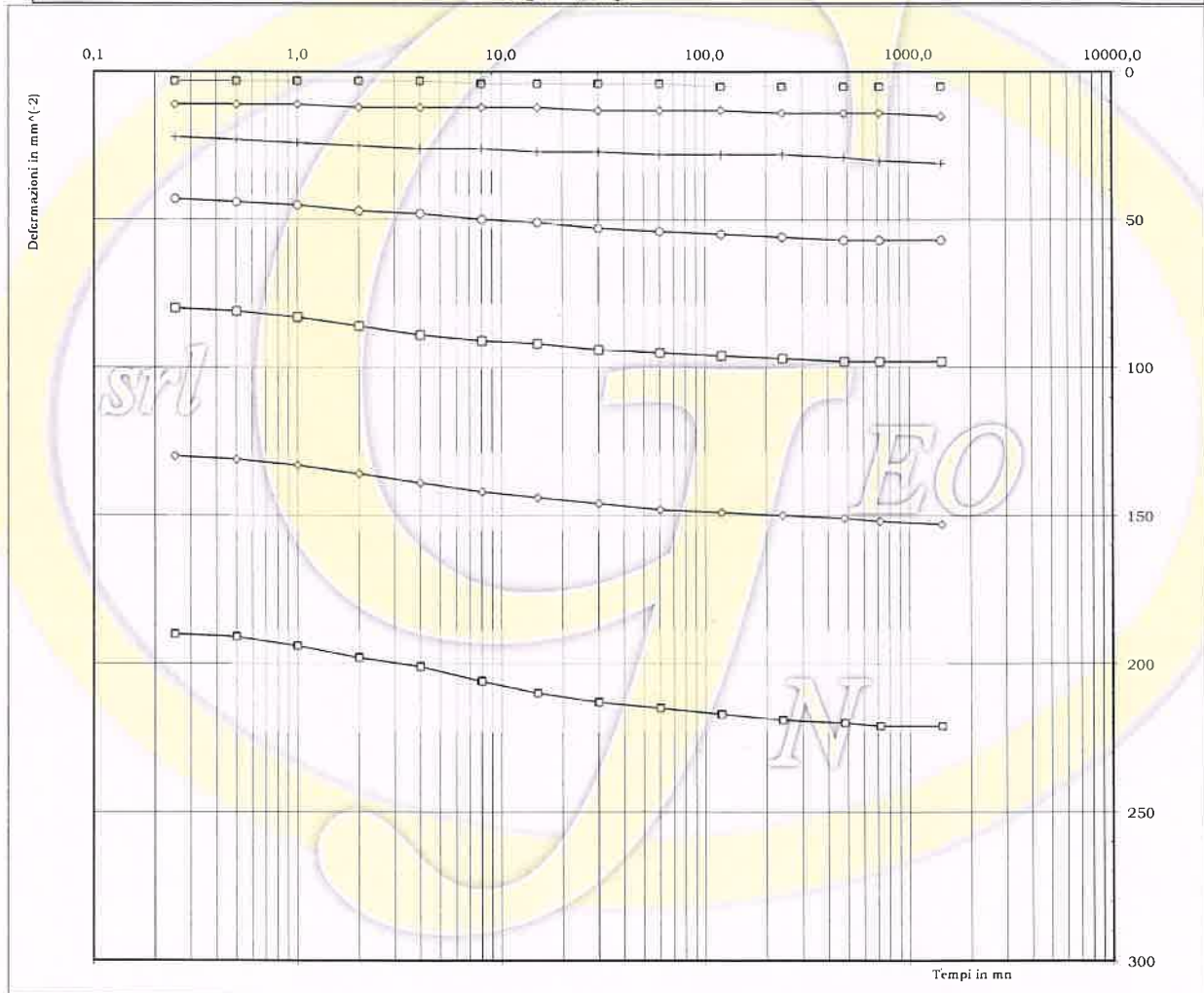
pag. 2/3

Mod. G1 - 7.5 I.2.01 p. C - rev. 0 del 07/05/2021

DATI GENERALI			
Committente: RWE Renewables Italia Srl		Progetto: Indagini geologiche a supporto della progettazione preliminare di un parco eolico ricadente nei comuni di Bisaccia e Vallata	
Richiedente: Dott. Geol. Tommaso Fusco		Località: Vallata (AV)	
DATI DEL CAMPIONE			
Identificativo campione: S1 C2	Indisturbato	Prelievo del: 14-lug-22	Profondità, m: 20,00 - 20,50
Data ricevimento campione: 18-lug-22		Data apertura campione: 19-lug-22	Data inizio prova: 19-lug-22

ELABORAZIONE GRAFICA

Diagramma Tempi - Deformazioni



Lo Sperimentatore:

*Valentina Columba*  
Dott. SSt. Geol. Valentina Columba







PROVA di COMPRESSIONE EDOMETRICA e PROVA di PERMEABILITA'

(ASTM D 2435 - Bowles, Exp.12-1978)

ACCETTAZIONE n° 73

del 18-lug-22

CERTIFICATO N. 556

del 28-lug-22

pag. 3/3

Mod. G1-7.5.1.2.rg C - rev. 0 del 07/05/2021

DATI GENERALI			
Committente: RWE Renewables Italia Srl	Progetto: Indagini geologiche a supporto della progettazione preliminare di un parco eolico ricadente nei comuni di Bisaccia e Vallata		
Richiedente: Dott. Geol. Tommaso Fusco	Località: Vallata (AV)		
DATI DEL CAMPIONE			
Identificativo campione: S1 C2	Indisturbato	Prelievo del: 14-lug-22	Profondità: m: 20,00 - 20,50
Data ricevimento campione: 18-lug-22		Data apertura campione: 19-lug-22	Data inizio prova: 19-lug-22

ELABORAZIONE GRAFICA

Diagramma Carichi - Indice dei Vuoti

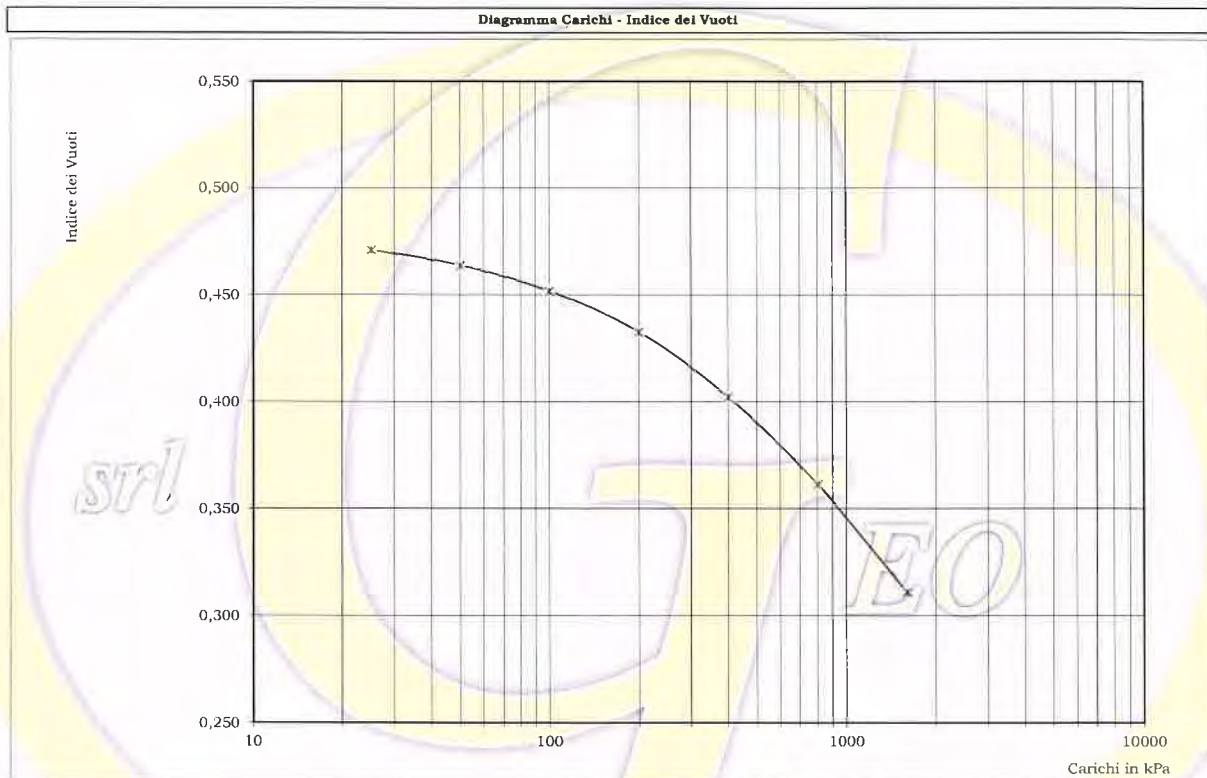
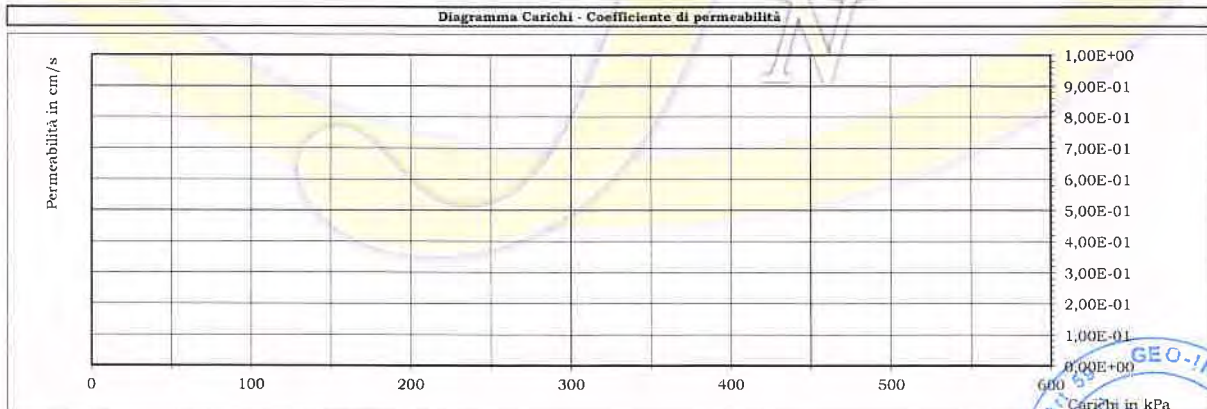


Diagramma Carichi - Coefficiente di permeabilità





**PROVA di COMPRESIONE ad ESPANSIONE LATERALE LIBERA**  
 (ASTM D 2166 )

ACCETTAZIONE n° 73

del 18-lug-22

CERTIFICATO N. 557

del 28-lug-22

pag. 1/1

Mod. G-I-7.5.1.2 (L.C. - rev. 0 del 07/05/2021)

DATI GENERALI				
Committente:	RWE Renewables Italia Srl	Progetto:	Indagini geologiche a supporto della progettazione preliminare di un parco eolico ricadente nei comuni di Bisaccia e Vallata	
Richiedente:	Dott. Geol. Tommaso Fusco	Località:	Vallata (AV)	
DATI DEL CAMPIONE				
Identificativo campione:	S1 C2	Indisturbato	Prelievo del:	Profondità, m: 20,00 - 20,50
Data ricevimento campione:	18-lug-22		Data apertura campione:	19-lug-22
				Data di prova: 19-lug-22

Velocità di prova, mm/min

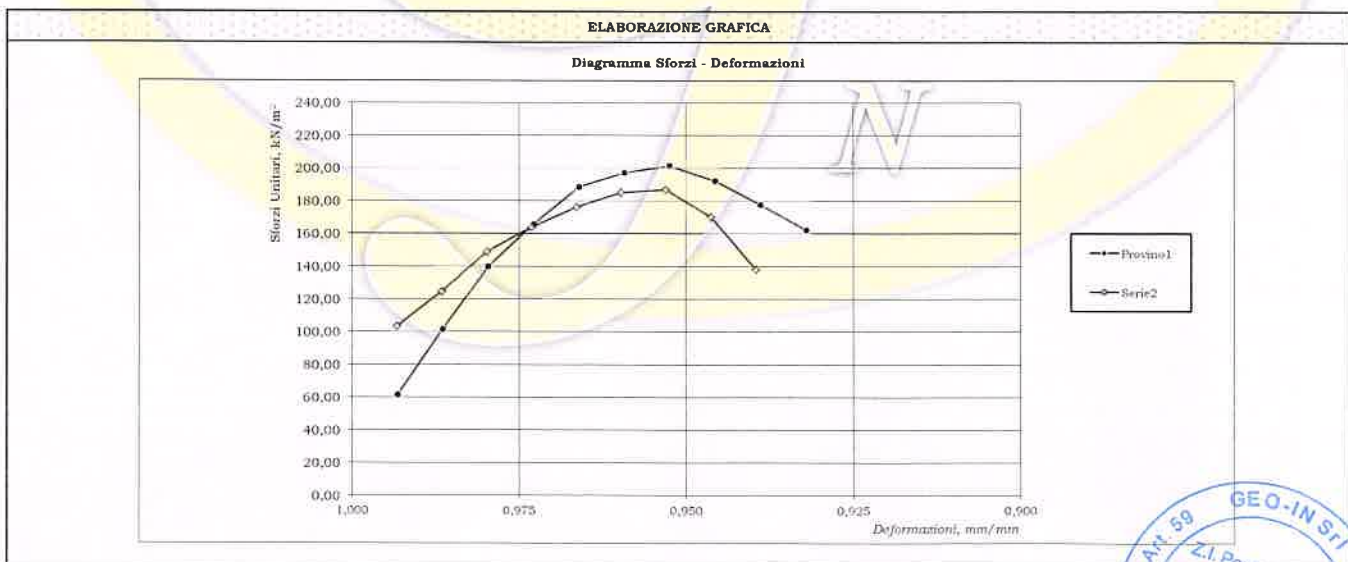
0,75

ATTREZZATURA: BELLADONNA Serie 2101 n° 1 - Anello dinamometrico John Bull SN° 3325

DETERMINAZIONI				
PROVINO, n.	1	2		
Massa Campione naturale, g	173,00	174,23		
Altezza Campione, cm	7,36	7,45		
Diametro Superiore, cm	3,80	3,80		
Diametro Medio, cm	3,81	3,80		
Diametro Inferiore, cm	3,80	3,81		
Sezione Media, cm <sup>2</sup>	11,36	11,36		
Volume Campione, cm <sup>3</sup>	83,62	84,64		
Peso di Volume Naturale, kN/m <sup>3</sup>	20,69	20,58		
Massa Campione Secco, g	150,19	150,69		
Umidità naturale, %	15,19	15,62		
Peso di Volume Secco, kN/m <sup>3</sup>	17,96	17,80		

VALORI
MEDI
20,64
15,40
17,88

DATI DELLA PROVA												
Lettura Anello Dinamometrico	53	88	122	146	167	176	181	174	162	149	PROVINO n. 1	
	Lettura Comparatore Deformazioni	50	100	150	200	250	300	350	400	450		500
	Sforzi, N	70,34	116,79	161,92	193,77	221,64	233,59	240,22	230,93	215,01		197,75
	Deformazioni, mm/mm	0,993	0,986	0,980	0,973	0,966	0,959	0,952	0,946	0,939		0,932
	Area Corretta, cm <sup>2</sup>	11,44	11,52	11,60	11,68	11,76	11,84	11,93	12,01	12,10		12,19
Sforzi Unitari, kN/m <sup>2</sup>	61,49	101,40	139,62	165,92	188,46	197,22	201,39	192,22	177,68	162,24	Sforzo massimo kN/m <sup>2</sup> 201,39	
Lettura Anello Dinamometrico	89	108	130	144	156	165	168	154	126	PROVINO n. 2		
	Lettura Comparatore Deformazioni	50	100	150	200	250	300	350	400		450	
	Sforzi, N	118,12	143,34	172,54	191,12	207,04	218,99	222,97	204,39		167,23	
	Deformazioni, mm/mm	0,993	0,987	0,980	0,973	0,966	0,960	0,953	0,946		0,940	
	Area Corretta, cm <sup>2</sup>	11,44	11,52	11,59	11,67	11,76	11,84	11,92	12,01		12,09	
Sforzi Unitari, kN/m <sup>2</sup>	103,27	124,47	148,81	163,70	176,12	184,99	187,04	170,24	138,30	Sforzo massimo kN/m <sup>2</sup> 187,04		



OSSERVAZIONI:

Il Direttore del Laboratorio

Dott. Geol. Nicola Souchetta Pichini

Lo Sperimentatore

Dott. Geol. Valentinus Castelli





## **ANALISI CHIMICHE DI LABORATORIO**

---





Oggetto: Analisi rifiuti. Prot n° R22/510

Rapporto di Prova n° 22/3023 del 29.07.2022

- pag. 1 di 2

Oggetto: Valutazione della accettabilità di terre e rocce da scavo – compatibilità di matrici ambientali.

Ditta produttrice: R.W.E. Renewable Italia S.r.l.

Data prelievo: 11.07.2022

Progetto: Realizzazione Parco Eolico ricadente nei comuni di Bisaccia e Vallata (AV)

Sito di prelievo: Bisaccia (AV) – Campione superficiale 1

Identificazione campione: - Campione prelevato da cassetta Sondaggio Geognostico S1C1 effettuato il 11/07/2022

Profondità di prelievo: da m 1,00 a m 4,00 – Campione omogeneizzato

Matrice:  suolo superficiale  suolo profondo  falda acquifere

Tipologia di sito:  A - Agricolo/residenziale  B- Industriale

## Analisi

Parametri	U.M.	Metodo	Concentrazione	Valori limite	
				A	B
pH	/	/	7,75		
<b>Composti inorganici</b>					
Arsenico	mg/kg ss	EPA 6010 C	1,19	20	50
Cadmio	mg/kg ss	EPA 6010 C	n.r.	2	15
Cobalto	mg/kg ss	EPA 6010 C	n.r.	20	250
Cromo totale	mg/kg ss	EPA 6010 C	2,34	150	800
Cromo VI	mg/kg ss	EPA 6020 A	n.r.	2	15
Mercurio	mg/kg ss	EPA 6010 C	n.r.	1	5
Nichel	mg/kg ss	EPA 6010 C	1,22	120	500
Piombo	mg/kg ss	EPA 6010 C	1,55	100	1000
Rame	mg/kg ss	EPA 6010 C	2,69	120	600
Zinco	mg/kg ss	EPA 6010 C	1,97	150	1500
<b>Aromatici</b>					
Benzene	mg/kg ss	EPA 5021 A	n.r.	0,1	2
Etilbenzene	mg/kg ss	EPA 5021 A	n.r.	0,5	50
Stirene	mg/kg ss	EPA 5021 A	n.r.	0,5	50
Toluene	mg/kg ss	EPA 5021 A	n.r.	0,5	50
Xilene	mg/kg ss	EPA 5021 A	n.r.	0,5	50
$\Sigma$ Org.Aromatici	mg/kg ss	EPA 5021 A	n.r.	1	100

Il Chimico

Dr. G. Bosco



Direttore del Laboratorio

Dr. Nicola SAUCHELLA PEDICINI





Parametri	U.M.	Metodo	Concentrazione	Valori limite	
				A	B
<b>Idrocarburi Policiclici Aromatici</b>				<b>A</b>	<b>B</b>
Benzo (a) antracene	mg/kg ss	EPA 3550	n.r.	0,5	10
Benzo (a) pirene	mg/kg ss	EPA 3550	n.r.	0,1	10
Benzo (b) flurantene	mg/kg ss	EPA 3550	n.r.	0,5	10
Benzo (k,) fluorantene	mg/kg ss	EPA 3550	n.r.	0,5	10
Benzo (g,h,i,) perilene	mg/kg ss	EPA 3550	n.r.	0,1	10
Crisene	mg/kg ss	EPA 3550	n.r.	0,5	50
Dibenzo (a,e) pirene	mg/kg ss	EPA 3550	n.r.	0,1	10
Dibenzo (a,l) pirene	mg/kg ss	EPA 3550	n.r.	0,1	10
Dibenzo (a,i) pirene	mg/kg ss	EPA 3550	n.r.	0,1	10
Dibenzo (a,h) antracene	mg/kg ss	EPA 3550	n.r.	0,1	10
Indenopirene	mg/kg ss	EPA 3550	n.r.	0,1	5
Pirene	mg/kg ss	EPA 3550	n.r.	5	50
<b>Σ IPA</b>	mg/kg ss	EPA 3550	n.r.	10	100
Idrocarburi pesanti C > 12	mg/kg ss	EPA 3550	0,42	50	750
Amianto	mg/kg ss	D.M.06.09.94	n.r.	1000	1000

*n.b. La notazione n.r. indica la non rilevabilità del dato analitico (minore del limite di rilevabilità)*

**Conclusioni:** Il campione esaminato risulta conforme alle disposizioni previste dalla tabella 1, colonna A (siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale), allegato 5, D.Lgs 152/06, Parte Quarta.

I dati rilevati indicano che trattasi di terre e rocce da scavo provenienti da siti non inquinati. Tali terre e rocce possono essere destinate al riutilizzo nel sito di produzione ai sensi dell'art. 185 del D.Lgs. 152/06.

Altresì esse, se non sottoposte a trasformazioni preliminari, possono essere destinate all'utilizzo fuori sito per reinterrati, riempimenti, rilevati, nonché macinate per la produzione di materiali inerti da costruzione in quanto gli stessi possono essere sottoposti a regime di cui all'art. 184-bis del D.Lgs 152/06; tanto perché rispettano le disposizioni di cui all'art. 4 del regolamento contenuto nel DPR 120/17.



Il Direttore del Laboratorio  
Dr. Nicola SAUCHELLA PEDICINI



Oggetto: Valutazione della accettabilità di terre e rocce da scavo – compatibilità di matrici ambientali.

Ditta produttrice: **R.W.E. Renewable Italia S.r.l.**

Data prelievo: **14.07.2022**

Progetto: Realizzazione Parco Eolico ricadente nei comuni di Bisaccia e Vallata (AV)

Sito di prelievo: **Vallata (AV) – Campione superficiale 1**

Identificazione campione: - **Campione prelevato da cassetta Sondaggio Geognostico S1C1** effettuato il 14/07/2022

Profondità di prelievo: **da m 1,00 a m 4,00 – Campione omogeneizzato**

Matrice:  suolo superficiale  suolo profondo  falda acquifere

Tipologia di sito:  A - Agricolo/residenziale  B- Industriale

### Analisi

Parametri	U.M.	Metodo	Concentrazione	Valori limite	
				A	B
pH	/	/	7,81		
<b>Composti inorganici</b>					
Arsenico	mg/kg ss	EPA 6010 C	1,26	20	50
Cadmio	mg/kg ss	EPA 6010 C	n.r.	2	15
Cobalto	mg/kg ss	EPA 6010 C	n.r.	20	250
Cromo totale	mg/kg ss	EPA 6010 C	2,39	150	800
Cromo VI	mg/kg ss	EPA 6020 A	n.r.	2	15
Mercurio	mg/kg ss	EPA 6010 C	n.r.	1	5
Nichel	mg/kg ss	EPA 6010 C	1,28	120	500
Piombo	mg/kg ss	EPA 6010 C	1,66	100	1000
Rame	mg/kg ss	EPA 6010 C	2,53	120	600
Zinco	mg/kg ss	EPA 6010 C	1,91	150	1500
<b>Aromatici</b>					
Benzene	mg/kg ss	EPA 5021 A	n.r.	0,1	2
Etilbenzene	mg/kg ss	EPA 5021 A	n.r.	0,5	50
Stirene	mg/kg ss	EPA 5021 A	n.r.	0,5	50
Toluene	mg/kg ss	EPA 5021 A	n.r.	0,5	50
Xilene	mg/kg ss	EPA 5021 A	n.r.	0,5	50
<b>Σ Org.Aromatici</b>	mg/kg ss	EPA 5021 A	n.r.	1	100

Il Chimico

Dr. G. Bosco

Il Direttore del Laboratorio

Dr. Nicola SAUCHELLA PEDICINI





Parametri	U.M.	Metodo	Concentrazione	Valori limite	
				A	B
<b>Idrocarburi Policiclici Aromatici</b>				<b>A</b>	<b>B</b>
Benzo (a) antracene	mg/kg ss	EPA 3550	n.r.	0,5	10
Benzo (a) pirene	mg/kg ss	EPA 3550	n.r.	0,1	10
Benzo (b) flurantene	mg/kg ss	EPA 3550	n.r.	0,5	10
Benzo (k,) fluorantene	mg/kg ss	EPA 3550	n.r.	0,5	10
Benzo (g,h,i,) perilene	mg/kg ss	EPA 3550	n.r.	0,1	10
Crisene	mg/kg ss	EPA 3550	n.r.	0,5	50
Dibenzo (a,e) pirene	mg/kg ss	EPA 3550	n.r.	0,1	10
Dibenzo (a,l) pirene	mg/kg ss	EPA 3550	n.r.	0,1	10
Dibenzo (a,i) pirene	mg/kg ss	EPA 3550	n.r.	0,1	10
Dibenzo (a,h) antracene	mg/kg ss	EPA 3550	n.r.	0,1	10
Indenopirene	mg/kg ss	EPA 3550	n.r.	0,1	5
Pirene	mg/kg ss	EPA 3550	n.r.	5	50
<b>Σ IPA</b>	mg/kg ss	EPA 3550	n.r.	10	100
Idrocarburi pesanti C > 12	mg/kg ss	EPA 3550	0,38	50	750
Amianto	mg/kg ss	D.M.06.09.94	n.r.	1000	1000

*n.b. La notazione n.r. indica la non rilevabilità del dato analitico (minore del limite di rilevabilità)*

**Conclusioni:** Il campione esaminato risulta conforme alle disposizioni previste dalla tabella 1, colonna A (siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale), allegato 5, D.Lgs 152/06, Parte Quarta.

I dati rilevati indicano che trattasi di terre e rocce da scavo provenienti da siti non inquinati. Tali terre e rocce possono essere destinate al riutilizzo nel sito di produzione ai sensi dell'art. 185 del D.Lgs. 152/06.

Altresì esse, se non sottoposte a trasformazioni preliminari, possono essere destinate all'utilizzo fuori sito per reinterri, riempimenti, rilevati, nonché macinate per la produzione di materiali inerti da costruzione in quanto gli stessi possono essere sottoposti a regime di cui all'art. 184-bis del D.Lgs 152/06; tanto perché rispettano le disposizioni di cui all'art. 4 del regolamento contenuto nel DPR 120/17.



Il Direttore del Laboratorio

Dr. Nicola SAUCHELLA PEDICINI

## **ALLEGATO N°2**

### **Fascicolo Indagini geognostiche GEOANNA S.R.L.S**

- Prove penetrometriche dinamiche DPSH
- Prove geofisiche MASW



**COMMITTENTE**

RWE RENEWABLES ITALIA S.R.L.

**OGGETTO LAVORI**

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA NEI COMUNI DI BISACCIA E VALLATA (AV)



**GEOANNA S.R.L.S.**  
Traversa San'Antuono, 1 - 82034  
Guardia Sanframondi (BN)

PIVA: 01813450622  
PEC: geoannasrls@pec.it

**GEOANNA S.R.L.S.**

TRAVERSA S. ANTUONO, N° 1  
82034 GUARDIA SANFRAMONDI (BN)  
email: geoannaok@gmail.com  
pec: geoannasrls@pec.it

# UBICAZIONE INDAGINI



## LEGENDA





# DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

POSTAZIONE N°1



POSTAZIONE N°2



POSTAZIONE N°3



POSTAZIONE N°4



POSTAZIONE N°5





**PROVA DPSH BV 1**

**LAT: 41° 2'53.53"N**  
**LONG: 15°19'44.40"E**  
**QUOTA : 649 M SLM**

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 13-09-2022

Profondita' prova **7.00 mt**

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	2	0.855	17.96	21.01	0.90	1.05
0.40	2	0.851	17.88	21.01	0.89	1.05
0.60	3	0.847	24.50	28.93	1.23	1.45
0.80	3	0.843	24.40	28.93	1.22	1.45
1.00	4	0.840	32.39	38.57	1.62	1.93
1.20	4	0.836	32.26	38.57	1.61	1.93
1.40	5	0.833	40.16	48.22	2.01	2.41
1.60	8	0.830	59.14	71.29	2.96	3.56
1.80	9	0.826	66.27	80.20	3.31	4.01
2.00	10	0.823	73.35	89.11	3.67	4.46
2.20	9	0.820	65.77	80.20	3.29	4.01
2.40	10	0.817	72.81	89.11	3.64	4.46
2.60	11	0.814	74.18	91.10	3.71	4.55
2.80	10	0.811	67.20	82.82	3.36	4.14
3.00	12	0.809	80.37	99.38	4.02	4.97
3.20	12	0.806	80.10	99.38	4.01	4.97
3.40	12	0.803	79.84	99.38	3.99	4.97
3.60	11	0.801	68.15	85.09	3.41	4.25
3.80	13	0.748	75.26	100.56	3.76	5.03
4.00	14	0.746	80.79	108.30	4.04	5.41
4.20	14	0.744	80.54	108.30	4.03	5.41
4.40	13	0.741	74.56	100.56	3.73	5.03
4.60	14	0.739	75.10	101.60	3.76	5.08
4.80	15	0.737	80.24	108.85	4.01	5.44
5.00	18	0.735	96.01	130.62	4.80	6.53
5.20	20	0.733	106.39	145.14	5.32	7.26
5.40	22	0.681	108.73	159.65	5.44	7.98
5.60	22	0.679	102.11	150.35	5.11	7.52
5.80	25	0.677	115.71	170.85	5.79	8.54

6.00	28	0.675	129.26	191.36	6.46	9.57
6.20	30	0.674	138.13	205.02	6.91	10.25
6.40	35	0.622	148.78	239.19	7.44	11.96
6.60	37	0.620	148.23	238.94	7.41	11.95
6.80	40	0.569	146.91	258.31	7.35	12.92
7.00	45	0.567	164.82	290.60	8.24	14.53

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlazione con Nspt	NSPT	Descrizione
1.4	3.29	32.18	Incoerente - coesivo	0	1.75	1.88	0.12	1.47	4.84	T. Vegetale
4	10.85	90.45	Incoerente - coesivo	0	2.08	2.29	0.52	1.47	15.95	limoso-argilloso
6	19.1	136.73	Incoerente - coesivo	0	2.14	2.31	1.0	1.47	28.08	limoso-argilloso
7	37.4	246.41	Incoerente - coesivo	0	2.5	2.5	1.34	1.47	54.98	Argilloso-marnoso

### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH BV 1

#### TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	4.84	0.00-1.40	Terzaghi-Peck	0.30
Strato (2) limoso-argilloso	15.95	1.40-4.00	Terzaghi-Peck	1.08
Strato (3) limoso-argilloso	28.08	4.00-6.00	Terzaghi-Peck	1.90
Strato (4) Argilloso-marnoso	54.98	6.00-7.00	Terzaghi-Peck	3.71

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	4.84	0.00-1.40	Robertson (1983)	9.68
Strato (2) limoso-argilloso	15.95	1.40-4.00	Robertson (1983)	31.90
Strato (3)	28.08	4.00-6.00	Robertson (1983)	56.16

limoso-argilloso				
Strato (4) Argilloso-marnoso	54.98	6.00-7.00	Robertson (1983)	109.96

## Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	4.84	0.00-1.40	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	51.16
Strato (2) limoso-argilloso	15.95	1.40-4.00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	164.47
Strato (3) limoso-argilloso	28.08	4.00-6.00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	288.19
Strato (4) Argilloso-marnoso	54.98	6.00-7.00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	562.55

## Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	4.84	0.00-1.40	Apollonia	48.40
Strato (2) limoso-argilloso	15.95	1.40-4.00	Apollonia	159.50
Strato (3) limoso-argilloso	28.08	4.00-6.00	Apollonia	280.80
Strato (4) Argilloso-marnoso	54.98	6.00-7.00	Apollonia	549.80

## Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) T. Vegetale	4.84	0.00-1.40	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (2) limoso-argilloso	15.95	1.40-4.00	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
Strato (3) limoso-argilloso	28.08	4.00-6.00	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
Strato (4) Argilloso-marnoso	54.98	6.00-7.00	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unita' di volume



Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	4.84	0.00-1.40	Meyerhof	1.75
Strato (2) limoso-argilloso	15.95	1.40-4.00	Meyerhof	2.08
Strato (3) limoso-argilloso	28.08	4.00-6.00	Meyerhof	2.14
Strato (4) Argilloso-marnoso	54.98	6.00-7.00	Meyerhof	2.50

## Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	4.84	0.00-1.40	Meyerhof	1.88
Strato (2) limoso-argilloso	15.95	1.40-4.00	Meyerhof	2.29
Strato (3) limoso-argilloso	28.08	4.00-6.00	Meyerhof	2.31
Strato (4) Argilloso-marnoso	54.98	6.00-7.00	Meyerhof	2.50

## Velocita' onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
Strato (1) T. Vegetale	4.84	0.00-1.40	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	83.89
Strato (2) limoso-argilloso	15.95	1.40-4.00	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	133.8
Strato (3) limoso-argilloso	28.08	4.00-6.00	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	166.19
Strato (4) Argilloso-marnoso	54.98	6.00-7.00	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	196.37

## TERRENI INCOERENTI

## Densita' relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densita' relativa (%)
Strato (1) T. Vegetale	4.84	0.00-1.40	4.84	Meyerhof 1957	50.94
Strato (2) limoso-argilloso	15.95	1.40-4.00	15.95	Meyerhof 1957	76.07
Strato (3) limoso-argilloso	28.08	4.00-6.00	28.08	Meyerhof 1957	85.35
Strato (4) Argilloso-marnoso	54.98	6.00-7.00	54.98	Meyerhof 1957	100

## Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) T. Vegetale	4.84	0.00-1.40	4.84	Meyerhof (1956)	21.38
Strato (2) limoso-argilloso	15.95	1.40-4.00	15.95	Meyerhof (1956)	24.56
Strato (3) limoso-argilloso	28.08	4.00-6.00	28.08	Meyerhof (1956)	28.02
Strato (4) Argilloso-marnoso	54.98	6.00-7.00	54.98	Meyerhof (1956)	35.71

## Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	4.84	0.00-1.40	4.84	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato (2) limoso-argilloso	15.95	1.40-4.00	15.95	Bowles (1982) Sabbia Media	154.75
Strato (3) limoso-argilloso	28.08	4.00-6.00	28.08	Bowles (1982) Sabbia Media	215.40
Strato (4) Argilloso-marnoso	54.98	6.00-7.00	54.98	Bowles (1982) Sabbia Media	349.90

## Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	4.84	0.00-1.40	4.84	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	37.41
Strato (2) limoso-argilloso	15.95	1.40-4.00	15.95	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	60.23
Strato (3) limoso-argilloso	28.08	4.00-6.00	28.08	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	85.14
Strato (4) Argilloso-marnoso	54.98	6.00-7.00	54.98	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	140.40

## Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) T. Vegetale	4.84	0.00-1.40	4.84	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) limoso-argilloso	15.95	1.40-4.00	15.95	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (3) limoso-argilloso	28.08	4.00-6.00	28.08	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (4) Argilloso-marnoso	54.98	6.00-7.00	54.98	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

## Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	4.84	0.00-1.40	4.84	Terzaghi-Peck 1948	1.41
Strato (2) limoso-argilloso	15.95	1.40-4.00	15.95	Terzaghi-Peck 1948	1.55
Strato (3) limoso-argilloso	28.08	4.00-6.00	28.08	Terzaghi-Peck 1948	1.68
Strato (4) Argilloso-marnoso	54.98	6.00-7.00	54.98	Terzaghi-Peck 1948	1.88

## Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità'
-------------	------	--------------	------------	--------------	-------------



		(m)			Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	4.84	0.00-1.40	4.84	Terzaghi-Peck 1948	1.88
Strato (2) limoso-argilloso	15.95	1.40-4.00	15.95	Terzaghi-Peck 1948	1.96
Strato (3) limoso-argilloso	28.08	4.00-6.00	28.08	Terzaghi-Peck 1948	2.04
Strato (4) Argilloso-marn oso	54.98	6.00-7.00	54.98	Terzaghi-Peck 1948	2.17

## Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) T. Vegetale	4.84	0.00-1.40	4.84	(A.G.I.)	0.34
Strato (2) limoso-argilloso	15.95	1.40-4.00	15.95	(A.G.I.)	0.32
Strato (3) limoso-argilloso	28.08	4.00-6.00	28.08	(A.G.I.)	0.3
Strato (4) Argilloso-marn oso	54.98	6.00-7.00	54.98	(A.G.I.)	0.24

## Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	4.84	0.00-1.40	4.84	Ohsaki (Sabbie pulite)	286.20
Strato (2) limoso-argilloso	15.95	1.40-4.00	15.95	Ohsaki (Sabbie pulite)	878.03
Strato (3) limoso-argilloso	28.08	4.00-6.00	28.08	Ohsaki (Sabbie pulite)	1494.19
Strato (4) Argilloso-marn oso	54.98	6.00-7.00	54.98	Ohsaki (Sabbie pulite)	2810.00

## Velocita' onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
Strato (1) T. Vegetale	4.84	0.00-1.40	4.84	Ohta & Goto (1978) Limi	83.89
Strato (2) limoso-argilloso	15.95	1.40-4.00	15.95	Ohta & Goto (1978) Limi	133.8
Strato (3)	28.08	4.00-6.00	28.08	Ohta & Goto	166.19

limoso-argilloso				(1978) Limi	
Strato (4)	54.98	6.00-7.00	54.98	Ohta & Goto	196.37
Argilloso-marnoso				(1978) Limi	

## Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) T. Vegetale	4.84	0.00-1.40	4.84	Navfac 1971-1982	0.95
Strato (2) limoso-argilloso	15.95	1.40-4.00	15.95	Navfac 1971-1982	3.31
Strato (3) limoso-argilloso	28.08	4.00-6.00	28.08	Navfac 1971-1982	5.34
Strato (4) Argilloso-marnoso	54.98	6.00-7.00	54.98	Navfac 1971-1982	8.95

## Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	4.84	0.00-1.40	4.84	Robertson 1983	9.68
Strato (2) limoso-argilloso	15.95	1.40-4.00	15.95	Robertson 1983	31.90
Strato (3) limoso-argilloso	28.08	4.00-6.00	28.08	Robertson 1983	56.16
Strato (4) Argilloso-marnoso	54.98	6.00-7.00	54.98	Robertson 1983	109.96

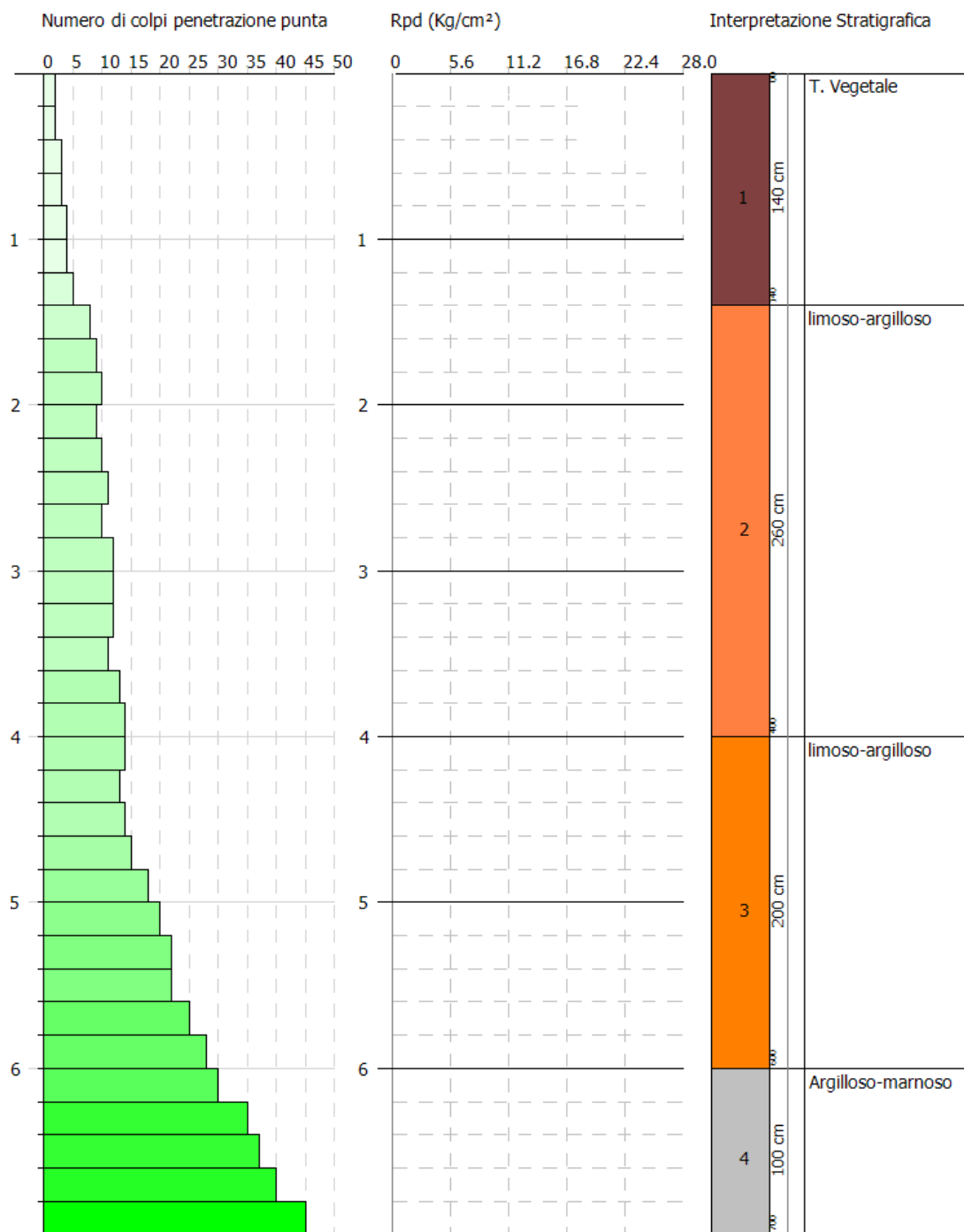
GEOSTRU  
 CHANGES FROM: PREFERENCES OPTIONS  
 COMPANY  
 .....

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA dpsh BV 1  
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente:  
 Descrizione:  
 Localita':

13-09-2022

Scala 1:35



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

### PROVA DPSH V 3

**LAT: 41° 3'26.23"N**  
**LONG: 15°18'40.12"E**  
**QUOTA : 572 M SLM**

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 13-09-2022

Profondita' prova **4.00 mt**

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	2	0.855	17.96	21.01	0.90	1.05
0.40	3	0.851	26.82	31.52	1.34	1.58
0.60	3	0.847	24.50	28.93	1.23	1.45
0.80	4	0.843	32.53	38.57	1.63	1.93
1.00	4	0.840	32.39	38.57	1.62	1.93
1.20	5	0.836	40.32	48.22	2.02	2.41
1.40	9	0.833	72.29	86.79	3.61	4.34
1.60	9	0.830	66.53	80.20	3.33	4.01
1.80	10	0.826	73.63	89.11	3.68	4.46
2.00	11	0.823	80.69	98.02	4.03	4.90
2.20	10	0.820	73.08	89.11	3.65	4.46
2.40	12	0.817	87.38	106.93	4.37	5.35
2.60	11	0.814	74.18	91.10	3.71	4.55
2.80	10	0.811	67.20	82.82	3.36	4.14
3.00	25	0.709	146.73	207.04	7.34	10.35
3.20	27	0.706	157.87	223.61	7.89	11.18
3.40	30	0.703	174.76	248.45	8.74	12.42
3.60	34	0.651	171.18	263.01	8.56	13.15
3.80	40	0.598	185.16	309.42	9.26	15.47
4.00	45	0.596	207.47	348.10	10.37	17.40

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1.2	3.5	34.47	Incoerente -	0	1.77	1.88	0.11	1.47	5.14	T. Vegetal



			coesivo							e
2.8	10.25	90.51	Incoerente - coesivo	0	2.07	2.28	0.38	1.47	15.07	Limoso-Argilloso
4	33.5	266.6	Incoerente - coesivo	0	2.5	2.5	0.69	1.47	49.25	Trovanti calcareo-marnosi

### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH BV 3

#### TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	5.14	0.00-1.20	Terzaghi-Peck	0.32
Strato (2) Limoso-Argilloso	15.07	1.20-2.80	Terzaghi-Peck	1.02
Strato (3) Trovanti calcareo-marnosi	49.25	2.80-4.00	Terzaghi-Peck	3.32

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	5.14	0.00-1.20	Robertson (1983)	10.28
Strato (2) Limoso-Argilloso	15.07	1.20-2.80	Robertson (1983)	30.14
Strato (3) Trovanti calcareo-marnosi	49.25	2.80-4.00	Robertson (1983)	98.50

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	5.14	0.00-1.20	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	54.22
Strato (2) Limoso-Argilloso	15.07	1.20-2.80	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	155.50
Strato (3) Trovanti calcareo-marnosi	49.25	2.80-4.00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	504.11

## Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	5.14	0.00-1.20	Apollonia	51.40
Strato (2) Limoso-Argilloso	15.07	1.20-2.80	Apollonia	150.70
Strato (3) Trovanti calcareo-marnosi	49.25	2.80-4.00	Apollonia	492.50

## Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) T. Vegetale	5.14	0.00-1.20	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (2) Limoso-Argilloso	15.07	1.20-2.80	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
Strato (3) Trovanti calcareo-marnosi	49.25	2.80-4.00	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

## Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	5.14	0.00-1.20	Meyerhof	1.77
Strato (2) Limoso-Argilloso	15.07	1.20-2.80	Meyerhof	2.07
Strato (3) Trovanti calcareo-marnosi	49.25	2.80-4.00	Meyerhof	2.50

## Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	5.14	0.00-1.20	Meyerhof	1.88
Strato (2) Limoso-Argilloso	15.07	1.20-2.80	Meyerhof	2.28
Strato (3) Trovanti calcareo-marnosi	49.25	2.80-4.00	Meyerhof	2.50

i				
---	--	--	--	--

## Velocita' onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
Strato (1) T. Vegetale	5.14	0.00-1.20	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	82.28
Strato (2) Limoso-Argilloso	15.07	1.20-2.80	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	125.04
Strato (3) Trovanti calcareo-marnosi	49.25	2.80-4.00	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	170.01

**TERRENI INCOERENTI**

## Densita' relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densita' relativa (%)
Strato (1) T. Vegetale	5.14	0.00-1.20	5.14	Meyerhof 1957	53.02
Strato (2) Limoso-Argilloso	15.07	1.20-2.80	15.07	Meyerhof 1957	78.52
Strato (3) Trovanti calcareo-marnosi	49.25	2.80-4.00	49.25	Meyerhof 1957	100

## Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) T. Vegetale	5.14	0.00-1.20	5.14	Meyerhof (1956)	21.47
Strato (2) Limoso-Argilloso	15.07	1.20-2.80	15.07	Meyerhof (1956)	24.31
Strato (3) Trovanti calcareo-marnosi	49.25	2.80-4.00	49.25	Meyerhof (1956)	34.07

## Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	5.14	0.00-1.20	5.14	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato (2) Limoso-Argilloso	15.07	1.20-2.80	15.07	Bowles (1982) Sabbia Media	150.35
Strato (3) Trovanti calcareo-marnosi	49.25	2.80-4.00	49.25	Bowles (1982) Sabbia Media	321.25

## Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	5.14	0.00-1.20	5.14	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	38.02
Strato (2) Limoso-Argilloso	15.07	1.20-2.80	15.07	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	58.42
Strato (3) Trovanti calcareo-marnosi	49.25	2.80-4.00	49.25	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	128.63

## Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) T. Vegetale	5.14	0.00-1.20	5.14	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Limoso-Argilloso	15.07	1.20-2.80	15.07	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (3) Trovanti calcareo-marnosi	49.25	2.80-4.00	49.25	Classificazione A.G.I	ADDENSATO



## Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	5.14	0.00-1.20	5.14	Terzaghi-Peck 1948	1.41
Strato (2) Limoso-Argillo so	15.07	1.20-2.80	15.07	Terzaghi-Peck 1948	1.54
Strato (3) Trovanti calcareo-marnos i	49.25	2.80-4.00	49.25	Terzaghi-Peck 1948	1.85

## Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	5.14	0.00-1.20	5.14	Terzaghi-Peck 1948	1.88
Strato (2) Limoso-Argillo so	15.07	1.20-2.80	15.07	Terzaghi-Peck 1948	1.96
Strato (3) Trovanti calcareo-marnos i	49.25	2.80-4.00	49.25	Terzaghi-Peck 1948	2.15

## Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) T. Vegetale	5.14	0.00-1.20	5.14	(A.G.I.)	0.34
Strato (2) Limoso-Argillo so	15.07	1.20-2.80	15.07	(A.G.I.)	0.32
Strato (3) Trovanti calcareo-marnos i	49.25	2.80-4.00	49.25	(A.G.I.)	0.26

## Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	5.14	0.00-1.20	5.14	Ohsaki (Sabbie pulite)	302.84
Strato (2) Limoso-Argillo	15.07	1.20-2.80	15.07	Ohsaki (Sabbie pulite)	832.41

so					
Strato (3) Trovanti calcareo-marnosi	49.25	2.80-4.00	49.25	Ohsaki (Sabbie pulite)	2533.82

## Velocita' onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
Strato (1) T. Vegetale	5.14	0.00-1.20	5.14	Ohta & Goto (1978) Limi	82.28
Strato (2) Limoso-Argilloso	15.07	1.20-2.80	15.07	Ohta & Goto (1978) Limi	125.04
Strato (3) Trovanti calcareo-marnosi	49.25	2.80-4.00	49.25	Ohta & Goto (1978) Limi	170.01

## Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) T. Vegetale	5.14	0.00-1.20	5.14	Navfac 1971-1982	1.02
Strato (2) Limoso-Argilloso	15.07	1.20-2.80	15.07	Navfac 1971-1982	3.14
Strato (3) Trovanti calcareo-marnosi	49.25	2.80-4.00	49.25	Navfac 1971-1982	8.07

## Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	5.14	0.00-1.20	5.14	Robertson 1983	10.28
Strato (2) Limoso-Argilloso	15.07	1.20-2.80	15.07	Robertson 1983	30.14
Strato (3) Trovanti calcareo-marnosi	49.25	2.80-4.00	49.25	Robertson 1983	98.50

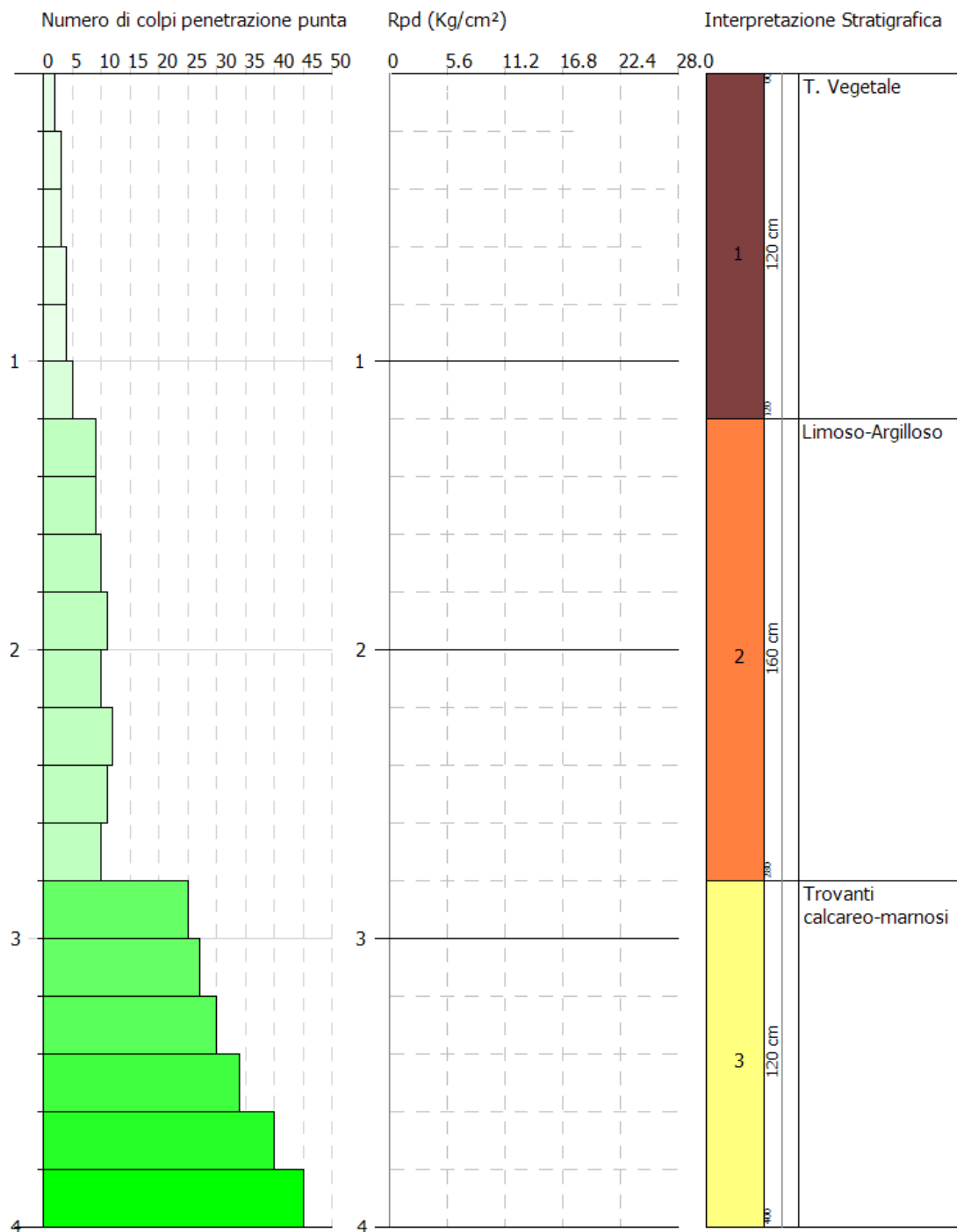
GEOSTRU  
 CHANGES FROM: PREFERENCES OPTIONS  
 COMPANY  
 .....

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA dpsh BV 3  
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente:  
 Descrizione:  
 Localita':

13-09-2022

Scala 1:20



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

**PROVA DPSH BV4**

**LAT: 41° 3'21.06"N**  
**LONG: 15°19'55.84"E**  
**QUOTA : 548 M SLM**

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 13-09-2022

Profondita' prova **10.00 mt**

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	2	0.855	17.96	21.01	0.90	1.05
0.40	2	0.851	17.88	21.01	0.89	1.05
0.60	3	0.847	24.50	28.93	1.23	1.45
0.80	3	0.843	24.40	28.93	1.22	1.45
1.00	3	0.840	24.29	28.93	1.21	1.45
1.20	4	0.836	32.26	38.57	1.61	1.93
1.40	4	0.833	32.13	38.57	1.61	1.93
1.60	3	0.830	22.18	26.73	1.11	1.34
1.80	4	0.826	29.45	35.64	1.47	1.78
2.00	4	0.823	29.34	35.64	1.47	1.78
2.20	7	0.820	51.16	62.38	2.56	3.12
2.40	7	0.817	50.97	62.38	2.55	3.12
2.60	7	0.814	47.20	57.97	2.36	2.90
2.80	7	0.811	47.04	57.97	2.35	2.90
3.00	8	0.809	53.58	66.25	2.68	3.31
3.20	8	0.806	53.40	66.25	2.67	3.31
3.40	8	0.803	53.23	66.25	2.66	3.31
3.60	9	0.801	55.76	69.62	2.79	3.48
3.80	9	0.798	55.59	69.62	2.78	3.48
4.00	8	0.796	49.26	61.88	2.46	3.09
4.20	10	0.794	61.40	77.36	3.07	3.87
4.40	10	0.791	61.22	77.36	3.06	3.87
4.60	10	0.789	57.27	72.57	2.86	3.63
4.80	11	0.787	62.83	79.83	3.14	3.99
5.00	10	0.785	56.97	72.57	2.85	3.63
5.20	10	0.783	56.82	72.57	2.84	3.63
5.40	9	0.781	51.01	65.31	2.55	3.27
5.60	9	0.779	47.92	61.51	2.40	3.08
5.80	8	0.777	42.50	54.67	2.12	2.73
6.00	10	0.775	53.00	68.34	2.65	3.42



6.20	10	0.774	52.88	68.34	2.64	3.42
6.40	11	0.772	58.04	75.18	2.90	3.76
6.60	10	0.770	49.75	64.58	2.49	3.23
6.80	11	0.769	54.61	71.04	2.73	3.55
7.00	10	0.767	49.54	64.58	2.48	3.23
7.20	9	0.766	44.50	58.12	2.22	2.91
7.40	8	0.764	39.48	51.66	1.97	2.58
7.60	11	0.763	51.35	67.33	2.57	3.37
7.80	10	0.761	46.60	61.21	2.33	3.06
8.00	12	0.760	55.82	73.45	2.79	3.67
8.20	10	0.759	46.43	61.21	2.32	3.06
8.40	11	0.757	50.99	67.33	2.55	3.37
8.60	14	0.706	57.50	81.44	2.87	4.07
8.80	12	0.755	52.68	69.81	2.63	3.49
9.00	20	0.703	81.85	116.35	4.09	5.82
9.20	25	0.652	94.86	145.43	4.74	7.27
9.40	30	0.651	113.63	174.52	5.68	8.73
9.60	34	0.600	113.06	188.44	5.65	9.42
9.80	39	0.549	118.63	216.15	5.93	10.81
10.00	45	0.548	136.60	249.41	6.83	12.47

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
2	3.2	30.4	Incoerente - coesivo	0	1.74	1.88	0.17	1.47	4.7	T. Vegetale
8.8	9.53	67	Incoerente - coesivo	0	2.05	2.25	1.05	1.47	14.01	Limoso-argilloso
10	32.17	181.72	Incoerente - coesivo	0	2.5	2.5	1.89	1.47	47.29	Argilloso-marnoso

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH BV4**

**TERRENI COESIVI**

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	4.70	0.00-2.00	Terzaghi-Peck	0.29
Strato (2) Limoso-argilloso	14.01	2.00-8.80	Terzaghi-Peck	0.95
Strato (3) Argilloso-marnoso	47.29	8.80-10.00	Terzaghi-Peck	3.19

## Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	4.70	0.00-2.00	Robertson (1983)	9.40
Strato (2) Limoso-argilloso	14.01	2.00-8.80	Robertson (1983)	28.02
Strato (3) Argilloso-marnoso	47.29	8.80-10.00	Robertson (1983)	94.58

## Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	4.70	0.00-2.00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	49.73
Strato (2) Limoso-argilloso	14.01	2.00-8.80	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	144.69
Strato (3) Argilloso-marnoso	47.29	8.80-10.00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	484.12

## Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	4.70	0.00-2.00	Apollonia	47.00
Strato (2) Limoso-argilloso	14.01	2.00-8.80	Apollonia	140.10
Strato (3) Argilloso-marnoso	47.29	8.80-10.00	Apollonia	472.90

## Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) T. Vegetale	4.70	0.00-2.00	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (2) Limoso-argilloso	14.01	2.00-8.80	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato (3) Argilloso-marnoso	47.29	8.80-10.00	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

## Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	4.70	0.00-2.00	Meyerhof	1.74
Strato (2) Limoso-argilloso	14.01	2.00-8.80	Meyerhof	2.05
Strato (3) Argilloso-marnoso	47.29	8.80-10.00	Meyerhof	2.50

## Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	4.70	0.00-2.00	Meyerhof	1.88
Strato (2) Limoso-argilloso	14.01	2.00-8.80	Meyerhof	2.25
Strato (3) Argilloso-marnoso	47.29	8.80-10.00	Meyerhof	2.50

## Velocita' onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
Strato (1) T. Vegetale	4.70	0.00-2.00	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	89.41
Strato (2) Limoso-argilloso	14.01	2.00-8.80	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	149.56
Strato (3) Argilloso-marnoso	47.29	8.80-10.00	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	205.43

**TERRENI INCOERENTI**

## Densita' relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densita' relativa (%)
Strato (1) T. Vegetale	4.70	0.00-2.00	4.70	Meyerhof 1957	48.7
Strato (2) Limoso-argilloso	14.01	2.00-8.80	14.01	Meyerhof 1957	59.5
Strato (3) Argilloso-marnoso	47.29	8.80-10.00	47.29	Meyerhof 1957	89.7

## Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) T. Vegetale	4.70	0.00-2.00	4.70	Meyerhof (1956)	21.34
Strato (2) Limoso-argilloso	14.01	2.00-8.80	14.01	Meyerhof (1956)	24
Strato (3) Argilloso-marnoso	47.29	8.80-10.00	47.29	Meyerhof (1956)	33.51

## Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	4.70	0.00-2.00	4.70	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato (2) Limoso-argilloso	14.01	2.00-8.80	14.01	Bowles (1982) Sabbia Media	145.05
Strato (3) Argilloso-marnoso	47.29	8.80-10.00	47.29	Bowles (1982) Sabbia Media	311.45



## Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	4.70	0.00-2.00	4.70	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	37.12
Strato (2) Limoso-argilloso	14.01	2.00-8.80	14.01	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	56.24
Strato (3) Argilloso-marnoso	47.29	8.80-10.00	47.29	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	124.60

## Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) T. Vegetale	4.70	0.00-2.00	4.70	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Limoso-argilloso	14.01	2.00-8.80	14.01	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (3) Argilloso-marnoso	47.29	8.80-10.00	47.29	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

## Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	4.70	0.00-2.00	4.70	Terzaghi-Peck 1948	1.41
Strato (2) Limoso-argilloso	14.01	2.00-8.80	14.01	Terzaghi-Peck 1948	1.53
Strato (3) Argilloso-marnoso	47.29	8.80-10.00	47.29	Terzaghi-Peck 1948	1.84

## Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	4.70	0.00-2.00	4.70	Terzaghi-Peck 1948	1.88
Strato (2) Limoso-argilloso	14.01	2.00-8.80	14.01	Terzaghi-Peck 1948	1.95
Strato (3) Argilloso-marnoso	47.29	8.80-10.00	47.29	Terzaghi-Peck 1948	2.14

## Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) T. Vegetale	4.70	0.00-2.00	4.70	(A.G.I.)	0.34
Strato (2) Limoso-argilloso	14.01	2.00-8.80	14.01	(A.G.I.)	0.33
Strato (3) Argilloso-marnoso	47.29	8.80-10.00	47.29	(A.G.I.)	0.26

## Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	4.70	0.00-2.00	4.70	Ohsaki (Sabbie pulite)	278.41
Strato (2) Limoso-argilloso	14.01	2.00-8.80	14.01	Ohsaki (Sabbie pulite)	777.26
Strato (3) Argilloso-marnoso	47.29	8.80-10.00	47.29	Ohsaki (Sabbie pulite)	2438.91

## Velocità onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) T. Vegetale	4.70	0.00-2.00	4.70	Ohta & Goto (1978) Limi	89.41
Strato (2) Limoso-argilloso	14.01	2.00-8.80	14.01	Ohta & Goto (1978) Limi	149.56
Strato (3) Argilloso-marnoso	47.29	8.80-10.00	47.29	Ohta & Goto (1978) Limi	205.43

## Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) T. Vegetale	4.70	0.00-2.00	4.70	Navfac 1971-1982	0.92
Strato (2) Limoso-argilloso	14.01	2.00-8.80	14.01	Navfac 1971-1982	2.93
Strato (3) Argilloso-marnoso	47.29	8.80-10.00	47.29	Navfac 1971-1982	7.81

## Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	4.70	0.00-2.00	4.70	Robertson 1983	9.40
Strato (2) Limoso-argilloso	14.01	2.00-8.80	14.01	Robertson 1983	28.02
Strato (3) Argilloso-marnoso	47.29	8.80-10.00	47.29	Robertson 1983	94.58

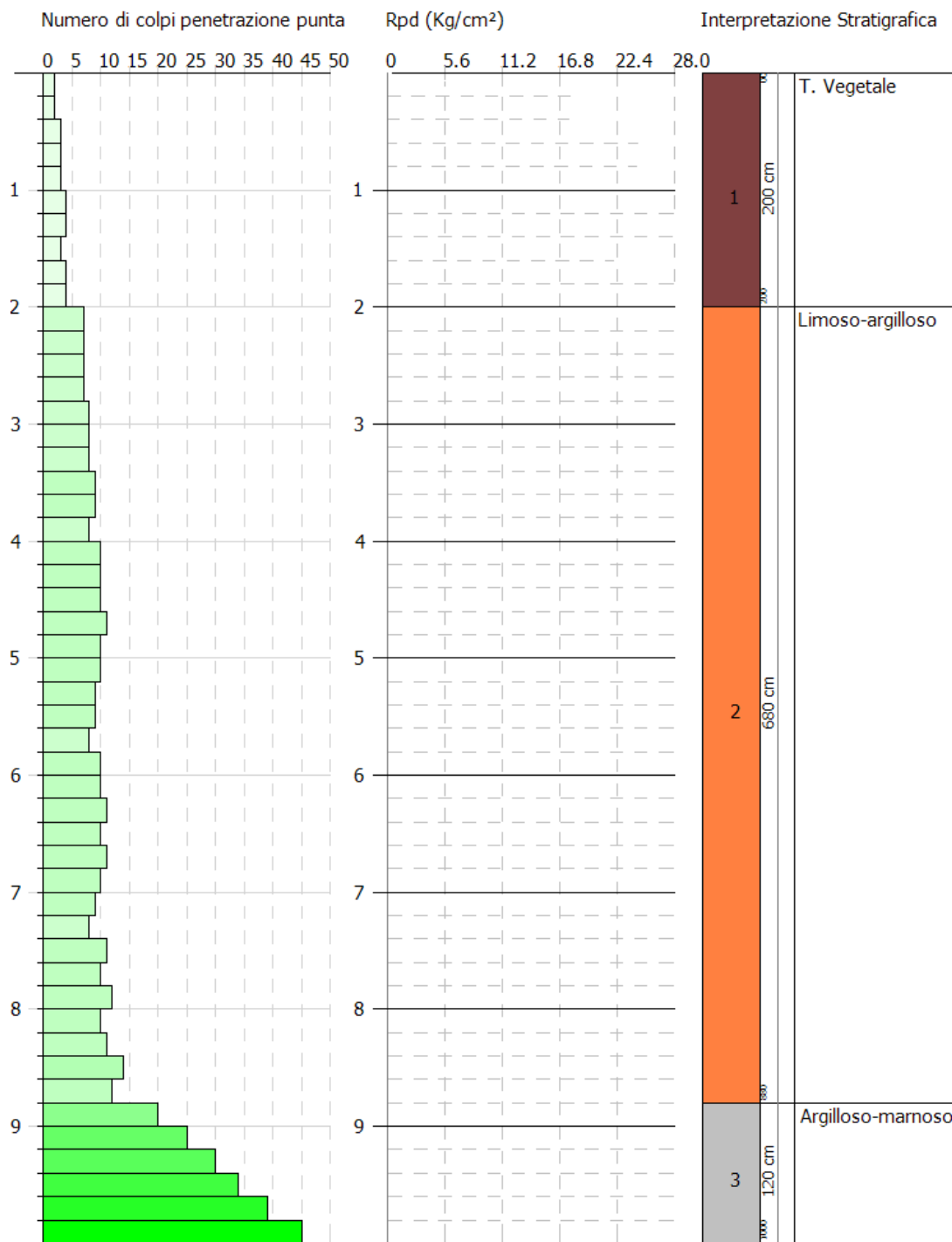
GEOSTRU  
 CHANGES FROM: PREFERENCES OPTIONS  
 COMPANY  
 .....

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA dph BV4  
 Strumento utilizzato... DPH TG 63-200 PAGANI

Committente:  
 Descrizione:  
 Localita':

13-09-2022

Scala 1:49



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2



**PROVA DPSH V 5**

**LAT: 41° 3'26.89"N**  
**LONG: 15°19'12.17"E**  
**QUOTA : 625 M SLM**

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 13-09-2022

Profondita' prova **8.00 mt**

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	2	0.855	17.96	21.01	0.90	1.05
0.40	2	0.851	17.88	21.01	0.89	1.05
0.60	4	0.847	32.67	38.57	1.63	1.93
0.80	4	0.843	32.53	38.57	1.63	1.93
1.00	7	0.840	56.69	67.50	2.83	3.38
1.20	6	0.836	48.39	57.86	2.42	2.89
1.40	8	0.833	64.25	77.15	3.21	3.86
1.60	8	0.830	59.14	71.29	2.96	3.56
1.80	9	0.826	66.27	80.20	3.31	4.01
2.00	8	0.823	58.68	71.29	2.93	3.56
2.20	8	0.820	58.46	71.29	2.92	3.56
2.40	10	0.817	72.81	89.11	3.64	4.46
2.60	10	0.814	67.43	82.82	3.37	4.14
2.80	12	0.811	80.64	99.38	4.03	4.97
3.00	10	0.809	66.97	82.82	3.35	4.14
3.20	10	0.806	66.75	82.82	3.34	4.14
3.40	11	0.803	73.19	91.10	3.66	4.55
3.60	9	0.801	55.76	69.62	2.79	3.48
3.80	10	0.798	61.76	77.36	3.09	3.87
4.00	11	0.796	67.73	85.09	3.39	4.25
4.20	11	0.794	67.54	85.09	3.38	4.25
4.40	12	0.791	73.47	92.83	3.67	4.64
4.60	14	0.739	75.10	101.60	3.76	5.08
4.80	13	0.737	69.54	94.34	3.48	4.72
5.00	11	0.785	62.67	79.83	3.13	3.99
5.20	12	0.783	68.19	87.08	3.41	4.35
5.40	14	0.731	74.27	101.60	3.71	5.08
5.60	14	0.729	69.76	95.68	3.49	4.78
5.80	16	0.727	79.52	109.35	3.98	5.47
6.00	16	0.725	79.33	109.35	3.97	5.47

6.20	18	0.724	89.03	123.01	4.45	6.15
6.40	22	0.672	101.04	150.35	5.05	7.52
6.60	20	0.720	93.04	129.16	4.65	6.46
6.80	22	0.669	95.01	142.07	4.75	7.10
7.00	24	0.667	103.40	154.99	5.17	7.75
7.20	27	0.666	116.06	174.36	5.80	8.72
7.40	30	0.664	128.67	193.74	6.43	9.69
7.60	32	0.613	120.01	195.87	6.00	9.79
7.80	40	0.561	137.42	244.83	6.87	12.24
8.00	45	0.560	154.22	275.44	7.71	13.77

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlazione con Nspt	NSPT	Descrizione
1.2	4.17	40.76	Incoerente - coesivo	0	1.82	1.89	0.11	1.47	6.13	T. Vegetale
5.2	10.35	83.6	Incoerente - coesivo	0	2.07	2.28	0.63	1.47	15.21	Limoso-Argilloso
8	24.29	157.13	Incoerente - coesivo	0	2.31	2.5	1.37	1.47	35.71	Argilloso-Marnoso

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH BV 5  
TERRENI COESIVI**

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	6.13	0.00-1.20	Terzaghi-Peck	0.38
Strato (2) Limoso-Argilloso	15.21	1.20-5.20	Terzaghi-Peck	1.03
Strato (3) Argilloso-Marnoso	35.71	5.20-8.00	Terzaghi-Peck	2.41

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	6.13	0.00-1.20	Robertson (1983)	12.26
Strato (2) Limoso-Argilloso	15.21	1.20-5.20	Robertson (1983)	30.42
Strato (3) Argilloso-Marnoso	35.71	5.20-8.00	Robertson (1983)	71.42

## Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	6.13	0.00-1.20	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	64.31
Strato (2) Limoso-Argilloso	15.21	1.20-5.20	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	156.93
Strato (3) Argilloso-Marnoso	35.71	5.20-8.00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	366.01

## Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	6.13	0.00-1.20	Apollonia	61.30
Strato (2) Limoso-Argilloso	15.21	1.20-5.20	Apollonia	152.10
Strato (3) Argilloso-Marnoso	35.71	5.20-8.00	Apollonia	357.10

## Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) T. Vegetale	6.13	0.00-1.20	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (2) Limoso-Argilloso	15.21	1.20-5.20	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
Strato (3) Argilloso-Marnoso	35.71	5.20-8.00	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

## Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	6.13	0.00-1.20	Meyerhof	1.82
Strato (2) Limoso-Argilloso	15.21	1.20-5.20	Meyerhof	2.07
Strato (3) Argilloso-Marnoso	35.71	5.20-8.00	Meyerhof	2.31

## Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	6.13	0.00-1.20	Meyerhof	1.89
Strato (2) Limoso-Argilloso	15.21	1.20-5.20	Meyerhof	2.28
Strato (3) Argilloso-Marnoso	35.71	5.20-8.00	Meyerhof	2.50

## Velocita' onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
Strato (1) T. Vegetale	6.13	0.00-1.20	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	84.83
Strato (2) Limoso-Argilloso	15.21	1.20-5.20	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	137.13
Strato (3) Argilloso-Marnoso	35.71	5.20-8.00	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	182.78

**TERRENI INCOERENTI**

## Densita' relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densita' relativa (%)
Strato (1) T. Vegetale	6.13	0.00-1.20	6.13	Meyerhof 1957	57.8
Strato (2) Limoso-Argilloso	15.21	1.20-5.20	15.21	Meyerhof 1957	70.95
Strato (3) Argilloso-Marnoso	35.71	5.20-8.00	35.71	Meyerhof 1957	87.23

## Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) T. Vegetale	6.13	0.00-1.20	6.13	Meyerhof (1956)	21.75



Strato (2) Limoso-Argillo so	15.21	1.20-5.20	15.21	Meyerhof (1956)	24.35
Strato (3) Argilloso-Marn oso	35.71	5.20-8.00	35.71	Meyerhof (1956)	30.2

## Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	6.13	0.00-1.20	6.13	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato (2) Limoso-Argillo so	15.21	1.20-5.20	15.21	Bowles (1982) Sabbia Media	151.05
Strato (3) Argilloso-Marn oso	35.71	5.20-8.00	35.71	Bowles (1982) Sabbia Media	253.55

## Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	6.13	0.00-1.20	6.13	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	40.06
Strato (2) Limoso-Argillo so	15.21	1.20-5.20	15.21	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	58.71
Strato (3) Argilloso-Marn oso	35.71	5.20-8.00	35.71	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	100.81

## Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) T. Vegetale	6.13	0.00-1.20	6.13	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Limoso-Argillo so	15.21	1.20-5.20	15.21	Classificazione A.G.I	MODERATAM ENTE ADDENSATO
Strato (3) Argilloso-Marn oso	35.71	5.20-8.00	35.71	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

## Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	6.13	0.00-1.20	6.13	Terzaghi-Peck 1948	1.43
Strato (2) Limoso-Argillo so	15.21	1.20-5.20	15.21	Terzaghi-Peck 1948	1.54
Strato (3) Argilloso-Marn oso	35.71	5.20-8.00	35.71	Terzaghi-Peck 1948	1.75

## Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	6.13	0.00-1.20	6.13	Terzaghi-Peck 1948	1.89
Strato (2) Limoso-Argillo so	15.21	1.20-5.20	15.21	Terzaghi-Peck 1948	1.96
Strato (3) Argilloso-Marn oso	35.71	5.20-8.00	35.71	Terzaghi-Peck 1948	2.09

## Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) T. Vegetale	6.13	0.00-1.20	6.13	(A.G.I.)	0.34
Strato (2) Limoso-Argillo so	15.21	1.20-5.20	15.21	(A.G.I.)	0.32
Strato (3) Argilloso-Marn oso	35.71	5.20-8.00	35.71	(A.G.I.)	0.28

## Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	6.13	0.00-1.20	6.13	Ohsaki (Sabbie pulite)	357.38
Strato (2) Limoso-Argillo so	15.21	1.20-5.20	15.21	Ohsaki (Sabbie pulite)	839.68
Strato (3) Argilloso-Marn oso	35.71	5.20-8.00	35.71	Ohsaki (Sabbie pulite)	1872.99

## Velocita' onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
Strato (1) T. Vegetale	6.13	0.00-1.20	6.13	Ohta & Goto (1978) Limi	84.83
Strato (2) Limoso-Argillo so	15.21	1.20-5.20	15.21	Ohta & Goto (1978) Limi	137.13
Strato (3) Argilloso-Marn oso	35.71	5.20-8.00	35.71	Ohta & Goto (1978) Limi	182.78

## Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) T. Vegetale	6.13	0.00-1.20	6.13	Navfac 1971-1982	1.25
Strato (2) Limoso-Argillo so	15.21	1.20-5.20	15.21	Navfac 1971-1982	3.17
Strato (3) Argilloso-Marn oso	35.71	5.20-8.00	35.71	Navfac 1971-1982	6.36

## Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	6.13	0.00-1.20	6.13	Robertson 1983	12.26
Strato (2) Limoso-Argillo so	15.21	1.20-5.20	15.21	Robertson 1983	30.42
Strato (3) Argilloso-Marn oso	35.71	5.20-8.00	35.71	Robertson 1983	71.42

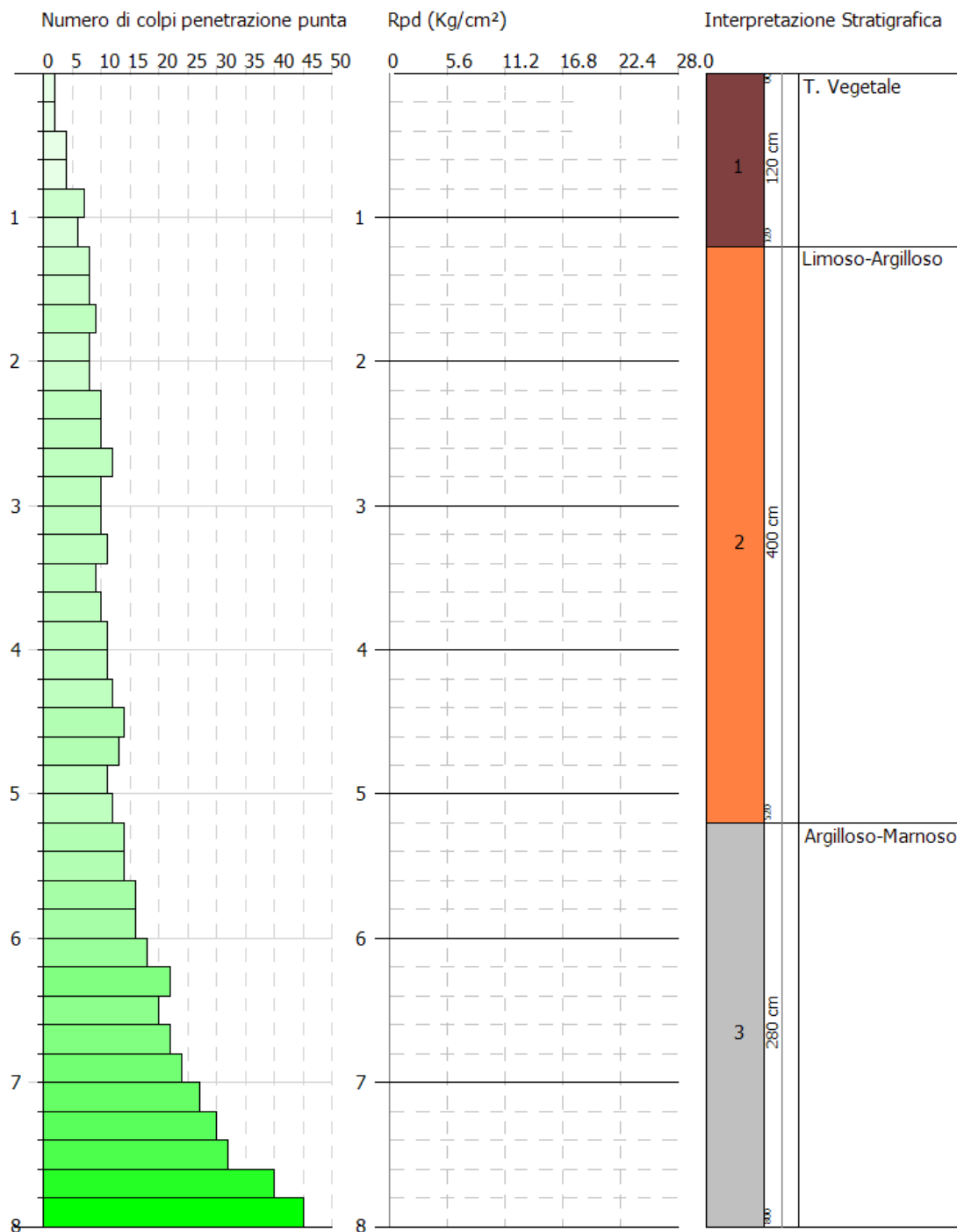
GEOSTRU  
 CHANGES FROM: PREFERENCES OPTIONS  
 COMPANY  
 .....

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA dpsh BV 5  
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente:  
 Descrizione:  
 Localita':

13-09-2022

Scala 1:40





**PROVA DPSH BV 6**

**LAT: 41° 3'13.14"N**  
**LONG: 15°19'33.91"E**  
**QUOTA : 671 M SLM**

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 13-09-2022

Profondita' prova **10.00 mt**

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	3	0.855	26.94	31.52	1.35	1.58
0.40	2	0.851	17.88	21.01	0.89	1.05
0.60	3	0.847	24.50	28.93	1.23	1.45
0.80	2	0.843	16.27	19.29	0.81	0.96
1.00	2	0.840	16.20	19.29	0.81	0.96
1.20	3	0.836	24.19	28.93	1.21	1.45
1.40	3	0.833	24.10	28.93	1.20	1.45
1.60	4	0.830	29.57	35.64	1.48	1.78
1.80	5	0.826	36.82	44.55	1.84	2.23
2.00	5	0.823	36.68	44.55	1.83	2.23
2.20	7	0.820	51.16	62.38	2.56	3.12
2.40	7	0.817	50.97	62.38	2.55	3.12
2.60	7	0.814	47.20	57.97	2.36	2.90
2.80	8	0.811	53.76	66.25	2.69	3.31
3.00	9	0.809	60.27	74.54	3.01	3.73
3.20	10	0.806	66.75	82.82	3.34	4.14
3.40	9	0.803	59.88	74.54	2.99	3.73
3.60	8	0.801	49.56	61.88	2.48	3.09
3.80	10	0.798	61.76	77.36	3.09	3.87
4.00	10	0.796	61.58	77.36	3.08	3.87
4.20	9	0.794	55.26	69.62	2.76	3.48
4.40	10	0.791	61.22	77.36	3.06	3.87
4.60	11	0.789	63.00	79.83	3.15	3.99
4.80	10	0.787	57.12	72.57	2.86	3.63
5.00	9	0.785	51.27	65.31	2.56	3.27
5.20	8	0.783	45.46	58.06	2.27	2.90
5.40	8	0.781	45.34	58.06	2.27	2.90
5.60	8	0.779	42.60	54.67	2.13	2.73
5.80	10	0.777	53.12	68.34	2.66	3.42

6.00	11	0.775	58.30	75.18	2.91	3.76
6.20	10	0.774	52.88	68.34	2.64	3.42
6.40	11	0.772	58.04	75.18	2.90	3.76
6.60	11	0.770	54.72	71.04	2.74	3.55
6.80	11	0.769	54.61	71.04	2.73	3.55
7.00	13	0.717	60.21	83.95	3.01	4.20
7.20	13	0.716	60.08	83.95	3.00	4.20
7.40	15	0.714	69.18	96.87	3.46	4.84
7.60	14	0.713	61.07	85.69	3.05	4.28
7.80	14	0.711	60.95	85.69	3.05	4.28
8.00	15	0.710	65.18	91.81	3.26	4.59
8.20	15	0.709	65.06	91.81	3.25	4.59
8.40	14	0.707	60.61	85.69	3.03	4.28
8.60	16	0.706	65.71	93.08	3.29	4.65
8.80	20	0.705	81.99	116.35	4.10	5.82
9.00	22	0.653	83.63	127.98	4.18	6.40
9.20	24	0.652	91.07	139.62	4.55	6.98
9.40	30	0.651	113.63	174.52	5.68	8.73
9.60	32	0.600	106.41	177.36	5.32	8.87
9.80	38	0.599	126.12	210.61	6.31	10.53
10.00	45	0.548	136.60	249.41	6.83	12.47

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlazione con Nspt	NSPT	Descrizione
2	3.2	30.27	Incoerente - coesivo	0	1.74	1.88	0.17	1.47	4.7	T. Vegetale
5.6	8.78	68.5	Incoerente - coesivo	0	2.04	2.24	0.72	1.47	12.91	Limoso-argilloso
8.6	12.87	81.84	Incoerente - coesivo	0	2.1	2.31	1.4	1.47	18.92	Limoso-argilloso
10	30.14	170.83	Incoerente - coesivo	0	2.5	2.5	1.89	1.47	44.31	Argilloso-marnoso

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH BV 6**

**TERRENI COESIVI**

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	4.70	0.00-2.00	Terzaghi-Peck	0.29
Strato (2) Limoso-argilloso	12.91	2.00-5.60	Terzaghi-Peck	0.87
Strato (3) Limoso-argilloso	18.92	5.60-8.60	Terzaghi-Peck	1.28
Strato (4) Argilloso- marnoso	44.31	8.60-10.00	Terzaghi-Peck	2.99

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	4.70	0.00-2.00	Robertson (1983)	9.40
Strato (2) Limoso-argilloso	12.91	2.00-5.60	Robertson (1983)	25.82
Strato (3) Limoso-argilloso	18.92	5.60-8.60	Robertson (1983)	37.84
Strato (4) Argilloso- marnoso	44.31	8.60-10.00	Robertson (1983)	88.62

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	4.70	0.00-2.00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	49.73
Strato (2) Limoso-argilloso	12.91	2.00-5.60	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	133.47
Strato (3) Limoso-argilloso	18.92	5.60-8.60	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	194.76
Strato (4) Argilloso- marnoso	44.31	8.60-10.00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	453.73

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	4.70	0.00-2.00	Apollonia	47.00
Strato (2) Limoso-argilloso	12.91	2.00-5.60	Apollonia	129.10
Strato (3) Limoso-argilloso	18.92	5.60-8.60	Apollonia	189.20
Strato (4) Argilloso- marnoso	44.31	8.60-10.00	Apollonia	443.10

## Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) T. Vegetale	4.70	0.00-2.00	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (2) Limoso-argilloso	12.91	2.00-5.60	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato (3) Limoso-argilloso	18.92	5.60-8.60	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
Strato (4) Argilloso- marnoso	44.31	8.60-10.00	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

## Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	4.70	0.00-2.00	Meyerhof	1.74
Strato (2) Limoso-argilloso	12.91	2.00-5.60	Meyerhof	2.04
Strato (3) Limoso-argilloso	18.92	5.60-8.60	Meyerhof	2.10
Strato (4) Argilloso- marnoso	44.31	8.60-10.00	Meyerhof	2.50

## Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	
Strato (1) T. Vegetale	4.70	0.00-2.00	Meyerhof	1.88	
Strato (2) Limoso-argilloso	12.91	2.00-5.60	Meyerhof	2.24	
Strato (3) Limoso-argilloso	18.92	5.60-8.60	Meyerhof	2.31	
Strato (4)	44.31	8.60-10.00	Meyerhof	2.50	



Argilloso- marnoso					
-----------------------	--	--	--	--	--

Velocita' onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
Strato (1) T. Vegetale	4.70	0.00-2.00	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	89.41
Strato (2) Limoso-argilloso	12.91	2.00-5.60	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	137.79
Strato (3) Limoso-argilloso	18.92	5.60-8.60	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	166.08
Strato (4) Argilloso- marnoso	44.31	8.60-10.00	Ohta & Goto (1978) Argille limose e argille di bassa plasticità	202.71

**TERRENI INCOERENTI**

Densita' relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densita' relativa (%)
Strato (1) T. Vegetale	4.70	0.00-2.00	4.70	Meyerhof 1957	48.7
Strato (2) Limoso-argillos o	12.91	2.00-5.60	12.91	Meyerhof 1957	63.43
Strato (3) Limoso-argillos o	18.92	5.60-8.60	18.92	Meyerhof 1957	63.07
Strato (4) Argilloso- marnoso	44.31	8.60-10.00	44.31	Meyerhof 1957	86.9

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) T. Vegetale	4.70	0.00-2.00	4.70	Meyerhof (1956)	21.34
Strato (2) Limoso-argillos o	12.91	2.00-5.60	12.91	Meyerhof (1956)	23.69
Strato (3)	18.92	5.60-8.60	18.92	Meyerhof	25.41

Limoso-argilloso				(1956)	
Strato (4) Argilloso-marnoso	44.31	8.60-10.00	44.31	Meyerhof (1956)	32.66

## Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	4.70	0.00-2.00	4.70	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato (2) Limoso-argilloso	12.91	2.00-5.60	12.91	Bowles (1982) Sabbia Media	139.55
Strato (3) Limoso-argilloso	18.92	5.60-8.60	18.92	Bowles (1982) Sabbia Media	169.60
Strato (4) Argilloso-marnoso	44.31	8.60-10.00	44.31	Bowles (1982) Sabbia Media	296.55

## Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	4.70	0.00-2.00	4.70	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	37.12
Strato (2) Limoso-argilloso	12.91	2.00-5.60	12.91	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	53.98
Strato (3) Limoso-argilloso	18.92	5.60-8.60	18.92	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	66.33
Strato (4) Argilloso-marnoso	44.31	8.60-10.00	44.31	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	118.48

## Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) T. Vegetale	4.70	0.00-2.00	4.70	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Limoso-argilloso	12.91	2.00-5.60	12.91	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (3)	18.92	5.60-8.60	18.92	Classificazione	MODERATAMENTE

Limoso-argillos o				A.G.I	ENTE ADDENSATO
Strato (4) Argilloso- marnoso	44.31	8.60-10.00	44.31	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

## Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	4.70	0.00-2.00	4.70	Terzaghi-Peck 1948	1.41
Strato (2) Limoso-argillos o	12.91	2.00-5.60	12.91	Terzaghi-Peck 1948	1.51
Strato (3) Limoso-argillos o	18.92	5.60-8.60	18.92	Terzaghi-Peck 1948	1.58
Strato (4) Argilloso- marnoso	44.31	8.60-10.00	44.31	Terzaghi-Peck 1948	1.82

## Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	4.70	0.00-2.00	4.70	Terzaghi-Peck 1948	1.88
Strato (2) Limoso-argillos o	12.91	2.00-5.60	12.91	Terzaghi-Peck 1948	1.94
Strato (3) Limoso-argillos o	18.92	5.60-8.60	18.92	Terzaghi-Peck 1948	1.99
Strato (4) Argilloso- marnoso	44.31	8.60-10.00	44.31	Terzaghi-Peck 1948	2.13

## Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) T. Vegetale	4.70	0.00-2.00	4.70	(A.G.I.)	0.34
Strato (2) Limoso-argillos o	12.91	2.00-5.60	12.91	(A.G.I.)	0.33
Strato (3)	18.92	5.60-8.60	18.92	(A.G.I.)	0.32

Limoso-argilloso					
Strato (4) Argilloso-marnoso	44.31	8.60-10.00	44.31	(A.G.I.)	0.27

## Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	4.70	0.00-2.00	4.70	Ohsaki (Sabbie pulite)	278.41
Strato (2) Limoso-argilloso	12.91	2.00-5.60	12.91	Ohsaki (Sabbie pulite)	719.75
Strato (3) Limoso-argilloso	18.92	5.60-8.60	18.92	Ohsaki (Sabbie pulite)	1030.91
Strato (4) Argilloso-marnoso	44.31	8.60-10.00	44.31	Ohsaki (Sabbie pulite)	2294.17

## Velocità onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
Strato (1) T. Vegetale	4.70	0.00-2.00	4.70	Ohta & Goto (1978) Limi	89.41
Strato (2) Limoso-argilloso	12.91	2.00-5.60	12.91	Ohta & Goto (1978) Limi	137.79
Strato (3) Limoso-argilloso	18.92	5.60-8.60	18.92	Ohta & Goto (1978) Limi	166.08
Strato (4) Argilloso-marnoso	44.31	8.60-10.00	44.31	Ohta & Goto (1978) Limi	202.71

## Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) T. Vegetale	4.70	0.00-2.00	4.70	Navfac 1971-1982	0.92
Strato (2) Limoso-argilloso	12.91	2.00-5.60	12.91	Navfac 1971-1982	2.71
Strato (3) Limoso-argilloso	18.92	5.60-8.60	18.92	Navfac 1971-1982	3.86
Strato (4)	44.31	8.60-10.00	44.31	Navfac	7.42



Argilloso- marnoso				1971-1982	
-----------------------	--	--	--	-----------	--

## Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) T. Vegetale	4.70	0.00-2.00	4.70	Robertson 1983	9.40
Strato (2) Limoso-argillos o	12.91	2.00-5.60	12.91	Robertson 1983	25.82
Strato (3) Limoso-argillos o	18.92	5.60-8.60	18.92	Robertson 1983	37.84
Strato (4) Argilloso- marnoso	44.31	8.60-10.00	44.31	Robertson 1983	88.62

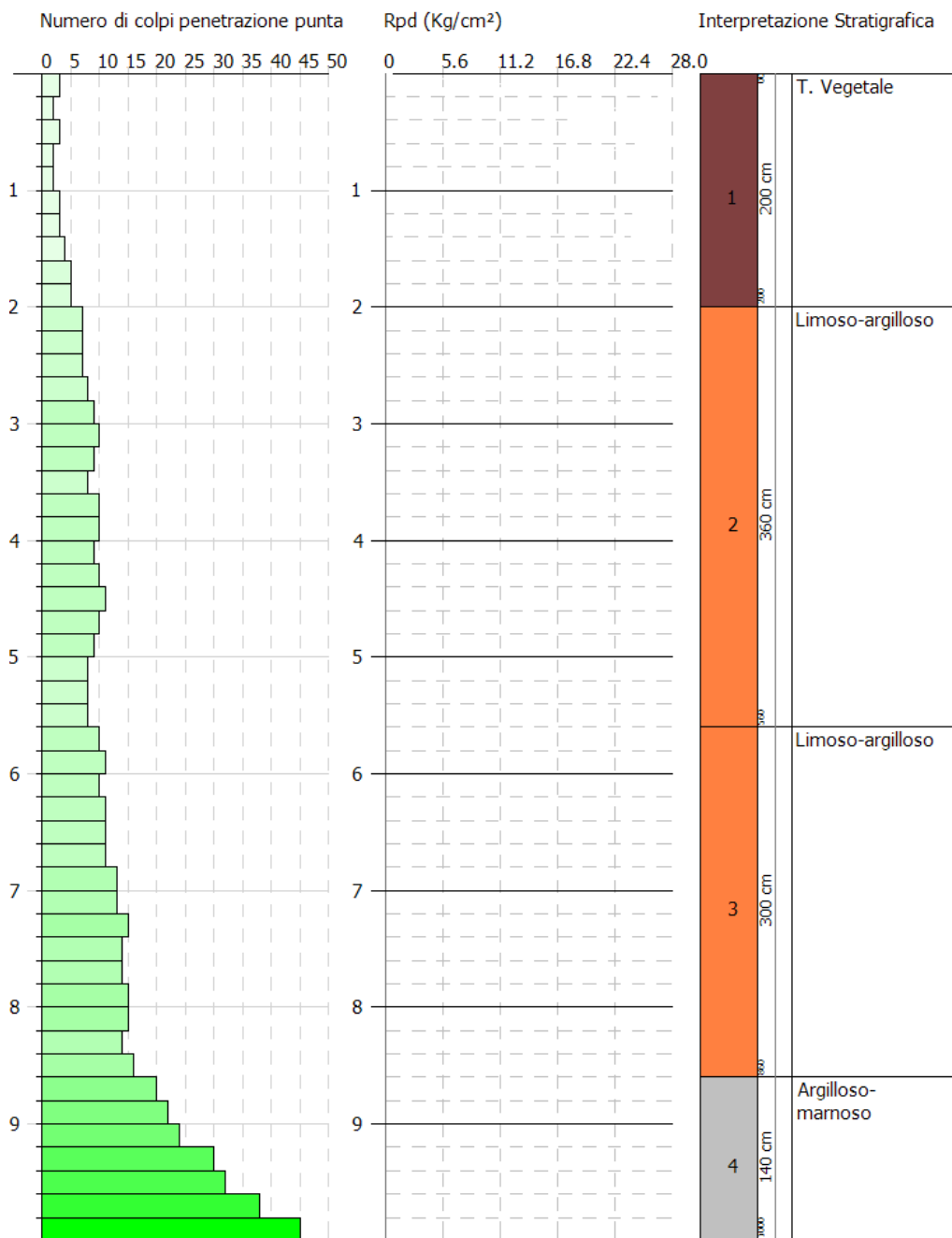
GEOSTRU  
 CHANGES FROM: PREFERENCES OPTIONS  
 COMPANY  
 .....

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA dpsh BV 6  
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente:  
 Descrizione:  
 Localita':

13-09-2022

Scala 1:49



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

# DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

POSTAZIONE N°6



POSTAZIONE N°7



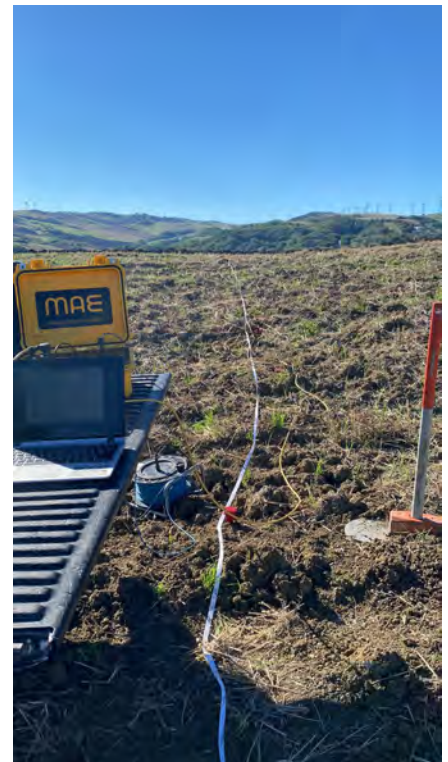
POSTAZIONE N°8



POSTAZIONE N°9



POSTAZIONE N°10




**MASW BV 1**

**LAT: 41° 2'53.53"N**

**LONG: 15°19'44.40"E**

**QUOTA : 649 M SLM**

	<b>Data: Settembre 2022</b>
	<b>Il committente</b>
	<b>IL Tecnico</b>
	<b>Il Progettista</b>
<b>Indagine geofisica tramite tecnica MASW</b>	

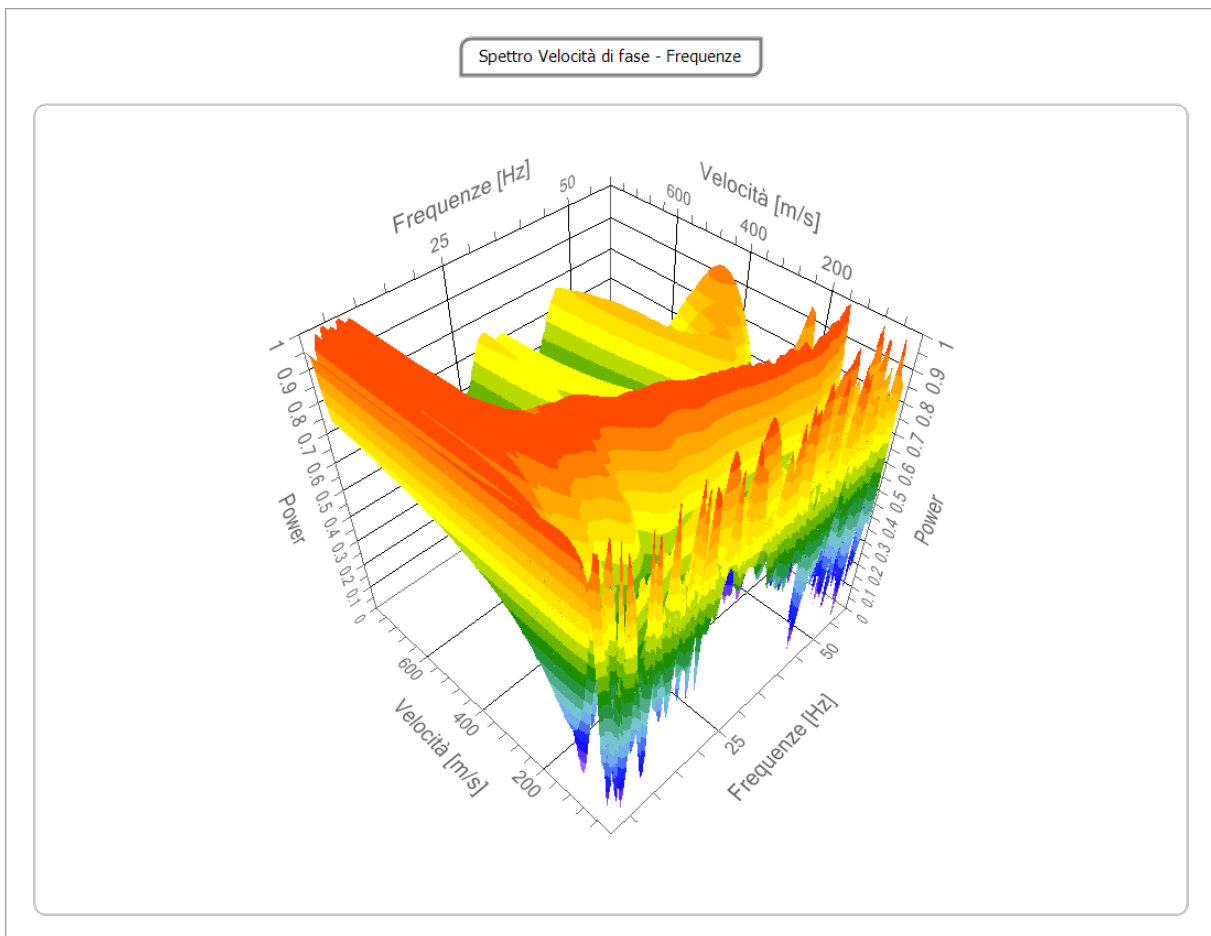
**Tracce**

<b>N. tracce</b>	12
<b>Durata acquisizione</b> [msec]	2048.0
<b>Interdistanza geofoni</b> [m]	2.0
<b>Periodo di campionamento</b> [msec]	0.50



## Analisi spettrale

<b>Frequenza minima di elaborazione [Hz]</b>	1
<b>Frequenza massima di elaborazione [Hz]</b>	60
<b>Velocità minima di elaborazione [m/sec]</b>	1
<b>Velocità massima di elaborazione [m/sec]</b>	800
<b>Intervallo velocità [m/sec]</b>	1



### Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	6.6	662.7	0
2	7.4	528.8	0
3	9.2	429.1	0
4	10.5	373.5	0
5	14.7	313.1	0
6	20.9	255.9	0
7	28.0	218.3	0
8	35.0	179.1	0
9	38.9	156.2	0
10	44.2	151.3	0
11	51.2	144.8	0
12	56.0	144.8	0
13	57.7	149.7	0

## Inversione

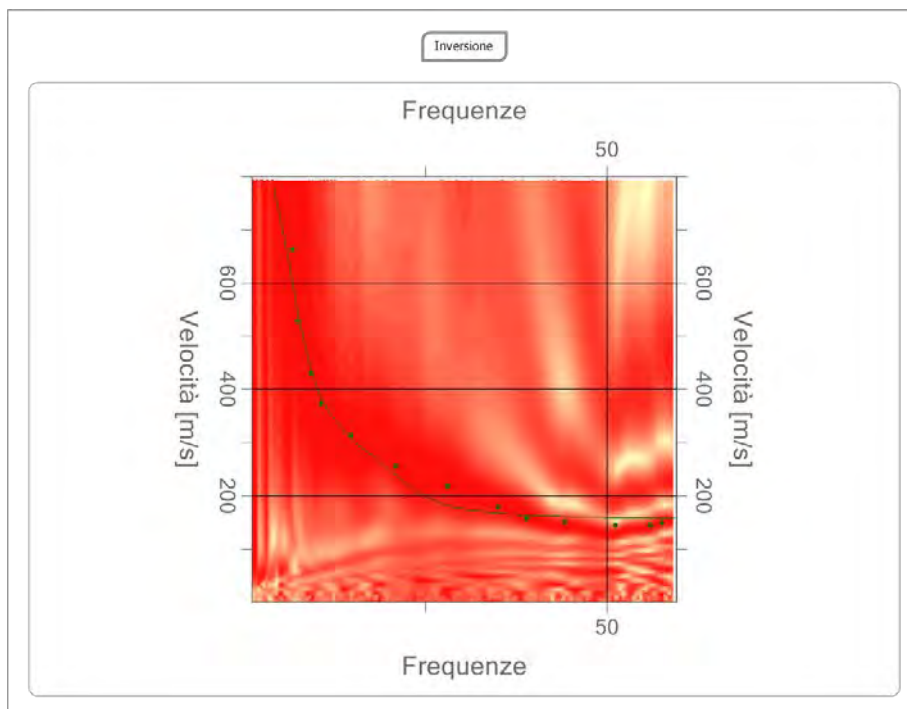
n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		3.00	3.00	1800.0	0.20	No	282.3	172.9
2		7.00	4.00	1800.0	0.20	No	648.8	397.3
3		14.00	7.00	1800.0	0.20	No	746.4	457.0
4		21.15	7.15	1800.0	0.20	No	988.6	605.4
5		28.15	7.00	1800.0	0.20	No	1093.3	669.5
6		∞	∞	1800.0	0.20	No	1721.8	1054.4

Percentuale di errore

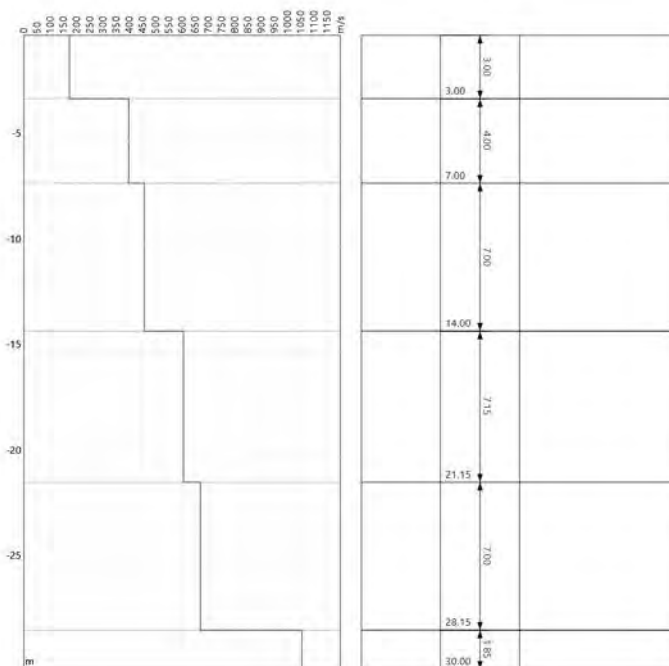
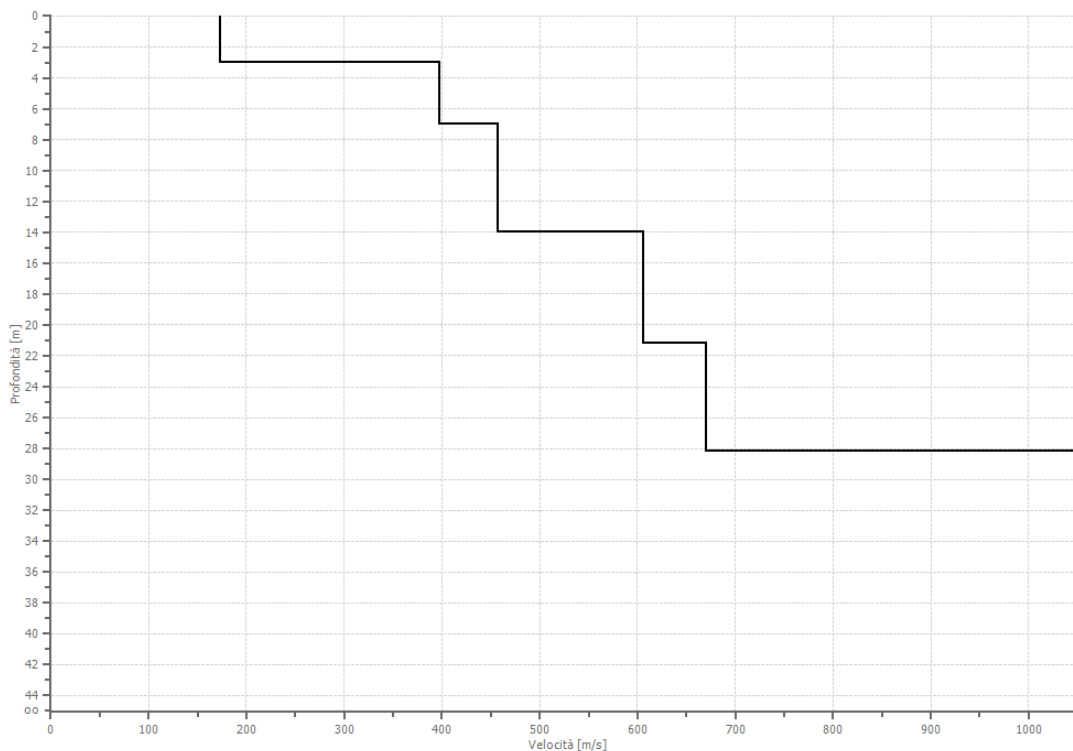
0.10 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.077



Profilo di velocità





## Risultati

<b>Profondità piano di posa [m]</b>	0.00
<b>Vs eq [m/sec]</b>	433.03
<b>Categoria del suolo</b>	<b>B</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 <sup>3</sup> ]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	3.00	3.00	172.86	282.27	1800.00	0.20	53.78	143.42	71.71	129.08	N/A	365.40
2	7.00	4.00	397.31	648.80	1800.00	0.20	284.14	757.70	378.85	681.93	N/A	N/A
3	14.00	7.00	457.05	746.36	1800.00	0.20	376.01	1002.69	501.35	902.42	N/A	N/A
4	21.15	7.15	605.36	988.55	1800.00	0.20	659.63	1759.02	879.51	1583.12	N/A	N/A
5	28.15	7.00	669.50	1093.28	1800.00	0.20	806.80	2151.48	1075.74	1936.33	N/A	N/A
6	oo	oo	1054.38	1721.80	1800.00	0.20	2001.09	5336.25	2668.12	4802.62	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

**MASW V 3**

**LAT: 41° 3'26.23"N**

**LONG: 15°18'40.12"E**

**QUOTA : 572 M SLM**



**Data: Settembre 2022**

**Il committente**

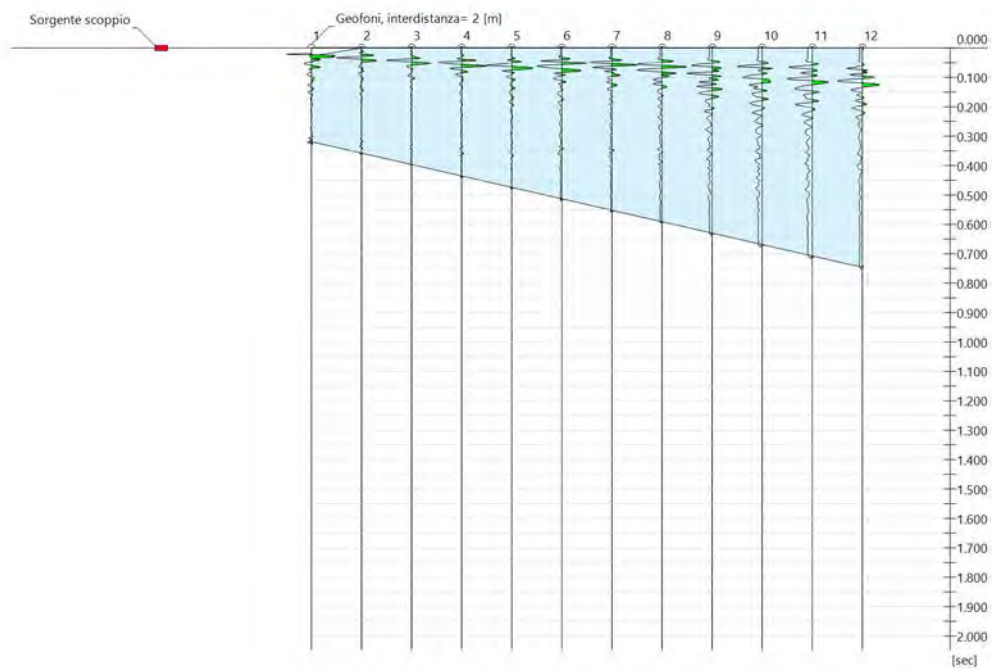
**IL Tecnico**

**Il Progettista**

**Indagine geofisica tramite tecnica MASW**

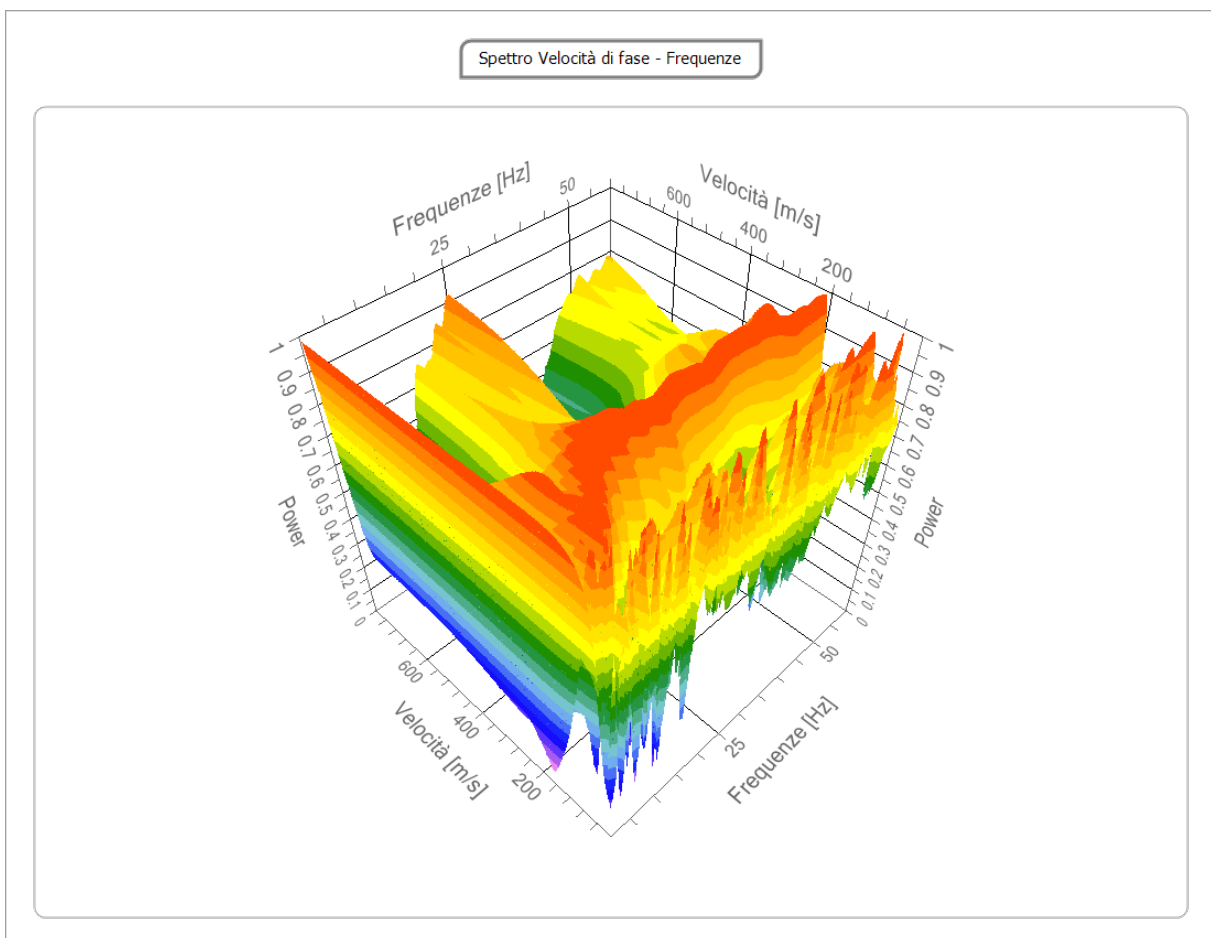
## Tracce

<b>N. tracce</b>	12
<b>Durata acquisizione</b> [msec]	2048.0
<b>Interdistanza geofoni</b> [m]	2.0
<b>Periodo di campionamento</b> [msec]	0.50



## Analisi spettrale

<b>Frequenza minima di elaborazione [Hz]</b>	1
<b>Frequenza massima di elaborazione [Hz]</b>	60
<b>Velocità minima di elaborazione [m/sec]</b>	1
<b>Velocità massima di elaborazione [m/sec]</b>	800
<b>Intervallo velocità [m/sec]</b>	1





### Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	9.3	190.5	0
2	13.2	197.1	0
3	15.6	205.2	0
4	19.9	211.8	0
5	24.8	206.9	0
6	29.6	206.9	0
7	37.3	206.9	0
8	42.2	205.2	0
9	47.0	203.6	0
10	50.1	203.6	0
11	51.8	203.6	0
12	56.5	203.6	0

## Inversione

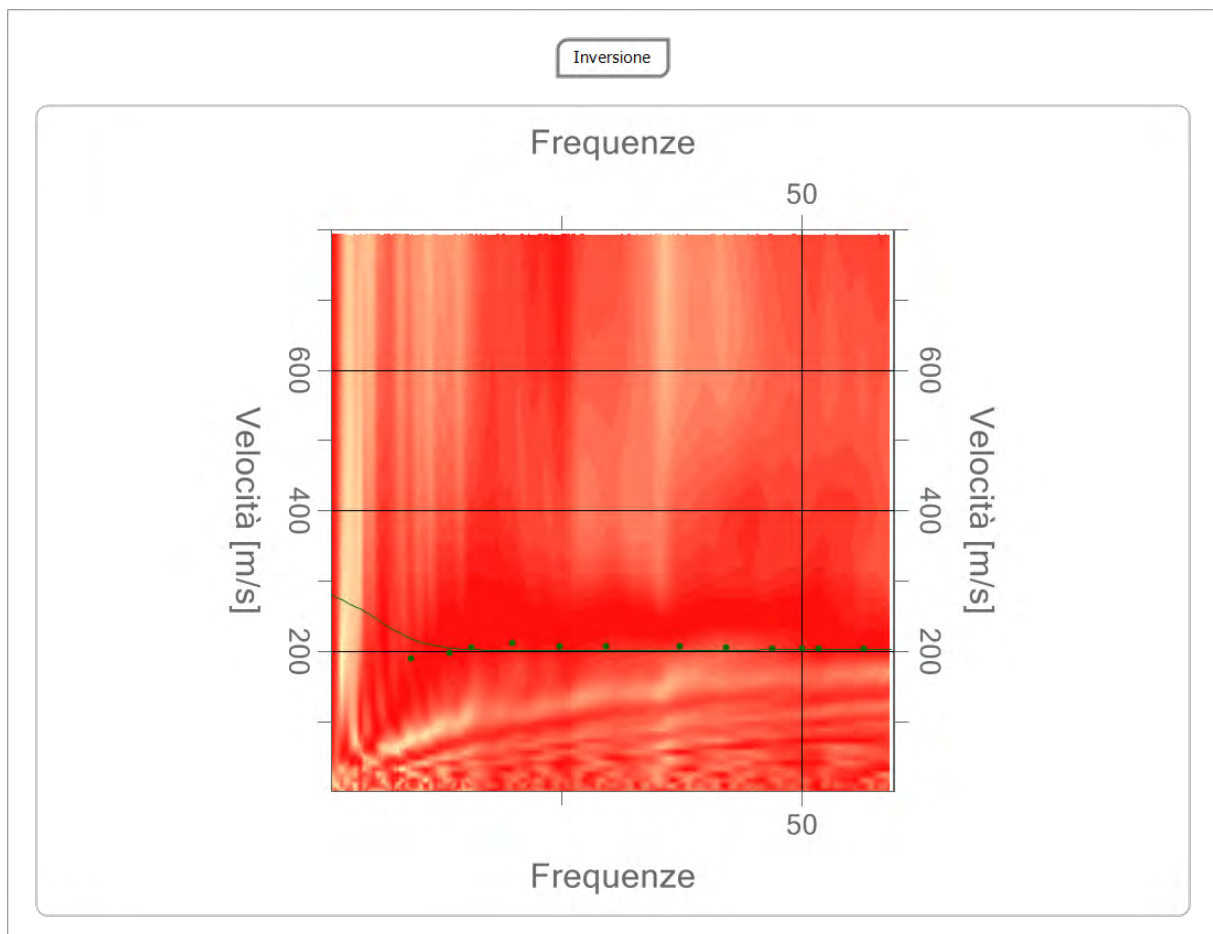
n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		4.51	4.51	1800.0	0.20	No	361.6	221.4
2		10.49	5.97	1800.0	0.20	No	351.4	215.2
3		16.99	6.50	1800.0	0.20	No	501.2	306.9
4		24.43	7.44	1800.0	0.20	No	506.5	310.2
5		33.33	8.91	1800.0	0.20	No	509.9	312.3
6		∞	∞	1800.0	0.20	No	520.7	318.9

Percentuale di errore

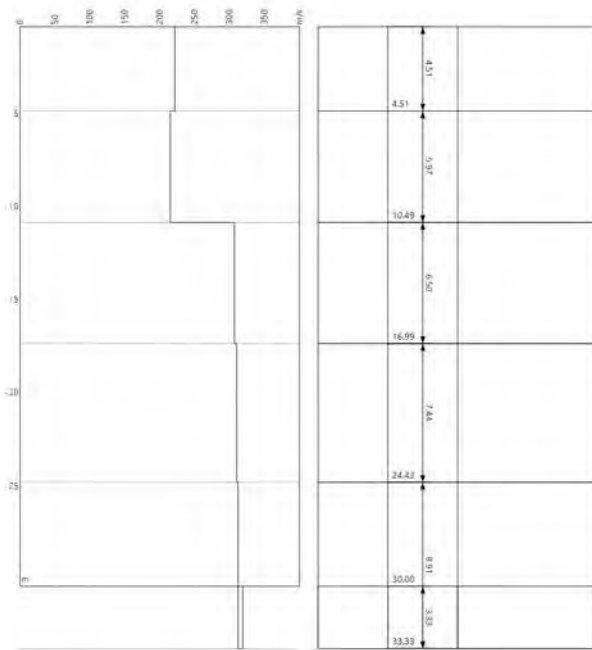
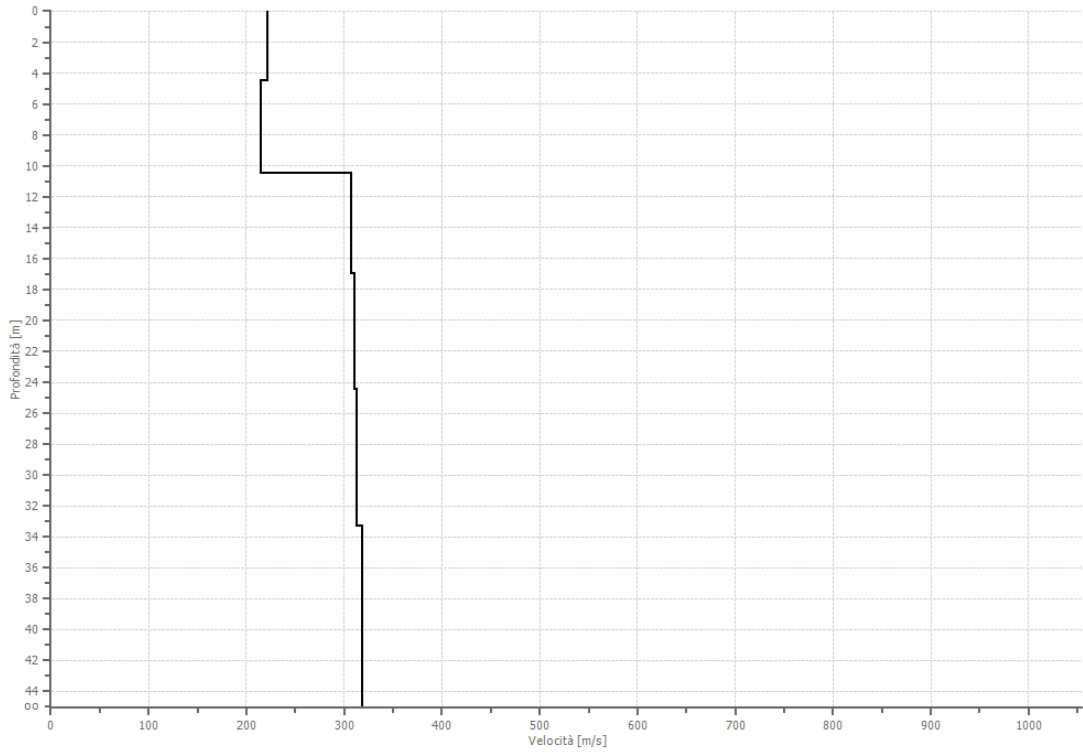
0.208 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.048



Profilo di velocità



## Risultati

<b>Profondità piano di posa [m]</b>	0.00
<b>Vs eq [m/sec]</b>	<b>269.90</b>
<b>Categoria del suolo</b>	<b>C</b>

**Suolo di tipo C:** 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.

### Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	4.51	4.51	221.41	361.56	1800.00	0.20	88.24	235.30	117.65	211.77	N/A	1267.68
2	10.49	5.97	215.20	351.41	1800.00	0.20	83.36	222.29	111.14	200.06	80	1098.77
3	16.99	6.50	306.94	501.23	1800.00	0.20	169.58	452.22	226.11	407.00	N/A	N/A
4	24.43	7.44	310.19	506.54	1800.00	0.20	173.19	461.85	230.93	415.67	N/A	N/A
5	33.33	8.91	312.28	509.95	1800.00	0.20	175.53	468.08	234.04	421.27	N/A	N/A
6	oo	oo	318.87	520.72	1800.00	0.20	183.02	488.06	244.03	439.26	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;



**MASW BV 4**

**LAT: 41° 3'21.06"N**

**LONG: 15°19'55.84"E**

**QUOTA : 548 M SLM**



**Data: Settembre 2022**

**Il committente**

**IL Tecnico**

**Il Progettista**

**Indagine geofisica tramite tecnica MASW**

## Tracce

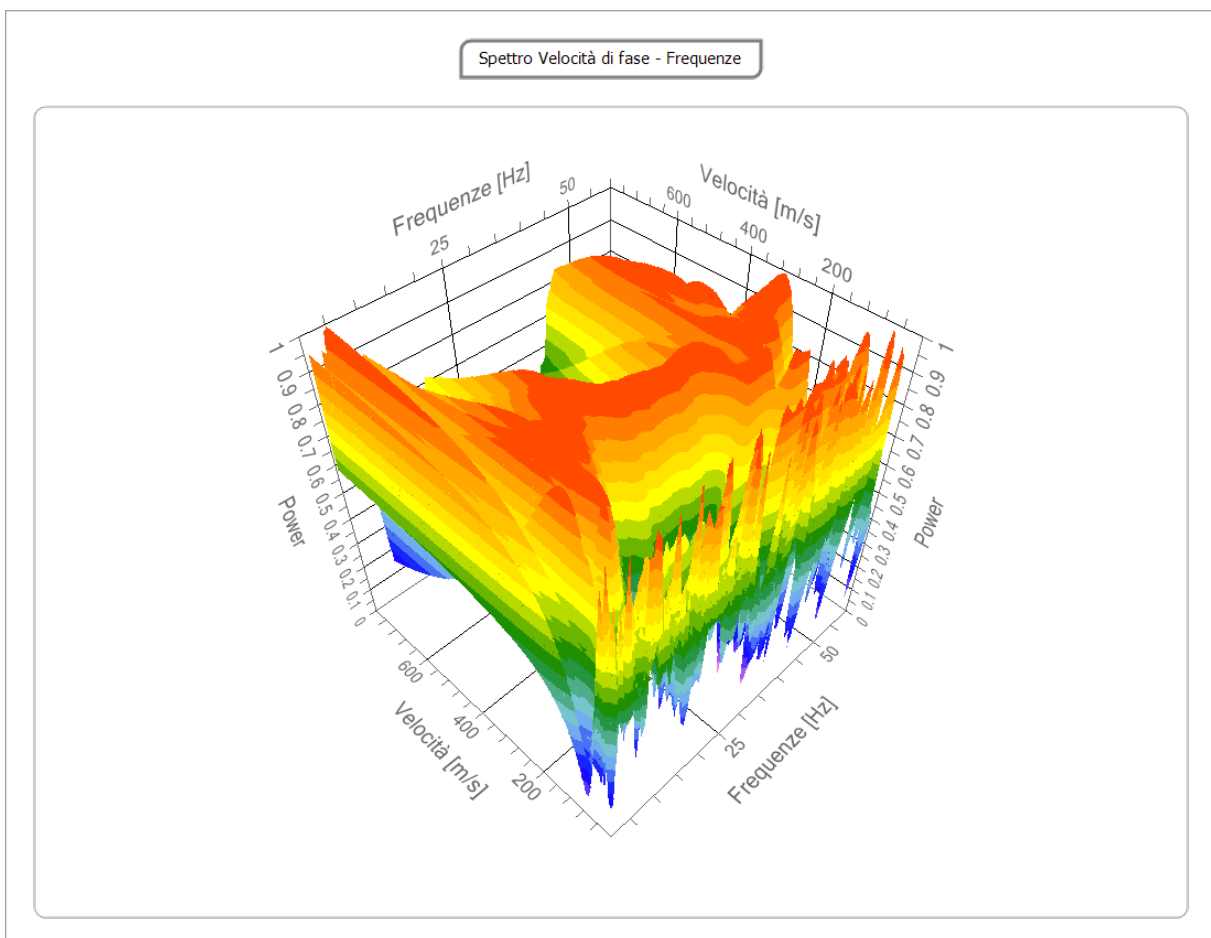
<b>N. tracce</b>	12
<b>Durata acquisizione</b> [msec]	2048.0
<b>Interdistanza geofoni</b> [m]	2.0
<b>Periodo di campionamento</b> [msec]	0.50

## Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	12.9	269.0	0
2	15.6	278.8	0
3	23.0	278.8	0
4	27.5	272.2	0
5	31.3	269.0	0
6	34.4	270.6	0
7	40.1	272.2	0
8	43.6	272.2	0
9	48.8	282.0	0
10	53.2	288.6	0
11	55.8	290.2	0
12	58.8	291.8	0

## Analisi spettrale

<b>Frequenza minima di elaborazione [Hz]</b>	1
<b>Frequenza massima di elaborazione [Hz]</b>	60
<b>Velocità minima di elaborazione [m/sec]</b>	1
<b>Velocità massima di elaborazione [m/sec]</b>	800
<b>Intervallo velocità [m/sec]</b>	1



## Inversione

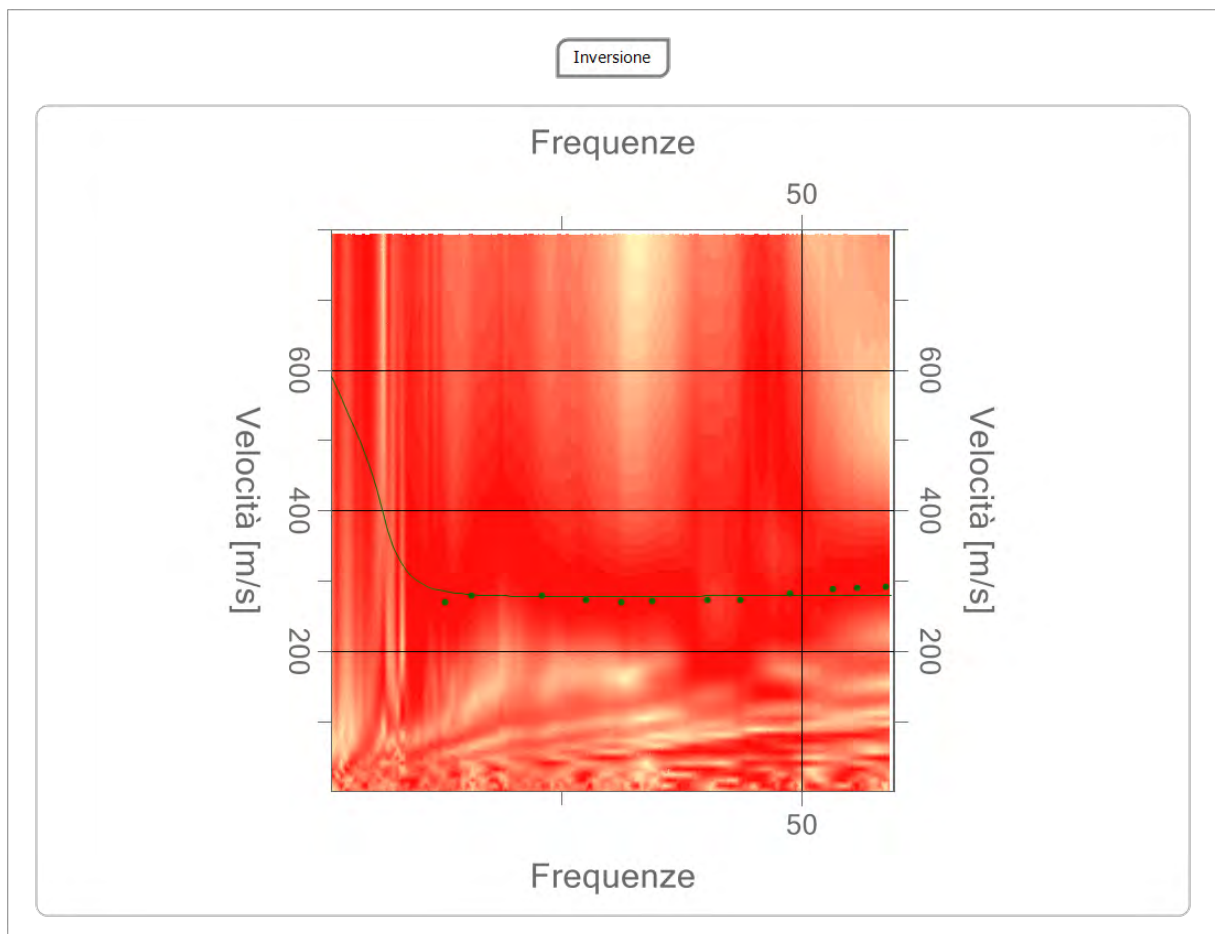
n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		4.88	4.88	1800.0	0.20	No	499.7	306.0
2		10.52	5.63	1800.0	0.20	No	492.9	301.8
3		17.28	6.77	1800.0	0.20	No	509.6	312.1
4		25.22	7.93	1800.0	0.20	No	963.3	589.9
5		34.06	8.84	1800.0	0.20	No	1089.2	667.0
6		∞	∞	1800.0	0.20	No	1108.5	678.8

Percentuale di errore

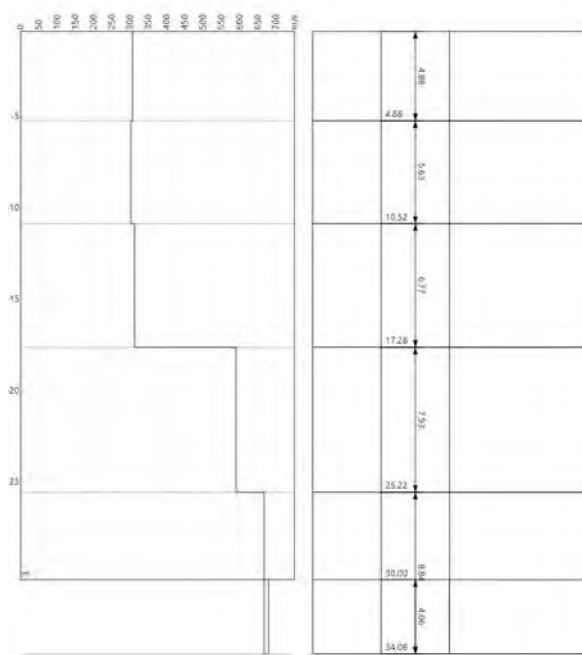
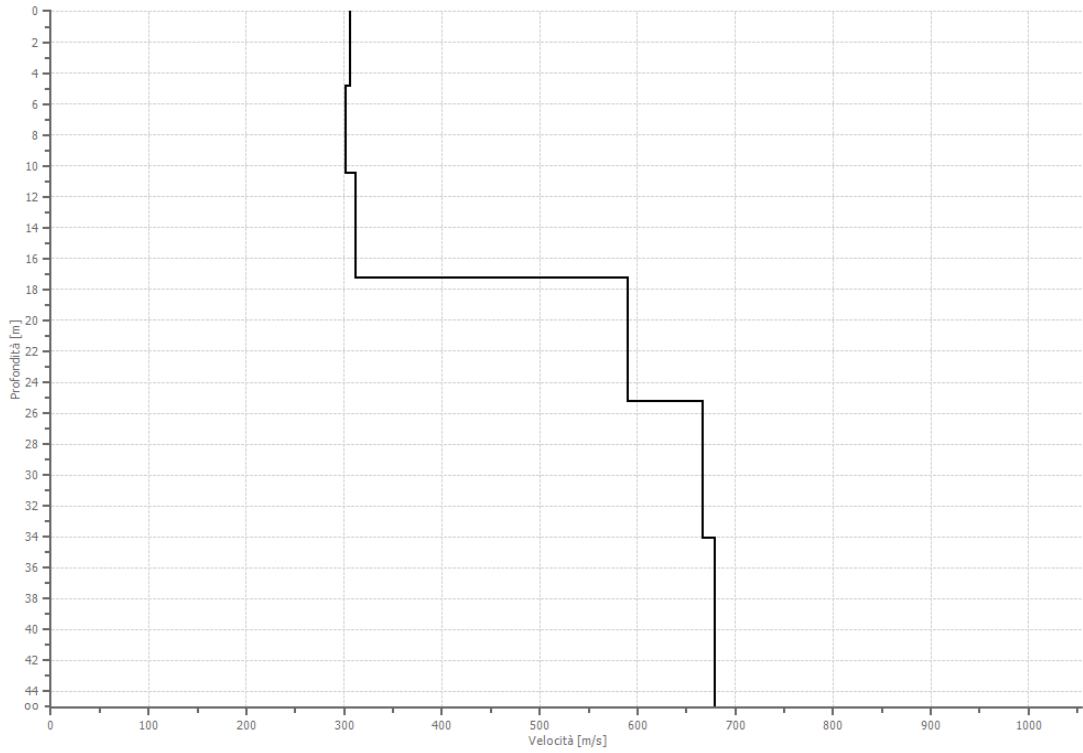
0.009 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.031



Profilo di velocità





## Risultati

<b>Profondità piano di posa [m]</b>	<b>0.00</b>
<b>Vs eq [m/sec]</b>	<b>389.98</b>
<b>Categoria del suolo</b>	<b>B</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 <sup>3</sup> ]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	4.88	4.88	306.00	499.69	1800.00	0.20	168.54	449.45	224.72	404.50	N/A	N/A
2	10.52	5.63	301.82	492.87	1800.00	0.20	163.97	437.26	218.63	393.54	N/A	N/A
3	17.28	6.77	312.08	509.63	1800.00	0.20	175.31	467.49	233.75	420.74	N/A	N/A
4	25.22	7.93	589.91	963.32	1800.00	0.20	626.39	1670.38	835.19	1503.34	N/A	N/A
5	34.06	8.84	667.02	1089.23	1800.00	0.20	800.84	2135.58	1067.79	1922.02	N/A	N/A
6	oo	oo	678.83	1108.53	1800.00	0.20	829.46	2211.91	1105.95	1990.71	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

**MASW V 5**

**LAT: 41° 3'26.89"N**

**LONG: 15°19'12.17"E**

**QUOTA : 625 M SLM**



**Data: Settembre 2022**

**Il committente**

**IL Tecnico**

**Il Progettista**

**Indagine geofisica tramite tecnica MASW**

## Tracce

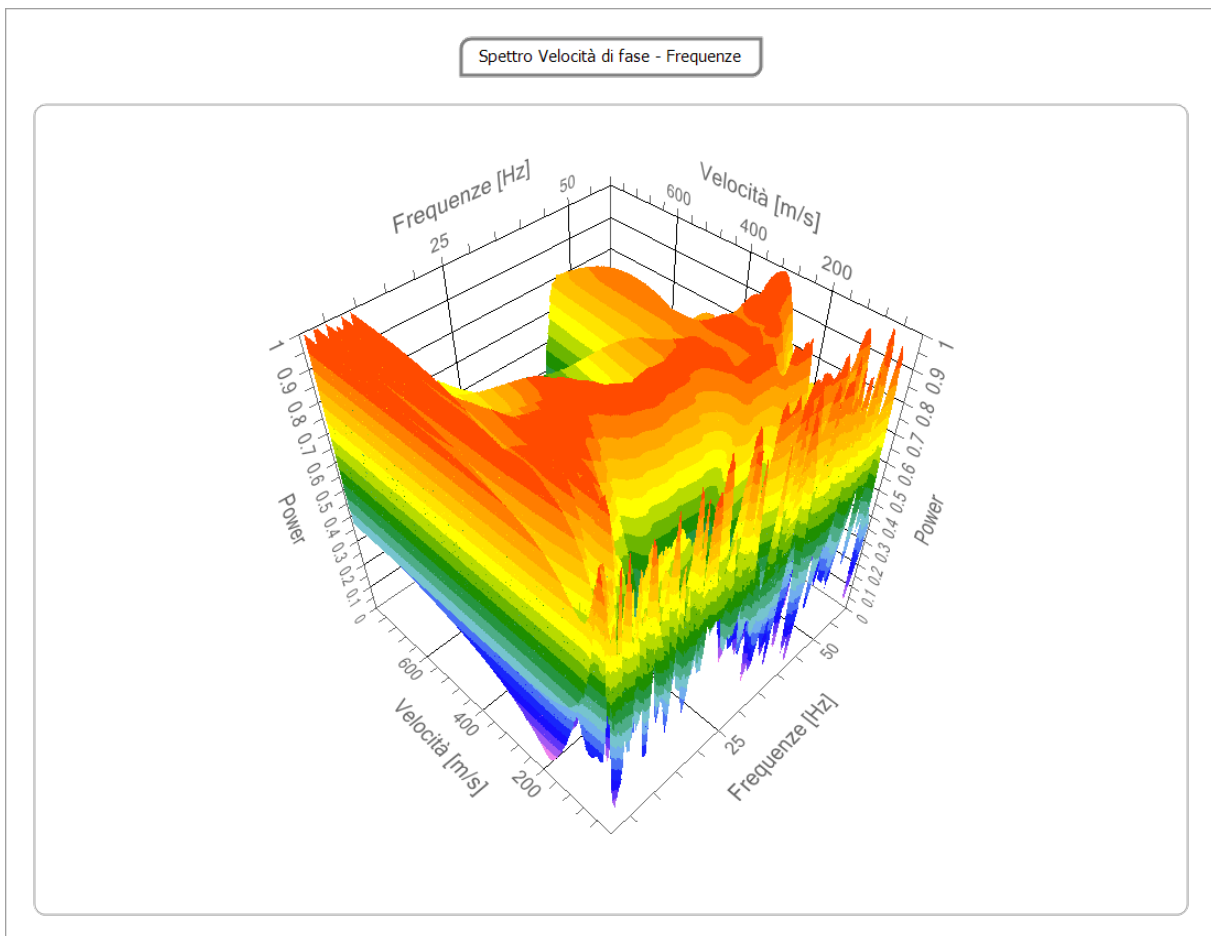
<b>N. tracce</b>	12
<b>Durata acquisizione</b> [msec]	2048.0
<b>Interdistanza geofoni</b> [m]	2.0
<b>Periodo di campionamento</b> [msec]	0.50

## Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	10.1	251.0	0
2	15.2	272.2	0
3	20.3	275.5	0
4	24.9	272.2	0
5	31.1	262.4	0
6	33.4	262.4	0
7	38.8	255.9	0
8	44.1	265.7	0
9	48.1	267.3	0
10	53.7	273.9	0
11	57.0	277.1	0

## Analisi spettrale

<b>Frequenza minima di elaborazione [Hz]</b>	1
<b>Frequenza massima di elaborazione [Hz]</b>	60
<b>Velocità minima di elaborazione [m/sec]</b>	1
<b>Velocità massima di elaborazione [m/sec]</b>	800
<b>Intervallo velocità [m/sec]</b>	1



## Inversione

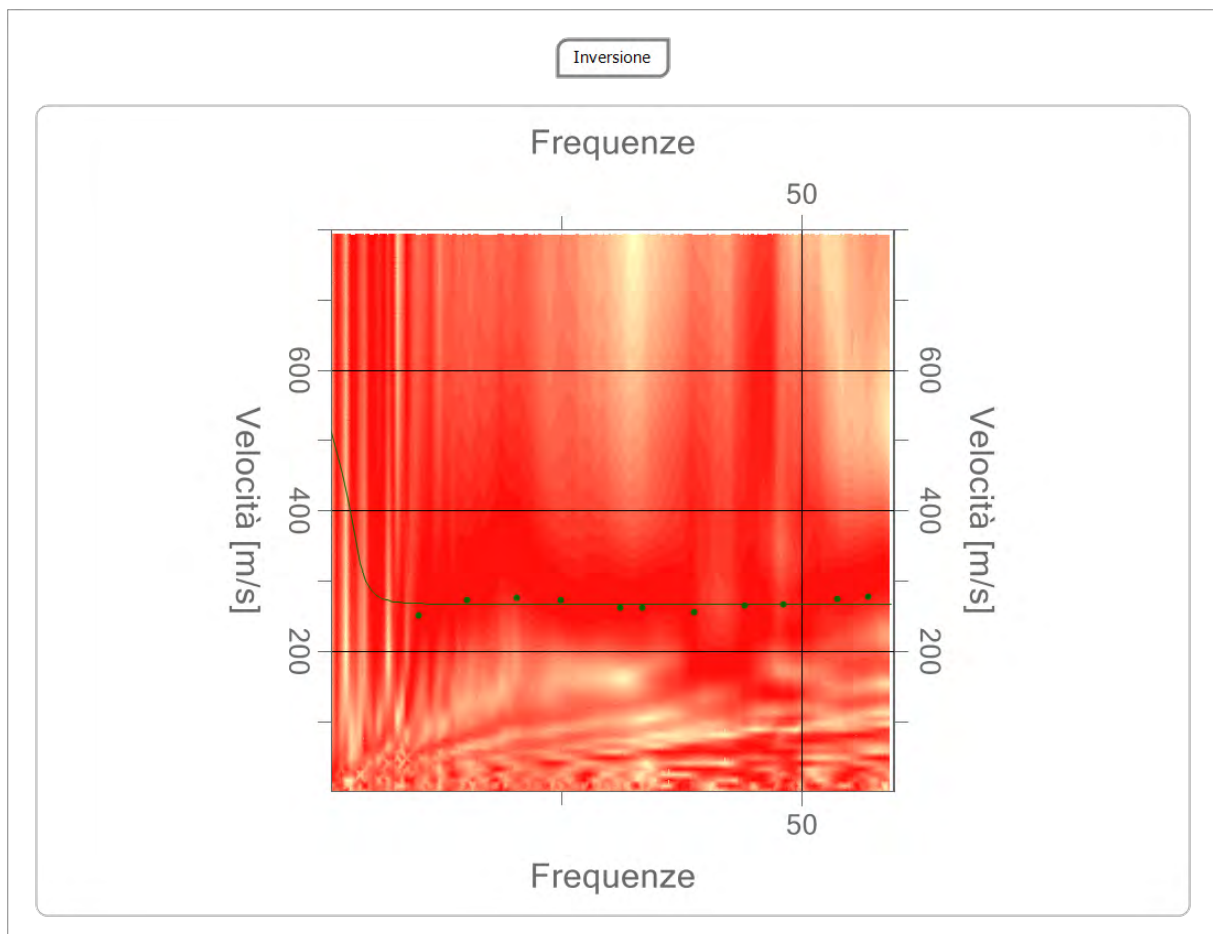
n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		4.73	4.73	1800.0	0.20	No	479.0	293.3
2		10.69	5.95	1800.0	0.20	No	478.2	292.8
3		17.27	6.58	1800.0	0.20	No	478.4	292.9
4		23.71	6.44	1800.0	0.20	No	478.9	293.3
5		32.69	8.99	1800.0	0.20	No	480.0	294.0
6		∞	∞	1800.0	0.20	No	995.9	609.8

Percentuale di errore

0.091 %

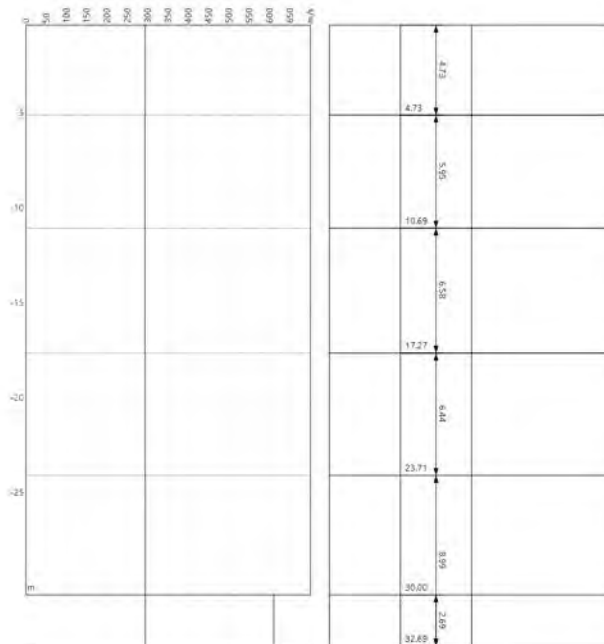
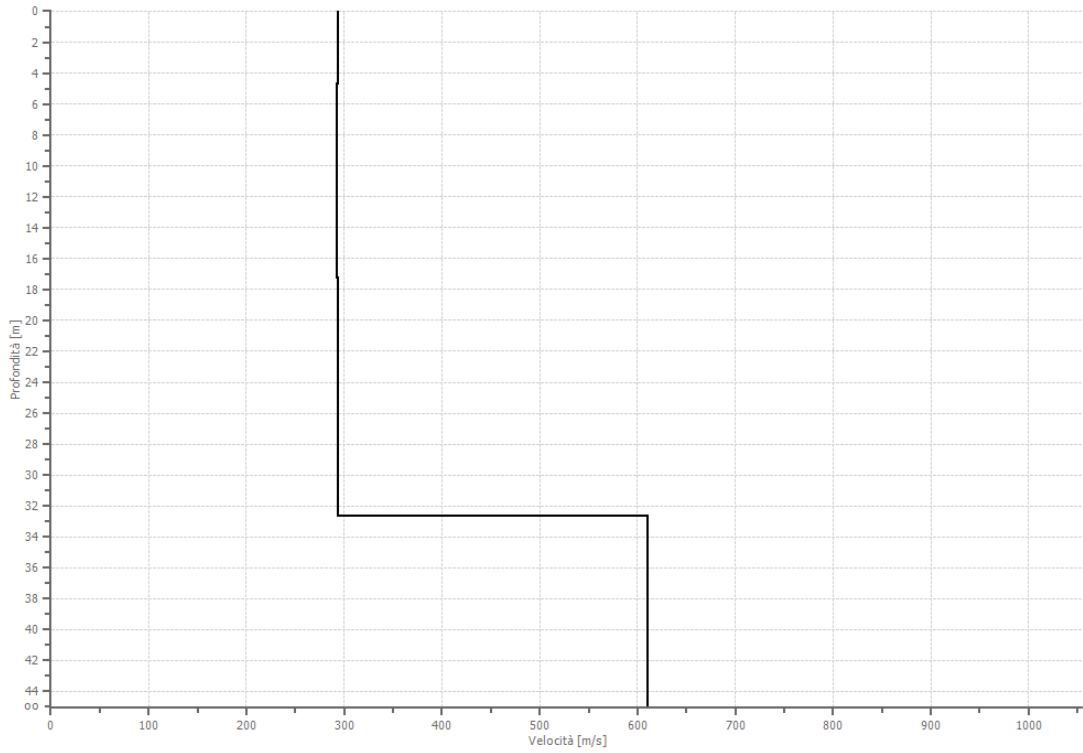
Fattore di disadattamento della soluzione

0.031





Profilo di velocità



## Risultati

<b>Profondità piano di posa [m]</b>	0.00
<b>Vs eq [m/sec]</b>	293.27
<b>Categoria del suolo</b>	C

**Suolo di tipo C:** 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.

### Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	4.73	4.73	293.33	479.01	1800.00	0.20	154.88	413.02	206.51	371.72	N/A	N/A
2	10.69	5.95	292.83	478.18	1800.00	0.20	154.34	411.59	205.79	370.43	N/A	N/A
3	17.27	6.58	292.94	478.37	1800.00	0.20	154.46	411.90	205.95	370.71	N/A	N/A
4	23.71	6.44	293.29	478.95	1800.00	0.20	154.84	412.90	206.45	371.61	N/A	N/A
5	32.69	8.99	293.97	480.04	1800.00	0.20	155.55	414.79	207.40	373.32	N/A	N/A
6	oo	oo	609.84	995.86	1800.00	0.20	669.42	1785.13	892.56	1606.61	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

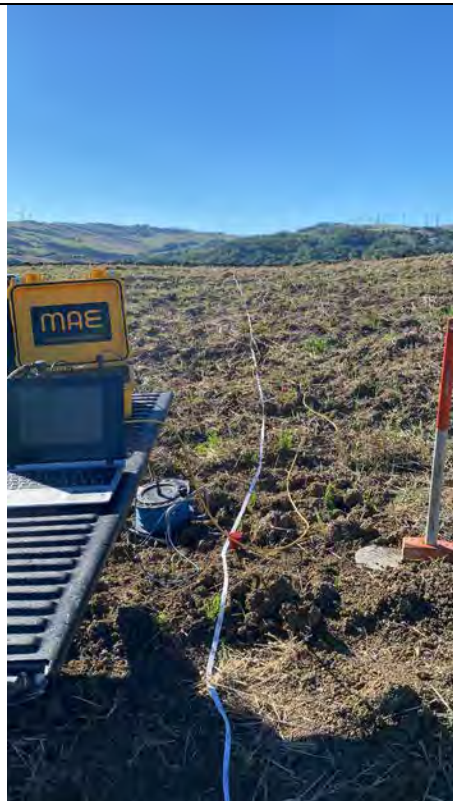
Ey: Modulo di Young;

# MASW BV 6

**LAT: 41° 3'13.14"N**

**LONG: 15°19'33.91"E**

**QUOTA : 671 M SLM**



**Data: Settembre 2022**

**Il committente**

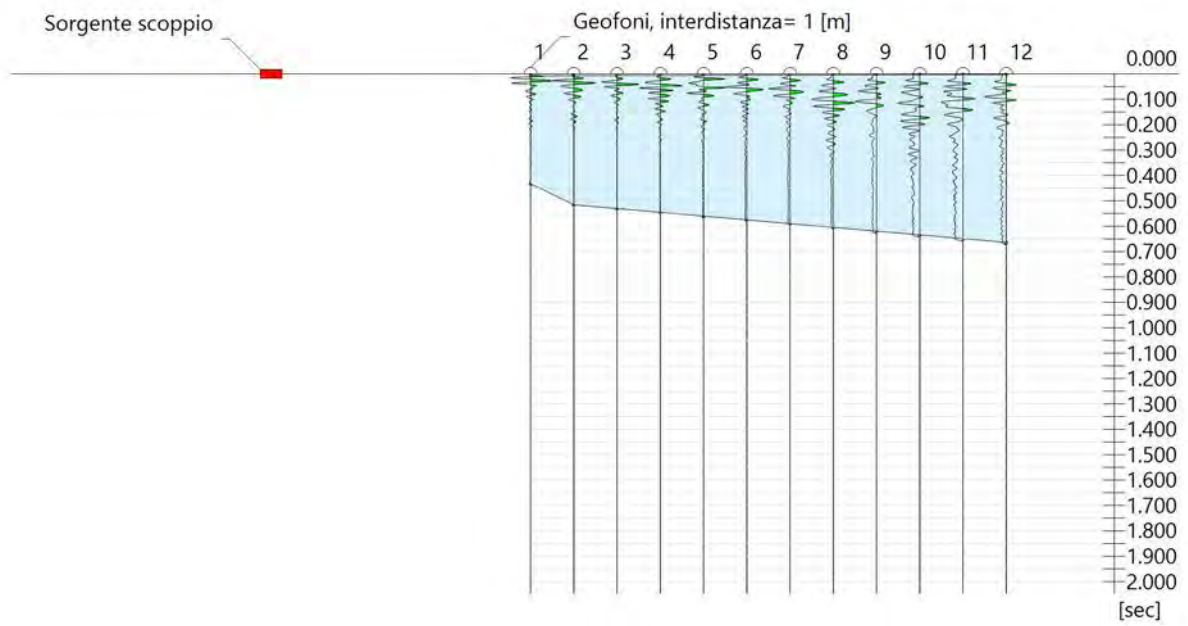
**IL Tecnico**

**Il Progettista**

**Indagine geofisica tramite tecnica MASW**

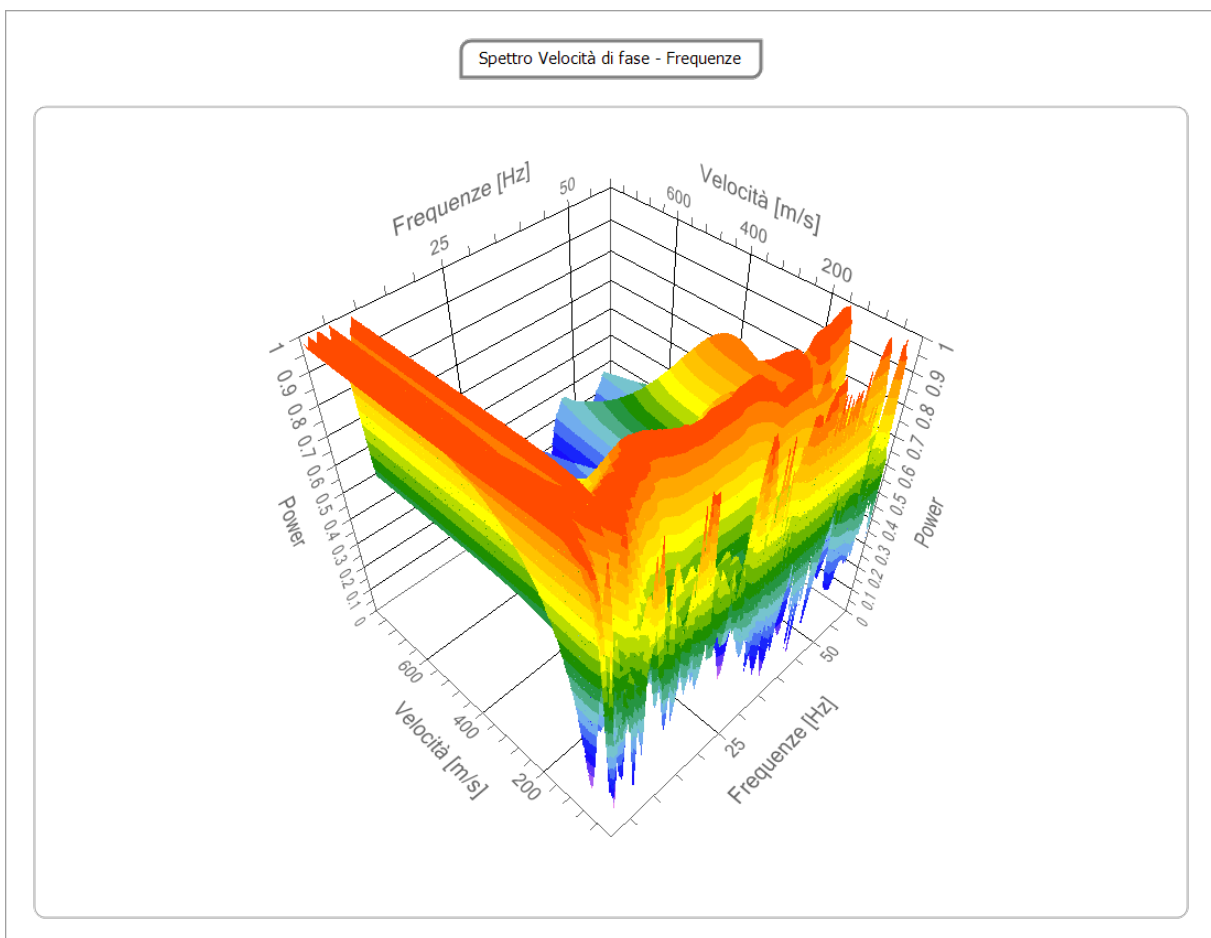
## Tracce

<b>N. tracce</b>	12
<b>Durata acquisizione</b> [msec]	2048.0
<b>Interdistanza geofoni</b> [m]	1.0
<b>Periodo di campionamento</b> [msec]	0.50



## Analisi spettrale

<b>Frequenza minima di elaborazione [Hz]</b>	1
<b>Frequenza massima di elaborazione [Hz]</b>	60
<b>Velocità minima di elaborazione [m/sec]</b>	1
<b>Velocità massima di elaborazione [m/sec]</b>	800
<b>Intervallo velocità [m/sec]</b>	1





### Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	4.0	517.3	0
2	4.2	350.7	0
3	5.9	154.6	0
4	5.9	249.4	0
5	16.6	135.0	0
6	22.4	135.0	0
7	27.8	126.8	0
8	30.7	128.4	0
9	35.5	125.2	0
10	40.5	126.8	0
11	44.9	131.7	0
12	49.1	138.3	0
13	53.8	128.4	0
14	58.5	128.4	0

## Inversione

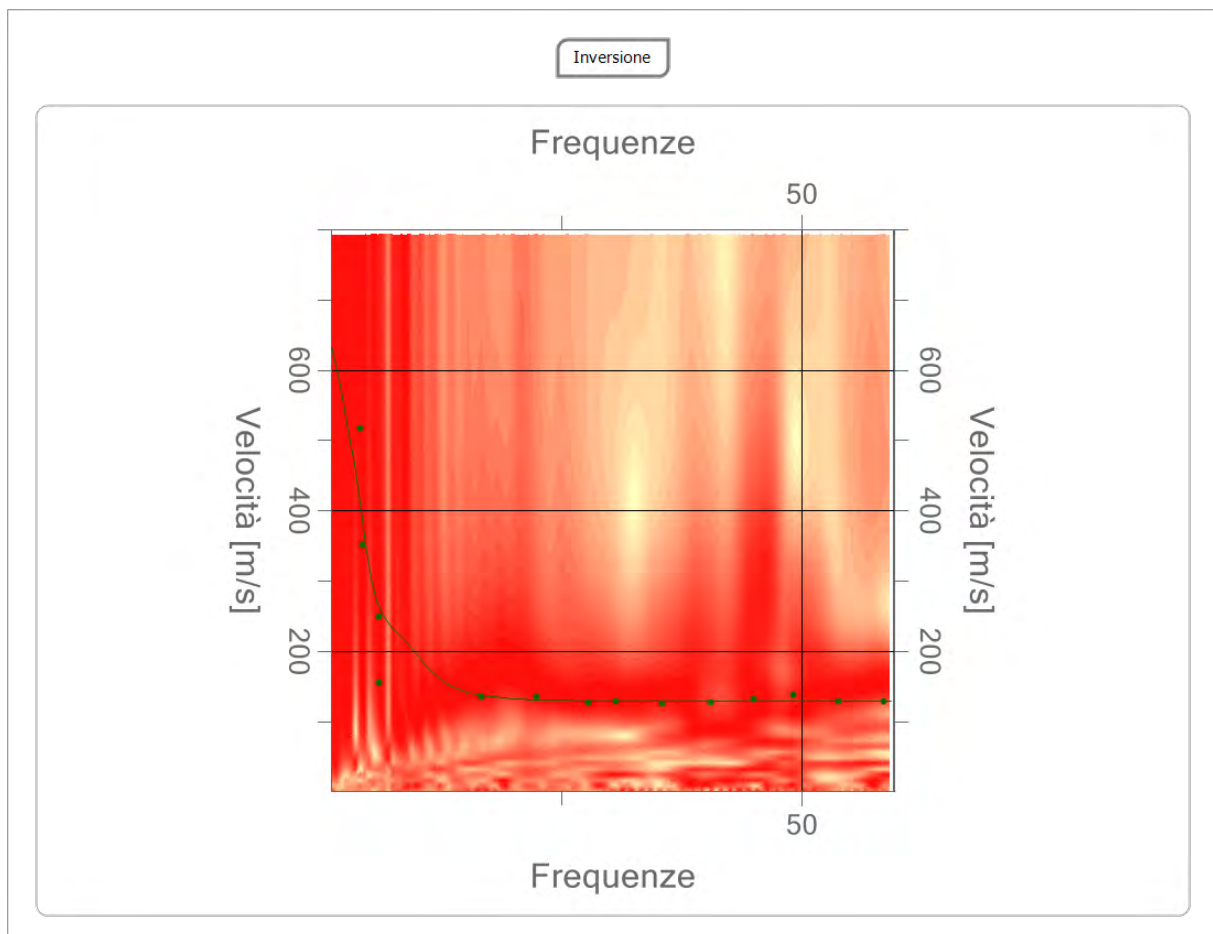
n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		4.97	4.97	1800.0	0.20	No	230.2	141.0
2		8.98	4.01	1800.0	0.20	No	517.6	316.9
3		14.03	5.04	1800.0	0.20	No	525.8	322.0
4		20.81	6.79	1800.0	0.20	No	526.6	322.5
5		27.92	7.10	1800.0	0.20	No	649.4	397.7
6		∞	∞	1800.0	0.20	No	1208.9	740.3

Percentuale di errore

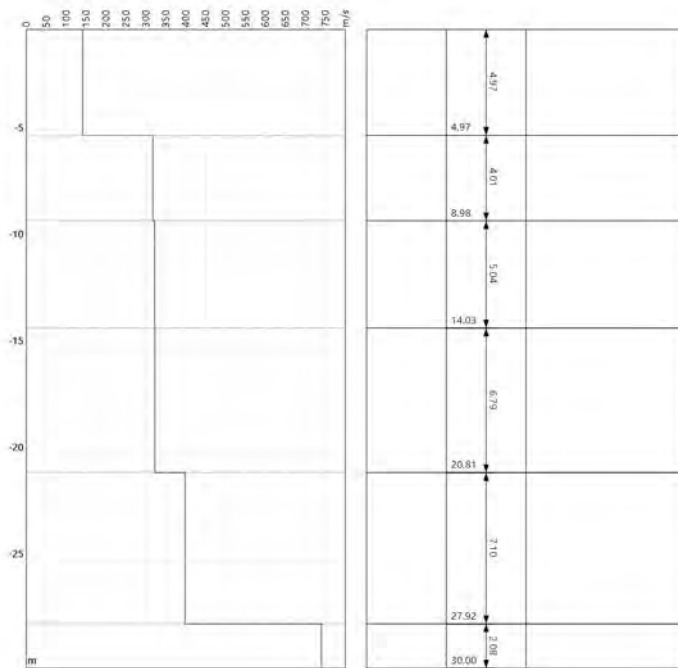
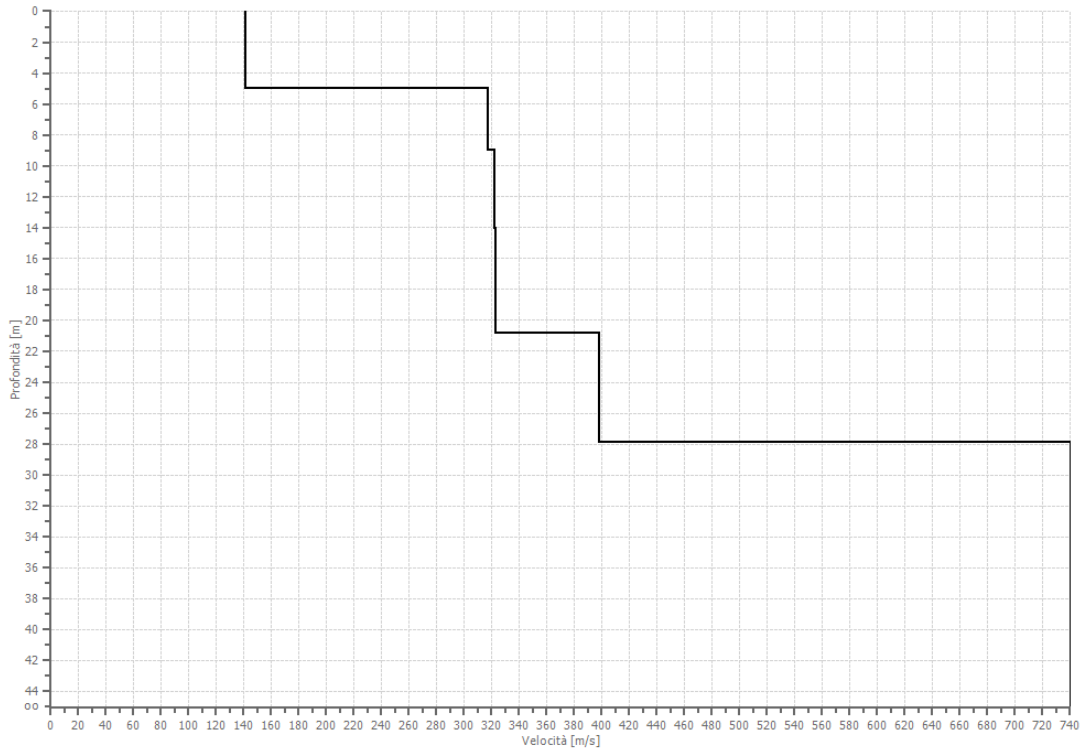
0.200 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.071



Profilo di velocità



## Risultati

<b>Profondità piano di posa [m]</b>	0.00
<b>Vs eq [m/sec]</b>	<b>284.87</b>
<b>Categoria del suolo</b>	<b>C</b>

**Suolo di tipo C:** 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.

### Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	4.97	4.97	140.98	230.22	1800.00	0.20	35.77	95.40	47.70	85.86	24	131.18
2	8.98	4.01	316.94	517.56	1800.00	0.20	180.81	482.17	241.09	433.95	N/A	N/A
3	14.03	5.04	321.98	525.79	1800.00	0.20	186.60	497.61	248.81	447.85	N/A	N/A
4	20.81	6.79	322.47	526.60	1800.00	0.20	187.18	499.15	249.57	449.23	N/A	N/A
5	27.92	7.10	397.66	649.37	1800.00	0.20	284.63	759.02	379.51	683.12	N/A	N/A
6	oo	oo	740.28	1208.87	1800.00	0.20	986.43	2630.47	1315.24	2367.43	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

# ALLEGATO N°3

## VERIFICHE DI STABILITA' VERSANTE

### PREMESSA

La verifica alla stabilità globale del pendio, determina il grado di sicurezza dello stesso nei confronti di possibili scorrimenti lungo potenziali superfici di rottura. Una potenziale superficie di scorrimento è quella che divide la massa del pendio in due parti, quella inferiore stabile e quella superiore potenzialmente instabile. Il grado di sicurezza del pendio si desume dalla ricerca, tra le potenziali superfici di rottura indagate di quella che presenta il fattore di sicurezza minimo e confrontarlo con quello minimo imposto dalla normativa.

Sull'area oggetto di studio sono state eseguite n. 5 verifiche di stabilità come da planimetrie seguenti:

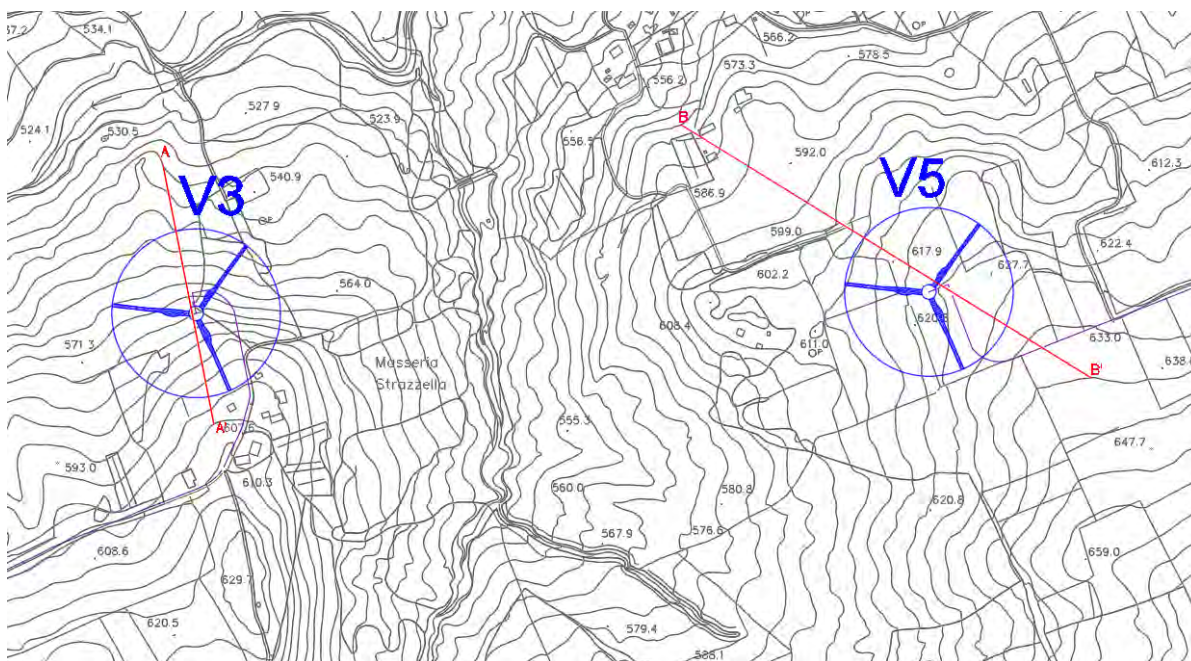


Figura 1: Ubicazione Sez. A-A' e Sez. B-B' su CTR





## SEZIONE A-A'

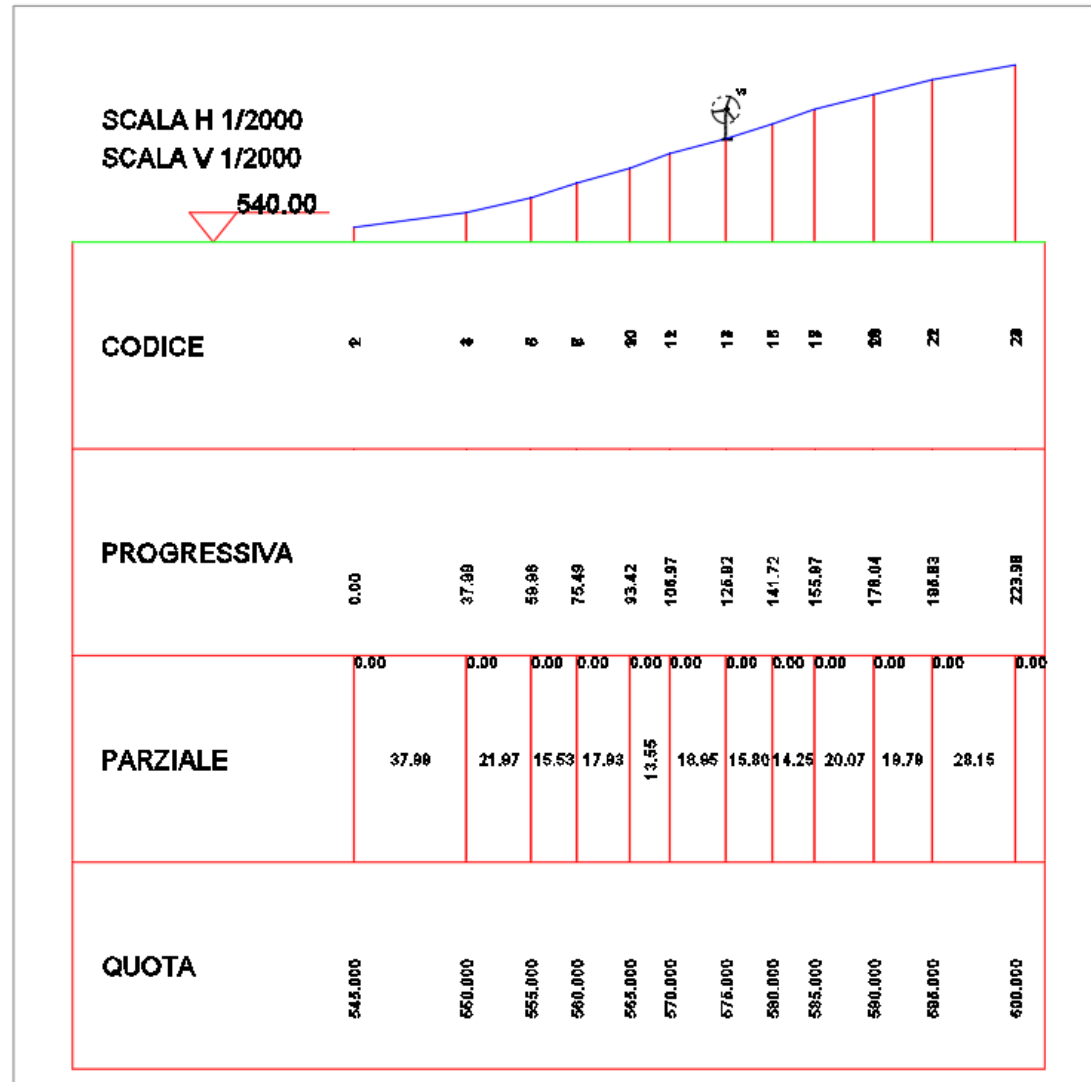


Figura 4: Profilo Sezione A-A' e ubicazione generatore di progetto V3

## SEZIONE B-B'

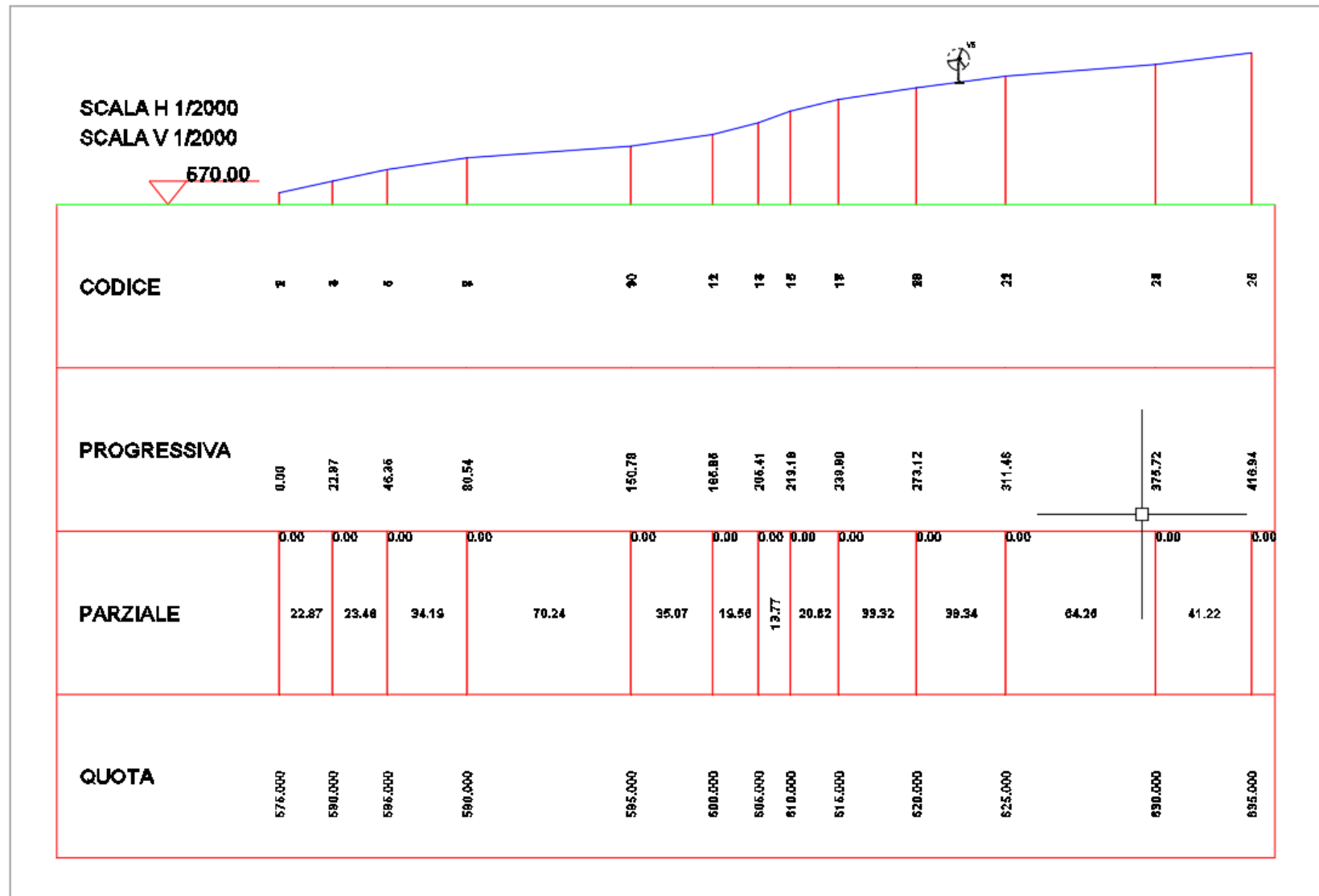


Figura 5: Profilo Sezione B-B' e ubicazione generatore di progetto V5

## SEZIONE C-C'

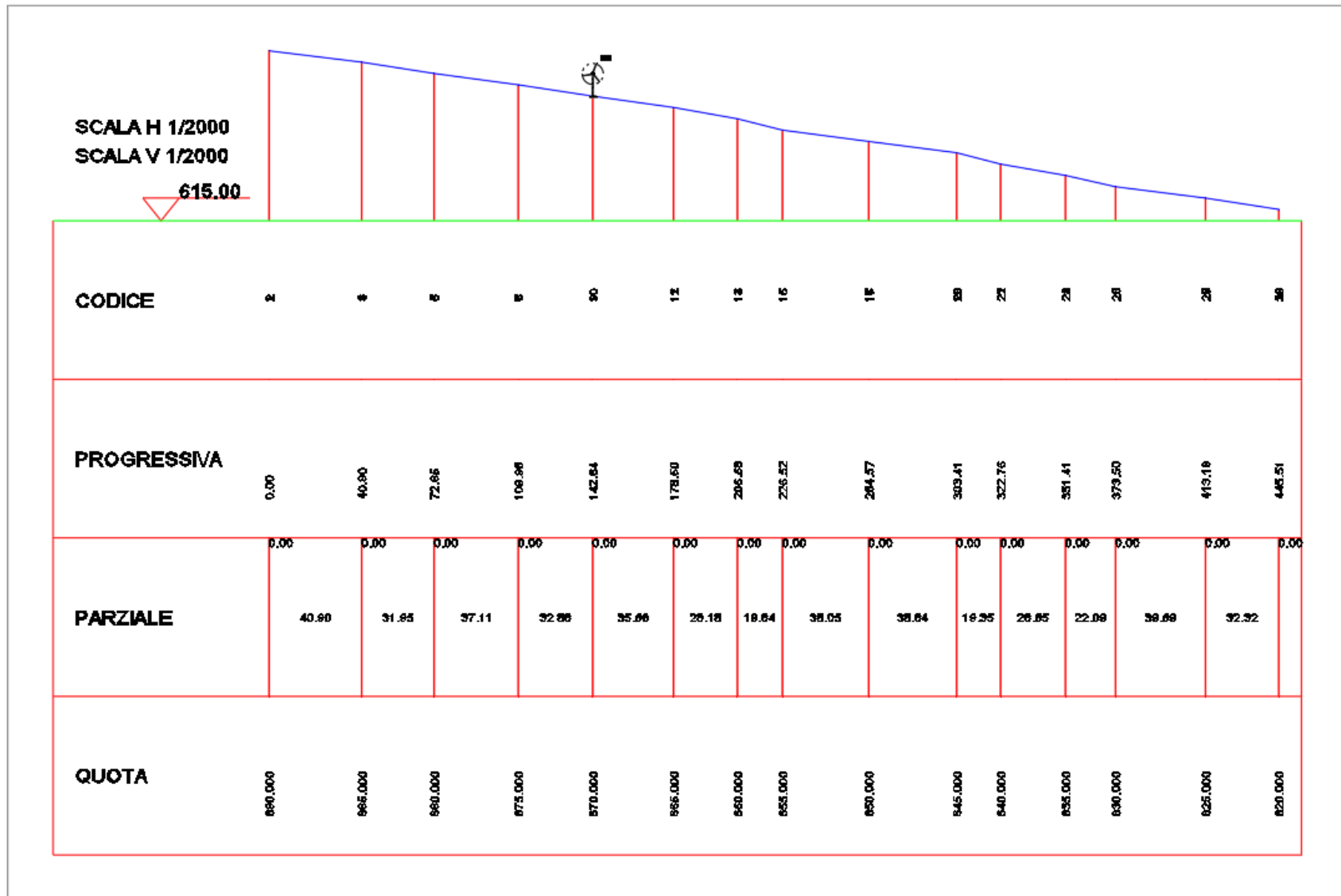


Figura 6: Profilo Sezione C-C' e ubicazione generatore di progetto BV6

## SEZIONE D-D'

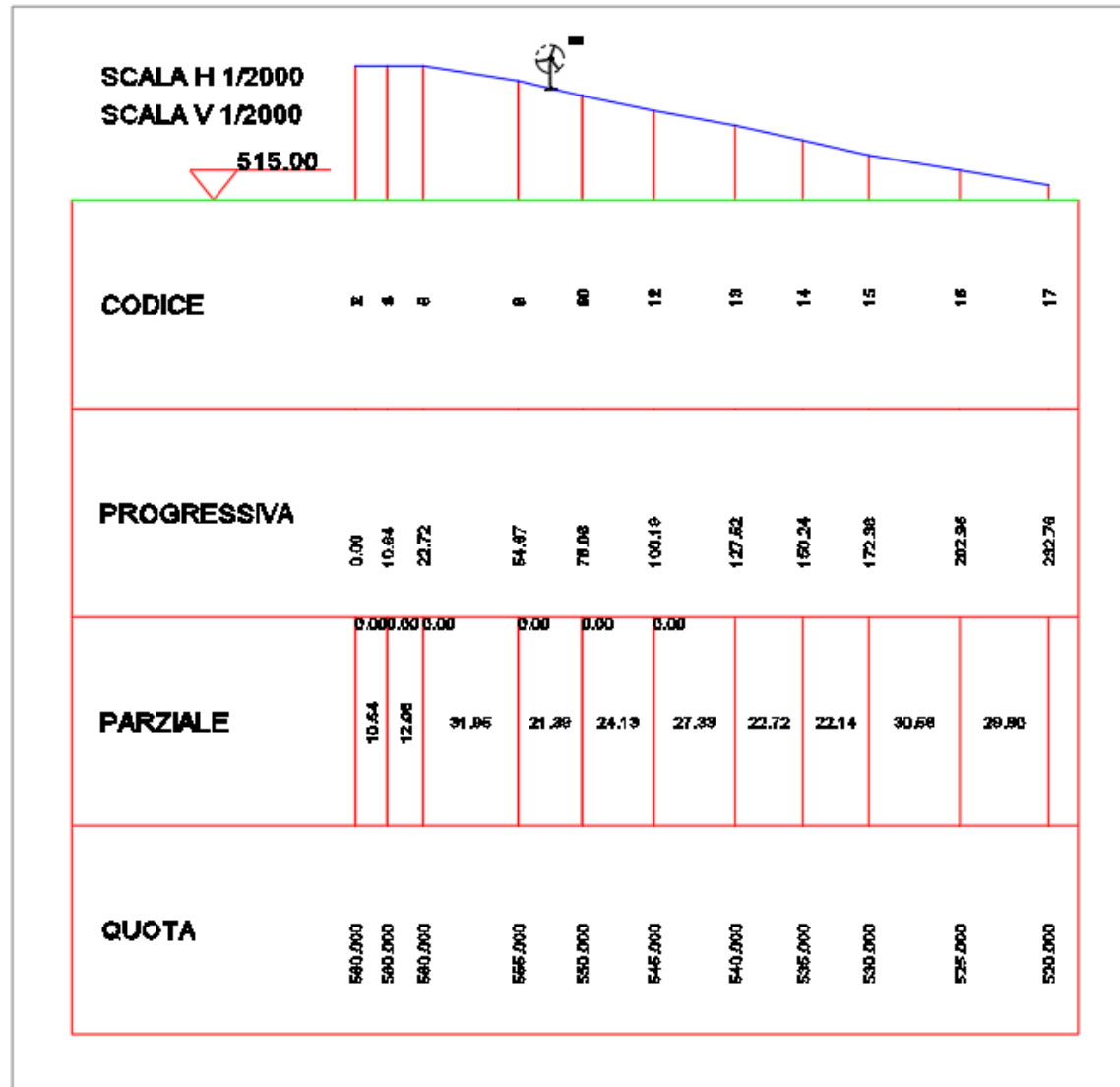


Figura 7: Profilo Sezione D-D' e ubicazione generatore di progetto BV4



## SEZIONE E-E'

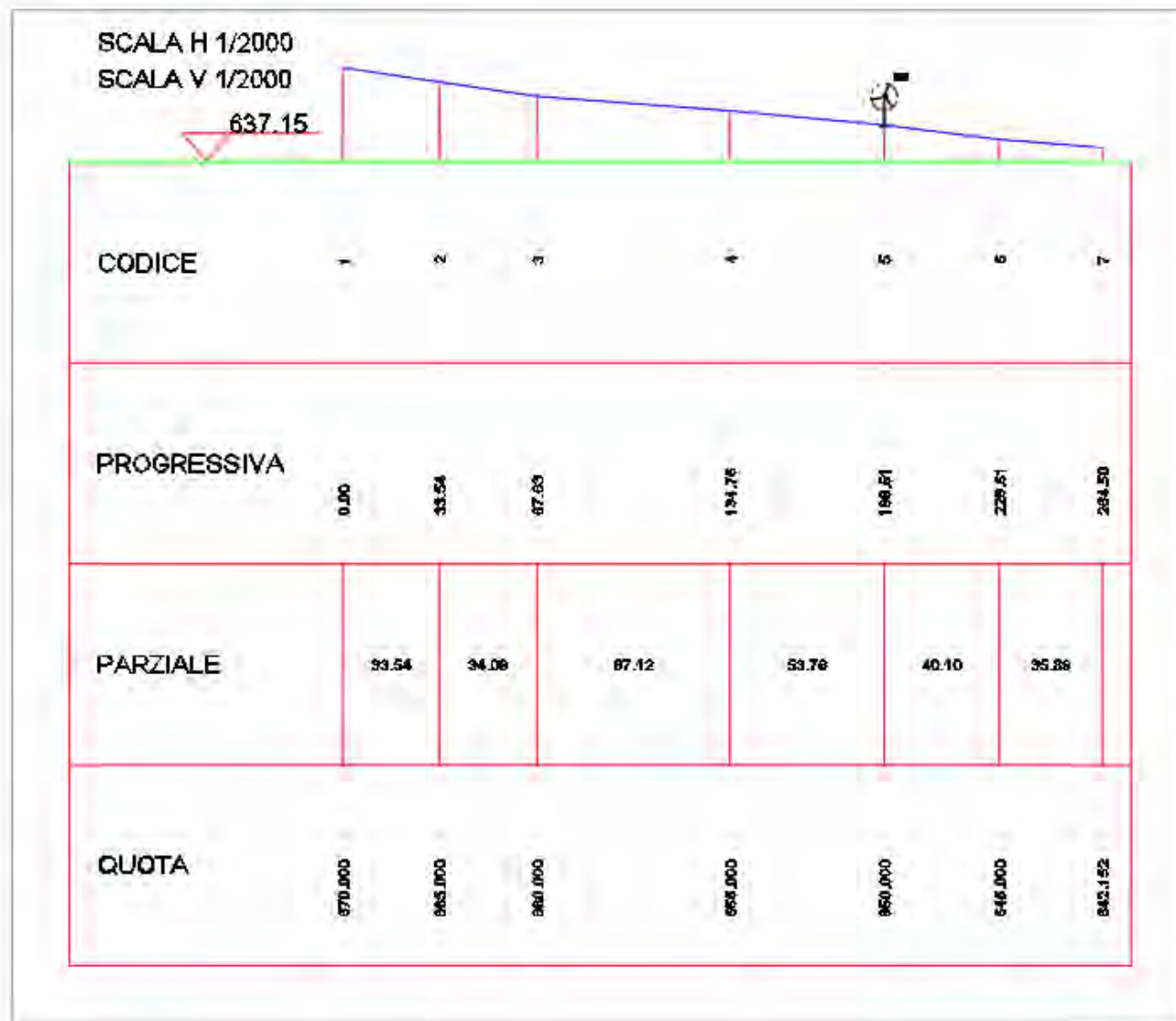


Figura 8: Profilo Sezione E-E' e ubicazione generatore di progetto BV1

---

## Relazione di calcolo

### Definizione

Per pendio s'intende una porzione di versante naturale il cui profilo originario è stato modificato da interventi artificiali rilevanti rispetto alla stabilità. Per frana s'intende una situazione di instabilità che interessa versanti naturali e coinvolgono volumi considerevoli di terreno.

### Introduzione all'analisi di stabilità

La risoluzione di un problema di stabilità richiede la presa in conto delle equazioni di campo e dei legami costitutivi. Le prime sono di equilibrio, le seconde descrivono il comportamento del terreno. Tali equazioni risultano particolarmente complesse in quanto i terreni sono dei sistemi multifase, che possono essere ricondotti a sistemi monofase solo in condizioni di terreno secco, o di analisi in condizioni drenate.

Nella maggior parte dei casi ci si trova a dover trattare un materiale che se saturo è per lo meno bifase, ciò rende la trattazione delle equazioni di equilibrio notevolmente complicata. Inoltre è praticamente impossibile definire una legge costitutiva di validità generale, in quanto i terreni presentano un comportamento non-lineare già a piccole deformazioni, sono anisotropi ed inoltre il loro comportamento dipende non solo dallo sforzo deviatorico ma anche da quello normale. A causa delle suddette difficoltà vengono introdotte delle ipotesi semplificative:

1. Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione ( $c$ ) e angolo di resistenza al taglio ( $\varphi$ ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido il criterio di rottura di Mohr-Coulomb.
2. In alcuni casi vengono soddisfatte solo in parte le equazioni di equilibrio.

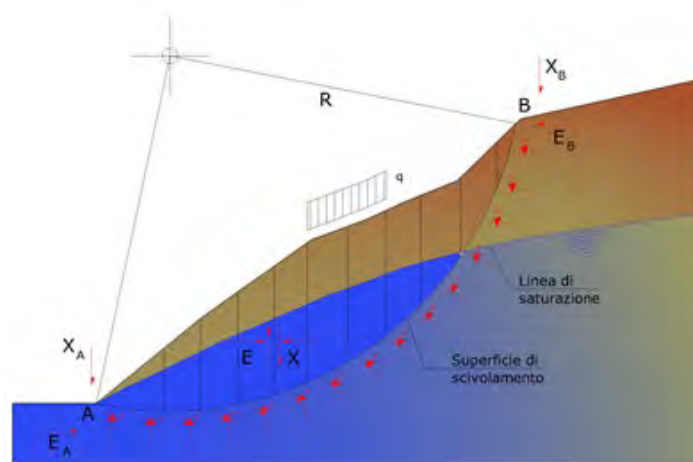
### Metodo equilibrio limite (LEM)

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nello studiare l'equilibrio di un corpo rigido, costituito dal pendio e da una superficie di scorrimento di forma qualsiasi (linea retta, arco di cerchio, spirale logaritmica); da tale equilibrio vengono calcolate le tensioni da taglio ( $\tau$ ) e confrontate con la resistenza disponibile ( $\tau_f$ ), valutata secondo il criterio di rottura di Coulomb, da tale confronto ne scaturisce la prima indicazione sulla stabilità attraverso il coefficiente di sicurezza:

$$F = \tau_f / \tau$$

Tra i metodi dell'equilibrio limite alcuni considerano l'equilibrio globale del corpo rigido (Culman), altri a causa della non omogeneità dividono il corpo in conci considerando l'equilibrio di ciascuno (Fellenius, Bishop, Janbu ecc.).

Di seguito vengono discussi i metodi dell'equilibrio limite dei conci.



### Metodo dei conci

La massa interessata dallo scivolamento viene suddivisa in un numero conveniente di conci. Se il numero dei conci è pari a  $n$ , il problema presenta le seguenti incognite:

- $n$  valori delle forze normali  $N_i$  agenti sulla base di ciascun concio;
- $n$  valori delle forze di taglio alla base del concio  $T_i$ ;

- (n-1) forze normali  $E_j$  agenti sull'interfaccia dei conci;
- (n-1) forze tangenziali  $X_j$  agenti sull'interfaccia dei conci;
- n valori della coordinata a che individua il punto di applicazione delle  $E_j$ ;
- (n-1) valori della coordinata che individua il punto di applicazione delle  $X_j$ ;
- una incognita costituita dal fattore di sicurezza F.

Complessivamente le incognite sono  $(6n-2)$ .

Mentre le equazioni a disposizione sono:

- equazioni di equilibrio dei momenti n;
- equazioni di equilibrio alla traslazione verticale n;
- equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale n;
- equazioni relative al criterio di rottura n.

Totale numero di equazioni  $4n$ .

Il problema è staticamente indeterminato ed il grado di indeterminazione è pari a :

$$i = (6n - 2) - (4n) = 2n - 2$$

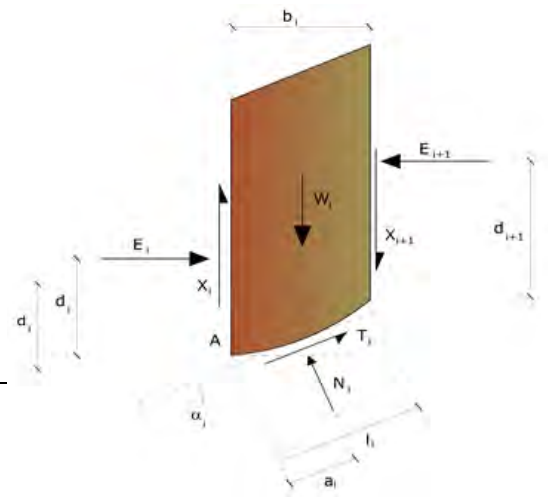
Il grado di indeterminazione si riduce ulteriormente a  $(n-2)$  in quanto si fa l'assunzione che  $N_j$  sia applicato nel punto medio della striscia. Ciò equivale ad ipotizzare che le tensioni normali totali siano uniformemente distribuite.

I diversi metodi che si basano sulla teoria dell'equilibrio limite si differenziano per il modo in cui vengono eliminate le  $(n-2)$  indeterminazioni.

### Metodo di Fellenius (1927)

Con questo metodo (valido solo per superfici di scorrimento di forma circolare) vengono trascurate le forze di interstriscia pertanto le incognite si riducono a:

- n valori delle forze normali  $N_j$ ;



- n valori delle forze da taglio  $T_i$ ;
- 1 fattore di sicurezza.

Incognite  $(2n+1)$ .

Le equazioni a disposizione sono:

- n equazioni di equilibrio alla traslazione verticale;
- n equazioni relative al criterio di rottura;
- equazione di equilibrio dei momenti globale.

$$F = \frac{\sum \{ c_i \times l_i + (W_i \times \cos \alpha_i - u_i \times l_i) \times \tan \varphi_i \}}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$

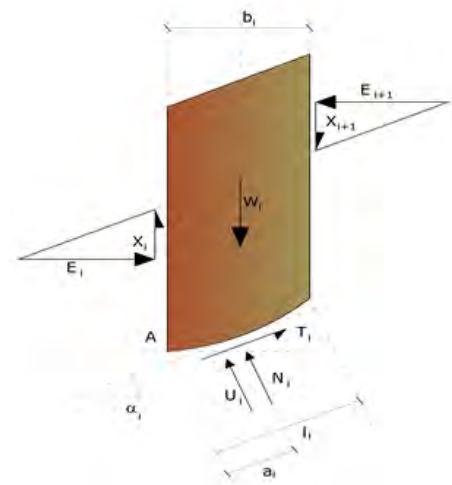
Questa equazione è semplice da risolvere ma si è trovato che fornisce risultati conservativi (fattori di sicurezza bassi) soprattutto per superfici profonde.

### Metodo di Bishop (1955)

Con tale metodo non viene trascurato nessun contributo di forze agenti sui blocchi e fu il primo a descrivere i problemi legati ai metodi convenzionali. Le equazioni usate per risolvere il problema sono:

$$\sum F_y = 0, \quad \sum M_0 = 0 \quad \text{Criterio di rottura}$$

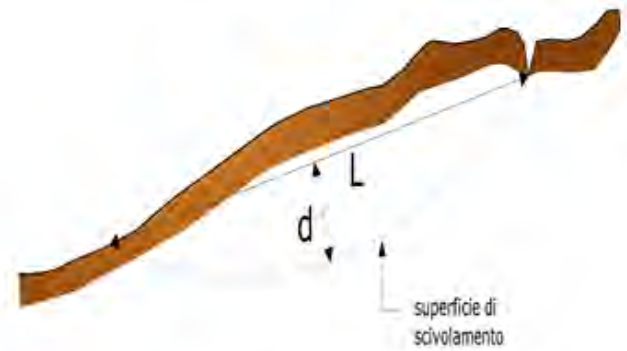
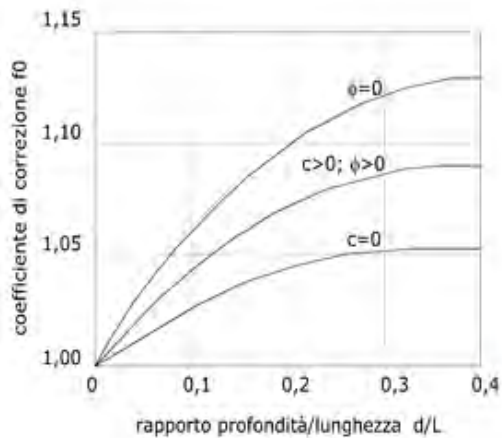
$$F = \frac{\sum \{ c_i \times b_i + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \varphi_i \} \times \frac{\sec \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \varphi_i / F}}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$



I valori di  $F$  e di  $\Delta X$  per ogni elemento che soddisfano questa equazione danno una soluzione rigorosa al problema. Come prima approssimazione conviene porre  $\Delta X = 0$  ed iterare per il calcolo del fattore di sicurezza, tale procedimento è noto come metodo di **Bishop ordinario**, gli errori commessi rispetto al metodo completo sono di circa 1 %.







### Metodo di Bell (1968)

Le forze agenti sul corpo che scivola includono il peso effettivo del terreno,  $W$ , le forze sismiche pseudostatiche orizzontali e verticali  $K_x W$  e  $K_z W$ , le forze orizzontali e verticali  $X$  e  $Z$  applicate esternamente al profilo del pendio, infine, la risultante degli sforzi totali normali e di taglio  $\sigma$  e  $\tau$  agenti sulla superficie potenziale di scivolamento.

Lo sforzo totale normale può includere un eccesso di pressione dei pori  $u$  che deve essere specificata con l'introduzione dei parametri di forza efficace.

In pratica questo metodo può essere considerato come un'estensione del metodo del cerchio di attrito per sezioni omogenee precedentemente descritto da Taylor.

In accordo con la legge della resistenza di Mohr-Coulomb in termini di tensione efficace, la forza di taglio agente sulla base dell' $i$ -esimo concio è data da:

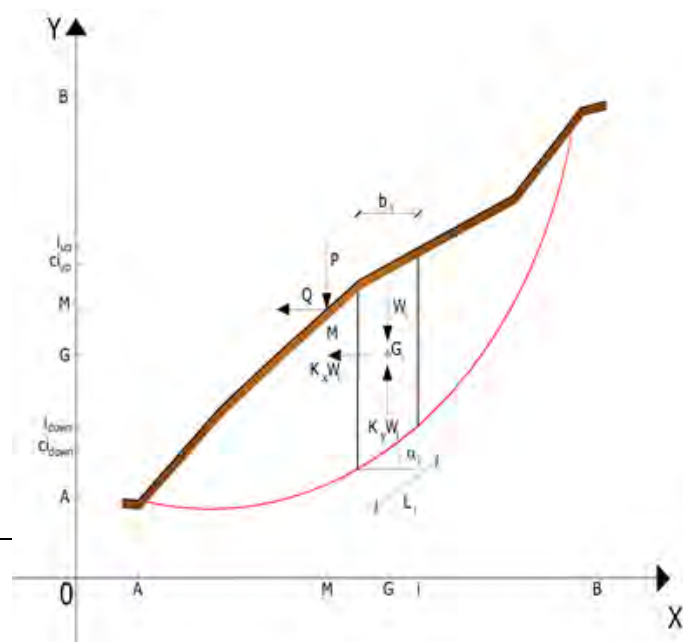
$$T_i = \frac{c_i L_i + (N_i - u_{ci} L_i) \tan \Phi_i}{F}$$

in cui:

$F$  = il fattore di sicurezza;

$c_i$  = la coesione efficace (o totale)

alla base dell' $i$ -esimo concio;



$\phi_i$  = l'angolo di attrito efficace (= 0 con la coesione totale) alla base dell'i-esimo concio;

$L_i$  = la lunghezza della base dell'i-esimo concio;

$u_{ci}$  = la pressione dei pori al centro della base dell'i-esimo concio.

L'equilibrio risulta uguagliando a zero la somma delle forze orizzontali, la somma delle forze verticali e la somma dei momenti rispetto all'origine.

Viene adottata la seguente assunzione sulla variazione della tensione normale agente sulla potenziale superficie di scorrimento:

$$\sigma_{ci} = \left[ C_1(1 - K_z) \frac{W_i \cos \alpha_i}{L_i} \right] + C_2 f(x_{ci}, y_{ci}, z_{ci})$$

in cui il primo termine dell'equazione include l'espressione:

$$W_i \cos \alpha_i / L_i = \text{valore dello sforzo normale totale associato con il metodo ordinario dei concii}$$

Il secondo termine dell'equazione include la funzione:

$$f = \sin 2\pi \left( \frac{x_n - x_{ci}}{x_n - x_0} \right)$$

dove  $x_0$  ed  $x_n$  sono rispettivamente le ascisse del primo e dell'ultimo punto della superficie di scorrimento, mentre  $x_{ci}$  rappresenta l'ascissa del punto medio della base del concio i-esimo.

Una parte sensibile di riduzione del peso associata con una accelerazione verticale del terreno  $K_z g$  può essere trasmessa direttamente alla base e ciò è incluso nel fattore  $(1 - K_z)$ .

Lo sforzo normale totale alla base di un concio è dato da:

$$N_i = \sigma_{ci} L_i$$

La soluzione delle equazioni di equilibrio si ricava risolvendo un sistema lineare di tre equazioni ottenute moltiplicando le equazioni di equilibrio per il fattore di sicurezza  $F$ , sostituendo

l'espressione di  $N_i$  e moltiplicando ciascun termine della coesione per un coefficiente arbitrario  $C_3$ . Qualsiasi coppia di valori del fattore di sicurezza nell'intorno di una stima fisicamente ragionevole può essere usata per iniziare una soluzione iterativa.

Il numero necessario di iterazioni dipende sia dalla stima iniziale sia dalla desiderata precisione della soluzione; normalmente, il processo converge rapidamente.

### Metodo di Sarma (1973)

Il metodo di Sarma è un semplice, ma accurato metodo per l'analisi di stabilità dei pendii, che permette di determinare l'accelerazione sismica orizzontale richiesta affinché l'ammasso di terreno, delimitato dalla superficie di scivolamento e dal profilo topografico, raggiunga lo stato di equilibrio limite (accelerazione critica  $K_C$ ) e, nello stesso tempo, consente di ricavare l'usuale fattore di sicurezza ottenuto come per gli altri metodi più comuni della geotecnica.

Si tratta di un metodo basato sul principio dell'equilibrio limite e delle strisce, pertanto viene considerato l'equilibrio di una potenziale massa di terreno in scivolamento suddivisa in  $n$  strisce verticali di spessore sufficientemente piccolo da ritenere ammissibile l'assunzione che lo sforzo normale  $N_i$  agisce nel punto medio della base della striscia.

Le equazioni da prendere in considerazione sono:

- L'equazione di equilibrio alla traslazione orizzontale del singolo concio;
- L'equazione di equilibrio alla traslazione verticale del singolo concio;
- L'equazione di equilibrio dei momenti.

Condizioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale:

$$N_i \cos \alpha_i + T_i \sin \alpha_i = W_i - \Delta X_i$$

$$T_i \cos \alpha_i - N_i \sin \alpha_i = KW_i + \Delta E_i$$

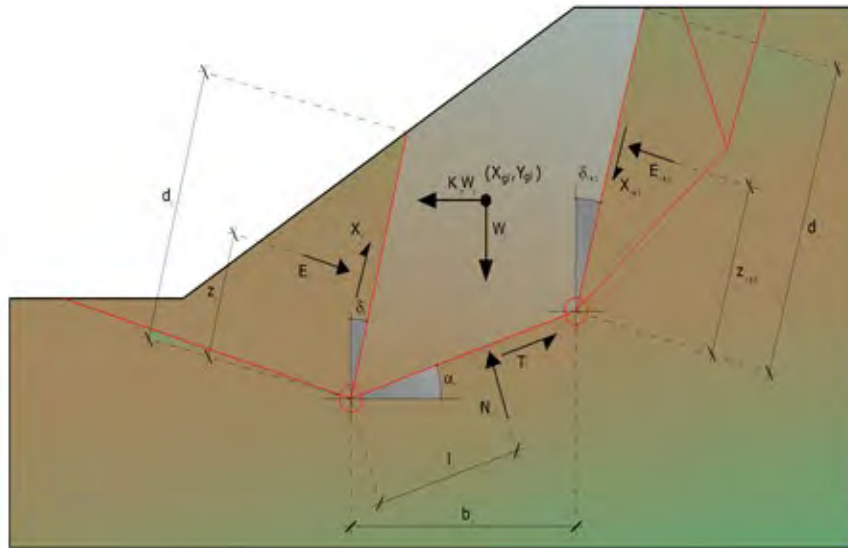
Viene, inoltre, assunto che in assenza di forze esterne sulla superficie libera dell'ammasso si ha:

$$\sum \Delta E_i = 0$$

$$\sum \Delta X_i = 0$$

dove  $E_i$  e  $X_i$  rappresentano, rispettivamente, le forze orizzontale e verticale sulla faccia  $i$ -esima del concio generico  $i$ .

L'equazione di equilibrio dei momenti viene scritta scegliendo come punto di riferimento il baricentro dell'intero ammasso; sicché, dopo aver eseguito una serie di posizioni e trasformazioni trigonometriche ed algebriche, nel **metodo di Sarma** la soluzione del problema passa attraverso la risoluzione di due equazioni:



*Azioni sull'iesimo concio, metodo di Sarma*

$$\sum \Delta X_i \cdot \operatorname{tg}(\psi'_i - \alpha_i) + \sum \Delta E_i = \sum \Delta_i - K \cdot \sum W_i$$

$$\sum \Delta X_i \cdot [(y_{mi} - y_G) \cdot \operatorname{tg}(\psi'_i - \alpha'_i) + (x'_i - x_G)] = \sum W_i \cdot (x_{mi} - x_G) + \sum \Delta_i \cdot (y_{mi} - y_G)$$

Ma l'approccio risolutivo, in questo caso, è completamente capovolto: il problema infatti impone di trovare un valore di  $K$  (accelerazione sismica) corrispondente ad un determinato fattore di sicurezza; ed in particolare, trovare il valore dell'accelerazione  $K$  corrispondente al fattore di sicurezza  $F = 1$ , ossia l'accelerazione critica.

Si ha pertanto:



$K=K_C$     **Accelerazione critica** se  $F=1$   
 $F=F_S$     **Fattore di sicurezza in condizioni statiche** se  
 $K=0$

La seconda parte del problema del Metodo di Sarma è quella di trovare una distribuzione di forze interne  $X_i$  ed  $E_i$  tale da verificare l'equilibrio del concio e quello globale dell'intero ammasso, senza violazione del criterio di rottura.

E' stato trovato che una soluzione accettabile del problema si può ottenere assumendo la seguente distribuzione per le forze  $X_i$ :

$$\Delta X_i = \lambda \cdot \Delta Q_i = \lambda \cdot (Q_{i+1} - Q_i)$$

dove  $Q_i$  è una funzione nota, in cui vengono presi in considerazione i parametri geotecnici medi sulla  $i$ -esima faccia del concio  $i$ , e  $\lambda$  rappresenta un'incognita.

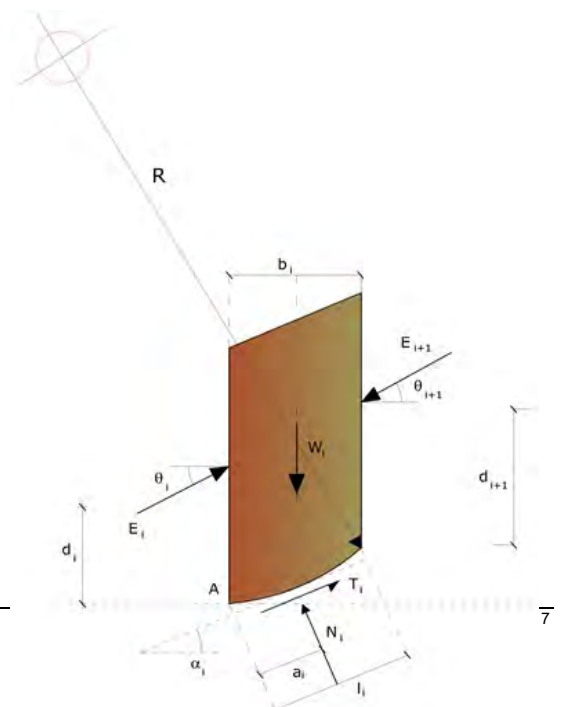
La soluzione completa del problema si ottiene pertanto, dopo alcune iterazioni, con i valori di  $K_C$ ,  $\lambda$  e  $F$ , che permettono di ottenere anche la distribuzione delle forze di interstriscia.

### Metodo di Spencer (1967)

Il metodo è basato sull'assunzione:

1. le forze d'interfaccia lungo le superfici di divisione dei singoli concii sono orientate parallelamente fra loro ed inclinate rispetto all'orizzontale di un angolo  $\theta$ ;
2. tutti i momenti sono nulli  $M_j = 0$  con  $i=1, \dots, n$ .

Sostanzialmente il metodo soddisfa tutte le equazioni della statica ed equivale al metodo di Morgenstern e Price quando la funzione  $f(x) = 1$ . Imponendo l'equilibrio dei momenti rispetto al centro dell'arco descritto dalla superficie di scivolamento si ha:



$$1) \sum Q_i R \cos(\alpha - \theta) = 0$$

dove:

$$Q_i = \frac{\frac{c}{F_s} (W \cos \alpha - \gamma_w h l \sec \alpha) \frac{\operatorname{tg} \alpha}{F_s} - W \operatorname{sen} \alpha}{\cos(\alpha - \theta) \left[ \frac{F_s + \operatorname{tg} \phi \operatorname{tg}(\alpha - \theta)}{F_s} \right]}$$

forza d'interazione fra i conci;

$R$  = raggio dell'arco di cerchio;

$\theta$  = angolo d'inclinazione della forza  $Q_i$  rispetto all'orizzontale.

Imponendo l'equilibrio delle forze orizzontali e verticali si ha rispettivamente:

$$\sum (Q_i \cos \theta) = 0$$

$$\sum (Q_i \operatorname{sen} \theta) = 0$$

Con l'assunzione delle forze  $Q_i$  parallele fra loro, si può anche scrivere:

$$2) \sum Q_i = 0$$

Il metodo propone di calcolare due coefficienti di sicurezza: il primo ( $F_{sm}$ ) ottenibile dalla 1), legato all'equilibrio dei momenti; il secondo ( $F_{sf}$ ) dalla 2) legato all'equilibrio delle forze. In pratica si procede risolvendo la 1) e la 2) per un dato intervallo di valori dell'angolo  $\theta$ , considerando come valore unico del coefficiente di sicurezza quello per cui si abbia:

$$F_{sm} = F_{sf}$$

### Metodo di Morgenstern e Price (1965)

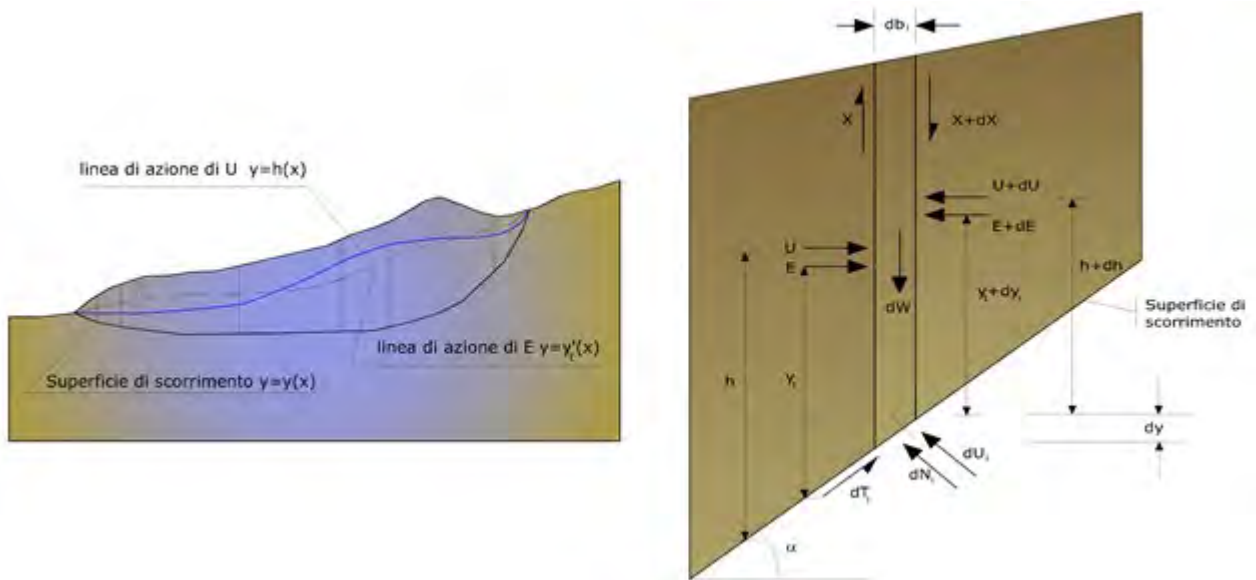
Si stabilisce una relazione tra le componenti delle forze di interfaccia del tipo  $X = \lambda f(x)E$ , dove  $\lambda$  è un fattore di scala e  $f(x)$ , funzione della posizione di  $E$  e di  $X$ , definisce una relazione tra la variazione della forza  $X$  e della forza  $E$  all'interno della massa scivolante. La funzione  $f(x)$  è

scelta arbitrariamente (costante, sinusoidale, semisinusoidale, trapezia, spezzata...) e influenza poco il risultato, ma va verificato che i valori ricavati per le incognite siano fisicamente accettabili.

La particolarità del metodo è che la massa viene suddivisa in strisce infinitesime alle quali vengono imposte le equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale e di rottura sulla base delle strisce stesse. Si perviene ad una prima equazione differenziale che lega le forze d'interfaccia incognite  $E$ ,  $X$ , il coefficiente di sicurezza  $F_s$ , il peso della striscia infinitesima  $dW$  e la risultante delle pressioni neutra alla base  $dU$ .

Si ottiene la cosiddetta **"equazione delle forze"**:

$$c' \sec^2 \frac{\alpha}{F_s} + \operatorname{tg} \varphi \left( \frac{dW}{dx} - \frac{dX}{dx} - \operatorname{tg} \alpha \frac{dE}{dx} - \sec \alpha \frac{dU}{dx} \right) = \frac{dE}{dx} - \operatorname{tg} \alpha \left( \frac{dX}{dx} - \frac{dW}{dx} \right)$$



*Azioni sul concio  $i$ -esimo secondo le ipotesi di Morgenster e Price e rappresentazione d'insieme dell'ammasso*

Una seconda equazione, detta **"equazione dei momenti"**, viene scritta imponendo la condizione di equilibrio alla rotazione rispetto alla mezzeria della base:

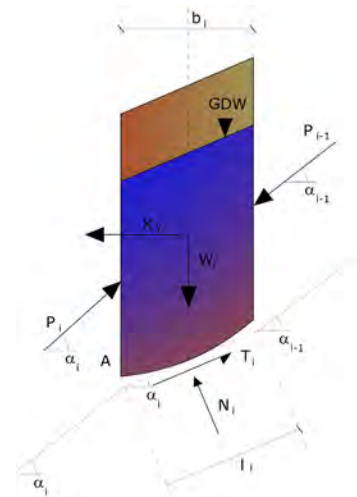
$$X = \frac{d(E_\gamma)}{dx} - \gamma \frac{dE}{dx}$$

queste due equazioni vengono estese per integrazione a tutta la massa interessata dallo scivolamento.

Il metodo di calcolo soddisfa tutte le equazioni di equilibrio ed è applicabile a superfici di qualsiasi forma, ma implica necessariamente l'uso di un calcolatore.

### Metodo di Zeng e Liang (2002)

Zeng e Liang hanno effettuato una serie di analisi parametriche su un modello bidimensionale sviluppato con codice agli elementi finiti, che riproduce il caso di pali immersi in un terreno in movimento (drilled shafts). Il modello bidimensionale riproduce un striscia di terreno di spessore unitario e ipotizza che il fenomeno avvenga in condizioni di deformazione piana nella direzione parallela all'asse dei pali. Il modello è stato utilizzato per indagare l'influenza sulla formazione dell'effetto arco di alcuni parametri come l'interasse fra i pali, il diametro e la forma dei pali, e le proprietà meccaniche del terreno. Gli autori



individuano nel rapporto tra l'interasse e il diametro dei i pali ( $s/d$ ) il parametro adimensionale determinante per la formazione dell'effetto arco. Il problema risulta essere staticamente indeterminato, con grado di indeterminatezza pari a  $(8n-4)$ , ma nonostante ciò è possibile ottenere una soluzione riducendo il numero delle incognite e assumendo quindi delle ipotesi semplificative, in modo da rendere determinato il problema.

Le assunzioni che rendono il problema determinato sono:

- $K_y$  sono assunte orizzontali per ridurre il numero totale delle incognite da  $(n-1)$  a  $(7n-3)$ ;
- Le forze normali alla base della striscia agiscono nel punto medio, riducendo le incognite da  $n$  a  $(6n-3)$ ;
- La posizione delle spinte laterali è ad un terzo dell'altezza media dell'inter-striscia e riduce le incognite da  $(n-1)$  a  $(5n-2)$ ;
- Le forze  $(P_{i-1})$  e  $P_i$  si assumono parallele all'inclinazione della base della striscia ( $\alpha_i$ ), riducendo il numero di incognite da  $(n-1)$  a  $(4n-1)$ ;

-Si assume un'unica costante di snervamento per tutte le strisce, riducendo le incognite da (n) a (3n-1);

Il numero totale di incognite quindi è ridotto a (3n), da calcolare utilizzando il fattore di trasferimento di carico. Inoltre si deve tener presente che la forza di stabilizzazione trasmessa sul terreno a valle dei pali risulta ridotta di una quantità R, chiamato fattore di riduzione, calcolabile come:

$$R = \frac{1}{s/d} + \left(1 - \frac{1}{s/d}\right) \cdot R_p$$

Il fattore R dipende quindi dal rapporto fra l'interasse presente fra i pali e il diametro dei pali stessi e dal fattore  $R_p$  che tiene conto dell'effetto arco.

### Valutazione dell'azione sismica

La stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica viene verificata con il metodo pseudo-statico. Per i terreni che sotto l'azione di un carico ciclico possono sviluppare pressioni interstiziali elevate viene considerato un aumento in percento delle pressioni neutre che tiene conto di questo fattore di perdita di resistenza.

Ai fini della valutazione dell'azione sismica vengono considerate le seguenti forze:

$$F_H = K_x W$$

$$F_V = K_y W$$

Essendo:

- $F_H$  e  $F_V$  rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro del concio;
- $W$  peso concio;
- $K_x$  coefficiente sismico orizzontale;
- $K_y$  coefficiente sismico verticale.

### Ricerca della superficie di scorrimento critica



In presenza di mezzi omogenei non si hanno a disposizione metodi per individuare la superficie di scorrimento critica ed occorre esaminarne un numero elevato di potenziali superfici.

Nel caso vengano ipotizzate superfici di forma circolare, la ricerca diventa più semplice, in quanto dopo aver posizionato una maglia dei centri costituita da  $m$  righe e  $n$  colonne saranno esaminate tutte le superfici aventi per centro il generico nodo della maglia  $m \times n$  e raggio variabile in un determinato range di valori tale da esaminare superfici cinematicamente ammissibili.

### **Stabilizzazione di pendii con l'utilizzo di pali**

La realizzazione di una cortina di pali, su pendio, serve a fare aumentare la resistenza al taglio su determinate superfici di scorrimento. L'intervento può essere conseguente ad una stabilità già accertata, per la quale si conosce la superficie di scorrimento oppure, agendo preventivamente, viene progettato in relazione alle ipotetiche superfici di rottura che responsabilmente possono essere assunte come quelle più probabili. In ogni caso si opera considerando una massa di terreno in movimento su un ammasso stabile sul quale attestare, per una certa lunghezza, l'allineamento di pali.

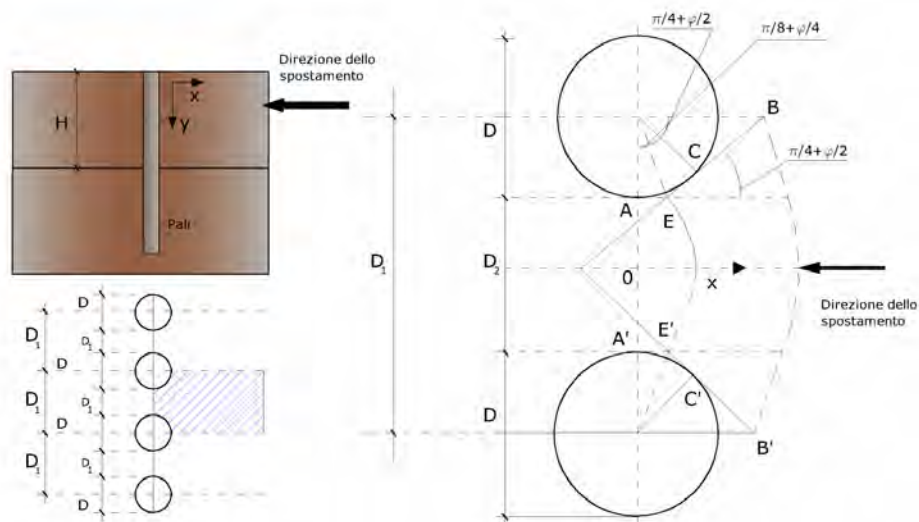
Il terreno, nelle due zone, ha una influenza diversa sull'elemento monoassiale (palo): di tipo sollecitativo nella parte superiore (palo passivo – terreno attivo) e di tipo resistivo nella zona sottostante (palo attivo – terreno passivo). Da questa interferenza, fra "sbarramento" e massa in movimento, scaturiscono le azioni stabilizzanti che devono perseguire le seguenti finalità:

1. conferire al pendio un coefficiente di sicurezza maggiore di quello posseduto;
2. essere assorbite dal manufatto garantendone l'integrità (le tensioni interne, derivanti dalle sollecitazioni massime trasmesse sulle varie sezioni del singolo palo, devono risultare inferiori a quelle ammissibili del materiale) e risultare inferiori al carico limite sopportabile dal terreno, calcolato, lateralmente considerando l'interazione (palo-terreno).

### **Carico limite relativo all'interazione fra i pali ed il terreno laterale**

Nei vari tipi di terreno che non hanno un comportamento omogeneo, le deformazioni in corrispondenza della zona di contatto non sono legate fra di loro. Quindi, non potendo

associare al materiale un modello di comportamento perfettamente elastico (ipotesi che potrebbe essere assunta per i materiali lapidei poco fratturati), generalmente si procede imponendo che il movimento di massa sia nello stato iniziale e che il terreno in adiacenza ai pali sia nella fase massima consentita di plasticizzazione, oltre la quale si potrebbe verificare l'effetto indesiderato che il materiale possa defluire, attraverso la cortina di pali, nello spazio intercorrente fra un elemento e l'altro.



Imponendo inoltre che il carico assorbito dal terreno sia uguale a quello associato alla condizione limite ipotizzata e che fra due pali consecutivi, a seguito della spinta attiva, si instauri una sorta di effetto arco, gli autori T. Ito e T. Matsui (1975) hanno ricavato la relazione che permette di determinare il carico limite. A questa si è pervenuto facendo riferimento allo schema statico, disegnato nella figura precedente e alle ipotesi anzidette, che schematicamente si ribadiscono.

- Sotto l'azione della spinte attiva del terreno si formano due superfici di scorrimento localizzate in corrispondenza delle linee AEB ed A'E'B';
- Le direzioni EB ed E'B' formano con l'asse x rispettivamente angoli  $+(45 + \varphi/2)$  e  $-(45 + \varphi/2)$ ;
- Il volume di terreno, compreso nella zona delimitata dai vertici AEBB'E'A' ha un comportamento plastico, e quindi è consentita l'applicazione del criterio di rottura di Mohr-coulomb;
- La pressione attiva del terreno agisce sul piano A-A' ;

- I pali sono dotati di elevata rigidità a flessione e taglio.

Detta espressione, riferita alla generica profondità  $Z$ , relativamente ad un spessore di terreno unitario, è la seguente:

$$P(Z) = C \cdot D_1 (D_1/D_2)^{K_1} \left[ 1 / \left( N_\varphi \text{tag}\varphi \left( e^{K_2} - 2(N_\varphi)^{1/2} \text{tag}\varphi - 1 \right) + K_3 \right) - C \left[ D_1 \cdot K_3 - D_2 / (N_\varphi)^{1/2} \right] + \gamma Z / N_\varphi \left[ D_1 (D_1/D_2)^{K_1} \cdot e^{K_2} - D_2 \right] \right]$$

dove i simboli utilizzati assumono il significato che segue:

$C$  = coesione terreno;

$\varphi$  = angolo di attrito terreno;

$\gamma$  = peso specifico terreno;

$D_1$  = interasse tra i pali;

$D_2$  = spazio libero fra due pali consecutivi;

$N_\varphi = \text{tag}^2(\pi/4 + \varphi/2)$

$$K_1 = (N_\varphi)^{1/2} \text{tag}\varphi + N_\varphi - 1$$

$$K_2 = (D_1 - D_2) / D_2 \cdot N_\varphi \text{tag}(\pi/8 + \varphi/4)$$

$$K_3 = \left[ 2\text{tag}\varphi + 2(N_\varphi)^{1/2} + 1 / (N_\varphi)^{1/2} \right] / \left[ (N_\varphi)^{1/2} \text{tag}\varphi + N_\varphi - 1 \right]$$

La forza totale, relativamente ad uno strato di terreno in movimento di spessore  $H$ , è stata ottenuta integrando l'espressione precedente.

In presenza di terreni granulari (condizione drenata), nei quali si può assumere  $c = 0$ , l'espressione diventa:

$$P = 1/2 \gamma \cdot H^2 / N_\varphi \left[ D_1 (D_1/D_2)^{K_1} \cdot e^{K_2} - D_2 \right]$$

Per terreni coesivi (condizioni non drenate), con  $\varphi = 0$  e  $C \neq 0$ , si ha:

$$P(Z) = C \left[ D_1 (3 \ln(D_1/D_2) + (D_1 - D_2) / D_2 \text{tag} \pi/8) - 2(D_1 - D_2) \right] + \gamma \cdot Z (D_1 - D_2)$$

$$P = \int_0^H P(Z) dZ$$

$$P = C \cdot H [D_1 (3 \ln(D_1/D_2) + (D_1 - D_2)/D_2 \tan \pi/8) - 2(D_1 - D_2)] + 1/2 \gamma H^2 (D_1 - D_2)$$

Il dimensionamento della cortina di pali, che come già detto deve conferire al pendio un incremento del coefficiente di sicurezza e garantire l'integrità del meccanismo palo-terreno, è abbastanza problematica. Infatti tenuto conto della complessità dell'espressione del carico  $P$ , influenzata da diversi fattori legati sia alle caratteristiche meccaniche del terreno sia alla geometria del manufatto, non è facile con una sola elaborazione pervenire alla soluzione ottimale. Per raggiungere lo scopo è necessario pertanto eseguire diversi tentativi finalizzati:

- A trovare, sul profilo topografico del pendio, la posizione che garantisca, a parità di altre condizioni, una distribuzione dei coefficienti di sicurezza più confortante;
- A determinare la disposizione planimetrica dei pali, caratterizzata dal rapporto fra interasse e distanza fra i pali ( $D_2/D_1$ ), che consenta di sfruttare al meglio la resistenza del complesso palo-terreno; sperimentalmente è stato riscontrato che, escludendo i casi limiti ( $D_2 = 0 \rightarrow P \rightarrow \infty$  e  $D_2 = D_1 \rightarrow P \rightarrow$  valore minimo), i valori più idonei allo scopo sono quelli per i quali tale rapporto risulta compreso fra 0,60 e 0,80;
- A valutare la possibilità di inserire più file di pali ed eventualmente, in caso affermativo, valutare, per le file successive, la posizione che dia più garanzie in termini di sicurezza e di spreco di materiali;
- Ad adottare il tipo di vincolo più idoneo che consente di ottenere una distribuzione più regolare delle sollecitazioni; sperimentalmente è stato constatato che quello che assolve, in maniera più soddisfacente, allo scopo è il vincolo che impedisce le rotazioni alla testa del palo.





da opportuni coefficienti che tengono conto dell'aggressività del terreno, danneggiamento per effetto creep e danneggiamento per installazione.

L'altro parametro è la resistenza a sfilamento (*Pullout*) che viene calcolata attraverso la seguente relazione:

$$T_{\text{Pullout}} = 2 \cdot L_e \cdot \sigma'_v \cdot f_b \cdot \tan(\delta)$$

Per geosintetico a maglie chiuse:

$$f_b = \frac{\tan(\delta)}{\tan(\varphi)}$$

dove:

$\delta$  Rappresenta l'angolo di attrito tra terreno e rinforzo;

$T_{\text{Pullout}}$  Resistenza mobilitata da un rinforzo ancorato per una lunghezza  $L_e$  all'interno della parte stabile del terreno;

$L_e$  Lunghezza di ancoraggio del rinforzo all'interno della parte stabile;

$f_b$  Coefficiente di *Pullout*;

$\sigma'_v$  Tensione verticale, calcolata alla profondità media del tratto di rinforzo ancorato al terreno.

Ai fini della verifica si sceglie il valore minimo tra  $T_{\text{Allow}}$  e  $T_{\text{Pullout}}$ , la verifica interna verrà soddisfatta se la forza trasmessa dal rinforzo generata a tergo del tratto rinforzato non supera il valore della  $T'$ .

## Ancoraggi

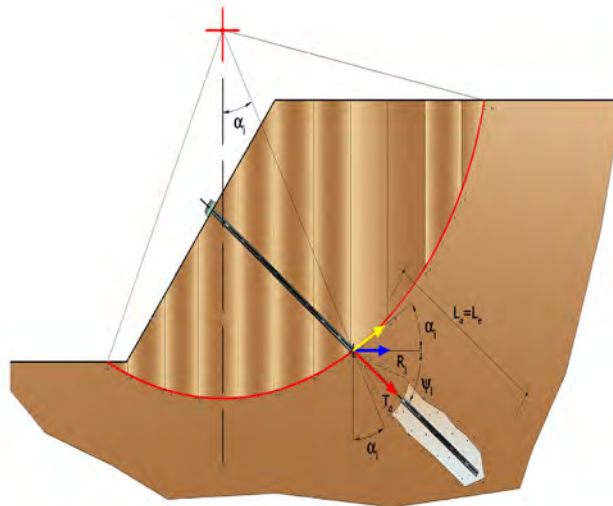
Gli ancoraggi, tiranti o chiodi, sono degli elementi strutturali in grado di sostenere forze di trazione in virtù di un'adeguata connessione al terreno.

Gli elementi caratterizzanti un tirante sono:

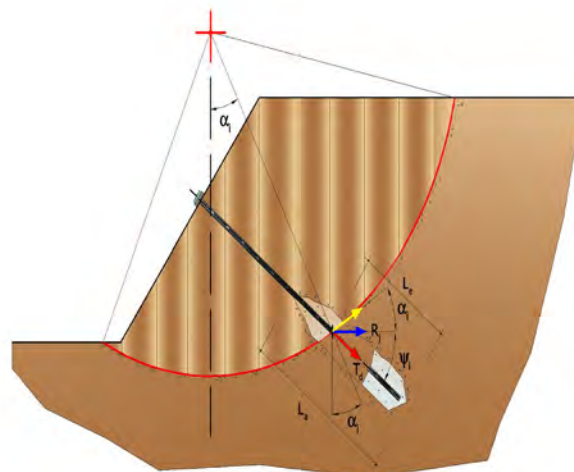
- **testata:** indica l'insieme degli elementi che hanno la funzione di trasmettere alla struttura ancorata la forza di trazione del tirante;
- **fondazione:** indica la parte del tirante che realizza la connessione con il terreno, trasmettendo al terreno stesso la forza di trazione del tirante.

Il tratto compreso tra la testata e la fondazione prende il nome di parte libera, mentre la fondazione (o bulbo) viene realizzata iniettando nel terreno, per un tratto terminale, tramite valvole a perdere, la malta, in genere cementizia. L'anima dell'ancoraggio è costituita da un'armatura, realizzata con barre, fili o trefoli.

Il tirante interviene nella stabilità in misura maggiore o minore efficacia a seconda se sarà totalmente o parzialmente (caso in cui è intercettato dalla superficie di scorrimento) ancorato alla parte stabile del terreno.



*Bulbo completamente ancorato*



*Bulbo parzialmente ancorato*

Le relazioni che esprimono la misura di sicurezza lungo una ipotetica superficie di scorrimento si modificheranno in presenza di ancoraggi (tirante attivo, passivo e chiodi) nel modo seguente:

- per i tiranti di *tipo attivo*, la loro resistenza si detrae dalle azioni (denominatore);

$$F_s = \frac{R_d}{E_d - \sum_{i,j} R_{i,j} \cdot \frac{1}{\cos \alpha_i}}$$

- per tiranti di *tipo passivo* e per i *chiodi*, il loro contributo si somma alle resistenze (numeratore)

$$F_s = \frac{R_d + \sum_{i,j} R_{i,j} \cdot \frac{1}{\cos \alpha_i}}{E_d}$$

Con  $R_j$  si indica la resistenza dell'ancoraggio e viene calcolata dalla seguente espressione:

$$R_j = T_d \cdot \cos \Psi_i \cdot \left( \frac{l}{i} \right) \cdot \left( \frac{L_e}{L_a} \right)$$

dove:

$T_d$  tiro esercizio;

$\Psi_i$  inclinazione del tirante rispetto all'orizzontale;

$i$  interasse;

$L_e$  lunghezza efficace;

$L_a$  lunghezza d'ancoraggio.

I due indici ( $i, j$ ) riportati in sommatoria rappresentano rispettivamente l' $i$ -esimo concio e il  $j$ -esimo ancoraggio intercettato dalla superficie di scorrimento dell' $i$ -esimo concio.

# RISULTATI DI CALCOLO

## Verifica di stabilità stato di fatto\_Sez. A-A'

### Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965)

Zona	Vallata (AV) - Bisaccia (AV)
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	4.0
Numero dei conci	20.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.3
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

### Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-29.32 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	603.09 m
Ascissa vertice destro superiore xs	257.57 m
Ordinata vertice destro superiore ys	660.9 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	25.0
Numero di celle lungo y	15.0

### Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	545.0
2	37.99	550.0
3	59.96	555.0
4	75.49	560.0
5	93.42	565.0
6	106.97	570.0
7	125.92	575.0
8	141.72	580.0



9	155.97	585.0
10	176.04	590.0
11	195.83	595.0
12	223.98	600.0

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	543.8
2	37.99	548.8
3	59.96	553.8
4	75.49	558.8
5	93.42	563.8
6	106.97	568.8
7	125.92	573.8
8	141.72	578.8
9	155.97	583.8
10	176.04	588.8
11	195.83	593.8
12	223.98	598.8

**Vertici strato .....2**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	542.2
2	37.99	547.2
3	59.96	552.2
4	75.49	557.2
5	93.42	562.2
6	106.97	567.2
7	125.92	572.2
8	141.72	577.2
9	155.97	582.2
10	176.04	587.2
11	195.83	592.2
12	223.98	597.2

**Vertici strato .....3**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	541.0
2	37.99	546.0
3	59.96	551.0
4	75.49	556.0
5	93.42	561.0
6	106.97	566.0
7	125.92	571.0
8	141.72	576.0
9	155.97	581.0
10	176.04	586.0
11	195.83	591.0
12	223.98	596.0

**Coefficienti parziali azioni**

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

**Stratigrafia**

Strato	Coesione (kN/m <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kN/m <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (kN/m <sup>3</sup> )	Litologia	
1	2.2	31.38	16	17.7	18.8	Terreno vegetale	
2	4.9	100.02	24.31	20.7	22.8	T. limoso argilloso	
3		325	34.07	25	25	T. con trovanti calcareo marnosi	
4		350	45	22.55529	24.51662	Substrato roccioso	

G0: Modulo di taglio dinamico a basse deformazioni; G: Modulo di taglio dinamico; Dr: Densità relativa; OCR: Grado di sovraconsolidazione; IP: Indice di plasticità

Strato	G0 (KPa)	G (KPa)	Dr (%)	OCR	IP (%)
1	0	0	0	1	0
2					
3					
4					

**Risultati analisi pendio**

Fs minimo individuato	1.41
Ascissa centro superficie	68.22 m
Ordinata centro superficie	651.27 m
Raggio superficie	90.73 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Ei, Ei-1: Forze agenti normalmente alle facce del concio; Xi, Xi-1: Forze di tipo tagliante applicate sulle facce laterali.

**xc = 68.221 yc = 651.265 Rc = 90.735 Fs=1.41 (<1.30)**

Lambda = 0.296

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)
1	1.5	8.12	1.52	2.81
2	1.5	9.07	1.52	7.9
3	1.5	10.04	1.52	12.31
4	1.5	11.0	1.53	16.03
5	1.5	11.96	1.53	19.06
6	1.5	12.94	1.54	21.37
7	1.5	13.91	1.55	22.98
8	1.5	14.9	1.55	23.86
9	1.13	15.75	1.18	18.12
10	1.87	16.74	1.95	32.11
11	1.5	17.86	1.58	28.35
12	1.5	18.85	1.59	29.83
13	1.5	19.86	1.6	30.54
14	1.5	20.87	1.61	30.45
15	1.5	21.89	1.62	29.56
16	1.5	22.91	1.63	27.83
17	1.5	23.95	1.64	25.27
18	1.17	24.87	1.29	17.34
19	1.83	25.93	2.04	18.89
20	1.5	27.1	1.69	5.06

#### Sforzi sui conci

Nr.	Xi (kN)	Ei (kN)	Xi-1 (kN)	Ei-1 (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)	Ui (kN)
1	0.75	2.53	0.0	0.0	2.39	2.85	0.0
2	1.55	5.23	0.75	2.53	7.44	3.89	0.0
3	2.34	7.9	1.55	5.23	11.81	4.78	0.0
4	3.07	10.38	2.34	7.9	15.49	5.54	0.0
5	3.72	12.57	3.07	10.38	18.46	6.15	0.0
6	4.25	14.38	3.72	12.57	20.71	6.62	0.0
7	4.66	15.76	4.25	14.38	22.24	6.94	0.0

---

8	4.94	16.71	4.66	15.76	23.03	7.11	0.0
9	5.24	17.73	4.94	16.71	17.42	5.38	0.0
10	5.09	17.21	5.24	17.73	30.74	9.3	0.0
11	4.88	16.5	5.09	17.21	26.96	7.95	0.0
12	4.48	15.15	4.88	16.5	28.18	8.21	0.0
13	3.91	13.21	4.48	15.15	28.61	8.31	0.0
14	3.19	10.79	3.91	13.21	28.26	8.26	0.0
15	2.38	8.04	3.19	10.79	27.16	8.05	0.0
16	1.52	5.14	2.38	8.04	25.3	7.69	0.0
17	0.68	2.31	1.52	5.14	22.71	7.18	0.0
18	0.26	0.89	0.68	2.31	15.52	5.17	0.0
19	-0.35	-1.17	0.26	0.89	16.63	6.56	0.0
20	0.0	-0.01	-0.35	-1.17	4.73	3.59	0.0





## Verifica di stabilità stato di fatto\_Sez. B-B'

### Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965)

Zona	Vallata (AV) - Bisaccia (AV)
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	4.0
Numero dei conci	20.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.3
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

### Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-19.23 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	639.5 m
Ascissa vertice destro superiore xs	440.38 m
Ordinata vertice destro superiore ys	730.97 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	25.0
Numero di celle lungo y	15.0

### Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	575.0
2	22.87	580.0
3	46.35	585.0
4	80.54	590.0
5	150.78	595.0
6	185.85	600.0
7	205.85	605.0
8	219.18	610.0
9	239.8	615.0
10	273.12	620.0
11	311.46	625.0
12	375.72	630.0
13	416.94	635.0

### Vertici strato .....1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	573.8
2	22.87	578.8
3	46.35	583.8
4	80.54	588.8
5	150.78	593.8
6	185.85	598.8
7	205.85	603.8
8	219.18	608.8
9	239.8	613.8
10	273.12	618.8
11	311.46	623.8

12	375.72	628.8
13	416.94	633.8

**Vertici strato .....2**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	569.8
2	22.87	574.8
3	46.35	579.8
4	80.54	584.8
5	150.78	589.8
6	185.85	594.8
7	205.85	599.8
8	219.18	604.8
9	239.8	609.8
10	273.12	614.8
11	311.46	619.8
12	375.72	624.8
13	416.94	629.8

**Vertici strato .....3**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	567.0
2	22.87	572.0
3	46.35	577.0
4	80.54	582.0
5	150.78	587.0
6	185.85	592.0
7	205.85	597.0
8	219.18	602.0
9	239.8	607.0
10	273.12	612.0
11	311.46	617.0
12	375.72	622.0
13	416.94	627.0

**Coefficienti parziali azioni**

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

**Stratigrafia**

Strato	Coesione (kN/m <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kN/m <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (kN/m <sup>3</sup> )	Litologia	
1	2.2	37.26	16	18.2	18.9	Terreno vegetale	
2	4.9	101	24.35	20.7	22.8	T. limoso argilloso	

3		236.34	30.2	23.1	25	T. argilloso marnoso	
4		350	45	22.55529	24.51662	Substrato roccioso	

G0: Modulo di taglio dinamico a basse deformazioni; G: Modulo di taglio dinamico; Dr: Densità relativa; OCR: Grado di sovraconsolidazione; IP: Indice di plasticità

Strato	G0 (KPa)	G (KPa)	Dr (%)	OCR	IP (%)
1	0	0	0	1	0
2					
3					
4					

### Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1.41
Ascissa centro superficie	192.19 m
Ordinata centro superficie	660.85 m
Raggio superficie	58.13 m

**xc = 192.19 yc = 660.846 Rc = 58.125 Fs=1.406 (<1.3)**

Lambda = 0.295

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)
1	1.17	6.13	1.18	1.84
2	1.17	7.31	1.18	5.13
3	1.17	8.48	1.18	7.91
4	1.17	9.64	1.19	10.17
5	1.17	10.82	1.19	11.9
6	1.17	12.0	1.2	13.11
7	1.0	13.09	1.02	11.71
8	1.34	14.27	1.39	18.02
9	1.17	15.56	1.21	18.61
10	1.17	16.75	1.22	20.74
11	1.17	17.97	1.23	22.29
12	1.17	19.19	1.24	23.27
13	1.17	20.42	1.25	23.65
14	1.17	21.65	1.26	23.41
15	1.17	22.89	1.27	22.56
16	1.17	24.16	1.28	21.05
17	1.17	25.42	1.3	18.89
18	1.45	26.86	1.63	19.44
19	0.89	28.17	1.01	8.17
20	1.17	29.31	1.34	4.06

### Sforzi sui conci

Nr.	Xi (kN)	Ei (kN)	Xi-1 (kN)	Ei-1 (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)	Ui (kN)
1	0.6	2.04	0.0	0.0	1.45	2.14	0.0
2	1.26	4.29	0.6	2.04	4.72	2.81	0.0
3	1.94	6.56	1.26	4.29	7.5	3.38	0.0
4	2.58	8.74	1.94	6.56	9.76	3.85	0.0
5	3.16	10.72	2.58	8.74	11.49	4.21	0.0
6	3.67	12.44	3.16	10.72	12.68	4.46	0.0

---

7	4.12	13.95	3.67	12.44	11.31	3.91	0.0
8	4.4	14.93	4.12	13.95	17.43	5.72	0.0
9	4.56	15.47	4.4	14.93	17.92	5.56	0.0
10	4.56	15.46	4.56	15.47	19.86	5.96	0.0
11	4.38	14.86	4.56	15.46	21.19	6.25	0.0
12	4.04	13.69	4.38	14.86	21.92	6.41	0.0
13	3.54	12.01	4.04	13.69	22.04	6.45	0.0
14	2.92	9.9	3.54	12.01	21.56	6.37	0.0
15	2.21	7.5	2.92	9.9	20.5	6.17	0.0
16	1.46	4.96	2.21	7.5	18.86	5.85	0.0
17	0.74	2.52	1.46	4.96	16.67	5.43	0.0
18	-0.14	-0.48	0.74	2.52	16.77	5.97	0.0
19	-0.23	-0.78	-0.14	-0.48	7.14	3.03	0.0
20	0.0	0.01	-0.23	-0.78	3.73	2.86	0.0





## Verifica di stabilità stato di fatto\_Sez. C-C'

### Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965)

Zona	Vallata (AV) - Bisaccia (AV)
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	4.0
Numero dei conci	20.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.3
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

### Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-24.64 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	693.0 m
Ascissa vertice destro superiore xs	481.38 m
Ordinata vertice destro superiore ys	783.26 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	25.0
Numero di celle lungo y	15.0

### Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	690.0
2	40.9	685.0
3	72.85	680.0
4	109.96	675.0
5	142.84	670.0
6	178.5	665.0
7	206.68	660.0
8	226.52	655.0
9	264.57	650.0
10	303.41	645.0
11	322.76	640.0
12	351.41	635.0
13	373.5	630.0
14	413.19	625.0
15	445.51	620.0

### Vertici strato .....1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	688.0
2	40.9	683.0
3	72.85	678.0
4	109.96	673.0
5	142.84	668.0
6	178.5	663.0
7	206.68	658.0
8	226.52	653.0
9	264.57	648.0
10	303.41	643.0

11	322.76	638.0
12	351.41	633.0
13	373.5	628.0
14	413.19	623.0
15	445.51	618.0

**Vertici strato .....2**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	681.4
2	40.9	676.4
3	72.85	671.4
4	109.96	666.4
5	142.84	661.4
6	178.5	656.4
7	206.68	651.4
8	226.52	646.4
9	264.57	641.4
10	303.41	636.4
11	322.76	631.4
12	351.41	626.4
13	373.5	621.4
14	413.19	616.4
15	445.51	611.4

**Vertici strato .....3**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	680.0
2	40.9	675.0
3	72.85	670.0
4	109.96	665.0
5	142.84	660.0
6	178.5	655.0
7	206.68	650.0
8	226.52	645.0
9	264.57	640.0
10	303.41	635.0
11	322.76	630.0
12	351.41	625.0
13	373.5	620.0
14	413.19	615.0
15	445.51	610.0

**Coefficienti parziali azioni**

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

**Stratigrafia**

Strato	Coesione (kN/m <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kN/m <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (kN/m <sup>3</sup> )	Litologia	
1	2.2	28.43	16	17.4	18.8	Terreno vegetale	
2	4.9	88	23.69	20.7	22.8	T. limoso argilloso	
3		293	23.69	25	25	T. con trovanti calcareo marnosi	
4		350	45	22.55529	24.51662	Substrato roccioso	

G0: Modulo di taglio dinamico a basse deformazioni; G: Modulo di taglio dinamico; Dr: Densità relativa; OCR: Grado di sovraconsolidazione; IP: Indice di plasticità

Strato	G0 (KPa)	G (KPa)	Dr (%)	OCR	IP (%)
1	0	0	0	1	0
2					
3					
4					

**Risultati analisi pendio**

Fs minimo individuato	1.81
Ascissa centro superficie	339.69 m
Ordinata centro superficie	771.23 m
Raggio superficie	133.2 m

**xc = 339.691 yc = 771.229 Rc = 133.201 Fs=1.809 (<1.3)**

Lambda = 0.192

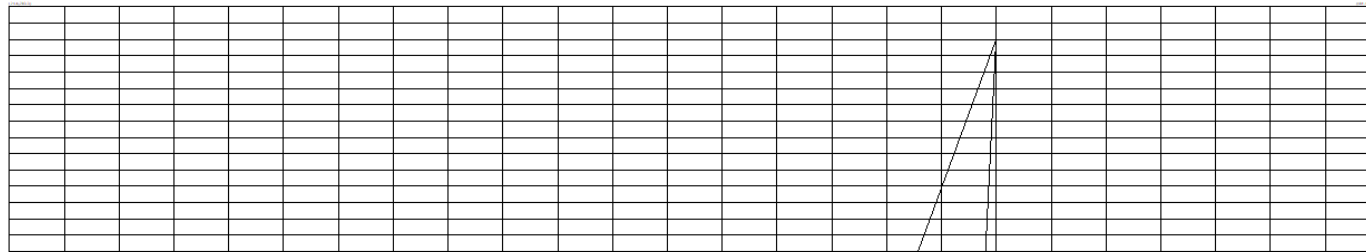
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)
1	1.98	19.81	2.1	8.03
2	1.98	18.9	2.09	23.17
3	1.98	18.0	2.08	37.13
4	1.98	17.11	2.07	49.91
5	1.92	16.24	2.0	59.7
6	2.03	15.35	2.11	69.18
7	1.98	14.46	2.04	67.87
8	1.98	13.58	2.03	67.28
9	1.98	12.71	2.03	65.59
10	1.98	11.84	2.02	62.81
11	1.98	10.97	2.01	58.95
12	1.98	10.11	2.01	54.02
13	1.98	9.24	2.0	48.04
14	1.98	8.37	2.0	40.99
15	1.49	7.63	1.51	25.64
16	2.46	6.77	2.48	35.5
17	1.98	5.81	1.99	23.6
18	1.98	4.95	1.99	18.13
19	1.98	4.1	1.98	11.64

20	1.98	3.25	1.98	4.13
----	------	------	------	------

**Sforzi sui conci**

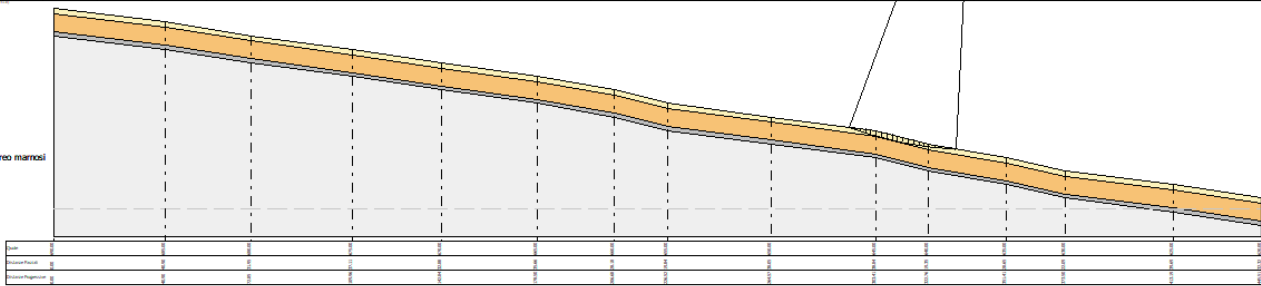
Nr.	Xi (kN)	Ei (kN)	Xi-1 (kN)	Ei-1 (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)	Ui (kN)
1	0.19	1.0	0.0	0.0	7.71	3.78	0.0
2	-0.08	-0.44	0.19	1.0	21.72	5.99	0.0
3	-0.71	-3.69	-0.08	-0.44	34.9	8.06	0.0
4	-1.57	-8.16	-0.71	-3.69	47.2	10.0	0.0
5	-2.52	-13.11	-1.57	-8.16	56.85	11.45	0.0
6	-3.5	-18.22	-2.52	-13.11	66.3	13.08	0.0
7	-4.26	-22.15	-3.5	-18.22	65.47	12.87	0.0
8	-4.81	-25.04	-4.26	-22.15	65.26	12.82	0.0
9	-5.15	-26.82	-4.81	-25.04	63.93	12.6	0.0
10	-5.28	-27.49	-5.15	-26.82	61.46	12.2	0.0
11	-5.21	-27.08	-5.28	-27.49	57.87	11.63	0.0
12	-4.94	-25.71	-5.21	-27.08	53.17	10.87	0.0
13	-4.52	-23.5	-4.94	-25.71	47.35	9.95	0.0
14	-3.97	-20.64	-4.52	-23.5	40.43	8.84	0.0
15	-3.38	-17.6	-3.97	-20.64	25.24	5.84	0.0
16	-2.65	-13.8	-3.38	-17.6	34.98	8.56	0.0
17	-1.93	-10.04	-2.65	-13.8	23.14	6.09	0.0
18	-1.21	-6.31	-1.93	-10.04	17.67	5.22	0.0
19	-0.55	-2.87	-1.21	-6.31	11.2	4.19	0.0
20	0.0	0.0	-0.55	-2.87	3.74	3.0	0.0





xc=339.69 yc=771.23 Rc=133.20 Fs=1.81

- Terreno vegetale**  
 g=17.40 kN/m<sup>3</sup>  
 gs=18.8 kN/m<sup>3</sup>  
 Ft=16°  
 cu=28.43 kN/m<sup>2</sup>
- T. limoso argilloso**  
 g=20.76 kN/m<sup>3</sup>  
 gs=22.8 kN/m<sup>3</sup>  
 Ft=22.69°  
 cu=88 kN/m<sup>2</sup>
- T. con trovanti calcareo marnosi**  
 g=25 kN/m<sup>3</sup>  
 gs=25 kN/m<sup>3</sup>  
 Ft=22.69°  
 cu=293 kN/m<sup>2</sup>
- Substrato roccioso**  
 g=22.55029 kN/m<sup>3</sup>  
 gs=24.51662 kN/m<sup>3</sup>  
 Ft=45°  
 cu=350 kN/m<sup>2</sup>



## Verifica di stabilità stato di fatto\_Sez. D-D'

### Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965)

Zona	Vallata (AV) - Bisaccia (AV)
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	4.0
Numero dei conci	20.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.3
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

### Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	81.36 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	566.62 m
Ascissa vertice destro superiore xs	401.53 m
Ordinata vertice destro superiore ys	656.34 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	25.0
Numero di celle lungo y	15.0

### Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	102.75	565.0
2	113.41	560.0
3	124.12	560.0
4	136.16	560.0
5	168.18	555.0
6	189.5	550.0
7	213.61	545.0
8	240.97	540.0
9	263.72	535.0
10	285.82	530.0
11	316.29	525.0
12	346.14	520.0

### Vertici strato .....1

N	X (m)	y (m)
1	102.75	563.0
2	113.41	558.0
3	124.12	558.0
4	136.16	558.0
5	168.18	553.0
6	189.5	548.0
7	213.61	543.0
8	240.97	538.0
9	263.72	533.0
10	285.82	528.0
11	316.29	523.0
12	346.14	518.0

### Vertici strato .....2

N	X (m)	y (m)
1	102.75	556.2
2	113.41	551.2
3	124.12	551.2
4	136.16	551.2
5	168.18	546.2
6	189.5	541.2
7	213.61	536.2
8	240.97	531.2
9	263.72	526.2
10	285.82	521.2
11	316.29	516.2
12	346.14	511.2

**Vertici strato .....3**

N	X (m)	y (m)
1	102.75	555.0
2	113.41	550.0
3	124.12	550.0
4	136.16	550.0
5	168.18	545.0
6	189.5	540.0
7	213.61	535.0
8	240.97	530.0
9	263.72	525.0
10	285.82	520.0
11	316.29	515.0
12	346.14	510.0

**Coefficienti parziali azioni**

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

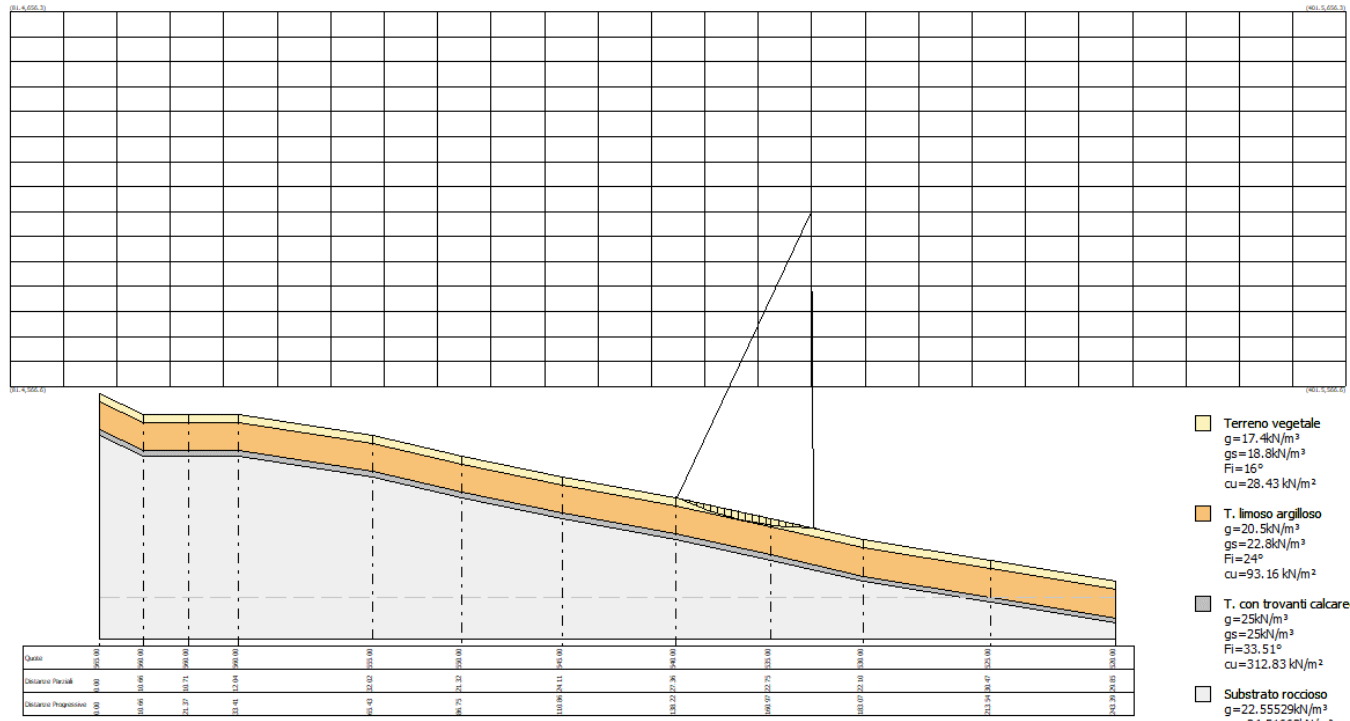
**Stratigrafia**

Strato	Coesione (kN/m <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kN/m <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (kN/m <sup>3</sup> )	Litologia	
1	2.2	28.43	16	17.4	18.8	Terreno vegetale	
2	4.9	93.16	24	20.5	22.8	T. limoso argilloso	
3		312.83	33.51	25	25	T. con trovanti calcareo marnosi	
4		350	45	22.55529	24.51662	Substrato	



---

10	-6.25	-31.24	-5.94	-29.66	54.7	10.84	0.0
11	-6.32	-31.6	-6.25	-31.24	54.83	10.85	0.0
12	-6.14	-30.7	-6.32	-31.6	53.82	10.68	0.0
13	-5.73	-28.62	-6.14	-30.7	51.65	10.32	0.0
14	-5.15	-25.75	-5.73	-28.62	39.51	7.99	0.0
15	-4.28	-21.41	-5.15	-25.75	52.6	10.85	0.0
16	-3.35	-16.76	-4.28	-21.41	37.95	8.11	0.0
17	-2.37	-11.84	-3.35	-16.76	31.1	7.01	0.0
18	-1.41	-7.07	-2.37	-11.84	23.25	5.75	0.0
19	-0.59	-2.93	-1.41	-7.07	14.45	4.34	0.0
20	0.0	0.0	-0.59	-2.93	4.74	2.78	0.0



xc=273.46 yc=608.49 Rc=75.79 Fs=1.79

- Terreno vegetale**  
 g = 17.4 kN/m<sup>3</sup>  
 gs = 18.8 kN/m<sup>3</sup>  
 Fi = 16°  
 cu = 28.43 kN/m<sup>2</sup>
- T. limoso argilloso**  
 g = 20.5 kN/m<sup>3</sup>  
 gs = 22.8 kN/m<sup>3</sup>  
 Fi = 24°  
 cu = 93.16 kN/m<sup>2</sup>
- T. con trovanti calcareo marnosi**  
 g = 25 kN/m<sup>3</sup>  
 gs = 25 kN/m<sup>3</sup>  
 Fi = 33.51°  
 cu = 312.83 kN/m<sup>2</sup>
- Substrato roccioso**  
 g = 22.55529 kN/m<sup>3</sup>  
 gs = 24.51662 kN/m<sup>3</sup>  
 Fi = 45°  
 cu = 350 kN/m<sup>2</sup>



## Verifica di stabilità stato di fatto\_Sez. E-E'

### Analisi di stabilità dei pendii con: MORGENSTERN-PRICE (1965)

Zona	Vallata (AV) - Bisaccia (AV)
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	4.0
Numero dei conci	20.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.3
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

### Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-38.81 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	666.16 m
Ascissa vertice destro superiore xs	285.23 m
Ordinata vertice destro superiore ys	789.31 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	25.0
Numero di celle lungo y	15.0

### Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	665.0
2	34.09	660.0
3	101.2	655.0
4	154.97	650.0
5	195.05	645.0
6	230.95	640.0
7	250.51	635.0

### Vertici strato .....1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	662.5
2	34.09	657.5
3	101.2	652.5
4	154.97	647.5
5	195.05	642.5
6	230.95	637.5
7	250.51	632.5

### Vertici strato .....2

N	X (m)	y (m)
1	0.0	659.5
2	34.09	654.5
3	101.2	649.5
4	154.97	644.5
5	195.05	639.5
6	230.95	634.5
7	250.51	629.5

**Vertici strato .....3**

N	X (m)	y (m)
1	0.0	635.0
2	34.09	630.0
3	101.2	625.0
4	154.97	620.0
5	195.05	615.0
6	230.95	610.0
7	250.51	605.0

**Coefficienti parziali azioni**

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

**Stratigrafia**

Strato	Coesione (kN/m <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kN/m <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (kN/m <sup>3</sup> )	Litologia	
1	2.2	29.41	16	17.5	18.8	Terreno vegetale	
2	4.9	127	25	20.9	23	T. limoso argilloso	
3		363	35.71	25	25	T. con trovanti calcareo marnosi	
4		350	45	22.55529	24.51662	Substrato roccioso	

G0: Modulo di taglio dinamico a basse deformazioni; G: Modulo di taglio dinamico; Dr: Densità relativa; OCR: Grado di sovraconsolidazione; IP: Indice di plasticità

Strato	G0 (KPa)	G (KPa)	Dr (%)	OCR	IP (%)
1	0	0	0	1	0
2					
3					
4					

**Risultati analisi pendio**

Fs minimo individuato	2.03
Ascissa centro superficie	252.82 m
Ordinata centro superficie	752.36 m
Raggio superficie	116.48 m

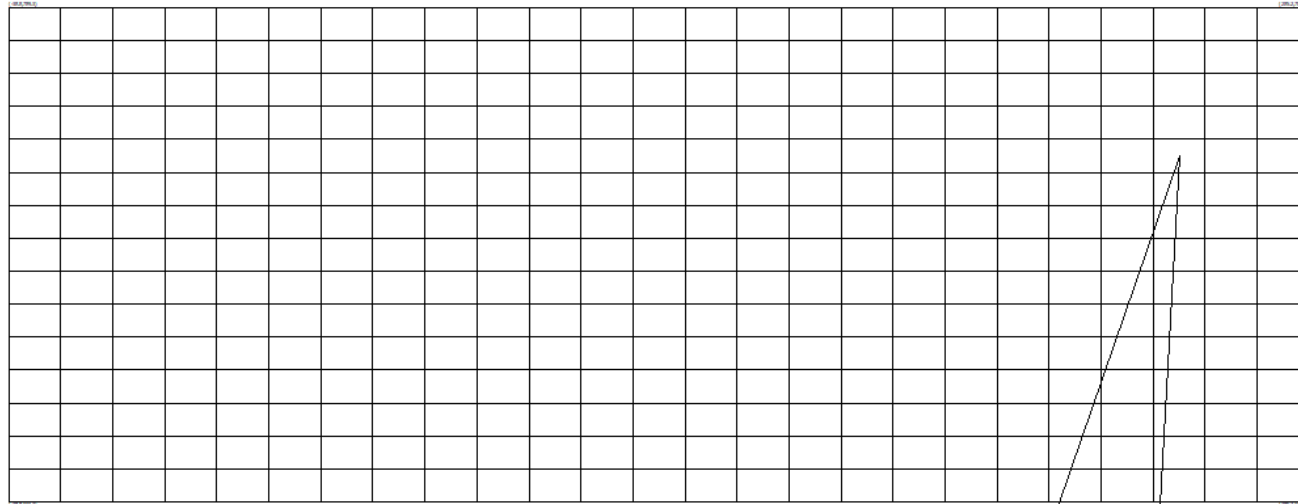
$x_c = 252.822$   $y_c = 752.361$   $R_c = 116.481$   $F_s = 2.032 (< 1.3)$

$\lambda = 0.174$

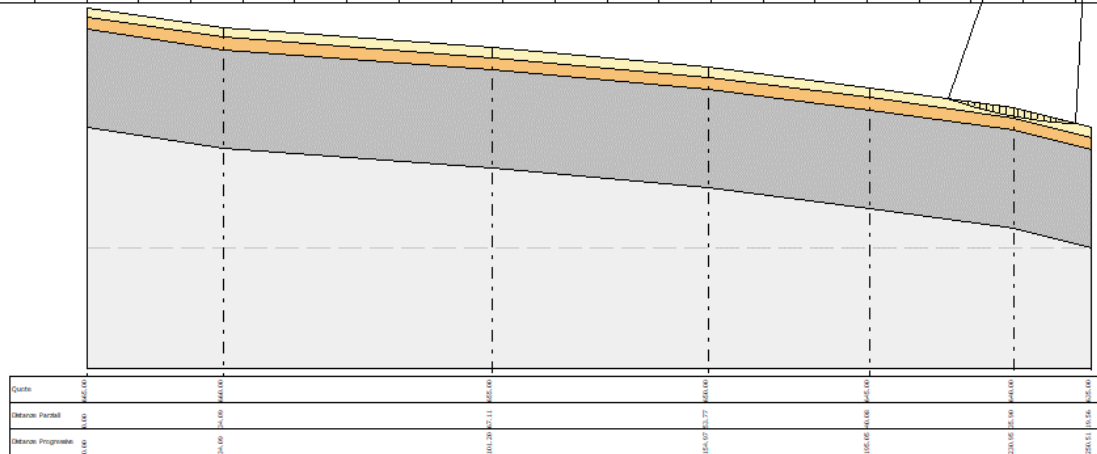
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)
1	1.58	18.61	1.66	4.37
2	1.58	17.8	1.65	12.62
3	1.58	16.99	1.65	20.18
4	1.58	16.18	1.64	27.06
5	1.58	15.37	1.63	33.29
6	1.58	14.56	1.63	38.85
7	1.58	13.78	1.62	43.77
8	1.58	12.97	1.62	48.05
9	1.58	12.19	1.61	51.7
10	1.92	11.3	1.95	66.85
11	1.24	10.52	1.26	43.41
12	1.58	9.8	1.6	52.37
13	1.58	9.03	1.6	48.47
14	1.58	8.24	1.59	43.96
15	1.58	7.46	1.59	38.85
16	1.58	6.68	1.59	33.13
17	1.58	5.9	1.58	26.81
18	1.58	5.12	1.58	19.89
19	1.58	4.33	1.58	12.38
20	1.58	3.57	1.58	4.27

#### Sforzi sui conci

Nr.	Xi (kN)	Ei (kN)	Xi-1 (kN)	Ei-1 (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)	Ui (kN)
1	0.17	0.96	0.0	0.0	4.29	2.41	0.0
2	0.11	0.6	0.17	0.96	11.96	3.48	0.0
3	-0.13	-0.75	0.11	0.6	19.12	4.48	0.0
4	-0.49	-2.8	-0.13	-0.75	25.76	5.41	0.0
5	-0.92	-5.26	-0.49	-2.8	31.85	6.26	0.0
6	-1.38	-7.9	-0.92	-5.26	37.39	7.04	0.0
7	-1.83	-10.52	-1.38	-7.9	42.33	7.73	0.0
8	-2.24	-12.89	-1.83	-10.52	46.7	8.34	0.0
9	-2.59	-14.89	-2.24	-12.89	50.45	8.86	0.0
10	-2.95	-16.96	-2.59	-14.89	65.5	11.36	0.0
11	-2.98	-17.13	-2.95	-16.96	42.68	7.38	0.0
12	-2.96	-17.03	-2.98	-17.13	51.61	9.01	0.0
13	-2.81	-16.17	-2.96	-17.03	47.86	8.48	0.0
14	-2.54	-14.63	-2.81	-16.17	43.46	7.86	0.0
15	-2.18	-12.53	-2.54	-14.63	38.43	7.14	0.0
16	-1.75	-10.03	-2.18	-12.53	32.76	6.34	0.0
17	-1.27	-7.32	-1.75	-10.03	26.47	5.45	0.0
18	-0.8	-4.58	-1.27	-7.32	19.58	4.48	0.0
19	-0.36	-2.06	-0.8	-4.58	12.1	3.42	0.0
20	0.0	0.0	-0.36	-2.06	4.03	2.28	0.0



$x_c=252.82$   $y_c=752.36$   $R_c=116.48$   $F_s=2.03$



- Terreno vegetale**  
 $g=17.5\text{ kN/m}^3$   
 $gs=18.8\text{ kN/m}^3$   
 $Fi=16^\circ$   
 $c_u=29.41\text{ kN/m}^2$
- T. limoso argilloso**  
 $g=20.9\text{ kN/m}^3$   
 $gs=23\text{ kN/m}^3$   
 $Fi=25^\circ$   
 $c_u=127\text{ kN/m}^2$
- T. con trovanti calcareo marnosi**  
 $g=25\text{ kN/m}^3$   
 $gs=25\text{ kN/m}^3$   
 $Fi=35.71^\circ$   
 $c_u=363\text{ kN/m}^2$
- Substrato roccioso**  
 $g=22.55529\text{ kN/m}^3$   
 $gs=24.51662\text{ kN/m}^3$   
 $Fi=45^\circ$   
 $c_u=350\text{ kN/m}^2$

Quota	145.00	145.00	145.00	145.00	145.00	145.00
Distanza Partenza	0.00	34.00	101.20	171.37	241.00	310.00
Distanza Fine	34.00	135.20	206.40	277.77	348.00	418.00

## CONCLUSIONI

In condizioni di progetto gli interventi di stabilizzazione assicurano sufficiente sicurezza sia in condizioni statiche, sia in condizioni sismiche.

Nella condizione naturale il coefficiente di sicurezza è espresso, come è noto, dal rapporto fra le sommatorie delle resistenze del terreno ( $T_{s_{lim}}$ ) e delle sollecitazioni indotte dal peso proprio, dal sisma e da eventuali carichi esterni ( $T_e$ ):

$$FS = \frac{T_{s_{lim}}}{T_e}$$

Le opere di sostegno assicurano subito, attraverso la resistenza strutturale, un decremento del denominatore del coefficiente di sicurezza globale.

Sono state eseguite verifiche "al coefficiente di sicurezza globale", imponendo un coefficiente di sicurezza minimo di 1,3 in condizioni statiche.

Tutte le verifiche eseguite alle condizioni stato di fatto risultano soddisfatte.