



REGIONE SICILIANA



COMMITTENTE: 		RWE RENEWABLES ITALIA S.R.L. via A. Doria, 41/G - 00192 ROMA (RM) P.IVA/C.F. 06400370968 pec: rwerenewablesitaliasrl@legalmail.it					
Titolo del Progetto: <h2 style="text-align: center;">PARCO EOLICO CONTESSA</h2>							
Documento: Studi ambientali, geologici, agronomici ed archeologici			N° Documento: PECO-A-0402				
ID PROGETTO:	PECO	DISCIPLINA:	A	TIPOLOGIA:	R	FORMATO:	A4
TITOLO: <h2 style="text-align: center;">Relazione geologica</h2>							
FOGLIO:	1 di 1	SCALA:	1:10.000	FILE:	PECO-A-0402.pdf		
Il Progettista: Ing. Riccardo Cangelosi  			Redattori SIA: Dott. Gualtiero Bellomo Ing. Claudio Giannobile Prof. Vittorio Amadio Guidi Dott. Fabio Interrante Dott.ssa Maria Antonietta VAMIRGEOIND Dott. Sebastiano Muratore VAMIRGEOIND AMBIENTE GEOLOGIA E GEOFISICA s.r.l. Direttore Tecnico Dott.ssa MARINO MARIA ANTONIETTA				
Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato		
00	marzo/2021	PRIMA EMISSIONE	VAMIRGEOIND	VAMIRGEOIND	RWE		

REGIONE SICILIA

COMUNI DI CONTESSA ENTELLINA (PA), SANTA MARGHERITA BELICE (AG) – MONTEVAGO (AG) E PARTANNA (TP)

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO

Committente: RWE RENEWABLES ITALIA S.R.L.

RELAZIONE GEOLOGICA

1. PREMESSE

Su incarico di RWE Renewables Italia S.r.l. è stato eseguito il presente studio geologico-tecnico per il progetto definitivo indicato in epigrafe che, in ossequio a quanto descritto nelle normative vigenti in materia (D.M. 17/01/2018), prevede l'esecuzione di tutti i rilievi, le indagini e le prove tecniche necessarie per:

- determinare la costituzione geologica dell'area interessata dal progetto;
- studiarne le caratteristiche geomorfologiche con particolare riguardo alle condizioni di stabilità dei versanti;
- definire l'assetto idrogeologico con riguardo alla circolazione idrica superficiale e sotterranea;
- individuare tutte le problematiche geologico-tecniche che possono interferire con le opere in progetto;

- indicare, in linea di prima approssimazione, eventuali opere di consolidamento o presidio per garantire la realizzazione ottimale delle opere in progetto;
- determinare, in linea di prima approssimazione, le caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni con maggiore interesse a quelle che più da vicino riguardano gli aspetti progettuali;
- verificare l'eventuale presenza di problematiche legate a fenomeni di liquefazione;
- indicare un programma di indagini geognostiche e geotecniche da eseguire nelle successive fasi di progettazione esecutiva.

Lo studio è stato, quindi, articolato come segue:

a) Studio geologico dell'area interessata comprendente la descrizione delle formazioni geologiche presenti, delle loro caratteristiche litologiche, dei reciproci rapporti di giacitura, dei loro spessori, nonché l'indicazione di tutti i lineamenti tettonici.

b) Studio geomorfologico dell'area interessata comprendente la descrizione dei principali lineamenti morfologici, degli eventuali fenomeni di erosione e dissesto, dei principali processi indotti da antropizzazione.

c) Studio idrogeologico dell'area interessata comprendente la descrizione dei lineamenti essenziali sulla circolazione idrica superficiale e sotterranea in relazione alla loro interferenza con le problematiche geotecniche ed all'individuazione delle aree soggette ad esondazione.

d) Studio delle pericolosità geologiche dell'area interessata comprendente tutto quanto necessario ad evidenziare le aree interessate da "pericolosità geologiche" quali frane, colate, crolli, erosioni, esondazioni, rappresentando, cioè, un'attenta analisi ed interpretazione degli studi precedenti.

e) Studio della pericolosità sismica locale atto ad evidenziare le aree con particolari problematiche sismiche e tali da poter provocare fenomeni di amplificazione, liquefazione, cedimenti ed instabilità.

Da quanto detto prima si evince che in una prima fase il nostro lavoro è stato organizzato eseguendo numerosi sopralluoghi finalizzati allo studio di una zona più vasta rispetto a quella direttamente interessata dal progetto per inquadrare, in una più ampia visione geologica, la locale situazione geostrutturale.

Nostro interesse era, inoltre, quello di definire l'habitus geomorfologico e l'assetto idrogeologico concentrando la nostra attenzione sulle condizioni di stabilità dei versanti, sullo stato degli agenti morfogenetici attivi e sulla presenza e profondità di eventuali falde freatiche.

Per la caratterizzazione della serie stratigrafica locale, per l'individuazione delle profondità del livello piezometrico e per la definizione delle problematiche sismiche delle aree in studio, in questa prima fase di lavoro, sono stati realizzati/installati.

- ⇒ n. 1 sondaggio meccanico a carotaggio continuo denominato "S3" di profondità pari a 30 mt. in corrispondenza dell'aerogeneratore PECO03;
- ⇒ n. 1 sondaggio meccanico a carotaggio continuo denominato "S9" di profondità pari a 30 mt. in corrispondenza dell'aerogeneratore PECO09;
- ⇒ n. 1 piezometro a tubo aperto in corrispondenza dell'aerogeneratore PECO03;
- ⇒ n. 1 piezometro a tubo aperto in corrispondenza dell'aerogeneratore PECO09;

⇒ n. 11 sondaggi di sismica passiva (tromografia) per definire le velocità delle onde sismiche V_s nei primi 30 m di profondità dal p.c. in corrispondenza degli aerogeneratori PECO01, PECO02, PECO03, PECO04, PECO05, PECO06, PECO07, PECO08, PECO09, PECO10 e in corrispondenza della sottostazione.

Per la caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni sono state, inoltre, eseguite prove in laboratorio su n. 5 campioni indisturbati e n. 1 prova penetrometriche "SPT" in situ.

I risultati sono visibili negli allegati riportati nei capitoli successivi.

Il presente progetto prevede la realizzazione di:

- a. **Parco eolico** costituito da n. 10 aerogeneratori;
- b. **Cavidotto** di collegamento tra gli aerogeneratori ed alla sottostazione elettrica;
- c. **Sottostazione elettrica.**

Con i dati in nostro possesso, abbiamo redatto la presente relazione geologico-tecnica corredata dai seguenti elaborati:

- ✓ n. 2 carte geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche con l'ubicazione delle indagini geognostiche eseguite in scala 1/10.000 (fuori testo);
- ✓ n. 5 carte relative al P.A.I. piano di assetto idrogeologico (fuori testo);
- ✓ colonne stratigrafiche dei sondaggi geognostici S3 ed S9 con relativa documentazione fotografica;
- ✓ elaborati delle prove geotecniche eseguite;
- ✓ elaborati interpretativi delle prove S.P.T. eseguite;
- ✓ elaborati relativi ai sondaggi di sismica passiva a stazione singola (tromografia) denominati T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7,

T8, T9, T10 e TSOTT con la relativa documentazione fotografica.

I risultati e le ipotesi geologiche formulate in questa sede sono da confermare con l'esecuzione delle indagini indicate nell'apposito capitolo, nella successiva fase di progettazione esecutiva. Si ritiene, infatti, che in fase di progetto esecutivo e di calcolo delle strutture di fondazione si renderà necessario integrare le indagini con la realizzazione di un sondaggio e relative prove geotecniche in situ ed in laboratorio in corrispondenza di ciascun aerogeneratore e della sottostazione nell'esatta posizione in cui, a valle dell'iter autorizzativo, saranno effettivamente realizzati ed alcuni pozzetti esplorativi in corrispondenza dei tracciati dei cavidotti.

2. *CONSIDERAZIONI GEOLOGICHE*

Lo studio geologico, di insieme e di dettaglio, è stato realizzato conducendo inizialmente la necessaria ricerca bibliografica sulla letteratura geologica esistente, la raccolta ed il riesame critico dei dati disponibili ed, infine, una campagna di rilievi effettuati direttamente nell'area strettamente interessata dallo studio.

L'insieme dei terreni presenti, delle relative aree di affioramento e dei rapporti stratigrafici e strutturali è riportato nella carta geologica allegata alla presente relazione.

I tipi litologici affioranti nell'area studiata sono riferibili ad un ampio periodo di tempo che va dall'Oligocene medio - superiore all'Olocene e che distinguiamo dal più recente al più antico:

- **DEPOSITI ELUVIO-COLLUVIALI (Pleistocene sup. Olocene):** si tratta di coperture detritiche dovute ad alterazione "in situ" o depositi mobilizzati da processi di ruscellamento, costituiti da clasti eterometrici di varia litologia in matrice pelitica e/o sabbiosa.
- **DETRITI DI FALDA (Olocene):** sono costituiti da materiale eterometrico caratterizzato dalla presenza di blocchi angolosi di varia natura immersi in matrice sabbio limosa.
- **DEPOSITI ALLUVIONALI (Olocene):** si tratta prevalentemente di rocce sciolte costituite da limi, silt, ghiaie, sabbie e sabbie limose con inclusi sporadici blocchi con giacitura sub-orizzontale. Le sabbie presentano granulometria variabile da fine a grossolana. Le ghiaie sono caratterizzate da sporadici clasti quarzarenitici arrotondati di dimensioni da millimetriche a decimetriche.

- **DEPOSITI ALLUVIONALI TERRAZZATI (Pleistocene sup.):**
sono costituiti prevalentemente da un'alternanza di ortoconglomerati e paraconglomerati di natura calcarea, immersi in matrice arenitico-siltosa. A luoghi sono presenti corpi lentiformi di conglomerati poligenici eterometrici e livelli di ghiaie.
- **FM. AGRIGENTO (Santerniano):** si tratta di sublitareniti, biocalcareni e biocalciruditi con ricche associazioni di molluschi e con intercalazioni sabbiose, contenenti microfaune banali e malacofaune ad *Artica islandica* (L.) e marno-argillose grigio-azzurre.
- **COMPLESSO CALCARENITICO SABBIOSO (Pliocene):** E' prevalentemente costituito da sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi con intercalazioni di strati e banchi calcarenitici di colore biancastro.
- **FM. MARNOSO ARENACEA DEL BELICE (Piacenziano-Gelasiano):** si tratta di argille ed argille marnose grigio-azzurre con foraminiferi planctonici con intercalazioni di sabbie, arenarie torbiditiche e biocalcareni a molluschi.
- **TRUBI (Zancleano - Piacenziano inf.):** si tratta di marne e calcari marnosi bianchi a foraminiferi planctonici (*Globigerine*).
- **FM. PASQUASIA (Messiniano):** E' costituita da calcari bianchi marnosi con ostracodi e gasteropodi con locali intercalazioni di calciruditi grossolane, con clasti angolosi di marne calcaree;
- **FM. CATTOLICA (Messiniano):** si tratta di una formazione prevalentemente costituita da gessi selenitici passanti lateralmente a gessi alabastrini;
- **FM. CIMINNA (Tortoniano-Messiniano inf.):** si tratta di marne e marne sabbiose brune con microfaune a foraminiferi con la presenza di lenti di gessi selenitici e gessi alabastrini;

➤ **FM. TERRAVECCHIA (Tortoniano-Messiniano inf.):** Questa formazione è stata introdotta da Schmidt di Friedberg nel 1962 e prende il nome dalla località tipo: il fianco settentrionale di Cozzo Terravecchia, circa 2 km a nord di S. Caterina Villaerosa. I depositi sono costituiti in basso da una sequenza conglomeratica più o meno potente, passante verso l'alto a sabbie, arenarie, molasse calcaree, molasse dolomitiche, quindi ad argille ed argille marnose, spesso siltose, ricche di livelli sabbiosi di potenza variabile, talora anche con lenti conglomeratiche. Si distinguono due litofacies tipiche:

1. **Litofacies sabbioso-arenacea-conglomeratica:** comprende le sequenze prevalentemente sabbiose, arenacee e conglomeratiche presenti nella formazione. I conglomerati sono costituiti da conglomerati poligenici e ghiaie con elementi a spigoli arrotondati di natura arenacea e quarzarenitica. La sequenza continua con le sabbie e/o arenarie in cui si distinguono sabbie, sabbie limose ed arenarie, di colore da giallastro al tabacco, limi sabbiosi e sabbie limose. In particolare si rinvencono sabbie quarzose da bruno giallastre a rossastre, in genere incoerenti o debolmente cementate, cui si alternano banchi di arenarie quarzose e sottili livelli conglomeratici con ciottoli appiattiti.

2. **Litofacies argilloso-marnosa:** Si tratta di argille ed argille sabbiose, di colore grigio e tabacco, con intercalati sottili livelli sabbiosi che ne marcano la stratificazione e da marne e marne argillose con tenori variabili di sabbie quarzose con foraminiferi planctonici passanti verso l'alto a marne e marne sabbiose brune a foraminiferi. Dal punto di vista mineralogico sono costituite da un

abbondante scheletro sabbioso in cui prevalgono quarzo, gesso, calcite, tracce di dolomite, feldspati, pirite, ossidi di ferro, mentre la frazione argillosa è costituita da kaolinite, illite e scarsa clorite, cui si aggiungono in minori quantità interlaminazioni illitiche-montmorillonitiche. La tessitura è brecciata e talora a scaglie; la stratificazione è marcata dai sottili livelli sabbiosi intercalati. Le argille spesso si presentano piuttosto tettonizzate con giunti variamente orientati con superfici lucide.

- **FM. MARNE DI SAN CIPIRELLO (Langhiano sup. - Tortoniano inf.):** si tratta di marne grigio-azzurrognole contenenti modesti tenori di sabbie quarzose.
- **CALCARENITI DI CORLEONE (Aquitano sup. - Langhiano inf.):** si tratta di biocalcareniti ed arenarie quarzose glauconitiche alternate a marne e marne sabbiose bruno-verdastre contenenti foraminiferi planctonici.
- **COMPLESSO ARGILLOSO (Miocene):** sono rocce di deposizione marina riferibili ad ambienti profondi. Sono plastiche e prevalentemente costituite da argille grigie con intercalati livelli e strati sabbiosi. La frazione alterata è costituita da limi di colore grigio-marrone con tracce di alterazione sabbiose ed argille grigie con venature limose di colore marrone. Il complesso argilloso si presenta normalconsolidato di consistenza da scarsa a media anche in profondità, la struttura è omogenea.
- **FM. RAGUSA – Membro Leonardo (Oligocene medio-sup.):** Calcari marnosi biancastri in spessi banchi che si alternano a marne bianche o grigiastre.

In questa fase di studio, sono stati eseguiti i sondaggi geognostici in corrispondenza dei punti S3 ed S9 che sono i più rappresentativi dell'intera area di progetto.

Dall'analisi della carta geologica e dai rilievi eseguiti in campagna, nonché dalle indagini sismiche eseguite in corrispondenza di ciascun aerogeneratore si evince che il modello geologico del sondaggio S3 è assimilabile a quello degli aerogeneratori PECO_01, PECO_02, PECO_03, PECO_04 e PECO_05, mentre il modello geologico del sondaggio S9 è assimilabile a quella degli aerogeneratori PECO_07, PECO_08, PECO_09 e PECO_10.

In corrispondenza dell'aerogeneratore PECO_06 invece sono presenti i terreni afferenti ai Depositi terrazzati che poggiano sulla Fm. Terravecchia.

Di seguito sono descritti i litotipi intercettati durante l'esecuzione dei sondaggi ritenuti rappresentativi.

Il sondaggio S3 è stato eseguito in corrispondenza dell'affioramento della Fm. Ciminna costituita prevalentemente da un esiguo spessore di circa 1 m di limi sabbiosi di colore giallastro, mediamente consistenti, a struttura omogenea che poggiano sui limi argillosi a tratti debolmente sabbiosi, a struttura alterata e rimaneggiati, scarsamente consistenti, di colore variabile dall'ocra al grigio con intercalati livelli di colore nerastro dovuti alla presenza di sostanza organica in decomposizione. I limi sopra descritti sono stati intercettati fino alla profondità di 9.50 m dal p.c.

Seguono, fino alla profondità di 20.00 m, le argille sabbiose e sabbie argillose, consistenti, con intercalati strati di gessi micro e macro cristallini molto fratturati.

Da 20.00 a 30.00 m si riscontra la presenza di gessi microcristallini, fratturati, con intercalati livelli di sabbie gessose molto addensate.

L'area dove verrà realizzata l'aerogeneratore PECO_6 è caratterizzata dall'affioramento dei depositi alluvionali terrazzati costituiti da conglomerati immersi in matrice arenitico siltosa che poggiano sulla frazione argillo-marnosa della Fm. Terravecchia.

Detta Formazione è costituita prevalentemente da argille ed argille sabbiose, di colore grigio e tabacco, con intercalati sottili livelli sabbiosi che ne marcano la stratificazione e da marne e marne argillose con tenori variabili di sabbie quarzose con foraminiferi planctonici passanti verso l'alto a marne e marne sabbiose brune.

L'area dove è stato realizzato il sondaggio S9 è riferibile alla Fm. Marnoso – Arenacea del Belice costituita prevalentemente da sabbie fini e sabbie fini limose di colore ocra, scarsamente addensate presenti fino a circa 4.50 dal p.c. Questi terreni poggiano sulle argille ed argille sabbiose debolmente limose a struttura omogenea di colore grigio, da mediamente consistenti a consistenti, con intercalati strati di sabbie fini, calcareniti e calciruditi cementate e fossilifere che si presentano alterate per uno spessore di circa 3 m. Tale formazione si intercetta sino alla profondità di 30 m. Da evidenziare la presenza di uno strato calcarenitico/calciruditico cementato di colore ocra alla profondità compresa tra 14.70 e 17.50.

Tutti i suddetti terreni sono ricoperti da uno spessore variabile tra circa 0.5 e 3.00 m di terreno vegetale poco consistente e scarsamente addensato.

Per maggiori dettagli si rimanda alle stratigrafie allegate.

3. *CONSIDERAZIONI GEOMORFOLOGICHE*

Da un punto di vista geomorfologico, l'area vasta in cui sono ubicate le opere in progetto può essere divisa in due settori: un settore orientale ed un settore occidentale separati dall'attraversamento del Fiume Belice.

Nel settore occidentale l'habitus geomorfologico è piuttosto regolare e costituito da un paesaggio contraddistinto da terrazzi marini formatisi durante il Plio-Pleistocene e caratterizzati dall'affioramento dei terreni riferibili al complesso calcarenitico – sabbioso, mentre il settore orientale risulta tormentato e caratterizzato da valli circondate da rilievi a differente andamento morfologico.

Infatti, da un lato le litologie di tipo pseudocoerente, che sono rappresentate dai termini argillo-marnosi, affiorano in corrispondenza di rilievi dall'andamento dolce e mammellonare, dall'altro quelle coerenti, ovvero le litologie conglomeratiche, calcaree e gessose danno luogo a rilievi molto più acclivi e dall'andamento accidentato.

È quindi, possibile effettuare una prima grande distinzione in quattro zone ad assetto morfologico generale differente:

- ❖ una zona nella quale affiorano i termini argillosi e sabbiosi, caratterizzata da rilievi collinari a morfologia arrotondata con versanti da poco a mediamente acclivi, con frequenti fenomeni geodinamici sia attivi che quiescenti anche di notevoli proporzioni;
- ❖ una zona in cui affiorano i termini conglomeratici, gessosi, trubacei, calcarei caratterizzata da rilievi acclivi a morfologia piuttosto accidentata, con frequenti rotture di pendenza e generalmente stabili;

- ❖ una zona di fondovalle stabile dove affiorano i termini alluvionali recenti caratterizzati dalla presenza di limi sabbiosi, sabbie e ghiaie;
- ❖ una zona sub-pianeggiante stabile dove affiorano i termini alluvionali terrazzati e calcarenitico-sabbiosi plio-pleistocenici.

Questa marcata differenziazione di origine “strutturale” viene ulteriormente accentuata dalla cosiddetta “erosione selettiva”, ossia dalla differente risposta dei terreni agli agenti morfogenetici, che nel sistema morfoclimatico attuale sono dati essenzialmente dalle acque di precipitazione meteorica e da quelle di scorrimento superficiale.

Le litologie più coerenti vengono erose in misura più ridotta e tendono, quindi, a risaltare nei confronti delle circostanti litologie pseudo-coerenti o incoerenti.

I processi morfodinamici prevalenti nel sistema morfoclimatico attuale vedono, infatti, come agente dominante l'acqua, sia per quanto riguarda i processi legati all'azione del ruscellamento ad opera delle acque selvagge, che per i processi di erosione e/o sedimentazione operati dalle acque incanalate.

Sono essenzialmente i processi fluviali quelli che hanno esplicito e tutt'ora esplicito un ruolo fondamentale nell'evoluzione geomorfologica dell'area.

Per quanto riguarda i processi fluviali, il reticolato idrografico risulta organizzato in maniera abbastanza indipendente da discontinuità iniziali, con un pattern molto articolato dove affiorano i materiali fini da poco permeabili ad impermeabili, mentre diventa poco articolato in corrispondenza delle aree caratterizzate dalla presenza di litologie calcaree,

gessose, sabbiose e conglomeratiche permeabili, come desumibile dal rilievo aerofotogeologico.

Per quanto concerne le forme di dissesto legate ai movimenti franosi presenti nei versanti interessati dalle opere in progetto si mette in evidenza che tramite il P.A.I. ed i rilievi di superficie, integrati dallo studio delle fotografie aeree del territorio, sono state individuate alcune aree coinvolte da fenomeni di instabilità che si distinguono in:

1. Frane di tipo “scivolamento” attive e quiescenti;
2. Frane di tipo “franosità diffusa” attive e quiescenti;
3. Frane di tipo “colamenti lenti” attivi;
4. Frane complesse attive, inattive e quiescenti;
5. Frane di tipo “crollo” attive, in corrispondenza della “Rocca Entella” ad elevata distanza dall’impianto e dalle opere in progetto.

Le frane di cui ai punti 1 sono generalmente scoscendimenti di varie proporzioni all’interno dei quali si sono innescati, successivamente, fenomeni di colate di fango superficiali. Mentre il movimento principale ha spessori anche notevoli, i movimenti secondari sono più superficiali e legati all’azione delle acque.

I fenomeni gravitativi di cui ai punti 2 sono aree caratterizzate da un elevato grado di franosità di varie tipologie (colamenti, smottamenti, ect.) spesso interferenti tra loro. Si tratta, comunque, di fenomeni di modesta entità.

I fenomeni di cui al punto 3 sono, invece, esclusivamente legati all’azione delle acque essendo legati al fatto che la coltre superficiale dei terreni argillosi e sabbiosi incoerenti, denudati dall’azione erosiva di versante e fortemente alterati, si imbibisce durante i periodi di piogge

prolungate e si trasforma in un fluido che tende a muoversi verso valle anche con pendenze limitate.

In tal senso molto pericolose sono le frane di questo tipo anche quando quiescenti, soprattutto per il cavidotto.

Le frane del tipo 4 sono quelle caratterizzate da diffusi dissesti, anche se spesso di limitate estensioni, comprese quelle già descritte.

Con questa terminologia si sono, infatti, indicate tutte quelle aree caratterizzate da varie forme di movimenti gravitativi che spesso non interessano spessori consistenti ma sono di notevole pericolosità per la realizzazione dell'opera in progetto, anche in relazione alla notevole estensione areale dei fenomeni franosi.

Inoltre nell'area vasta sono state rilevate per il presente studio numerose “Aree a franosità diffusa” interessate da un'attività geodinamica piuttosto spinta che si sviluppa gradualmente seguendo alcuni stadi: in un primo tempo si ha un'*erosione diffusa*, ad opera del velo d'acqua che bagna la superficie secondo la linea di massima pendenza; in seguito si genera la cosiddetta *erosione per rigagnoli*, in cui l'erosione si concentra nei solchi generati dalla precedente erosione ed in cui scorre l'acqua; infine si ha l'*erosione a solchi*, in cui l'acqua è riuscita a scavare nel terreno incisioni profonde.

Per quanto riguarda le opere in progetto, di seguito sono indicati alcuni dissesti che possono interessare alcuni aerogeneratori ed alcuni tratti di cavidotto.

In particolare le aree di seguito indicate sono interessate da “Aree a franosità diffuse” che bisogna tenere nella dovuta considerazione nella scelta delle fondazioni al fine di evitare che l'evoluzione retrogressiva dello stesso fenomeno possa in futuro interferire con le stesse.

In particolare:

- ✓ il versante a Ovest dell'Aerogeneratore PECO_07;
- ✓ i versanti ad est ed a Ovest dell'Aerogeneratore PECO_06;
- ✓ il versante a Nord-est dell'Aerogeneratore PECO_03.
- ✓ n.1 tratto di cavidotto tra gli Aerogeneratori PECO_02 e PECO_03;
- ✓ n.2 tratti di cavidotto tra gli Aerogeneratori PECO_03 e PECO_06;
- ✓ n. 3 tratti di cavidotto a sud di Cozzo Caparrina.

Si tratta di fenomeni geodinamici che non ostano la realizzazione degli aerogeneratori ma che devono essere studiati approfonditamente in fase di progettazione esecutiva a valle dell'autorizzazione per poter prevedere tutte quelle opere di ingegneria naturalistica necessarie a mitigare ed annullare l'attività erosiva che ha causato i suddetti fenomeni.

Le aree dell'impianto eolico non sono interessate da dissesti indicati dal P.A.I. come a rischio e pericolosità geomorfologica ed idraulica, mentre il cavidotto, nel tratto compreso tra il Fiume Belice e lo scorrimento veloce Palermo-Sciacca, attraversa aree interessate da dissesti indicati dal P.A.I. come:

- frane complesse quiescenti e stabilizzate;
- colamento lento attivo e quiescente;
- soliflusso attivo;
- franosità diffusa attiva.

Anche in questo caso si tratta di fenomeni che non ostano la realizzazione dell'opera ma nella progettazione esecutiva delle opere accessorie (viabilità, piazzole, cavidotto) si dovrà prevedere qualche intervento di ingegneria naturalistica al fine di evitare che un'eventuale

evoluzione dei fenomeni geodinamici possa in futuro danneggiare il cavidotto, la viabilità e l'area delle piazzole e degli aerogeneratori sopra citati, tenendo conto che, nelle vicinanze degli aerogeneratori, della piazzola e della viabilità di accesso, tali fenomenologie geodinamiche coinvolgono prevalentemente la coltre alterata superficiale.

Dal punto di vista idrogeologico l'area in studio è caratterizzata dall'affioramento di terreni diversi che, da un punto di vista idrogeologico, abbiamo suddiviso in 4 tipi di permeabilità prevalente:

- ❖ **Rocce permeabili per porosità:** Si tratta di rocce incoerenti e coerenti caratterizzate da una permeabilità per porosità che varia al variare del grado di cementazione e delle dimensioni granulometriche dei terreni presenti. In particolare la permeabilità risulta essere media nella frazione calcarenitica cementata ed in quella sabbiosa fine mentre tende ad aumentare nei livelli sabbiosi grossolani e ghiaiosi. Di conseguenza la circolazione idrica sotterranea è discontinua con livelli acquiferi sospesi. Rientrano in questo complesso i terreni afferenti ai depositi eluvio-colluviali, al detrito di falda, ai depositi alluvionali in evoluzione e terrazzati, al Complesso Calcarenitico-sabbioso, alla frazione arenitica della Formazione Marnoso Arenacea del Belice, alla frazione tripolacea della Fm. Ciminna e della Fm. Terravecchia e alle Calcareniti di Corleone.
- ❖ **Rocce impermeabili:** Questo complesso è costituito dalle argille che presentano fessure o pori di piccole dimensioni in cui l'infiltrazione si esplica tanto lentamente da essere considerate praticamente impermeabili. Si mette in evidenza, però, che l'acqua, riuscendo a permeare la frazione alterata superficiale ed aumentare le pressioni neutre, tende a destrutturare la frazione alterata azzerando la coesione e rendendola

soggetta a possibili movimenti gravitativi lungo i versanti. Rientrano in questo complesso i terreni afferenti al Complesso argilloso mioce-nico, alla frazione argillosa e marnosa della Formazione Marnoso Arenacea del Belice e delle Fm. Terravecchia, alla Fm. Ciminna ed alle Marne di San Cipirello.

❖ **Rocce poco permeabili per porosità e fratturazione:** Sono i trubi. Si tratta di rocce che presentano fratture e pori di piccole dimensioni in cui l'infiltrazione si esplica lentamente da essere considerate con permeabilità bassa per porosità e fratturazione. Questi terreni possono essere interessati da falde idriche a carattere stagionale che si riscontrano soltanto nelle coltri superficiali alterate.

❖ **Rocce permeabili per fratturazione e carsismo:** Questa categoria comprende quelle rocce caratterizzate da una bassa o nulla porosità primaria ma che acquistano una permeabilità notevole a causa della fratturazione secondaria piuttosto articolata e dei fenomeni carsici per dissoluzione. Appartengono a questa categoria i litotipi afferenti alla Fm. Ragusa, alla Fm. di Pasquasia ed alla Fm. di Cattolica.

Nello specifico dalle misure acquisite all'interno dei piezometri installati in corrispondenza dei sondaggi S3 ed S9 la presenza della falda freatica è stata rinvenuta alle profondità rispettivamente di 18 m e 16 m.

E', però, presumibile che nel periodo delle piogge invernali la parte rimaneggiata ed alterata possa essere in condizioni di saturazione per il notevole potere di assorbimento che caratterizza le porzioni superficiali dei complessi argillo-marnosi.

Infine, il P.A.I., include il tratto di cavidotto che attraversa il fiume Belice all'interno di un'area caratterizzata da pericolosità idraulica P4 per fenomeni di esondazione ma essendo completamente interrato e realizzato

VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.

Relazione Geologica – Progetto per la realizzazione di un parco eolico nei territori di Contessa Entellina (Pa), Santa Margherita Belice (Ag), Montevago (Ag) e Partanna (Tp)

con la tecnica del microtunnelling tale rischio non crea alcun problema all'opera in progetto.

4. INDAGINI ESEGUITE

Come accennato nelle premesse, per la caratterizzazione della serie stratigrafica locale, per l'individuazione delle profondità del livello piezometrico e per la definizione delle problematiche sismiche delle aree in studio in questa prima fase di lavoro, sono stati realizzati/installati:

- ⇒ n. 1 sondaggio meccanico a carotaggio continuo denominato "S3" di profondità pari a 30 mt. in corrispondenza dell'aerogeneratore PECO03;
- ⇒ n. 1 sondaggio meccanico a carotaggio continuo denominato "S9" di profondità pari a 30 mt. in corrispondenza dell'aerogeneratore PECO9;
- ⇒ n. 1 piezometro a tubo aperto in corrispondenza dell'aerogeneratore PECO03;
- ⇒ n. 1 piezometro a tubo aperto in corrispondenza dell'aerogeneratore PECO9;
- ⇒ n. 1 prove S.P.T. in foro;
- ⇒ n. 11 sondaggi di sismica passiva (tomografia) per definire le velocità delle onde sismiche V_s nei primi 30 m di profondità dal p.c. in corrispondenza degli aerogeneratori PECO01, PECO02, PECO03, PECO04, PECO05, PECO06, PECO07, PECO08, PECO09, PECO10 ed in corrispondenza della sottostazione.

4.1 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Le campagne geognostiche indicate nel capitolo precedente si sono sviluppate nel modo seguente:

- ❖ n. 2 sondaggi meccanici a carotaggio continuo della profondità pari a mt. 30;
- ❖ n. 2 piezometri a tubo aperto;
- ❖ prelievo di 3 campioni indisturbati;
- ❖ n. 1 prove dinamiche discontinue (SPT) in foro.

Le carote estratte durante le perforazioni sono state alloggiare in apposite cassette catalogatrici e conservate presso la sottostazione di Santa Ninfa di proprietà del Committente.

Vengono di seguito riportati in dettaglio i dati emersi nel corso dei lavori e le caratteristiche dei mezzi impiegati.

Le campagne d'indagini geognostiche, sono finalizzate a:

- ricostruire la stratigrafia di dettaglio;
- definire l'assetto geologico profondo della zona di progetto;
- accertare l'eventuale presenza di falde freatiche nei terreni interessati;
- caratterizzare da un punto di vista geologico-tecnico il substrato interessato delle opere di progetto.

Le perforazioni sono state eseguite mediante macchine perforatrici munite di centralina integrata ed operanti a rotazione ed avanzamento oleodinamico, aventi le seguenti caratteristiche:

Perforatrice Idraulica EGT Mod. MD 710.3:

- 1) Coppia testa di rotazione 1500 Kgm;
- 2) Giri testa di rotazione 0÷360 min.;

3) *Tiro – Spinta 6.000 Kg.*

Le perforazioni sono state eseguite adottando la tecnica della conservazione del nucleo per tutto lo spessore indagato, con l'ausilio di tubi carotieri semplici, doppi e con corone diamantate aventi diametro esterno pari 101,6 mm e diametro interno pari a 88,8 mm con lunghezza di 2,00 e 3,00 metri; tutte le manovre sono state eseguite con l'ausilio di aste di perforazione di diametro 76 mm, lunghezza 1,50 metri.

La stabilizzazione delle pareti del foro è stata ottenuta mediante l'uso di tubazione di rivestimento di acciaio di spessore standard.

Tutti i dati relativi a ciascuno dei sondaggi geognostici eseguiti sono riportati in dettaglio, in moduli stratigrafici, contenenti i seguenti dati:

- ❖ profondità;
- ❖ scala di rappresentazione;
- ❖ spessore degli strati;
- ❖ simbolo grafico;
- ❖ descrizione stratigrafica;
- ❖ profondità di prelievo dei campioni;
- ❖ profondità delle prove SPT;
- ❖ profondità del livello piezometrico;
- ❖ rappresentazione schematica del piezometro.



Profondità m	Spessore m	Stratigrafica AGI-77	Descrizione e Classificazione del Terreno AGI 77 Cap. 4	Recupero Carota %			R.Q.D. %		Campioni m	Cassette n°/m	Corona Metodo Tipo Carotiere mm	Rivestimento mm	Strumentazione in foro m	Pocket Pen. Tonvane daN/cm²	Falda m	Prove in Foro	Note
				30	60	90	30	60									
2,00	2,00		Terreno vegetale e materiale alterato.														
3,00	1,00		Limi sabbiosi di colore giallastro, mediamente consistente, a struttura omogenea.							F-C1 2,50							n°1 2,50 SPT A 4 4 3
9,50	6,50		Limi argillosi a tratti debolmente sabbiosi, a struttura alterata e rimaneggiato, scarsamente consistenti, di colore variabile dall'ocra al grigio con intercalati livelli di colore nerastro dovuti alla presenza di sostanza organica in decomposizione.							1 5,00							
20,00	11,50		Argille sabbiose e Sabbie argillose, consistenti, con intercalati strati di gessi micro e macro cristallini molto fratturati							2 9,00 F-C2 9,40 10,00 CC D A 101							
30,00			Gessi microcristallini, fratturati, con intercalati livelli di sabbie gessose molto addensate.							3 15,00							
										4 20,00							
										5 25,00							
										6 30,00 CC W A 101							
			-Fine Sondaggio -							127							

Il Geologo: Dott. Gualtiero Bellomo

Abbr.: Campionatore: F=Shelby; D=Denison; O=Ostemberg; C=Craps; A=Altri Carotiere:

A=Semplice B=Doppio E= Ambientale C=Altri;

Metodo di Perforazione: CC=Carotaggio Continuo DN=Distruzione di Nucleo Corona W=Widia D=Diamante S.P.T. Punta A=Aperta C=Chiusa"

Data Inizio 09/10/2019 Data Fine 10/10/2019

Tipo attrezzatura: EGT VD 710.01

Sondaggio n° S03



Postazione Macchina Operatrice

Sondaggio n° S03



Sondaggio n° S03 Cassetta Catalogatrice n° 1 da 0,00 m 5,00

Sondaggio n° S03



Sondaggio n° S03 Cassetta Catalogatrice n° 2 da 5,00 m 10,00



Sondaggio n° S03 Cassetta Catalogatrice n° 3 da 10,00 m 15,00

Sondaggio n° S03



Sondaggio n° S03 Cassetta Catalogatrice n° 4 da 15,00 m 20,00



Sondaggio n° S03 Cassetta Catalogatrice n° 5 da 20,00 m 25,00

Sondaggio n° S03



Sondaggio n° S03 Cassetta Catalogatrice n° 6 da 25,00 m 30,00



Sondaggio n° S03 Pozzatte di protezione strumentazione geotecnica



Profondità m	Spessore m	Stratigrafica AGI-77	Descrizione e Classificazione del Terreno AGI 77 Cap. 4	Recupero Carota %			R.Q.D. %		Campioni m	Cassette n°/m	Corona Metodo Tipo Carotiere mm	Rivestimento mm	Strumentazione in foro m	Pocket Pen. Tonvane daN/cm²	Falda m	Prove in Foro	Note
				30	60	90	30	90									
0,50	0,50		Terreno vegetale.														
2,20	1,00		Marne calcare di colore biancastro, molto alterate.														
4,50	2,30		Sabbie fini e sabbie fini limose di colore ocra, scarsamente addensate.														
7,50	3,00		Argille ed argille sabbiose debolmente limose di colore variabile da grigio a ocra, alterate e mediamente consistenti.						1 5,00								
									F-C1 6,00								
									2 10,00								
									F-C2 9,40								
									3 15,00								
									F-C3 12,40								
14,70	7,20		Argille sabbiose debolmente limose e limi sabbiosi a struttura omogenea di colore grigio, da mediamente consistenti a consistenti, con intercalati strati di sabbie fini, calcareniti calciruditi cementate e fossilifere.						4 20,00								
									F-C3 12,40								
17,50	3,80		Calcareniti e calciruditi cementate di colore ocra.						5 25,00								
									6 30,00								
									F-C3 12,40								
30,00			-Fine Sondaggio -						6 30,00								
									CCW A 101								
									127								
									CCW A 101								
									127								

Il Geologo: **Dott. Gualtiero Bellomo**

Abbre.: Campionatore: F=Shelby; D=Denison; O=Osternberg; C=Craps; A=Altri Carotiere:

A=Semplice B=Doppio E= Ambientale C=Altri;

Metodo di Perforazione: CC=Carotaggio Continuo DN=Distruzione di Nucleo Corona W=Widia D=Diamante S.P.T. Punta A=Aperta C=Chiusa"

Data Inizio 11/10/2019 Data Fine 14/10/2019

Tipo attrezzatura: **EGT VD 710.01**

Sondaggio n° S09



Postazione Macchina Operatrice

Sondaggio n° S09



Committente **Vamir Geoid S.r.l.**
 Località **Contessa Entellina (Pa)**
 Lavori **Indagini geognostiche preoperative alla**
Stabilizzazione di un Parco Fallico
 Sondaggio n° **S09**
 Cassetta n° **1** da m **0,00** a m **5,00**
 Data **11-10-19**

Sondaggio n° S09

Cassetta Catalogatrice

n° 1

da

0,00 m

5,00

Sondaggio n° S09



Sondaggio n° S09 Cassetta Catalogatrice n° 2 da 5,00 m 10,00



Sondaggio n° S09 Cassetta Catalogatrice n° 3 da 10,00 m 15,00

Sondaggio n° S09



Sondaggio n° S09 Cassetta Catalogatrice n° 4 da 15,00 m 20,00



Sondaggio n° S09 Cassetta Catalogatrice n° 5 da 20,00 m 25,00

Sondaggio n° S09



Sondaggio n° S09 Cassetta Catalogatrice n° 6 da 25,00 m 30,00



Sondaggio n° S09 Pozzatte di protezione strumentazione geotecnica

4.2 INDAGINI SPT

Nel corso dei sondaggi geognostici eseguiti ed utilizzati, sono state esperite, per la caratterizzazione geotecnica numerose prove dinamiche discontinue S.P.T. in foro, alle profondità indicate nei moduli stratigrafici.

Normativa di riferimento

Le prove sono state eseguite in avanzamento, facendo riferimento alla normativa ASTM n° D. 1586/68 (Standard Penetration and Split-Barrel Sampling of Soil).

Attrezzatura utilizzata

Le caratteristiche dell'attrezzatura utilizzata, in conformità alla normativa sopra richiamata, sono le seguenti:

- campionatore tipo Raymond, apribile longitudinalmente, diametro Φ est 50.0 mm e Φ int 35.0 mm, lunghezza utile 630 mm, munito di valvola a sfera alla sommità e con utensile di avanzamento costituito da scarpa o da punta conica, in funzione della composizione granulometrica dei livelli attraversati;
- massa battente di peso pari 63.5 Kg, con l'altezza di caduta uguale a 762 mm, munita di dispositivo automatico di sganciamento;
- aste collegate al campionatore aventi peso pari a 6.5 Kg/ml;
- centratore di guida e di irrigidimento installato tra la testa di battuta in sommità e il piano di campagna;
- differenza fra il diametro esterno delle aste e il diametro della tubazione di rivestimento non superiore a 60 mm.

Metodologia di esecuzione

Le prove SPT consistono nell'infliggere nel terreno alla base del preforo il campionatore per tre tratti consecutivi, ciascuno pari a 15 cm, rilevando il numero di colpi necessario per la penetrazione di ciascun tratto.

Il valore N, utile ai fini della parametrizzazione geotecnica, è dato dalla somma dei colpi impiegati per il 2° e il 3° tratto.

La prova può essere sospesa quando il numero dei colpi, per un tratto di 15 cm, superi il valore 50 (Rifiuto): in tale caso si annota la penetrazione in centimetri ottenuta con 50 colpi.

Prima di eseguire ciascuna prova è stata controllata la quota del fondo, confrontandola con quella raggiunta con la manovra di perforazione precedentemente effettuata.

Per evitare che l'attrito tra il terreno e le aste inserite all'interno del foro potesse influenzare il numero reale dei colpi utili per l'infissione, falsando l'interpretazione dei risultati, si è proceduto ad inserire progressivamente i tubi di rivestimento.

Negli appositi spazi dei moduli stratigrafici presentate di seguito sono riportati per esteso i risultati di tutte le prove S.P.T. eseguite.

Interpretazione dei risultati ottenuti

La prova penetrometrica dinamica consiste nella misura della resistenza alla penetrazione di un apposito utensile di dimensioni e caratteristiche standard, fatto avanzare nei terreni per mezzo di un dispositivo a percussione.

Durante l'infissione viene registrato il numero di colpi N necessario per ottenere un determinato avanzamento del campionatore.

La prova consiste nell'infiggere nel terreno l'utensile per tratti consecutivi, rilevando il numero di colpi (N) necessario per la penetrazione di ciascun tratto di 15 cm.

Il valore di NSPT è dato dalla somma dei colpi ottenuti per due tratti (N30).

La prova viene sospesa quando il numero di colpi N, per un tratto di 15 cm, supera 50. In tal caso si annota la penetrazione (in cm) ottenuta con i 50 colpi.

Per poter poi correlare opportunamente i valori forniti dalle prove ai parametri geotecnici dei terreni occorre tenere in debita considerazione fattori (quali granulometria del terreno, la presenza dell'acqua, le tensioni efficaci in sito) che influenzano i valori della resistenza della penetrazione.

Per quanto riguarda gli aspetti relativi alle tensioni efficaci in sito si è ritenuto fin dagli anni cinquanta (Terzaghi e Peck, 1948; Meyerhof, 1956) che le tensioni citostatiche fossero distrutte dalle azioni dinamiche create dalle prove e che pertanto i valori di NSPT non fossero influenzati dalla profondità della prova.

Successivamente evidenze sperimentali in sito (Lacroix e Horn, 1973) e in laboratorio (Gibbs e Holtz, 1957; Schultze, 1965; Bienagousky e Marcuson, 1976) hanno confermato che le tensioni efficaci hanno un'influenza fondamentale sul valore di NSPT.

Infatti, da prove penetrometriche SPT eseguite (Jamiolkowski e Pasqualini, 1974) dal piano di campagna sono stati ottenuti i valori di NSPT superiori a quelli ottenuti sullo stesso sito dopo aver eseguito uno scavo di circa 8 m; i valori inferiori di quest'ultimo sono dovuti all'effetto della diminuzione delle tensioni efficaci.

Peck e Bazaraa sulla base di correlazione dei risultati di un numero notevole di prove SPT e di prove di carico su piastra hanno suggerito di correggere i valori sperimentali NSPT mediante le seguenti espressioni:

$$N'SPT = 4 N SPT/1 + 4,097 \delta \text{ per } \delta \geq 0,732 \text{ kg/cmq}$$

$$N'SPT = 4 N SPT/3,25 + 1,024 \delta \text{ per } \delta < 0,732 \text{ Kg/cmq}$$

in seguito Peck (1974) ha apportato delle modifiche, suggerendo di tenere conto delle influenze delle tensioni efficaci attraverso il coefficiente di correzione C_n ; per cui si ha:

$$N' SPT = C_n N SPT$$

$$\text{con } C_n = 0,77 \log 20/\delta$$

δ = la tensione efficace agente alla profondità alla quale è eseguita la prova.

Nella figura sono riportate le correlazioni suggerite nel “Design Manual for soil Mechanics, Foundations and Earth Structures”, cui sono sovrapposti i risultati di correlazioni fatte da Houston (1960), Fletcher (1965), Shioi e Fukuni (1982).

I parametri di deformabilità possono ricavarsi da correlazioni suggerite da Mitchell e Gardner (1975) riportate nei grafici allegati ove sono confrontati i valori del modulo confinato (M_o) con i valori $N' SPT$.

Deuver (1982) osserva che il modulo di Young E e il valore di $N SPT$ sono legati da una relazione espressa dall'equazione:

$$E = S1 + N' SPT + S2$$

ove i valori $S1$ ed $S2$, costanti, sono riportati nella Tabella con riferimento a diversi tipi di terreno.

Per quanto riguarda il problema dell'influenza della presenza della falda d'acqua sui valori di NSPT, questo è stato affrontato da diversi autori (Schultze e Menzenbach, 1961; Schultze e Melzer, 1965; Gibbs e Holtz,

1957; Terzaghi e Peck, 1948; Peck e Bazaraa, 1969) con molta disparità di risultati e di giustificazione teoriche.

Prove eseguite in laboratorio (Gibbs e Holtz, 1957; Schultze e Melzer, 1965) conducono al risultato che la presenza dell'acqua fa diminuire i valori di NSPT (a parità di densità relativa, tensioni di confinamento e granulometria) e tale diminuzione è più risentita nelle sabbie grossolane che nelle sabbie fini. Tuttavia gli stessi Gibbs e Holtz sembrano molto perplessi sulla credibilità di questi risultati.

Conclusioni analoghe, anche se in misura molto meno pronunciata, sono ottenute da Schultze e Menzenbach, 1961, dall'analisi di prove condotte in situ.

Terzaghi e Peck ritengono che gli unici tipi di sabbie che risentono della presenza della falda d'acqua siano quelle fine e/o limose molto compatte e per esse quando il valore di NSPT misurato risulta superiore a 15, consigliano la seguente espressione correttiva:

$$N' = 15 + 0,5 (NSPT - 15) \text{ con } NSPT \geq 15,$$

il che equivale a prendere, come rappresentativi del terreno di fondazione, valori minimi di quelli misurati.

L'indagine "in situ" più sistematica per lo studio degli effetti dell'immersione delle sabbie molto fini (si intendono per sabbie molto fini quelli aventi diametro effettivo compreso tra 0,1 e 0,05 mm) e/o limose sui valori di NSPT è quella di Bazaraa (1967) e Peck e Bazaraa (1969) che hanno studiato i risultati ottenuti in fori di sondaggi situati in 11 differenti zone, mediando i valori di NSPT per una profondità di circa 1 metro sopra e sotto il livello della falda.

Risulta che, mediamente, il valore di NSPT sotto la falda è circa 1,7 volte superiore a quello ottenuto sopra di essa e che l'aumento è più

pronunciato nel caso di sabbie sciolte che nel caso di sabbie dense. Tali autori suggeriscono che la densità relativa di sabbie molto fini e/o limose immerse, in cui sia stato misurato il valore di NSPT, possa essere uguale a quella di una sabbia asciutta la cui resistenza alla penetrazione è data da:

$$N' = 0,6 \text{ NSPT per NSPT qualunque.}$$

In generale, la maggior parte degli autori sono concordi nel trascurare l'effetto sui valori di NSPT della presenza della falda d'acqua nelle sabbie fini, medie e grossolane e di tenerne invece conto tramite la (1) nelle sabbie molto fini e/o limose compatte.

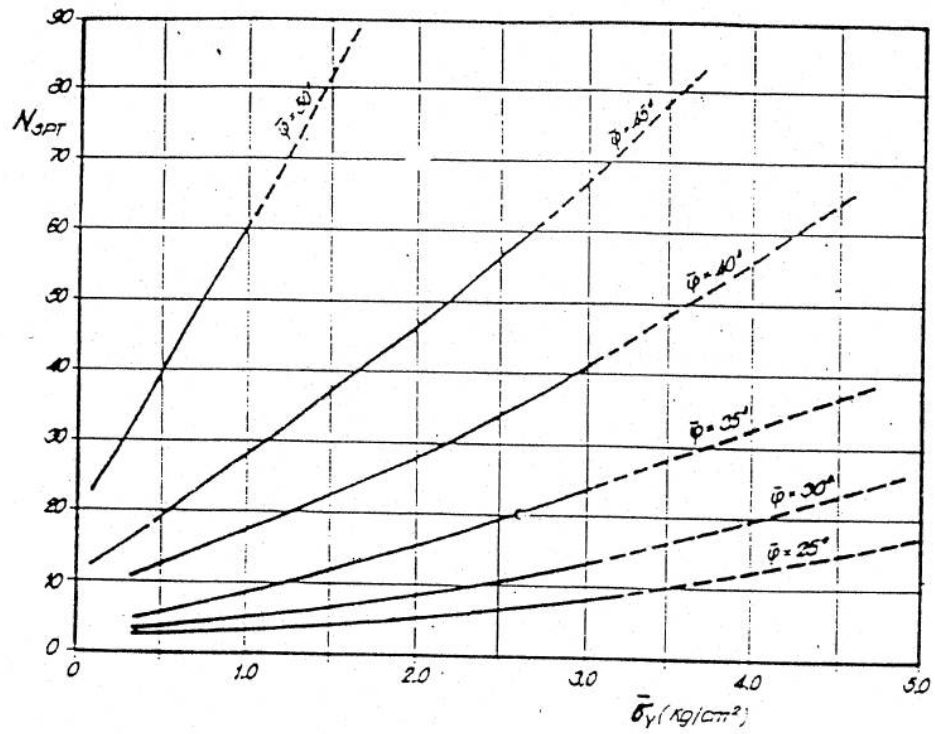
Per la valutazione della densità relativa “Dr” si può fare riferimento alle correlazioni empiriche di Terzaghi-Peck, riportate in grafico.

L'angolo d'attrito interno si può stimare tramite altre correlazioni empiriche come ad esempio quella di Peck-Hanson-Thorborn o di Meyerof riportate anche esse in grafico.

Una ulteriore correlazione tra i risultati delle prove penetrometriche dinamiche e le caratteristiche di resistenza meccanica dei terreni è stata proposta da De Mello (1973).

<i>Sondaggio</i>	<i>da mt. a mt.</i>	<i>N1</i>	<i>N2</i>	<i>N3</i>
S3	2.50 - 2.95	4	4	3

Tabella n. 1 -Riepilogativa delle prove S.P.T.



- CORRELAZIONE $\bar{\varphi} = f(N_{SPT}, \bar{\sigma}_v)$
SECONDO DE MELLO (1971)

Fig. 1 – Correlazione secondo De Mello

STANDARD PENETRATION TEST

CORRELAZIONI FRA N , DENSITA' RELATIVA E ANGOLO D'ATTRITO
(TERRENI SABBIOSI)

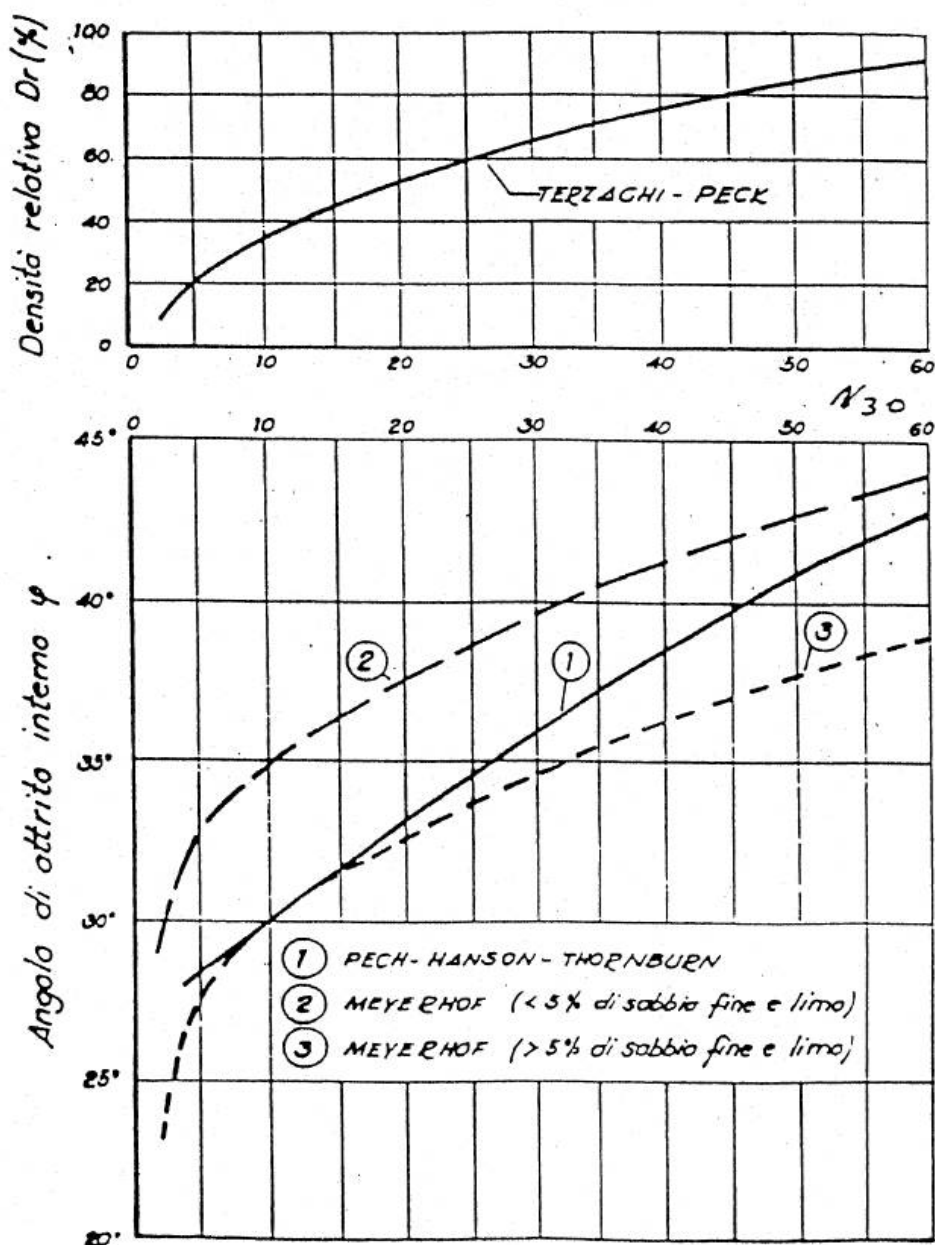
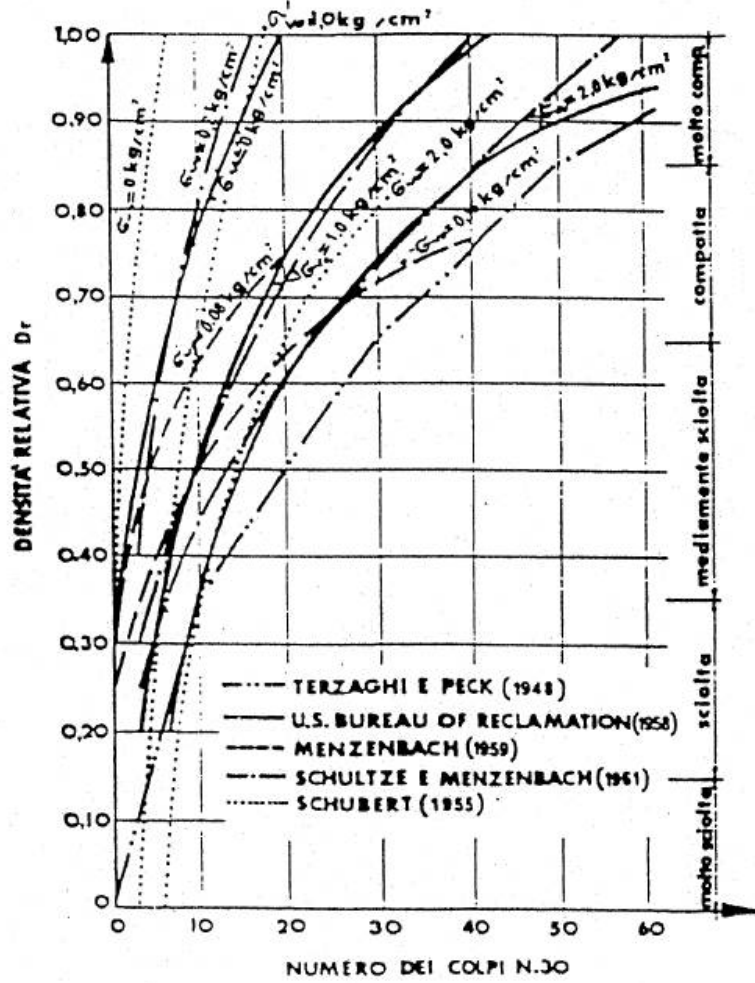


Fig. 2 – Correlazioni fra densità relativa e angolo d'attrito



G_s = tensione naturale efficace

- Densità relativa in funzione del numero di colpi del S.P.T. (Schültze).

Fig. 3 – Densità relativa in funzione del numero di colpi di S.P.T.

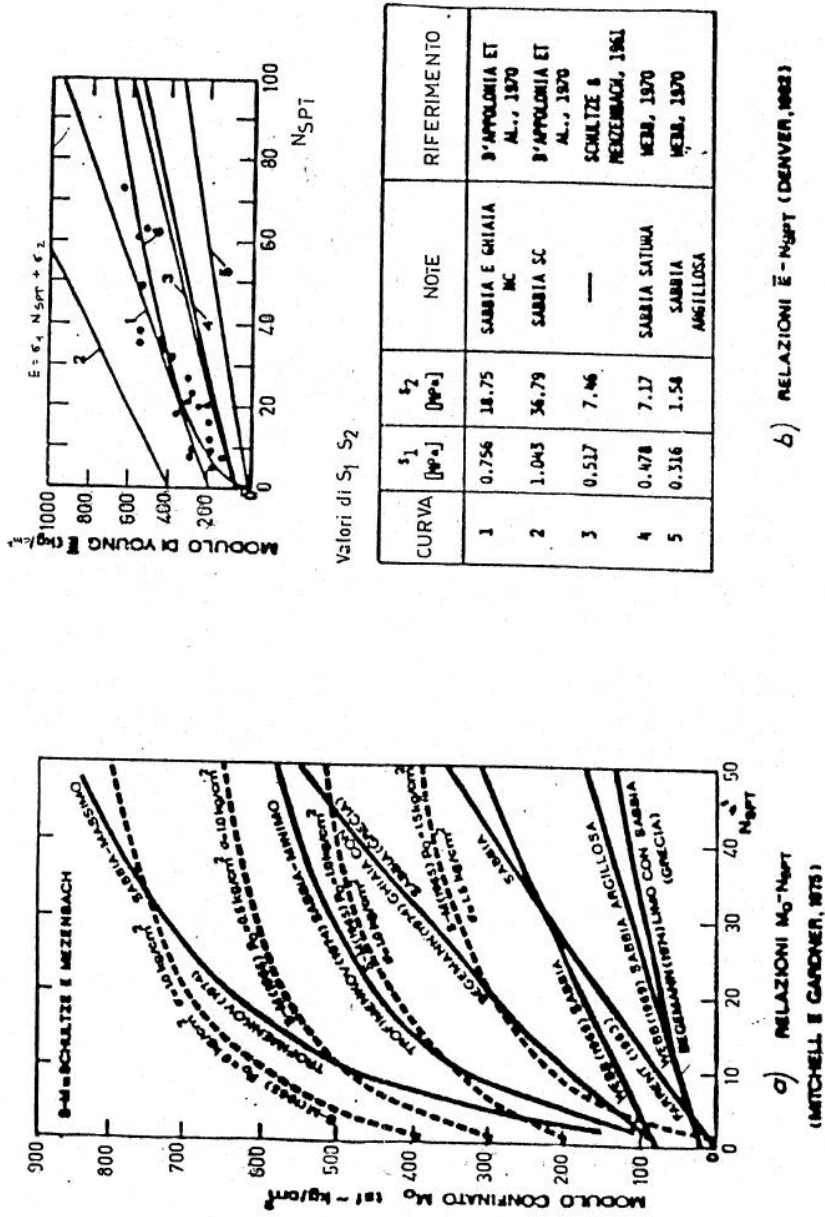


Fig. 4 – Correlazione fra N_{30} e il modulo confinato M_0 ed il modulo di Young

4.3 PROVE DI LABORATORIO

Sui campioni inviati al laboratorio sono state effettuate le analisi e le prove di laboratorio necessarie per definire sia i parametri fisici che quelli meccanici.

Nello specifico sono state svolte le seguenti prove:

- ❖ Descrizione macroscopica del campione;
- ❖ Determinazione del contenuto d'acqua naturale per essiccamento in stufa;
- ❖ Determinazione del Peso dell'Unità di Volume mediante fustella tarata di diametro pari a 38 mm;
- ❖ Determinazione del peso specifico dei grani;
- ❖ Determinazione dei limiti di consistenza (di liquidità, plasticità e ritiro) sul passante allo staccio 40 della serie ASTM ($\varnothing=0.42$ mm);
- ❖ Determinazione della composizione granulometrica mediante stacciatura per via umida del materiale trattenuto allo staccio n° 200 della serie ASTM ($\varnothing=0,075$ mm); per il passante è stata eseguita la determinazione tramite il metodo del densimetro;
- ❖ Prova di taglio diretto del tipo consolidata drenata (CD);
- ❖ Prova di compressione edometrica (CE) a dilatazione laterale impedita ed a incremento di carico controllato.

La determinazione del contenuto d'acqua (**W_n**) è stata realizzata secondo una media effettuata su tre prove, sottoponendo una quantità nota del campione ad essiccamento in stufa a 105°.

La normativa di riferimento è la ASTM D-2216 e CNR-UNI 10008.

Il Peso di Volume é stato calcolato mediante una fustella di acciaio a volume noto, secondo una media effettuata su tre prove. La normativa di riferimento é la BS 1377: 1990

Il peso specifico é stato calcolato sulla porzione di terra passante al setaccio ASTM N° 200 ($\varnothing=0.075$ mm), tramite la media su due valori ricavati per mezzo di un picnometro ad acqua da 100 cm^3 .

La normativa di riferimento é la ASTM D 854-06.

I limiti di consistenza (Atterberg) sono stati determinati in accordo alla normativa CNRUNI 10014 ed alla ASTM D 4318-84.

Il limite di liquidità è stato calcolato mediante la coppa di Casagrande sulla sola frazione di terra passante al setaccio ASTM N° 40 ($\varnothing=0.42$ mm); il metodo utilizzato é quello dell'interpolazione dei tre punti.

Il limite di plasticità è stato determinato tramite la manipolazione dello stesso materiale utilizzato per la determinazione del limite di liquidità, sino a quando, creando dei bastoncini aventi diametro di 3 mm, questi si screpolavano o rompevano.

Il limite di ritiro è stato determinato usando lo stesso materiale impiegato per la determinazione del limite di liquidità aggiungendo una quantità nota di acqua distillata ed usando del mercurio liquido (Hg) ($\gamma_s=13.579\text{ g/cm}^3$) e contenitori tarati sia in peso che in volume.

L'analisi granulometrica é stata realizzata tramite vagliatura meccanica per la porzione di terra avente grana di dimensione superiore a 0.075 mm, invece per il materiale avente diametro inferiore viene riservata l'analisi per sedimentazione con il metodo del densimetro.

La serie di setacci utilizzata è ASTM D 422 ed UNI 8520.

Per il materiale fine è stata eseguita una procedura per via umida secondo la normativa ASTM D 2217 - Metodo A, seguendo le indicazioni di Bowles (1978).

La prova di taglio è stata realizzata con l'apparecchio di Casagrande su tre provini quadrati aventi altezza di 2 cm e diametro di 6 cm; la fase di consolidazione si è protratta per 24 h, sino al raggiungimento della consolidazione secondaria.

La velocità di rottura è stata scelta tenendo conto del tempo di consolidazione del materiale di prova; sono stati analizzati i tempi relativi al 50% ed al 100% della consolidazione, valori che hanno permesso di risalire alla velocità necessaria per raggiungere la rottura utilizzando le formule proposte da Bowles (1970), Ladd (1971) e Gibson ed Henkel (1954).

I carichi applicati durante la fase di consolidazione sono stati compresi tra circa 98 e circa 389 KN/m² (= tra circa 1 e 4 Kg/cm²).

La normativa di riferimento è la ASTM D 3080-72.

La prova edometrica CE è stata realizzata su un provino cilindrico avente altezza pari a 2 cm e diametro di 5 cm. I carichi sono stati applicati eseguendo sette gradini di carico e tre di scarico protratti per un numero massimo di 24 ore, fino ad una pressione massima di circa 3137 KN/m² (= 32 Kg/cm²).

I dati ottenuti sono stati riportati in diagrammi Cedimenti (DI/lo) / log Tempo (T); Indice dei vuoti (e)/log Pressione effettiva (s).

La normativa di riferimento è la ASTM D-2435.

Nel capitolo relativo alle caratteristiche litotecniche dei terreni, le sono state riportate le seguenti tabelle riassuntive:

⇒ tabella riepilogativa delle caratteristiche fisiche dei campioni;

⇒ tabella riepilogativa delle caratteristiche meccaniche dei
campioni.

4.4 INDAGINI DI SISMICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA (TROMOGRAFIA)

Si è ritenuto necessario l'utilizzo della tecnica di sismica passiva a stazione singola HVSR (tomografia) allo scopo di determinare le velocità delle onde di taglio (V_s) dei terreni presenti, in corrispondenza delle opere progettate.

In particolare sono state eseguite n. 11 misure di microtremore ambientale, con un tromografo digitale progettato specificatamente per l'acquisizione del rumore sismico.

Di seguito vengono riportati alcuni cenni riguardo la metodologia utilizzata.

La sismica passiva è una tecnica che permette di definire la serie stratigrafica locale basandosi sul concetto di contrasto di impedenza dove per strato si intende un'unità distinta in relazione al rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso.

I primi studi su questa tecnica sono da attribuire a Kanai (1957) e da allora diversi metodi sono stati proposti per estrarre utili informazioni sul sottosuolo a partire dagli spettri del rumore sismico registrati in sito.

Tra questi la tecnica che si è maggiormente consolidata è quella dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale (HVSR), applicata da Nogoshi e Igarashi (1970).

Successivamente Nakamura (1989) ha applicato tale metodo come strumento per la determinazione dell'amplificazione sismica locale.

Le basi teoriche dell'HVSR sono relativamente semplici in un sistema stratificato in cui i parametri variano solo con la profondità (1-D).

Considerando lo schema illustrato nella figura sotto riportata si osserva che sono presenti due strati (1 e 2) che si differenziano per le densità (ρ_1 e ρ_2) e le velocità delle onde sismiche (V_1 e V_2).

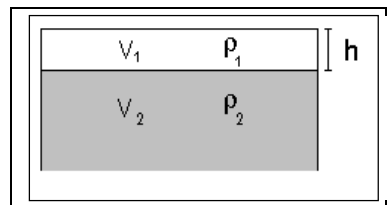


Fig. 5 - Modello di suolo costituito da due strati a diverse velocità delle onde sismiche e densità.

In questo caso un'onda che viaggia nel mezzo 1 viene parzialmente riflessa dalla superficie di strato.

L'onda riflessa interferendo con quelle incidenti si somma e raggiunge le ampiezze massime (condizione di risonanza) quando la lunghezza dell'onda incidente (λ) è 4 volte (o suoi multipli dispari) lo spessore H del primo strato.

Ne consegue che la frequenza di risonanza (f_r) dello strato 1 relativa alle onde P è pari a:

$$f_r = V_{P1}/(4 H) \quad [1]$$

mentre quella relativa alle onde S è

$$f_r = V_{S1}/(4 H). \quad [2]$$

Teoricamente questo effetto è sommabile cosicché la curva HVSR mostra, come massimi relativi, le frequenze di risonanza dei vari strati.

Questo dato, insieme alla stima delle velocità, è in grado di fornire utili previsioni sullo spessore H degli strati.

Questa informazione è contenuta principalmente nella componente verticale del moto ma la prassi di usare il rapporto tra gli spettri orizzontali

e quello verticale, piuttosto che il solo spettro verticale, deriva dal fatto che il rapporto fornisce un'importante normalizzazione del segnale per:

- ❖ il contenuto in frequenza;
- ❖ la risposta strumentale;
- ❖ l'ampiezza del segnale quando le registrazioni vengono effettuate in momenti con rumore di fondo più o meno alto.

La normalizzazione, che rende più semplice l'interpretazione del segnale, è alla base della popolarità del metodo.

Da evidenziare, inoltre, che i microtremori sono costituiti da onde di volume, P o S, ed in misura maggiore da onde superficiali, in particolare da onde di Rayleigh.

Tale inconveniente è facilmente superabile sia perché le onde di superficie sono prodotte da interferenza costruttiva, sia perché la velocità dell'onda di Rayleigh è molto prossima a quella delle onde S.

D'altro canto l'applicabilità pratica della formula [2] è stata già dimostrata in molti studi sia nell'ambito della prospezione geofisica che nell'ambito ingegneristico.

La strumentazione utilizzata per l'acquisizione dei dati sperimentali, consiste in un tromografo digitale denominato "Tromino", dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente alimentato da 2 batterie AA da 1.5 V, fornito di GPS interno e senza cavi esterni. I dati di rumore, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti alla frequenza di campionamento di 128 Hz.

Dalle registrazioni del rumore sismico sono state ricavate e analizzate due serie di dati:

- le curve HVSR che sono state ottenute col software Grilla eseguendo un processing con i seguenti parametri:

- ✓ larghezza delle finestre d'analisi pari a 20 s per tempi di acquisizione di 20 minuti;
 - ✓ lisciamento secondo finestra triangolare con ampiezza pari al 15% della frequenza centrale,
 - ✓ rimozione delle finestre con rapporto STA/LTA (media a breve termine/media a lungo termine) superiore a 2;
 - ✓ rimozione manuale di eventuali transienti ancora presenti.
- le curve dello spettro di velocità delle tre componenti del moto sono state ottenute dopo l'analisi con gli stessi parametri sopra riportati.

Le profondità H delle discontinuità sismiche sono state ricavate tramite la formula sotto riportata, in cui:

- ✓ V_0 è la velocità al tetto dello strato;
- ✓ ad un fattore che dipende dalle caratteristiche del sedimento (granulometria, coesione ecc.);
- ✓ ν la frequenza fondamentale di risonanza.

$$H = \left[\frac{V_0(1-\alpha)}{4\hat{V}_1} + 1 \right]^{1/(1-\alpha)} - 1$$

Le ubicazioni dei sondaggi che sono stati eseguiti sono visibili nelle planimetrie allegate mentre di seguito sono riportate, in dettaglio, le interpretazioni dei dati sperimentali ottenuti.

I dati sperimentali ricavate dalle indagini di sismica passiva a stazione singola permettono di ricavare una stima delle velocità delle onde di taglio V_s .

In generale, la frequenza di risonanza delle onde S che viaggiano all'interno di uno strato è legata al tempo di tragitto delle onde S nello strato stesso dalla relazione

$$f_r = \frac{1}{4T_H}$$

Dove T_H è il tempo di tragitto dall'interfaccia risonante e f_r è la frequenza di risonanza.

A partire dalla formula precedente e conoscendo la profondità h dell'interfaccia risonante è definibile la velocità media delle onde S nella struttura risonante

$$V = \frac{H}{T_H}$$

e

$$f_r = \frac{1}{4T_H}$$

da cui si ricava

$$V = 4 f_r h$$

In allegato sono riportate, in dettaglio, le interpretazioni dei dati sperimentali ottenuti.

VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
 Relazione Geologica – Progetto per la realizzazione di un parco eolico nei territori di
 Contessa Entellina (Pa), Santa Margherita Belice (Ag), Montevago (Ag) e Partanna (Tp)

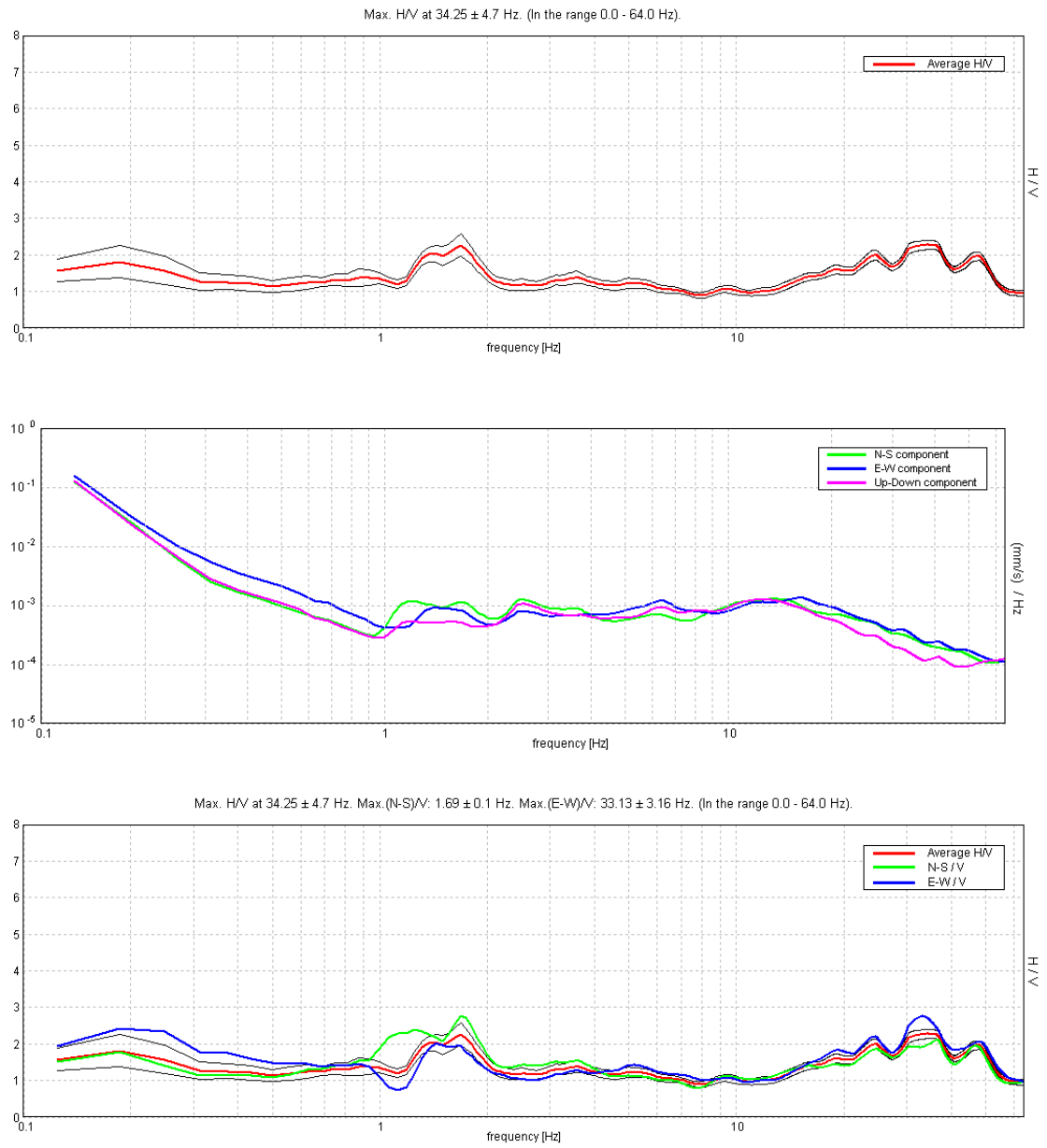


Grafico n. 1 - Sondaggio tromografico T1

VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
 Relazione Geologica – Progetto per la realizzazione di un parco eolico nei territori di
 Contessa Entellina (Pa), Santa Margherita Belice (Ag), Montevago (Ag) e Partanna (Tp)

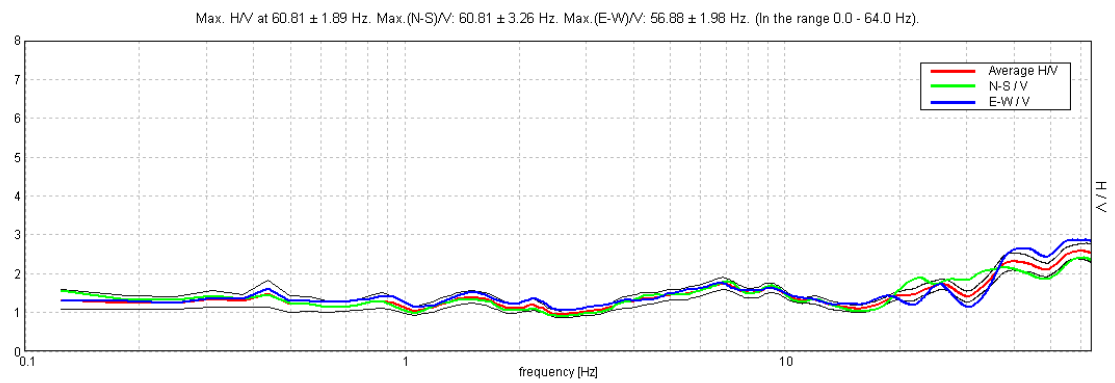
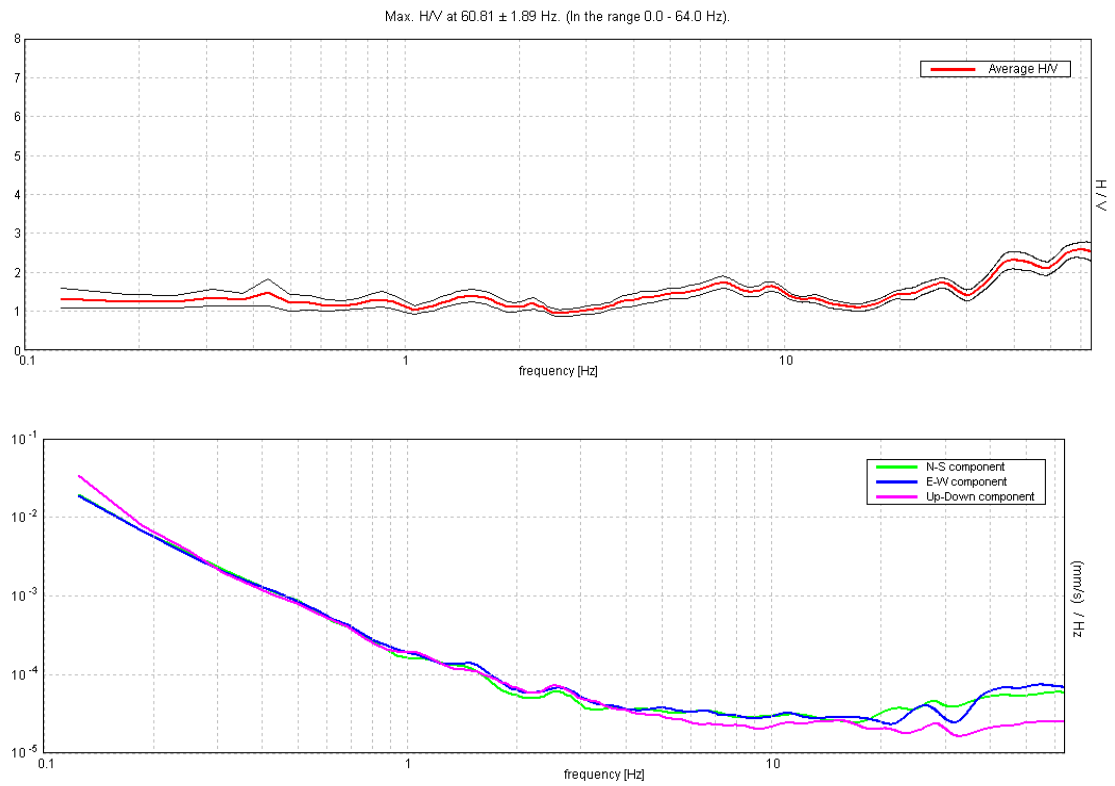


Grafico n. 2 - Sondaggio tromografico T2

VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
 Relazione Geologica – Progetto per la realizzazione di un parco eolico nei territori di
 Contessa Entellina (Pa), Santa Margherita Belice (Ag), Montevago (Ag) e Partanna (Tp)

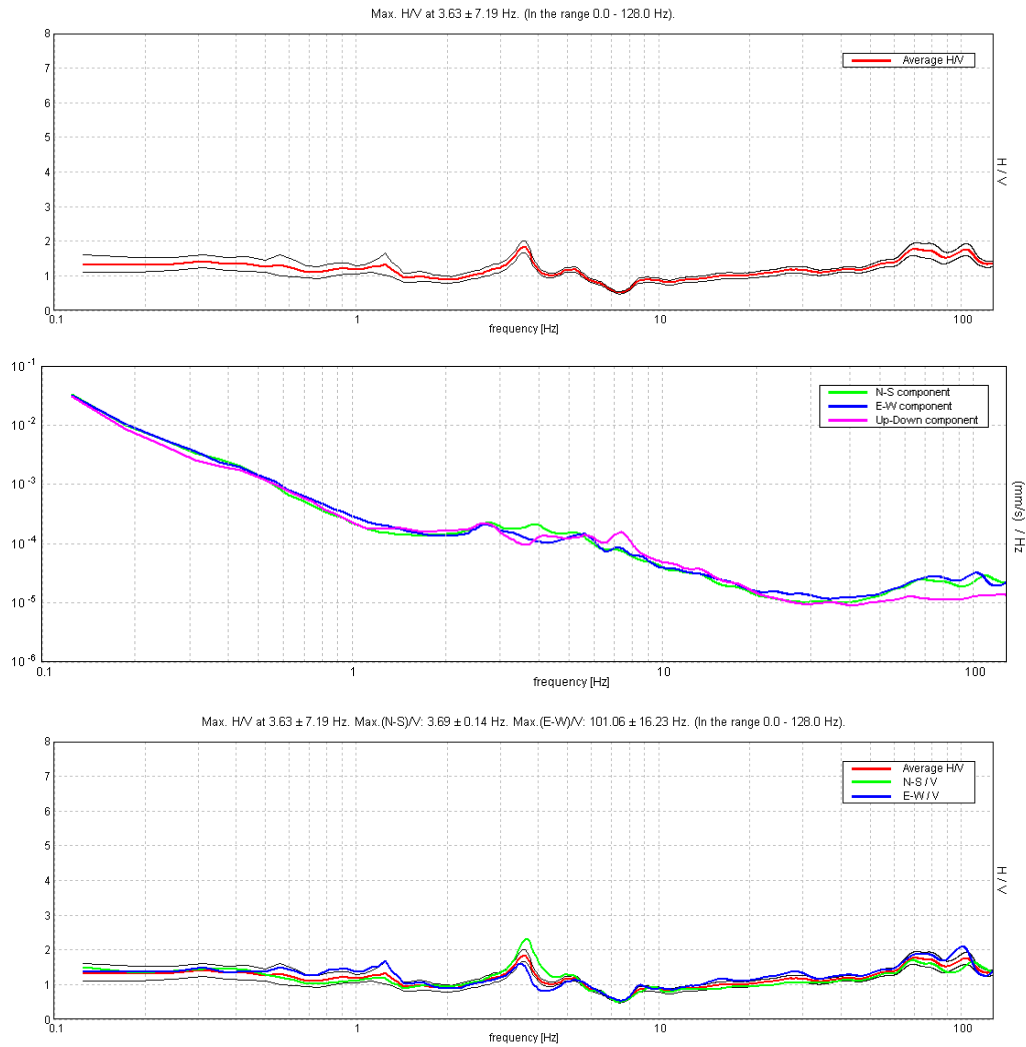


Grafico n. 3 - Sondaggio tomografico T3

VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
 Relazione Geologica – Progetto per la realizzazione di un parco eolico nei territori di
 Contessa Entellina (Pa), Santa Margherita Belice (Ag), Montevago (Ag) e Partanna (Tp)

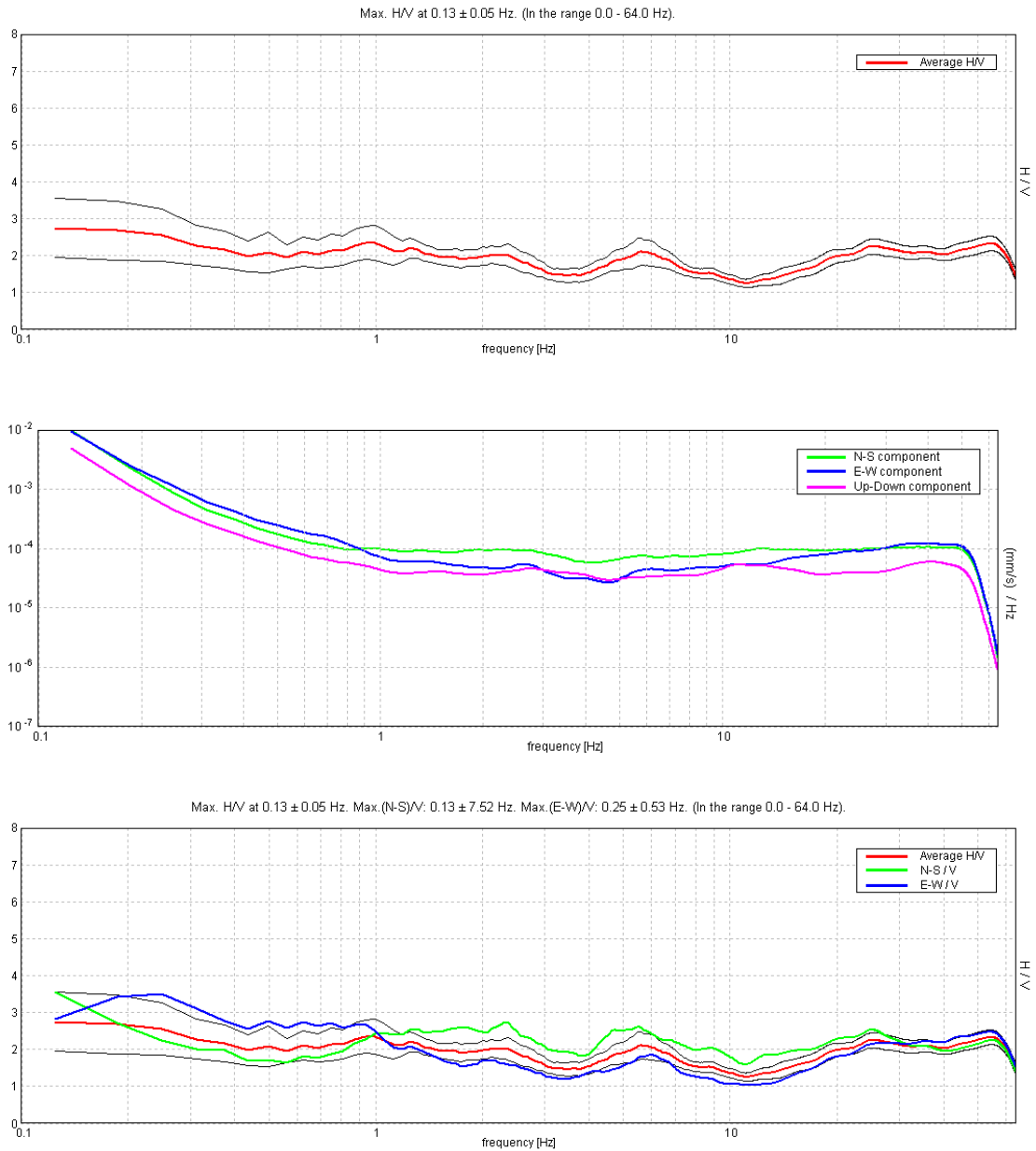


Grafico n. 5 - Sondaggio tomografico T5

VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
Relazione Geologica – Progetto per la realizzazione di un parco eolico nei territori di
Contessa Entellina (Pa), Santa Margherita Belice (Ag), Montevago (Ag) e Partanna (Tp)

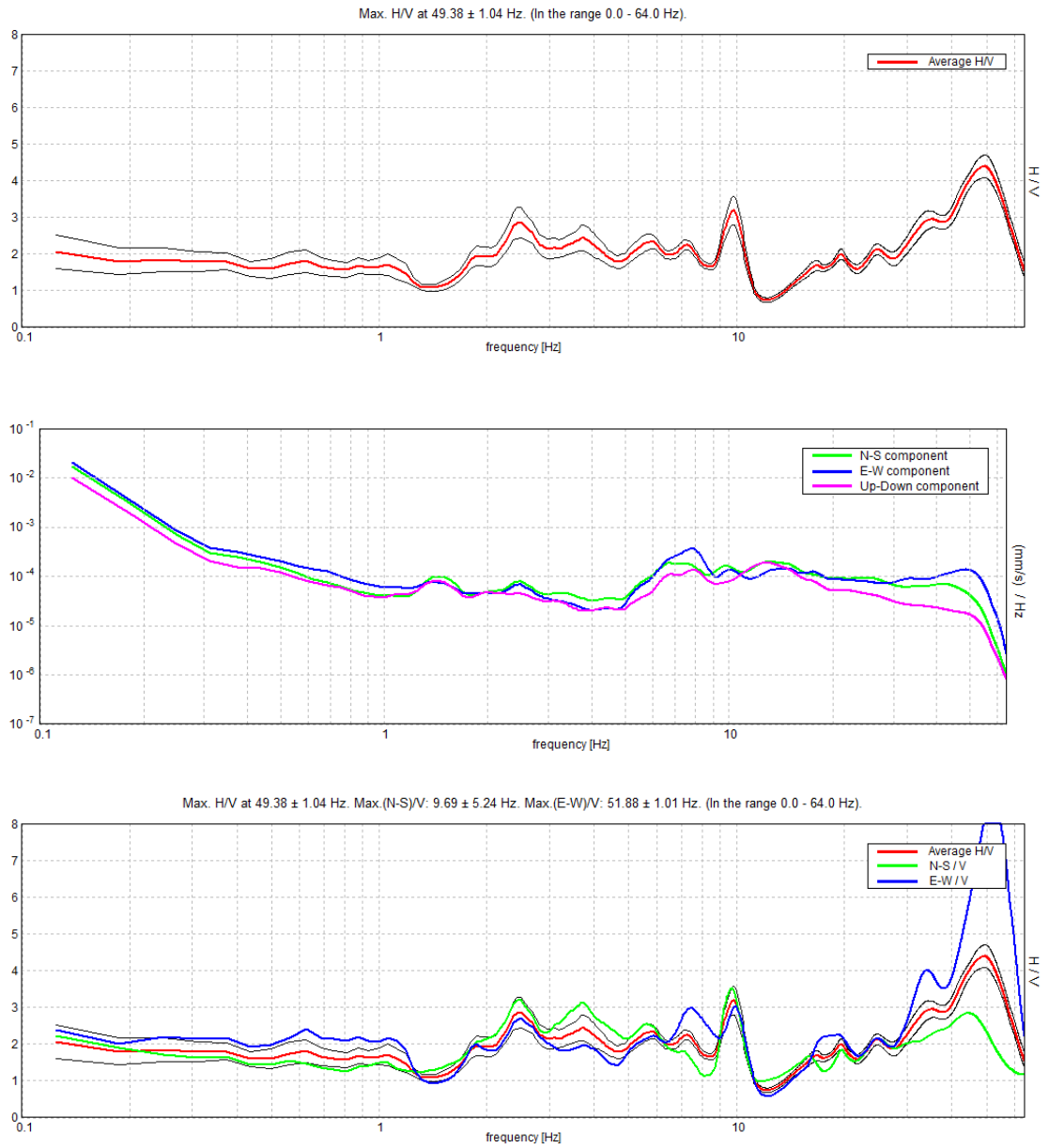


Grafico n. 6 - Sondaggio tromografico T6

VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
 Relazione Geologica – Progetto per la realizzazione di un parco eolico nei territori di
 Contessa Entellina (Pa), Santa Margherita Belice (Ag), Montevago (Ag) e Partanna (Tp)

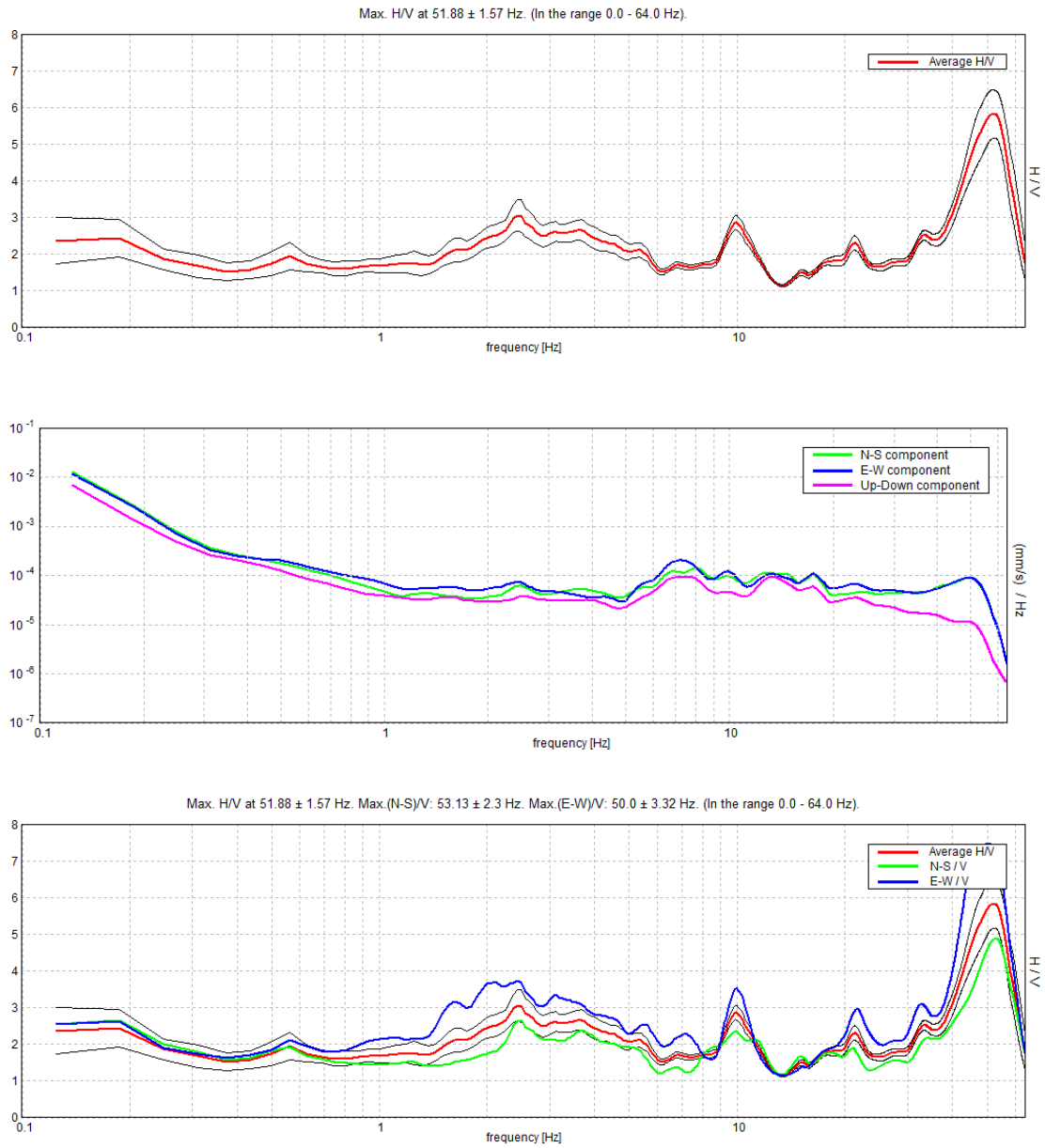


Grafico n. 7 - Sondaggio tromografico T7

VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
 Relazione Geologica – Progetto per la realizzazione di un parco eolico nei territori di
 Contessa Entellina (Pa), Santa Margherita Belice (Ag), Montevago (Ag) e Partanna (Tp)

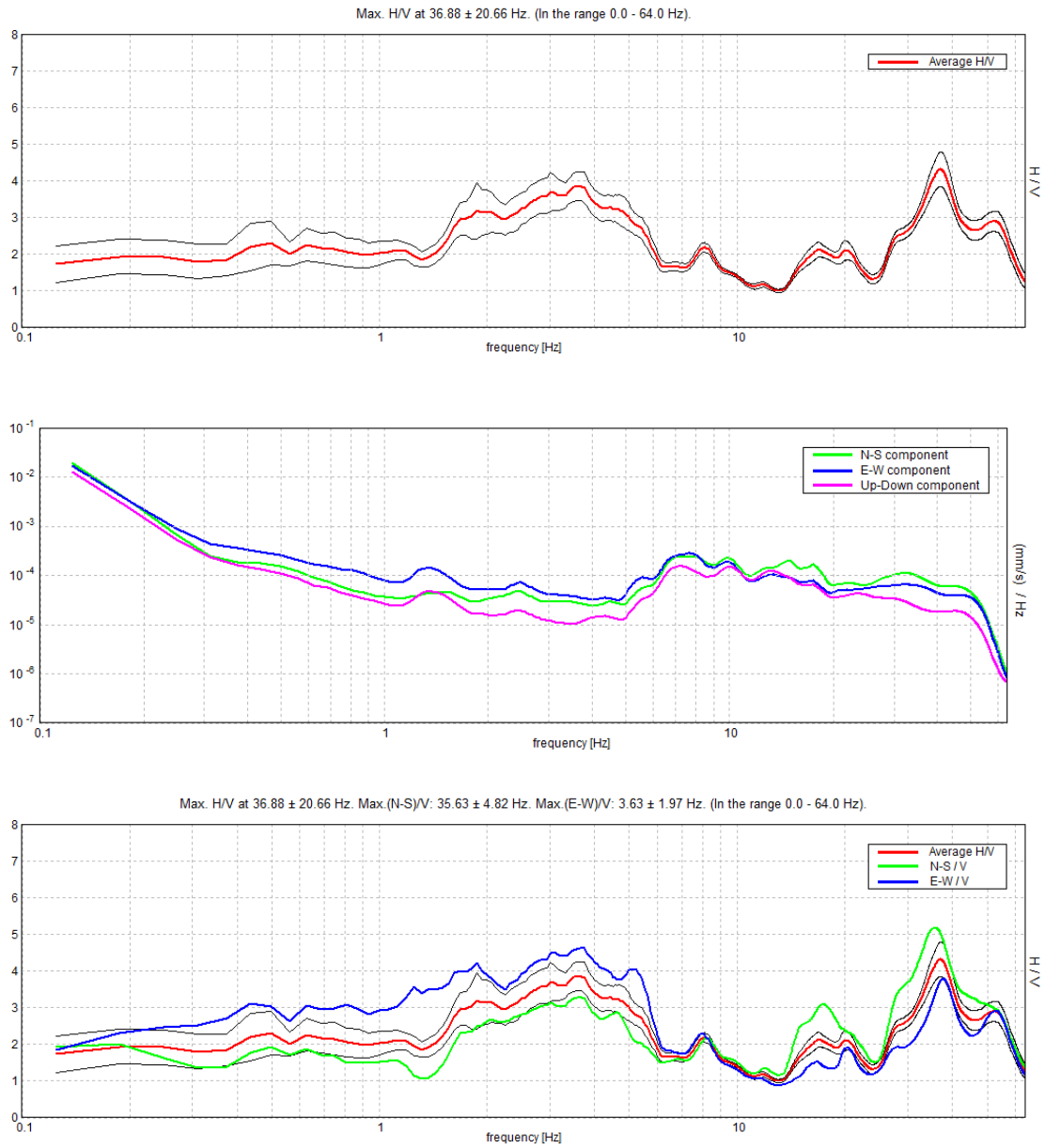


Grafico n. 8 - Sondaggio tomografico T8

VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
 Relazione Geologica – Progetto per la realizzazione di un parco eolico nei territori di
 Contessa Entellina (Pa), Santa Margherita Belice (Ag), Montevago (Ag) e Partanna (Tp)

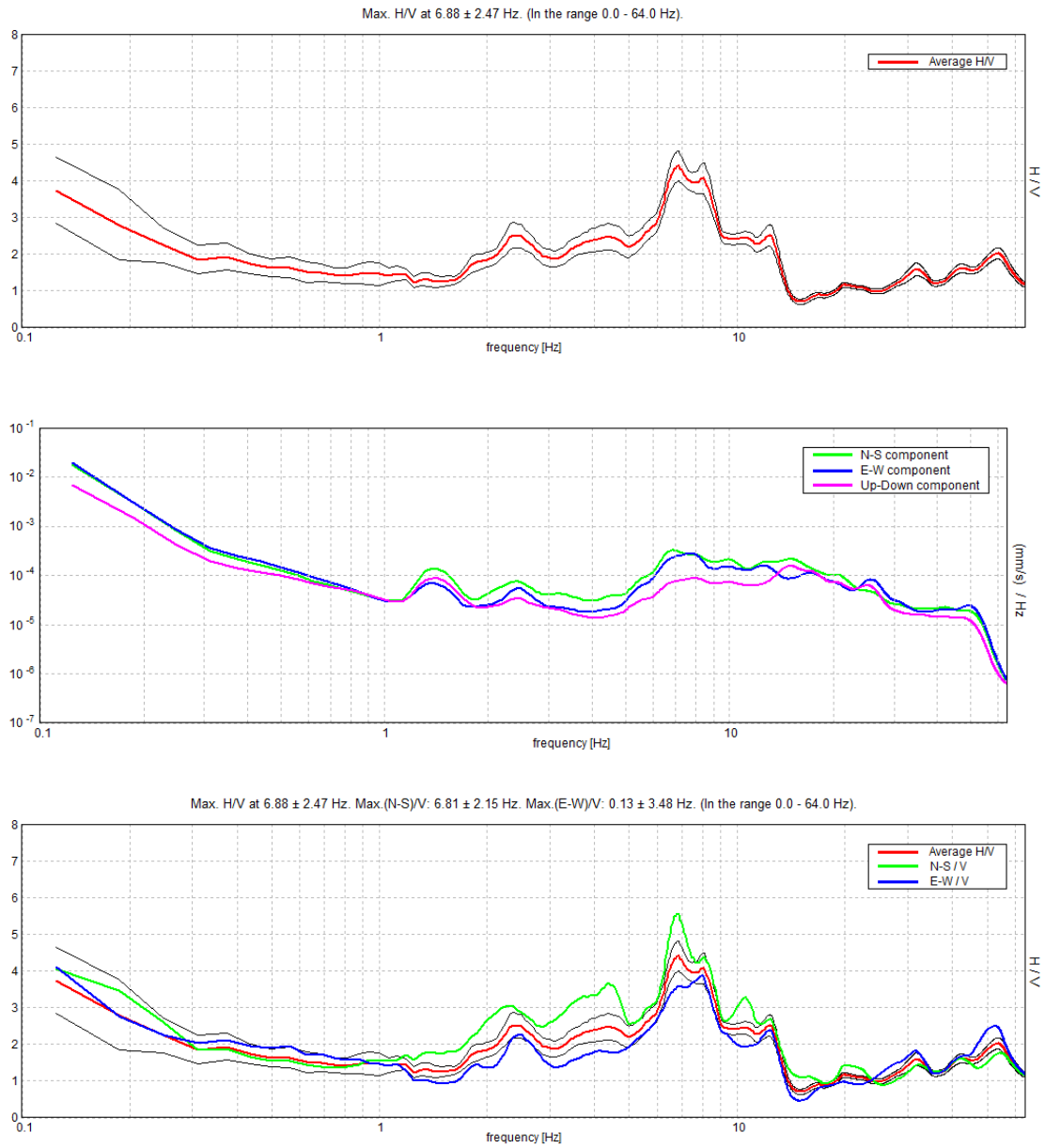


Grafico n. 9 - Sondaggio tomografico T9

VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
 Relazione Geologica – Progetto per la realizzazione di un parco eolico nei territori di
 Contessa Entellina (Pa), Santa Margherita Belice (Ag), Montevago (Ag) e Partanna (Tp)

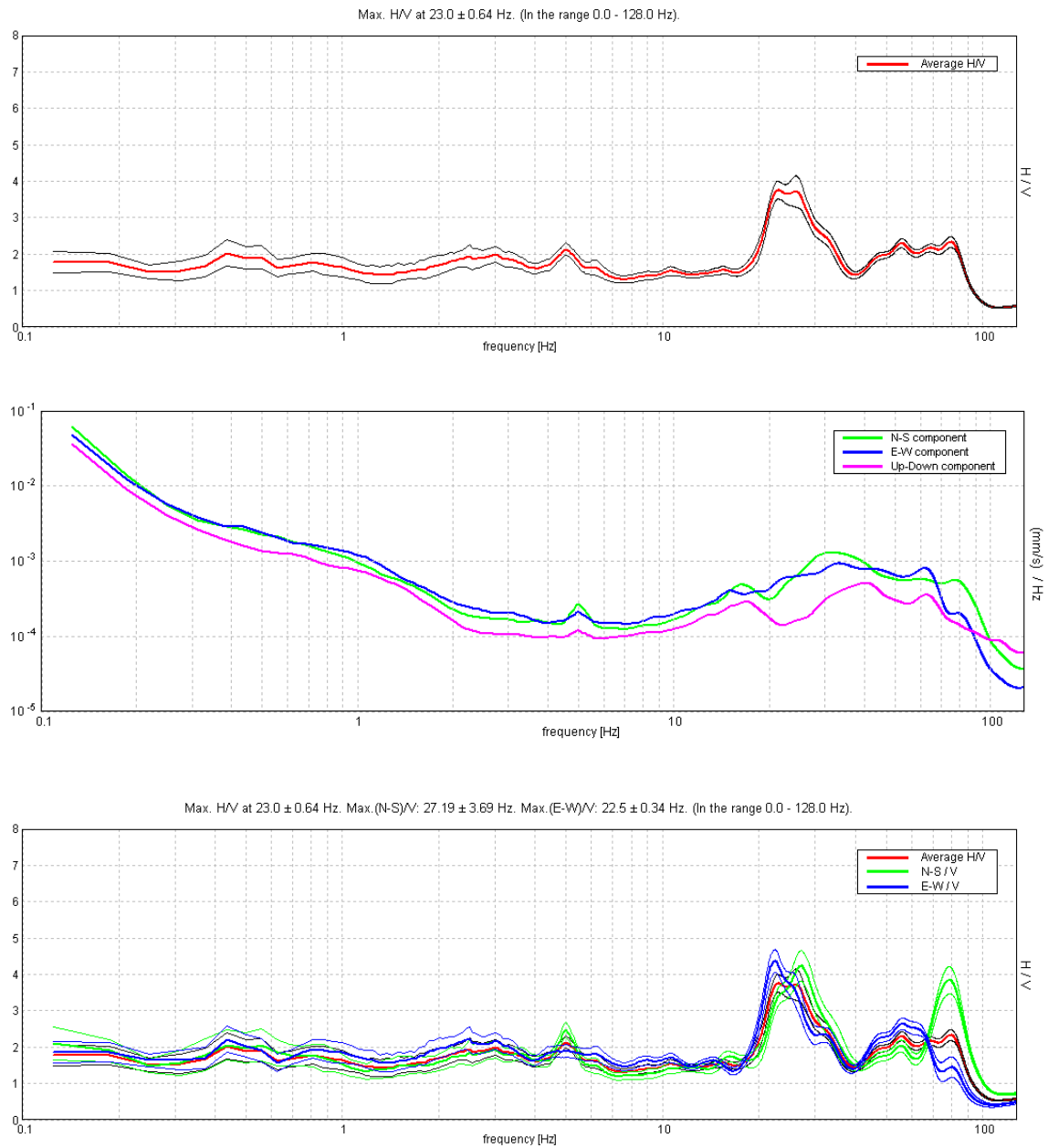


Grafico n. 10 - Sondaggio tromografico T10

VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
 Relazione Geologica – Progetto per la realizzazione di un parco eolico nei territori di
 Contessa Entellina (Pa), Santa Margherita Belice (Ag), Montevago (Ag) e Partanna (Tp)

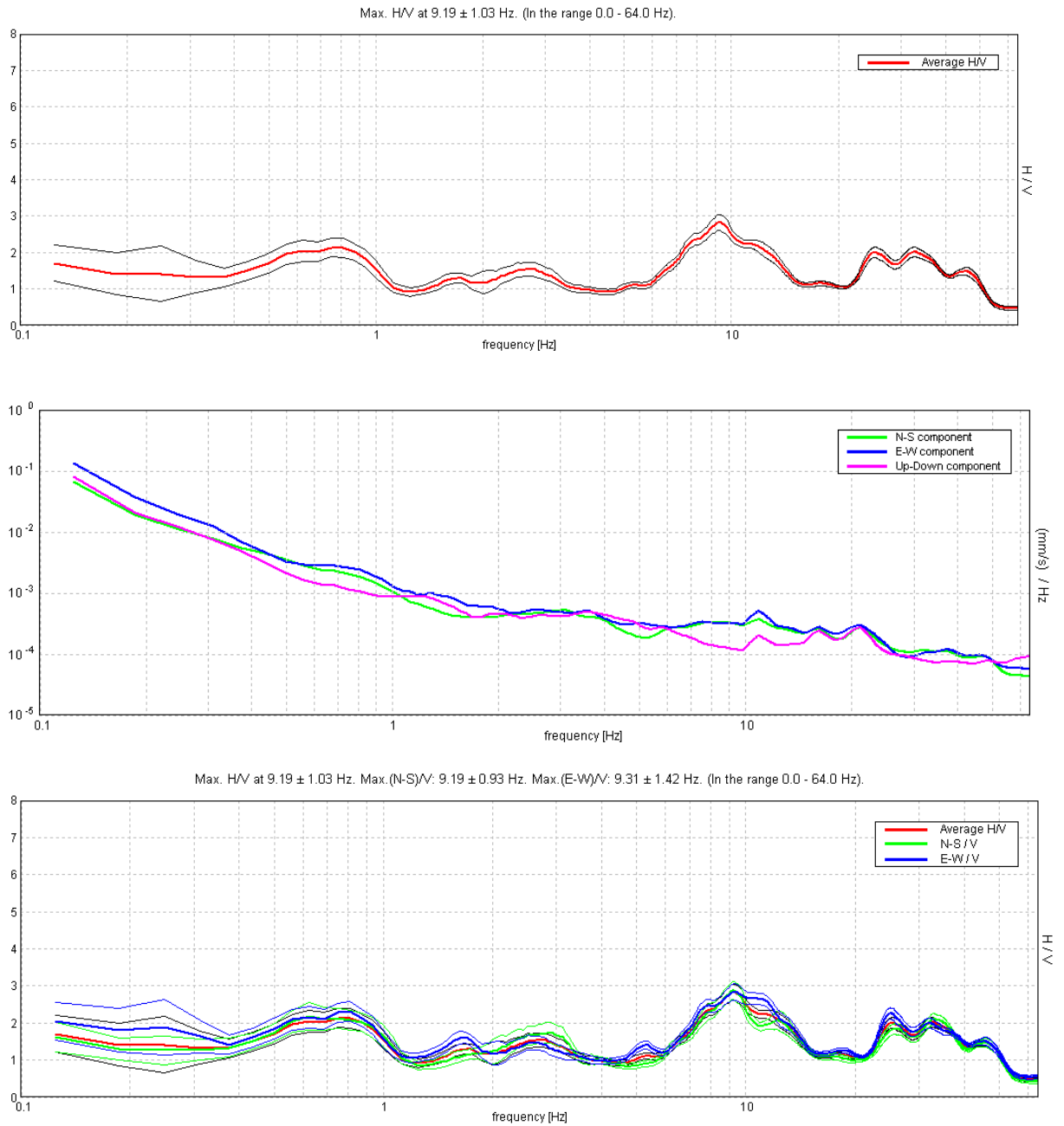


Grafico n. 11 - Sondaggio tomografico Tsott

I dati sperimentali ricavate dalle indagini di sismica passiva a stazione singola permettono di ricavare una stima delle velocità delle onde di taglio V_s .

In generale, la frequenza di risonanza delle onde S che viaggiano all'interno di uno strato è legata al tempo di tragitto delle onde S nello strato stesso dalla relazione

$$f_r = \frac{1}{4T_H}$$

Dove T_H è il tempo di tragitto dall'interfaccia risonante e f_r è la frequenza di risonanza.

A partire dalla formula precedente e conoscendo la profondità h dell'interfaccia risonante è definibile la velocità media delle onde S nella struttura risonante

$$V = \frac{H}{T_H}$$

e

$$f_r = \frac{1}{4T_H}$$

da cui si ricava

$$V = 4 f_r h$$

In allegato sono riportate, in dettaglio, le interpretazioni dei dati sperimentali ottenuti.

Profondità (m)	Vs (m/s)	Categoria sismica ai sensi del D.M. del 17/01/2018	
0.00 – 6.00	300	C	C (Vs30=355 m/s)
6.00 – 16.00	340	C	
16.00 – 30.00	400	B	

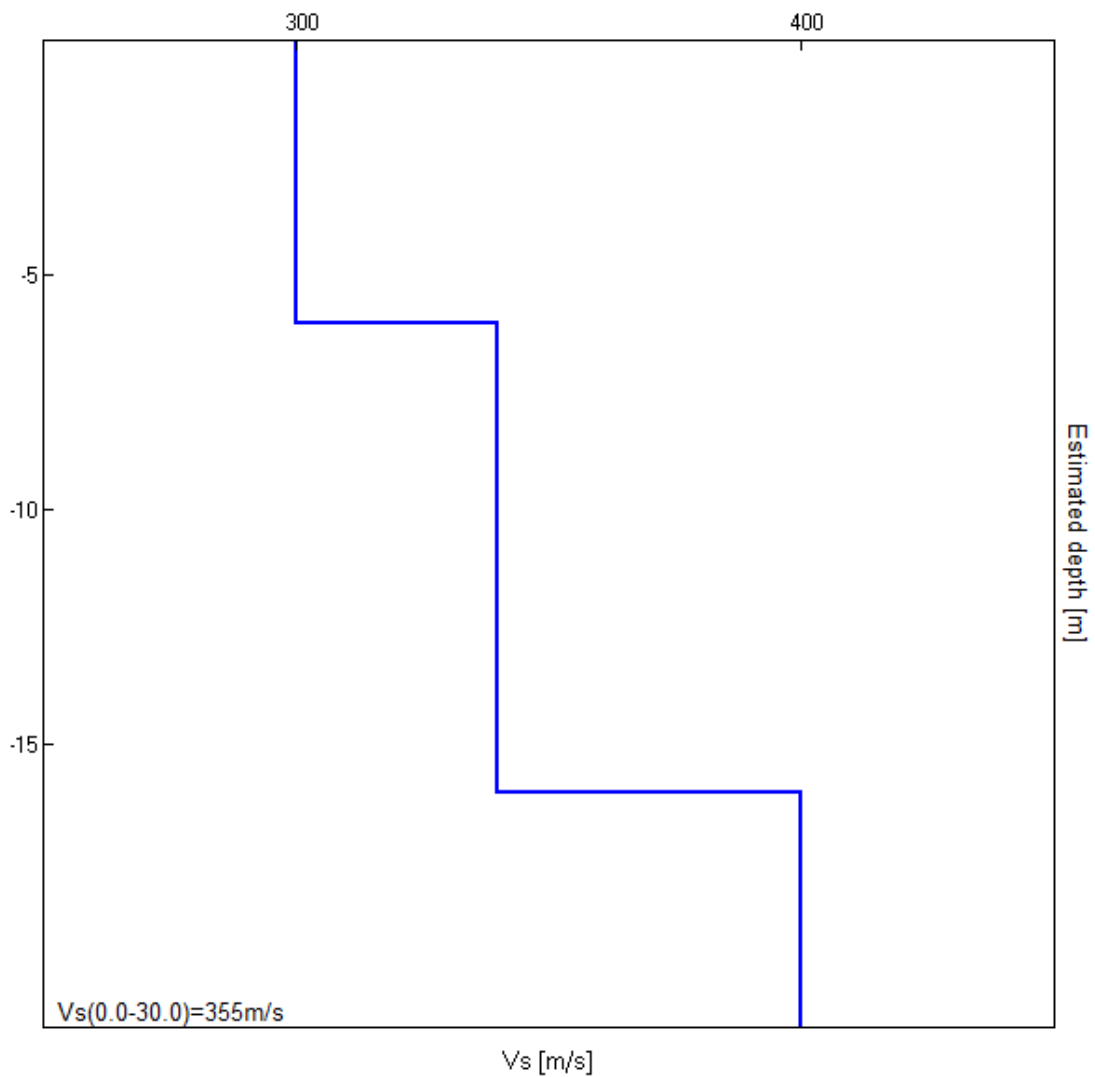


Tabella n. 2 - Interpretazione sondaggio tomografico T1

Profondità (m)	Vs (m/s)	Categoria sismica ai sensi del D.M. del 17/01/2018	
0.00 – 1.00	100	D	C (Vs30=344 m/s)
1.00 – 6.00	290	C	
6.00 – 30.00	400	B	

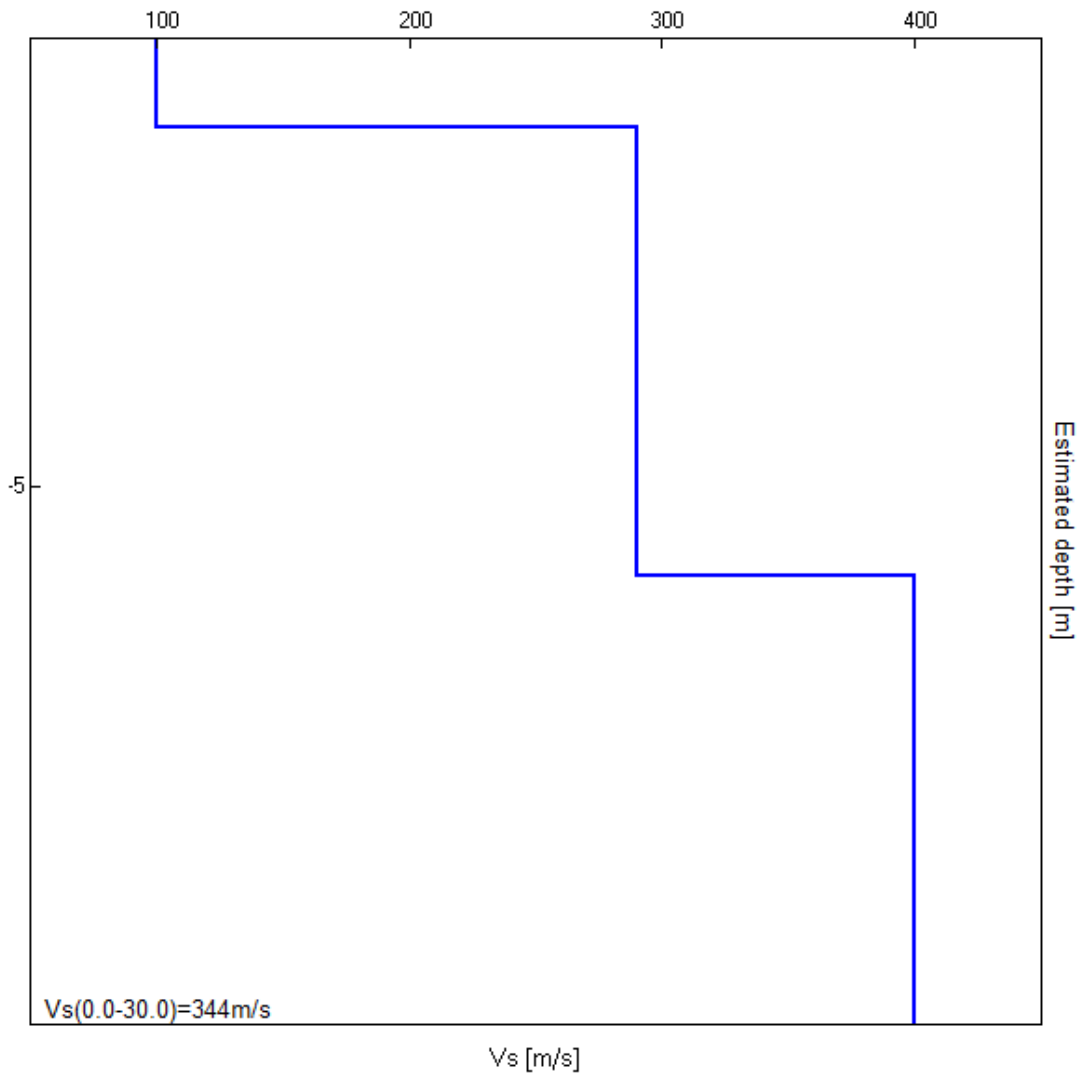


Tabella n. 3 - Interpretazione sondaggio tromografico T2

Profondità (m)	Vs (m/s)	Categoria sismica ai sensi del D.M. del 17/01/2018	
0.00 – 1.00	100	D	C (Vs30=350 m/s)
1.00 – 5.00	300	C	
5.00 – 30.00	400	B	

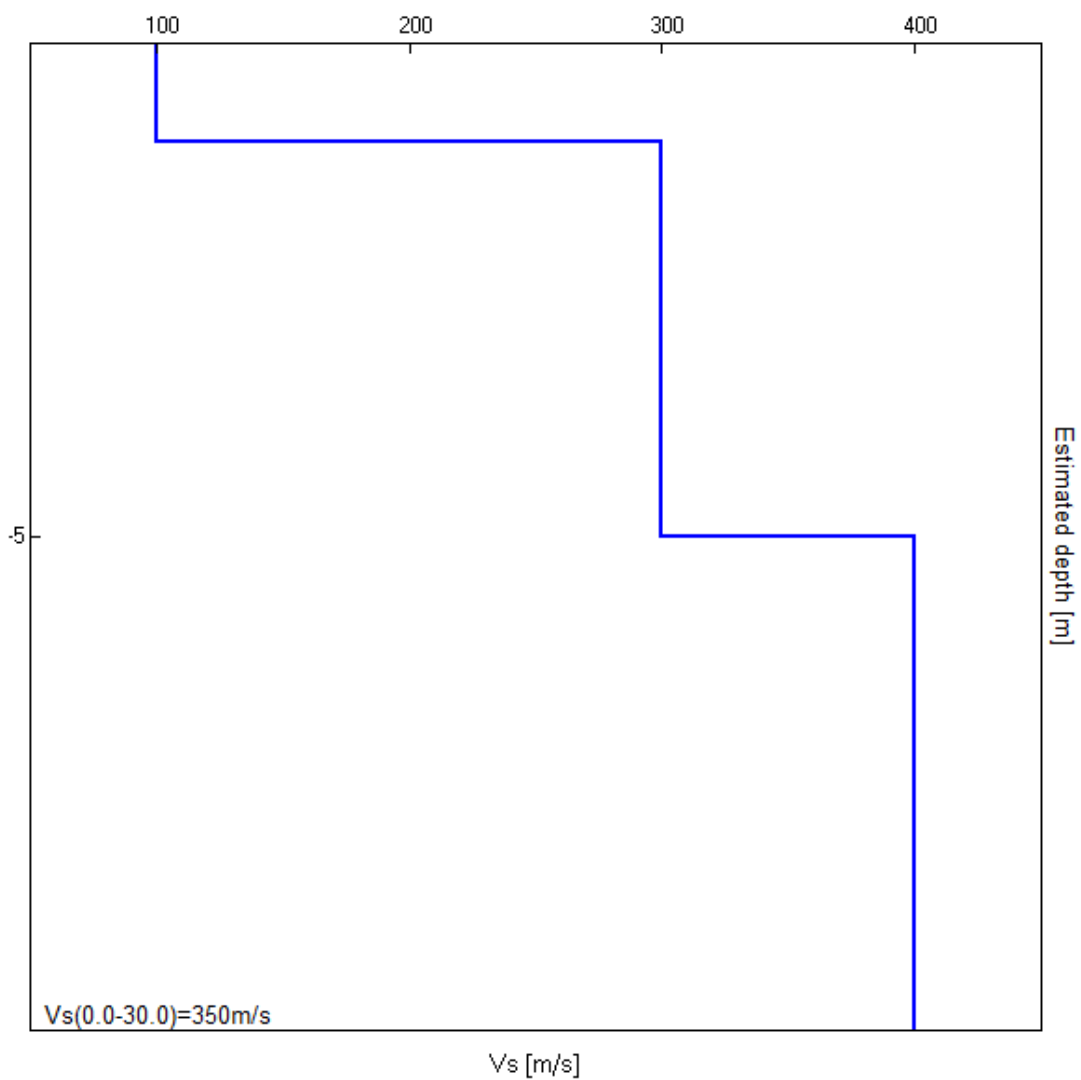


Tabella n. 4 - Interpretazione sondaggio tromografico T3

Profondità (m)	Vs (m/s)	Categoria sismica ai sensi del D.M. del 17/01/2018	
0.00 – 8.00	250	C	C (Vs30=353 m/s)
8.00 – 23.00	400	B	
23.00 – 30.00	450	B	

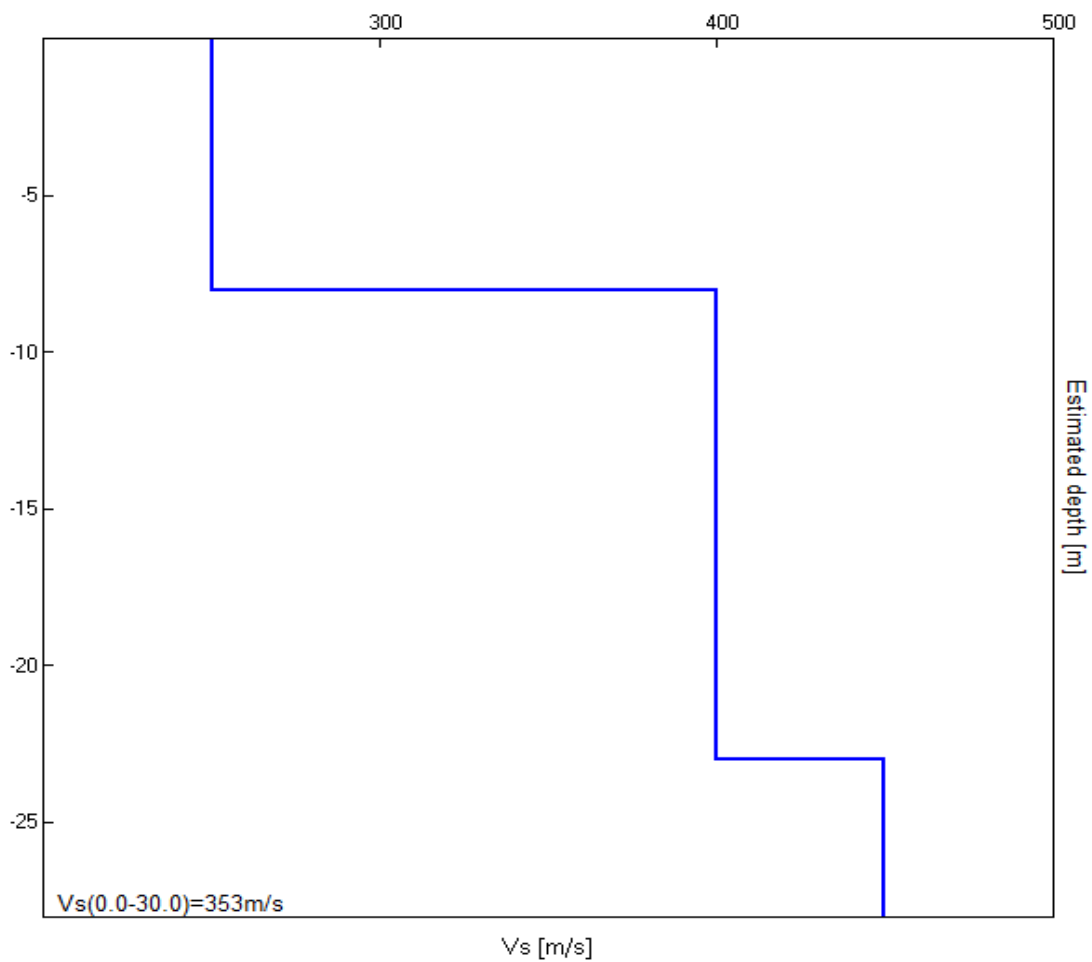


Tabella n. 5 - Interpretazione sondaggio tomografico T4

Profondità (m)	Vs (m/s)	Categoria sismica ai sensi del D.M. del 17/01/2018	
0.00 – 2.00	120	C	C (Vs30=346 m/s)
2.00 – 6.00	310	C	
6.00 – 30.00	420	B	

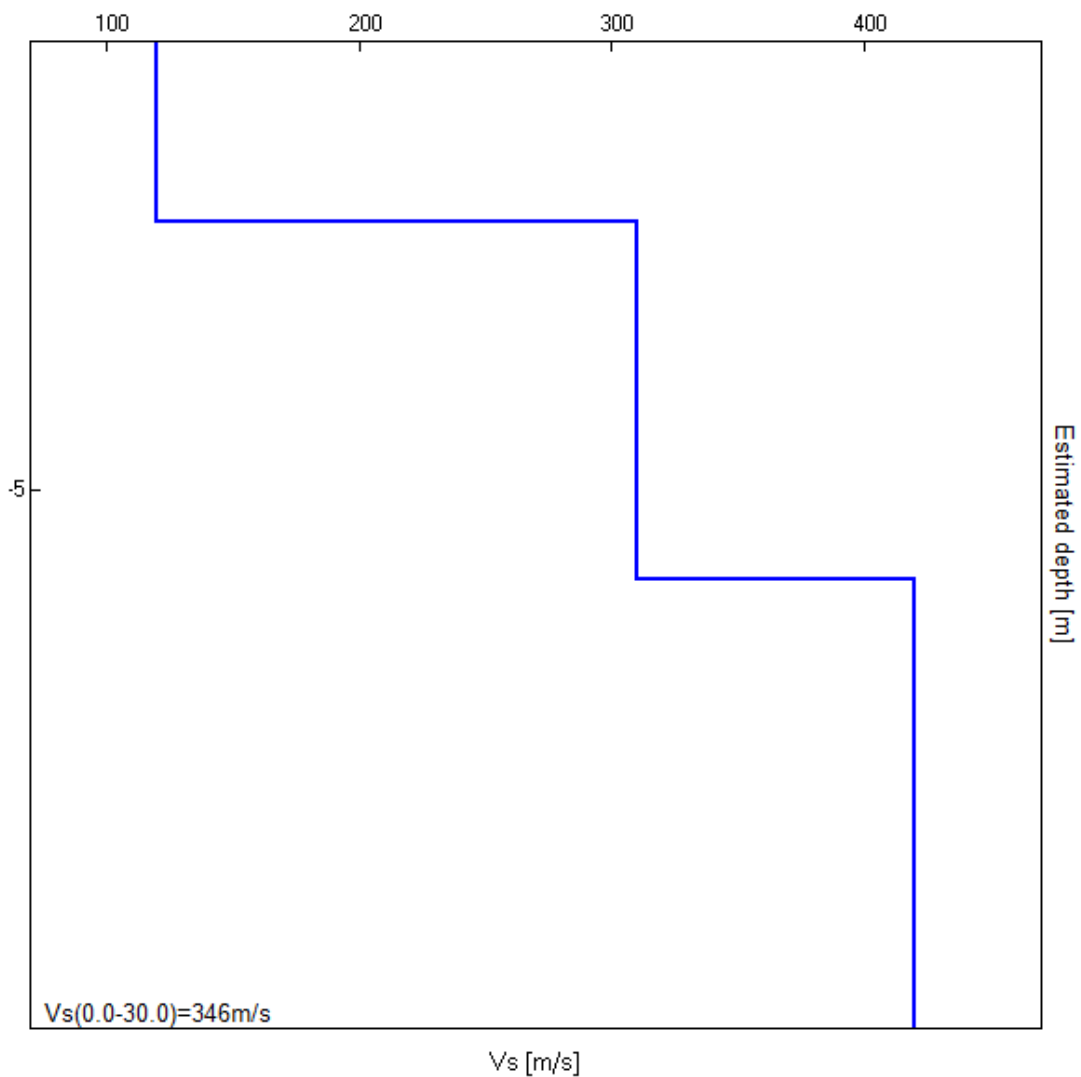


Tabella n. 6 - Interpretazione sondaggio tomografico T5

Profondità (m)	Vs (m/s)	Categoria sismica ai sensi del D.M. del 17/01/2018	
0.00 – 7.00	300	C	C (Vs30=350 m/s)
7.00 – 12.00	400	B	
12.00 – 30.00	360	B	

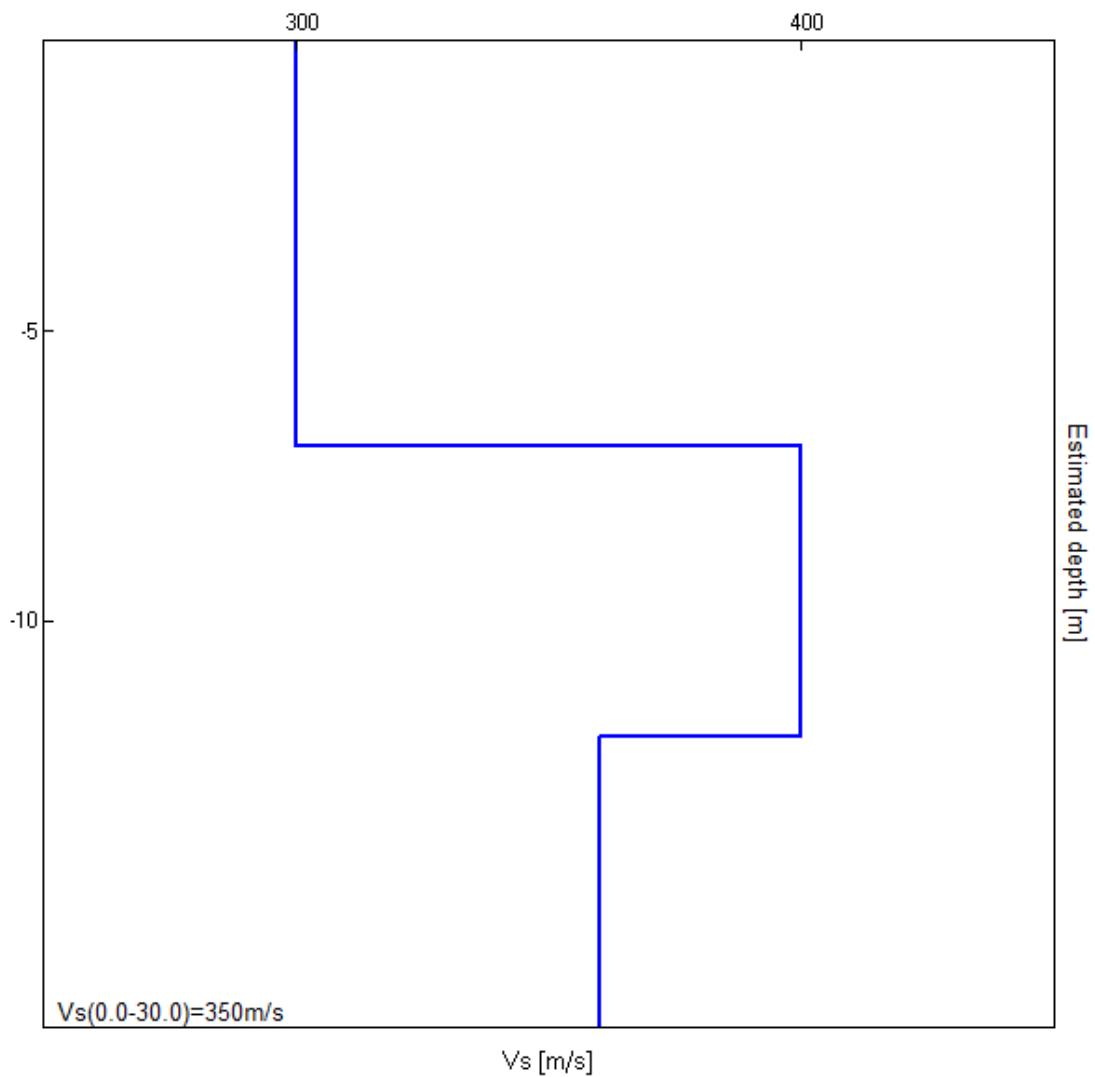


Tabella n. 7 - Interpretazione sondaggio tromografico T6

Profondità (m)	Vs (m/s)	Categoria sismica ai sensi del D.M. del 17/01/2018	
0.00 – 9.00	310	C	C (Vs30=355 m/s)
9.00 – 17.00	350	C	
17.00 – 30.00	400	B	

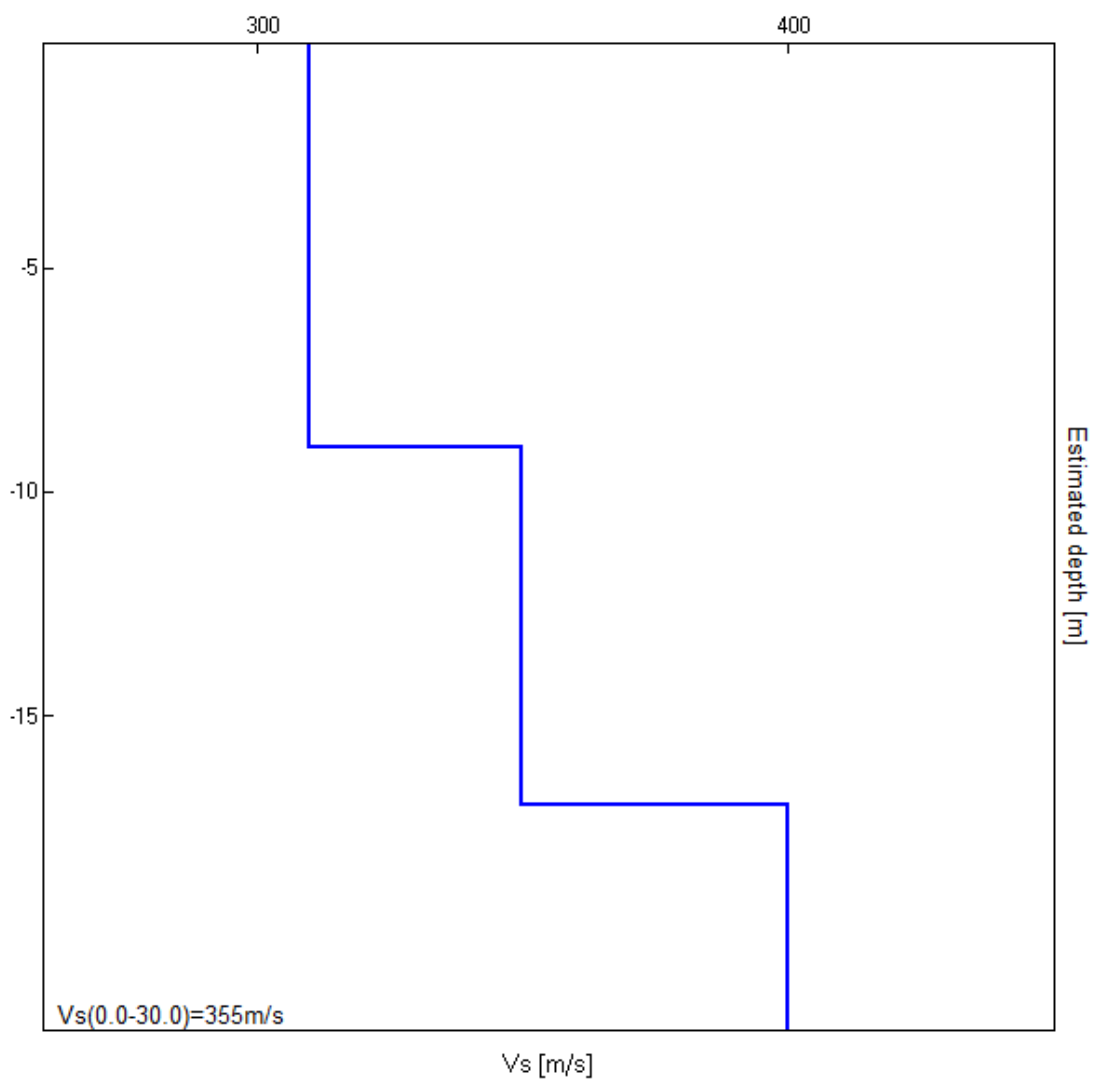


Tabella n. 8 - Interpretazione sondaggio tomografico T7

VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
 Relazione Geologica – Progetto per la realizzazione di un parco eolico nei territori di
 Contessa Entellina (Pa), Santa Margherita Belice (Ag), Montevago (Ag) e Partanna (Tp)

Profondità (m)	Vs (m/s)	Categoria sismica ai sensi del D.M. del 17/01/2018	
0.00 – 2.00	110	C	C (Vs30=342 m/s)
2.00 – 5.00	310	C	
5.00 – 30.00	430	B	

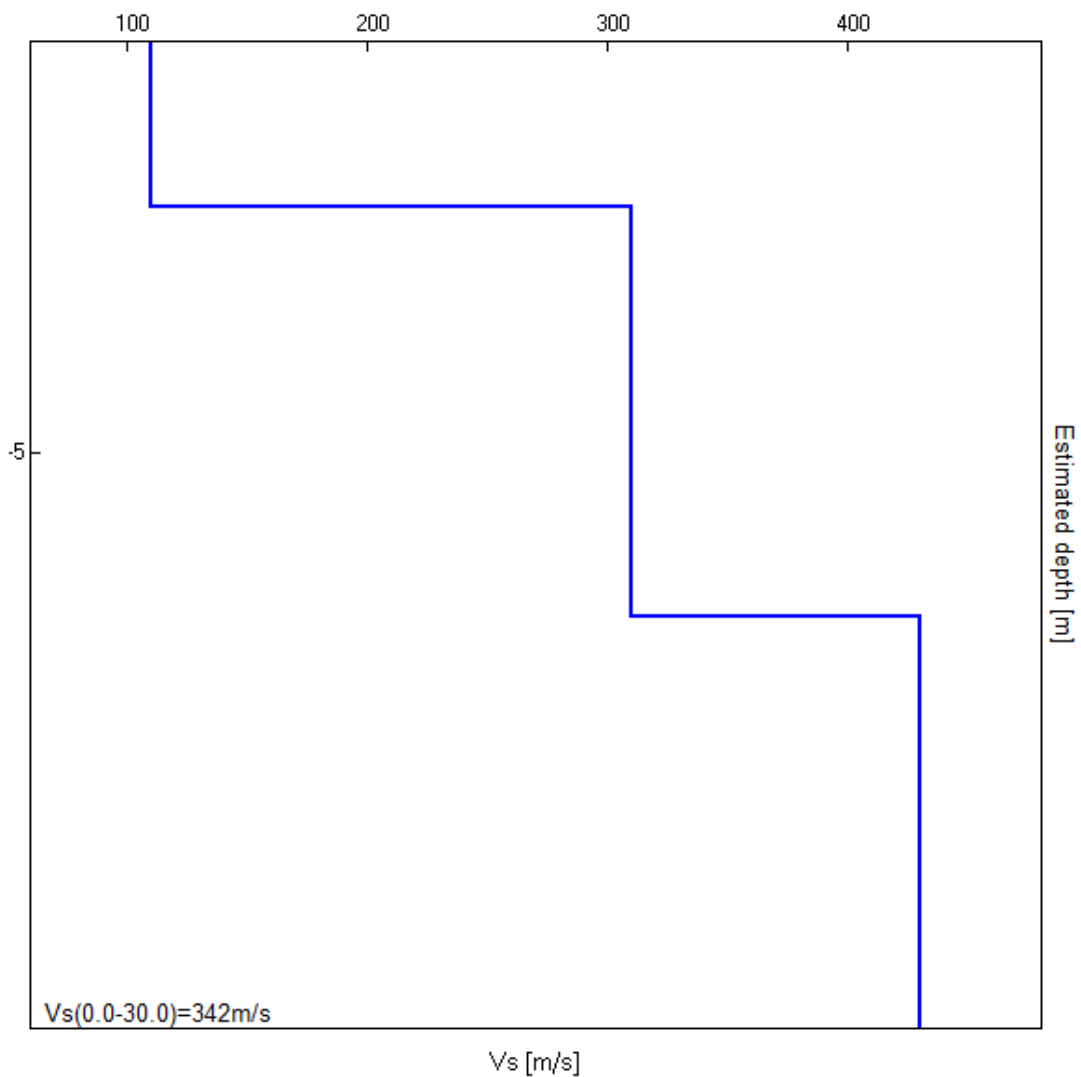


Tabella n. 9 - Interpretazione sondaggio tromografico T8

Profondità (m)	Vs (m/s)	Categoria sismica ai sensi del D.M. del 17/01/2018	
0.00 – 10.00	310	C	C (Vs30=347 m/s)
10.00 – 22.00	350	C	
22.00 – 30.00	400	B	

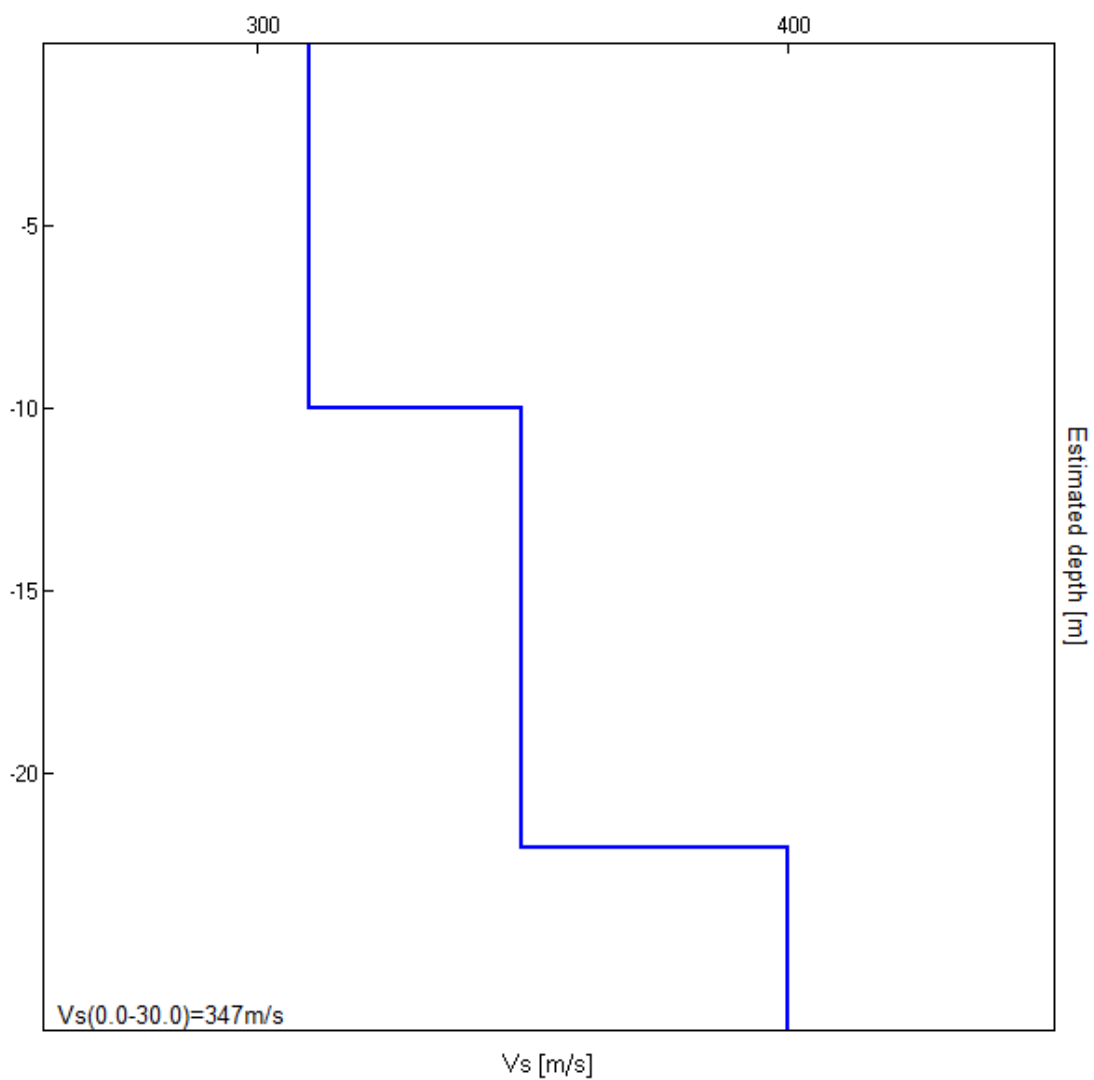


Tabella n. 10 - Interpretazione sondaggio tromografico T9

VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
 Relazione Geologica – Progetto per la realizzazione di un parco eolico nei territori di
 Contessa Entellina (Pa), Santa Margherita Belice (Ag), Montevago (Ag) e Partanna (Tp)

Profondità (m)	Vs (m/s)	Categoria sismica ai sensi del D.M. del 17/01/2018	
0.00 – 12.00	290	C	C (Vs30=321 m/s)
12.00 -27.00	340	C	
27.00 – 30.00	380	B	

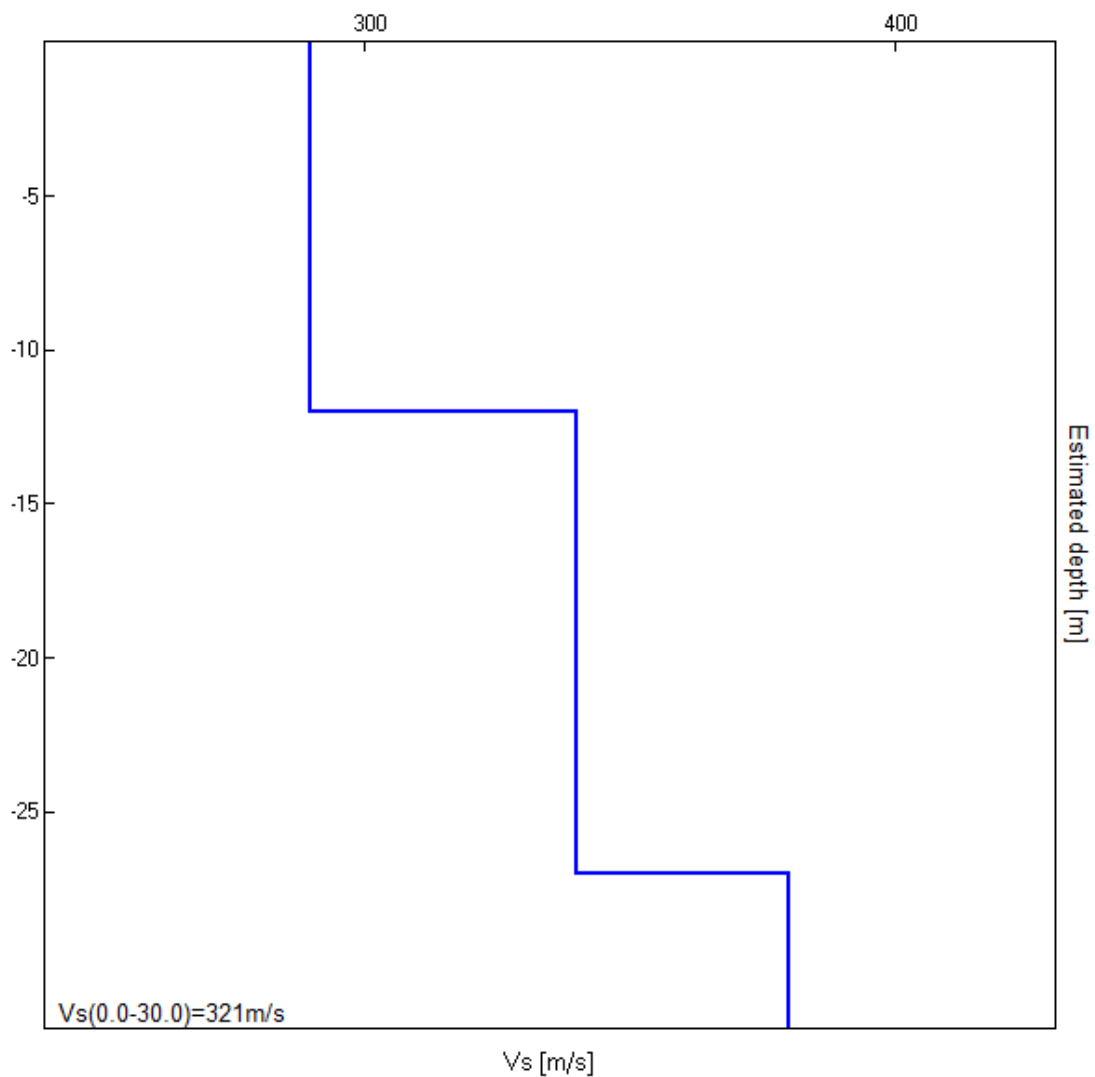


Tabella n. 11 - Interpretazione sondaggio tomografico T10

Sondaggio tromografico TSott

Profondità (m)	Vs (m/s)	Categoria sismica ai sensi dell’D.M. del 17/01/2018	
0.00-0.50	110	D	C (Vs30= 326 m/s)
0.05 - 10.50	300	C	
10.50 - 20.50	330	C	
20.50 - 30.00	400	B	

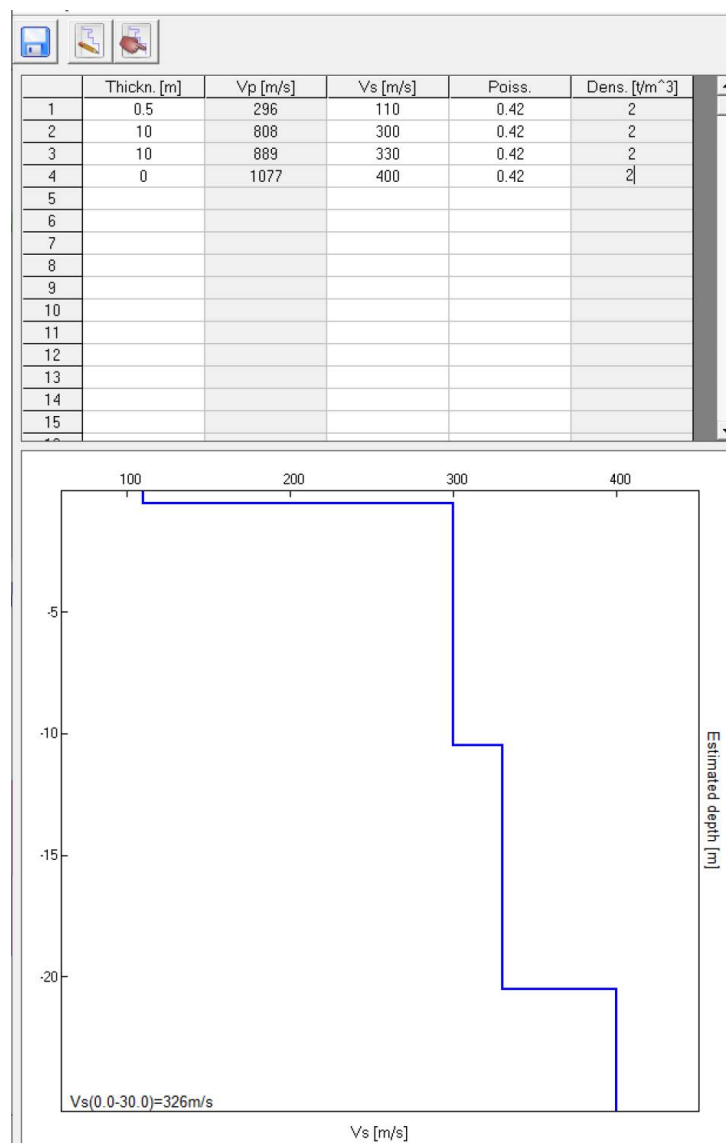


Tabella n. 12 - Interpretazione sondaggio tromografico TSott

5. CARATTERISTICHE SISMICHE DEL TERRITORIO

Ai fini sismici il territorio interessato è incluso nell'elenco delle località sismiche con livelli di pericolosità 1

Detto livello è dettato dalla “Classificazione sismica al 31 gennaio 2020” e recepita da parte delle Regioni e delle Province autonome dell'OPCM 20 marzo 2003, n. 3274 e dell'OPCM 28 aprile 2006, n. 3519, ed in particolare confermata dalla Regione Sicilia (DGR 15/31 del 30/03/2004).

Esiste nella letteratura scientifica (Baratta 1934, De Panfilis 1959, Cosentino, Mulone 1985, Barberi 1985) tutta una serie di notizie relative ad eventi sismici che hanno avuto i loro epicentri in zone limitrofe all'area in oggetto.

Le prime notizie di eventi che in qualche maniera si sono avvertite nella zona risalgono al 1593 e ricordano un terremoto con epicentro Corleone, successivamente nel 1724 e 1740 scosse sismiche furono avvertite a Contessa Entellina e dintorni.

Nel 1816-17 si sono avvertite in zona una serie di scosse sismiche con epicentro a Sciacca, Menfi e Sambuca di Sicilia.

Nel 1897 una nuova scossa sismica interessa Corleone, nel dicembre del 1909 una forte scossa con intensità pari al VII° grado si verificò con epicentro nella zona di Camporeale.

Un'intensa attività sismica si è verificata tra il 18 ed il 20 novembre 1954, con area epicentrale localizzata nei pressi dell'abitato di Grisi; la scossa principale, di intensità valutata del VI° grado della scala Mercalli, fu registrata negli osservatori di Palermo e Messina e fu risentita con intensità del IV° grado a Contessa Entellina; successivamente nel 1956 un

movimento sismico a carattere locale ha interessato nuovamente il territorio di Grisi.

Nel 1957 alcune scosse sismiche, prevalentemente di carattere strumentale, furono avvertite con intensità pari al V° grado a Contessa Entellina, a Castelvetro, S. Margherita Belice e Sambuca di Sicilia.

Nel 1968 si è registrato il terremoto più importante della zona risentito a Contessa Entellina con intensità pari al VI°. In quella occasione una vasta area situata a cavallo della Valle del Belice fu interessata da una serie di forti scosse sismiche che provocarono gravissimi danni e vittime negli abitati di Gibellina, Salaparuta, Montevago, Poggioreale, Santa Margherita Belice, Salemi, Partanna, Menfi, mentre danni minori si ebbero a Camporeale, Bisacchino, Calatafimi, Castelvetro e Contessa Entellina.

Da allora numerose scosse di lieve entità sono state registrate e tutte legate ai terremoti che hanno coinvolto l'area del palermitano ed in particolare 06/09/02 (M=4.3), 09/04/07 (M=3.7), 22/10/08 (M=3.6), 25/04/11 (M=3.9), 13/04/12 (M=4.3), che sono stati avvertiti dalla popolazione ed hanno causato parecchi danni a monumenti ed edifici ubicati in particolari aree del centro abitato.

Per quanto riguarda l'interpretazione geotettonica degli eventi sismici che hanno interessato la zona, bisogna certamente ricollegarla alla più vasta area della Sicilia Occidentale ed in particolare della valle del Belice.

Vari autori hanno cercato di fornire valide spiegazioni all'improvvisa attivazione sismica di questa area.

In un lavoro preliminare sul terremoto della Valle del Belice (Bosi, Cavallo e Manfredini, 1968) gli autori identificano nella regione interessata dagli eventi sismici due zone, che almeno durante l'intervallo Miocene

medio-Calabriano, hanno avuto una evoluzione geologica sensibilmente diversa.

A Sud e a Sud-Est dell'allineamento Montevago-Contessa Entellina-Corleone, i Monti Sicani e le loro propaggini occidentali (M. Magaggiaro) costituiscono una zona in massima parte emersa durante il Miocene ed il Pliocene. A Nord ed a Nord-Ovest dell'allineamento precedentemente indicato, la valle di Mazara e probabilmente la massima parte della valle del Belice sono state interessate da una notevole subsidenza che ha portato il tetto della serie prevalentemente calcarea (Eocene – Oligocene) ad oltre 1000 m di profondità, come dimostrato dai sondaggi per ricerca petrolifera e da studi geofisici (Regione Siciliana, 1961).

Il bacino subsidente è colmato da depositi argilloso-arenacei, attribuibili al Miocene medio e dai terreni della serie gessoso-solfifera, che rappresenta la fine del riempimento del bacino subsidente ed il termine del relativo ciclo sedimentario.

I sedimenti del successivo ciclo pliocenico, almeno dalla parte alta del Pliocene inferiore, si sono depositati in due bacini subsidenti distinti, separati da una dorsale orientata circa NE-SO, disposta grosso modo lungo la direttrice Castelvetro-M.te Finestrelle, e corrispondenti dal punto di vista paleogeografico a due golfi del mare pliocenico che si aprivano verso Sud.

La notevole inclinazione degli strati miocenici e pliocenici verso i quadranti meridionali e l'andamento della linea di costa del mare Calabriano, che presenta una marcata insenatura nella zona di Partanna (Goggi, 1965), sono forse una conferma del prolungarsi della subsidenza durante il Calabriano in corrispondenza della zona compresa tra le due

linee strutturali precedentemente illustrate, e cioè la linea Montevago-Bisacquino-Corleone e la linea Castelvetro-M.te Finestrelle.

La zona epicentrale del terremoto del Belice può essere situata grosso modo nella zona di Gibellina e Salaparuta, cioè in vicinanza della linea strutturale Castelvetro-M.te Finestrelle. Dall'esame delle notizie raccolte sembra che, della lunga serie di eventi sismici che hanno distrutto gli abitati di Gibellina, Salaparuta e Montevago, le zone di Contessa Entellina, Bisacquino e Corleone potrebbero essere indicate come aree epicentrali di queste scosse.

Sulla base di tali risultanze il terremoto della Valle del Belice potrebbe essere inquadrato in uno schema geologico abbastanza preciso: l'area sismica, infatti, verrebbe a coincidere con la zona compresa tra due linee accelerogrammi che hanno separato per lunghi periodi zone a differente evoluzione geologica e che potrebbero rivestire pertanto carattere di giunzioni tra zolle crostali a diversa mobilità.

In questo quadro trova conferma la classificazione sismica dell'area e la necessità di studiare, nei siti interessati da edificazione, le eventuali modificazioni che dovessero subire le sollecitazioni sismiche ad opera dei fattori morfologici, strutturali e litologici.

Tali studi, eseguiti anche in Italia nelle zone dell'Irpinia, del Friuli, dell'Umbria e più recentemente di Palermo e del Molise, hanno evidenziato notevoli differenze di effetti da zona a zona nell'ambito di brevi distanze, associate a differenti morfologie dei siti o a differenti situazioni geologiche e geotecniche dei terreni.

In tal senso sembra opportuno soffermarsi su alcuni aspetti di carattere generale riguardanti la tematica in oggetto, utili all'inquadramento del "problema sismico".

La propagazione delle onde sismiche verso la superficie è influenzata dalla deformabilità dei terreni attraversati. Per tale ragione gli accelerogrammi registrati sui terreni di superficie possono differire notevolmente da quelli registrati al tetto della formazione di base, convenzionalmente definita come substrato nel quale le onde di taglio, che rappresentano la principale causa di trasmissione degli effetti delle azioni sismiche verso la superficie, si propagano con velocità maggiori o uguali a 1.000 m/sec.

Si può osservare in generale che nel caso in cui la “formazione di base” sia ricoperta da materiali poco deformabili e approssimativamente omogenei (es. calcari e calcareniti) gli accelerogrammi che si registrano al tetto della formazione di base non differiscono notevolmente da quelli registrati in superficie: inoltre in tale caso lo spessore dei terreni superficiali non influenza significativamente la risposta dinamica locale.

Nel caso in cui la formazione di base è ricoperta da materiali deformabili, gli accelerogrammi registrati sulla formazione ed in superficie possono differire notevolmente, in particolare le caratteristiche delle onde sismiche vengono modificate in misura maggiore all’aumentare della deformabilità dei terreni.

La trasmissione di energia dal bed-rock verso la superficie subisce trasformazioni tanto più accentuate quanto più deformabili sono i terreni attraversati; all’aumentare della deformabilità alle alte frequenze di propagazione corrispondono livelli di energia più bassi e viceversa a frequenze più basse corrispondono livelli di energia più alti.

Il valore del periodo corrispondente alla massima accelerazione cresce quanto la rigidità dei terreni diminuisce; nel caso di rocce sciolte

tale valore aumenta anche all'aumentare della potenza dello strato di terreno.

Di particolare importanza è, inoltre, lo studio dei contatti stratigrafici in affioramento soprattutto tra terreni a risposta sismica differenziata.

Nel complesso, pur in presenza di un alto rischio che possono ripetersi eventi sismici di elevata intensità, paragonabili a quello del '68, nel particolare della risposta sismica locale le indagini sismiche dimostrano che non vi sono problemi legati alla presenza di terreni a risposta sismica differente e, quindi, nulla osta alla realizzazione del progetto purché i calcoli delle strutture tengano presenti gli elevati gradi di sismicità che caratterizzano il sito.

Ai sensi del DM 17/01/2018, in corrispondenza degli aerogeneratori e della sottostazione, la categoria di suolo è la 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”*.

6. LIQUEFAZIONE DEI TERRENI

Il problema della liquefazione dei terreni è di estrema importanza in aree a rischio sismico, come quella in cui si deve realizzare il progetto.

Si tratta di un fenomeno estremamente importante e pericoloso in particolari condizioni.

Il termine *liquefazione* viene usato, per definire un processo per cui una massa di terreno saturo, a seguito dell'intervento di forze esterne, statiche o dinamiche perde resistenza al taglio e si comporta come un fluido.

Ricordando la relazione di un terreno incoerente saturo:

$$\tau_f = (\sigma_f - u) \operatorname{tg} \varphi$$

se per effetto delle azioni esterne la pressione applicata si trasferisce integralmente alla fase liquida, ossia $\sigma = u$, viene $\tau_f = 0$ e quindi resistenza tangenziale nulla.

Sono soprattutto le azioni dinamiche a disturbare l'equilibrio dello scheletro solido orientando le particelle di roccia, immerse in acqua, verso una maggiore compattezza.

Le particelle di terreno sotto la vibrazione, si dispongono infatti facilmente in un nuovo assetto ed in questa fase di transizione perdono il contatto fra di loro e, quindi, sono «flottanti» temporaneamente nell'acqua perdendo ogni funzione portante.

La presenza dell'acqua pone le sabbie, sottoposte a rapide alternanze di carico, in situazione analoga a quella delle argille sature sottoposte rapidamente a carichi statici; infatti la velocità con la quale si producono le variazioni di volume è talmente elevata che, nonostante la forte permeabilità dello scheletro granulare della sabbia, l'acqua non riesce a sfuggire

mentre avviene la riduzione di volume del tessuto e, quindi, le pressioni interstiziali annullano la resistenza di attrito.

Di qui la liquefazione del terreno e lo sprofondamento delle opere.

La predisposizione alla liquefazione dipende, quindi, dalla capacità del terreno ad aumentare la propria densità, il che è legato evidentemente alla percentuale di vuoti iniziale.

Il fenomeno della liquefazione si verifica per stratificazioni superficiali, a profondità di 15 m può dirsi che esso sia escluso a causa della compattezza prodotta dalla pressione geostatica.

Notevoli assestamenti possono verificarsi con terreni anche asciutti sottoposti a vibrazioni ma senza la presenza della falda non è possibile l'istaurarsi del fenomeno della liquefazione.

I metodi con cui si calcola la tendenza alla liquefazione sono divisi in due categorie: a) Metodi semplificati; b) Metodi empirici ed il nostro studio utilizza quelli definiti dal programma Liquiter della Geostru.

I metodi semplificati si basano sul rapporto che intercorre fra le sollecitazioni di taglio che producono liquefazione e quelle indotte dal terremoto; hanno perciò bisogno di valutare i parametri relativi sia all'evento sismico sia al deposito, determinati questi ultimi privilegiando metodi basati su correlazioni della resistenza alla liquefazione con parametri desunti da prove in situ ed indagini geofisiche per il calcolo delle Vs30.

La resistenza del deposito alla liquefazione viene, quindi, valutata in termini di fattore di resistenza alla liquefazione

$$(1.0)F_s = \frac{CRR}{CSR}$$

dove CRR (Cyclic Resistance Ratio) indica la resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclico e CSR (Cyclic Stress Ratio) la sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma.

I metodi semplificati proposti differiscono fra loro soprattutto per il modo con cui viene ricavata CRR, la resistenza alla liquefazione.

Il parametro maggiormente utilizzato è il numero dei colpi nella prova SPT anche se oggi, con il progredire delle conoscenze, si preferisce valutare il potenziale di liquefazione utilizzando prove di misurazione delle onde di taglio Vs.

I metodi di calcolo del potenziale di liquefazione adottati dal programma sono:

- 1) *Metodo di Seed e Idriss (1982);*
- 2) *Metodo di Iwasaki et al. (1978; 1984);*
- 3) *Metodo di Tokimatsu e Yoshimi (1983);*
- 4) *Metodo di Finn (1985);*
- 5) *Metodo di Cortè (1985);*
- 6) *Metodo di Robertson e Wride modificato (1997);*
- 7) *Metodo di Andrus e Stokoe (1998);*
- 8) *Metodi basati sull'Eurocodice 8 (ENV 1998-5);*
- 9) *Metodo basato sull'NTC 2008.*

In base all'Eurocodice 8 (ENV 1998-5) si può escludere pericolo di liquefazione per i terreni sabbiosi saturi che si trovano a profondità di 15 m o quando $a_g < 0,15$ e, contemporaneamente, il terreno soddisfi almeno una delle seguenti condizioni:

- ❖ contenuto in argilla superiore al 20%, con indice di plasticità > 10 ;
- ❖ contenuto di limo superiore al 10% e resistenza $N_{1,60} > 20$;

- ❖ frazione fine trascurabile e resistenza $N_{1,60} > 25$.

Quando nessuna delle precedenti condizioni è soddisfatta, la suscettibilità a liquefazione deve essere verificata come minimo mediante i metodi generalmente accettati dall'ingegneria geotecnica, basati su correlazioni di campagna tra misure in situ e valori critici dello sforzo ciclico di taglio che hanno causato liquefazione durante terremoti passati.

Lo sforzo ciclico di taglio CSR viene stimato con l'espressione semplificata:

$$CSR = 0,65 \frac{a_g}{g} S \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} \frac{r_d}{MSF}$$

dove S è il coefficiente di profilo stratigrafico, definito come segue:

Categoria suolo	Spettri di Tipo 1 - S (M > 5,5)	Spettri di Tipo 2 - S (M < 5,5)
A	1,00	1,00
B	1,20	1,35
C	1,15	1,50
D	1,35	1,80
E	1,40	1,60

Il fattore di correzione della magnitudo **MSF** consigliato dalla normativa è quello di Ambraseys.

Nel caso vengano utilizzati dati provenienti da prove SPT, la resistenza alla liquefazione viene calcolata mediante la seguente relazione di Blake, 1997:

(a)

$$CRR = \frac{0,04844 - 0,004721 (N_{1,60})_{cs} + 0,0006136 [(N_{1,60})_{cs}]^2 - 0,00001673 [(N_{1,60})_{cs}]^3}{1 - 0,1248 (N_{1,60})_{cs} + 0,009578 [(N_{1,60})_{cs}]^2 - 0,0003285 [(N_{1,60})_{cs}]^3 + 0,000003714 [(N_{1,60})_{cs}]^4}$$

dove $(N_{1,60})_{cs}$ viene valutato con il metodo proposto da Youd e Idriss (1997) e raccomandato dal NCEER:

$$(N_{1,60})_{cs} = \alpha + \beta N_{1,60}$$

dove $N_{1,60}$ è la normalizzazione dei valori misurati dell'indice N_m (ridotti del 25% per profondità < 3 m) nella prova SPT rispetto ad una pressione efficace di confinamento di 100 KPa ed a un valore del rapporto tra l'energia di impatto e l'energia teorica di caduta libera pari al 60%, cioè:

$$N_{1,60} = C_N C_E N_m$$

$$C_N = \left(\frac{100}{\sigma'_{vo}} \right)^{0,5}$$

$$C_E = \frac{ER}{60}$$

dove ER è pari al rapporto dell'energia misurato rispetto al valore teorico x 100 e dipende dal tipo di strumento utilizzato.

Attrezzatura	C_E
Safety Hammer	0,7 – 1,2
Donut Hammer (USA)	0,5 – 1,0
Donut Hammer (Giappone)	1,1 – 1,4
Automatico-Trip Hammer (Tipo Donut o Safety)	0,8 – 1,4

I parametri α e β , invece, dipendono dalla frazione fine (FC):

$$\alpha = 0 \quad \text{per } FC \leq 5\%$$

$$\alpha = \exp[1,76 - (190 / FC^2)] \quad \text{per } 5\% < FC \leq 35\%$$

$$\alpha = 5 \quad \text{per } FC > 35\%$$

$$\beta = 1,0 \quad \text{per } FC \leq 5\%$$

$$\beta = [0,99 + (FC^{1,5} / 1000)] \quad \text{per } 5\% < FC \leq 35\%$$

$$\beta = 1,2 \quad \text{per FC} > 35\%$$

Se invece si possiedono dati provenienti da una prova penetrometrica statica (CPT), i valori di resistenza alla punta misurati q_c devono essere normalizzati rispetto ad una pressione efficace di confinamento pari a 100 KPa e vanno calcolati mediante la seguente formula

$$q_{e1N} = \frac{q_c}{Pa} \left(\frac{Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^n$$

Per poter tenere conto della eventuale presenza di particelle fini, il software utilizza il metodo di Robertson e Wride.

Poiché, come dimostrato, è possibile assumere:

$$\frac{(q_{e1N})_{cs}}{(N_{1,60})_{cs}} = 5$$

come proposto dall'EC8, derivato $(N_{1,60})_{cs}$, si utilizza la (a) per il calcolo di CRR.

Quando invece si possiedono dati provenienti da prove sismiche, si calcola la velocità di propagazione normalizzata con la formula:

$$V_{s1} = V_s \left(\frac{100}{\sigma'_{vo}} \right)^{0,25}$$

e la resistenza alla liquefazione mediante la formula di Andrus e Stokoe:

$$CRR = 0,03 \left(\frac{V_{s1}}{100} \right)^2 + 0,9 \left[\frac{1}{(V_{s1})_{cs} - V_{s1}} - \frac{1}{(V_{s1})_{cs}} \right]$$

Rispetto alla normativa europea, la normativa italiana (NTC 2008) è meno accurata e non fornisce proposte di metodologie per valutare il potenziale di liquefazione.

La normativa richiede che il controllo della possibilità di liquefazione venga effettuato quando la falda freatica si trova in prossimità della superficie ed il terreno di fondazione comprende strati estesi o lenti spesse

di sabbie sciolte sotto falda, anche se contenenti una frazione fine limo-argillosa.

Secondo le normative europea e italiana è suscettibile di liquefazione un terreno in cui lo sforzo di taglio generato dal terremoto supera l'80% dello sforzo critico che ha provocato liquefazione durante terremoti passati.

La probabilità di liquefazione P_L , invece, è data dall'espressione di Juang et al. (2001):

$$P_L = \frac{1}{1 + \left(\frac{F_s}{0,72} \right)^{3,1}}$$

Nello specifico del nostro lavoro e dai dati in nostro possesso, si evince che in corrispondenza degli aerogeneratori sono presenti i litotipi argillosi, argillo-marnosi, marnosi, tubacei e gessosi delle formazioni che non consentono la formazione di fenomeni di liquefazione, così come in corrispondenza della sottostazione dove sono presenti le calcareniti.

Si ritiene, comunque, indispensabile che in fase di progettazione esecutiva e di calcolo delle strutture in c.a. si eseguano le indagini di verifica delle su esposte ipotesi geologiche.

7. CARATTERIZZAZIONE LITOLOGICHE DEI TERRENI INTERESSATI DALLE OPERE IN PROGETTO

Da quanto desumibile dalle indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche in situ ed in laboratorio eseguite in questa prima fase, i terreni che costituiscono il volume geotecnicamente significativo delle opere in progetto sono riferibili alle seguenti litologie: **a) Fm. Ciminna (Frazione argillosa e gessosa); b) Fm. Marnoso Arenacea del Fiume Belice (Frazione Argillosa e calcarenitica); c) Fm Terravecchia (Frazione argilloso-marnosa).**

Ne descriviamo singolarmente le caratteristiche litologiche e meccaniche così come desumibili dai dati ricavati durante le prove geognostiche, geofisiche e geotecniche in laboratorio ed in situ, nonché dalle pubblicazioni scientifiche e dall'esperienza maturata su questi terreni, tenendo conto che in fase di progettazione esecutiva e di calcolo delle strutture fondali sarà necessario integrare le indagini eseguite di questa fase come descritto in premessa.

a) Formazione Ciminna (Frazione argillosa): Si tratta di rocce "pseudo- coerenti" costituite da limi argillosi a tratti debolmente sabbiosi, argille sabbiose e sabbie argillose. Nello spessore compreso nei primi 10 m di profondità si presentano a struttura alterata e rimaneggiata. Per quanto riguarda le caratteristiche fisico-meccaniche di questi terreni la loro valutazione va fatta tramite prove geotecniche in laboratorio. Per i risultati ottenuti si rimanda alle tabelle allegate ed ai certificati delle prove eseguite vedi campioni S3C1 ed S3C2).

- b) Formazione Ciminna (Frazione gessosa):** Si tratta di rocce "coerenti" fratturate costituite da gessi microcristallini con intercalati livelli di sabbie gessose molto addensate. Per la caratterizzazione fisico-meccanica, come è noto, non è possibile eseguire alcuna sperimentazione in laboratorio, può quindi farsi riferimento, a tutto vantaggio della sicurezza, ai seguenti parametri desunti dall'esperienza maturata su questi terreni e dalle sperimentazioni scientifiche: $\varphi' = 35^\circ$; $c' = 30,0 \text{ kN/m}^2$; $\gamma = 2,0 \text{ kN/m}^3$.
- c) Fm. Marnoso Arenacea del Fiume Belice (Frazione agillosa):** Si tratta rocce "pseudo-coerenti" costituite da argille sabbiose debolmente limose e limi sabbiosi a struttura omogenea di colore grigio, da mediamente consistenti a consistenti. Per quanto riguarda le caratteristiche fisico-meccaniche di questi terreni la loro valutazione va fatta tramite prove geotecniche in laboratorio. Per i risultati ottenuti si rimanda alle tabelle allegate ed ai certificati delle prove eseguite (vedi campioni S9C1, S9C2 ed S9C3).
- d) Fm. Marnoso Arenacea del Fiume Belice (Frazione calcarenitica):** Si tratta di rocce coerenti a grana grossolana costituite da calcareniti e calciruditi cementate di colore ocra. Per la caratterizzazione fisico-meccanica di tale complesso su cui, come è noto, non è possibile alcuna sperimentazione in laboratorio, il progettista può fare riferimento, a tutto vantaggio della sicurezza, all'esperienza maturata su questi terreni e alle sperimentazioni scientifiche: $\varphi' = 30^\circ$; $c' = 20,0 \text{ kN/m}^2$; $\gamma = 1,9 \text{ kN/m}^3$.
- e) Fm Terravecchia:** si tratta di "rocce pseudocoerenti" costituite da argille ed argille sabbiose, di colore grigio e tabacco, con intercalati sottili livelli sabbiosi che ne marcano la stratificazione e da marne e

marne argillose con tenori variabili di sabbie quarzose con foraminiferi planctonici passanti verso l'alto a marne e marne sabbiose brune. Per la caratterizzazione fisico-meccanica di tale complesso, il progettista può fare riferimento, a tutto vantaggio della sicurezza, all'esperienza maturata su questi terreni e alle sperimentazioni scientifiche: $\phi' = 25^\circ$; $c' = 20,0 \text{ kN/m}^2$; $\gamma = 1,9 \text{ kN/m}^3$.

RIEPILOGO DELLE CARATTERISTICHE FISICHE

CAMPIONE	PROF. (m)	γ KN/m ³	γ_s KN/m ³	γ_d KN/m ³	Wn %	Wl %	Wp %	Ws %	S %	n %
S3C1	2.00	17.03		15.10	12.77	40.12	17.36	11.09		
S3C2	9.00	18.54		14.42	28.54	44.86	29.77	19.30		
S9C1	5.50	19.85		16.06	23.58	49.14	21.54	20.92		
S9C2	9.00	19.72		16.80	17.39	40.65	19.59	18.02		
S9C3	12.00	20.61		18.00	14.52	42.56	20.83	13.37		

RIEPILOGO DELLE CARATTERISTICHE MECCANICHE

CAMPIONE	PROF. (m)	C'	ϕ'	Ed
		KN/m ²	gradi	KN/m ²
S3C1	2.00			2.7E+03
S3C2	9.00	26.0	31°	
S9C1	5.50	9.0	25°	9.3E+03
S9C2	9.00	32.0	21°	
S9C3	12.00	38.0	29°	

GRANULOMETRIA
Limo sabbioso debolmente argilloso (marnoso)
Limo argilloso e sabbioso
Argilla sabbiosa con limo
Argilla sabbiosa con limo
Limo sabbioso con argilla

Tabella n. 13 – Riepilogo delle caratteristiche fisiche e meccaniche

8. CAMPAGNA INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE DA ESEGUIRE IN FASE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA

Fermo restando che il piano di indagini sotto indicato sarà individuato in modo definitivo prima della redazione della progettazione esecutiva utile per la realizzazione dell'impianto, sulla base di un'analisi preliminare si ritiene opportuno eseguire, nelle successive fasi di progettazione, le indagini di seguito elencate.

In corrispondenza di ciascun aerogeneratore e della sottostazione:

- ✓ n. 1 sondaggio a carotaggio continuo di profondità pari a 30 mt. dal p.c.;
- ✓ prelievo di n. 3 campioni indisturbati sui quali eseguire le prove geotecniche in laboratorio per la caratterizzazione fisico-meccanica;
- ✓ n. 5 S.P.T. in foro;
- ✓ installazione di un piezometro per l'individuazione della profondità del livello freatico.

9. CONCLUSIONI

Da quanto detto precedentemente in ordine alle caratteristiche geologico-tecniche, geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area vasta si evince che:

- Dall'analisi della carta geologica e dai rilievi eseguiti in campagna, nonché dalle indagini sismiche eseguite in corrispondenza di ciascun aerogeneratore si evince che il modello geologico del sondaggio S3 è assimilabile a quello degli aerogeneratori PECO_01, PECO_02, PECO_03, PECO_04 e PECO_05, mentre il modello geologico del sondaggio S9 è assimilabile a quella degli aerogeneratori PECO_07, PECO_08, PECO_09 e PECO_10. In corrispondenza dell'aerogeneratore PECO_06 invece sono presenti i terreni afferenti ai Depositi terrazzati che poggiano sulla Fm. Terravecchia. Di seguito sono descritti i litotipi intercettati durante l'esecuzione dei sondaggi ritenuti rappresentativi. Il sondaggio S3 è stato eseguito in corrispondenza dell'affioramento della Fm. Ciminna costituita prevalentemente da un esiguo spessore di circa 1 m di limi sabbiosi di colore giallastro, mediamente consistenti, a struttura omogenea che poggiano sui limi argillosi a tratti debolmente sabbiosi, a struttura alterata e rimaneggiati, scarsamente consistenti, di colore variabile dall'ocra al grigio con intercalati livelli di colore nerastro dovuti alla presenza di sostanza organica in decomposizione. I limi sopra descritti sono stati intercettati fino alla profondità di 9.50 m dal p.c. Seguono, fino alla profondità di 20.00 m, le argille sabbiose e sabbie argillose, consistenti, con intercalati strati di gessi micro e macro cristallini molto fratturati. Da 20.00 a 30.00 m si riscontra la presenza di gessi microcristallini, fratturati, con intercalati livelli di

sabbie gessose molto addensate. L'area dove verrà realizzata l'aerogeneratore PECO_6 è caratterizzata dall'affioramento dei depositi alluvionali terrazzati costituiti da conglomerati immersi in matrice arenitico siltosa che poggiano sulla frazione argillo-marnosa della Fm. Terravecchia. Detta Formazione è costituita prevalentemente da argille ed argille sabbiose, di colore grigio e tabacco, con intercalati sottili livelli sabbiosi che ne marciano la stratificazione e da marne e marne argillose con tenori variabili di sabbie quarzose con foraminiferi planctonici passanti verso l'alto a marne e marne sabbiose brune. L'area dove è stato realizzato il sondaggio S9 è riferibile alla Fm. Marnoso – Arenacea del Belice costituita prevalentemente da sabbie fini e sabbie fini limose di colore ocra, scarsamente addensate presenti fino a circa 4.50 dal p.c. Questi terreni poggiano sulle argille ed argille sabbiose debolmente limose a struttura omogenea di colore grigio, da mediamente consistenti a consistenti, con intercalati strati di sabbie fini, calcareniti e calciruditi cementate e fossilifere che si presentano alterate per uno spessore di circa 3 m. Tale formazione si intercetta sino alla profondità di 30 m. Da evidenziare la presenza di uno strato calcarenitico/calciruditico cementato di colore ocra alla profondità compresa tra 14.70 e 17.50. Tutti i suddetti terreni sono ricoperti da uno spessore variabile tra circa 0.5 e 3.00 m di terreno vegetale poco consistente e scarsamente addensato.

- Per quanto riguarda le opere in progetto, di seguito sono indicati alcuni dissesti che possono interessare alcuni aerogeneratori ed alcuni tratti di cavidotto. In particolare le aree di seguito indicate sono interessate da “Aree a franosità diffuse” che bisogna tenere

nella dovuta considerazione nella scelta delle fondazioni al fine di evitare che l'evoluzione retrogressiva dello stesso fenomeno possa in futuro interferire con le stesse. In particolare:

- ✓ il versante a Ovest dell'Aerogeneratore PECO_07;
- ✓ i versanti ad est ed a Ovest dell'Aerogeneratore PECO_06;
- ✓ il versante a Nord-est dell'Aerogeneratore PECO_03.
- ✓ n.1 tratto di cavidotto tra gli Aerogeneratori PECO_02 e PECO_03;
- ✓ n.2 tratti di cavidotto tra gli Aerogeneratori PECO_03 e PECO_06;
- ✓ n. 3 tratti di cavidotto a sud di Cozzo Caparrina.

Si tratta di fenomeni geodinamici che non ostano la realizzazione degli aerogeneratori ma che devono essere studiati approfonditamente in fase di progettazione esecutiva a valle dell'autorizzazione per poter prevedere tutte quelle opere di ingegneria naturalistica necessarie a mitigare ed annullare l'attività erosiva che ha causato i suddetti fenomeni.

- Le aree dell'impianto eolico non sono interessate da dissesti indicati dal P.A.I. come a rischio e pericolosità geomorfologica ed idraulica, mentre il cavidotto, nel tratto compreso tra il Fiume Belice e lo scorrimento veloce Palermo-Sciacca, attraversa aree interessate da dissesti indicati dal P.A.I. come:
 - ❖ frane complesse quiescenti e stabilizzate;
 - ❖ colamento lento attivo e quiescente;
 - ❖ soliflusso attivo;
 - ❖ franosità diffusa attiva.

- il P.A.I., include il tratto di cavidotto che attraversa il fiume Belice all'interno di un'area caratterizzata da pericolosità idraulica P4 per fenomeni di esondazione ma essendo completamente interrato e realizzato con la tecnica del microtunnelling tale rischio non crea alcun problema all'opera in progetto.
- dalle misure acquisite all'interno dei piezometri installati in corrispondenza dei sondaggi S3 ed S9 la presenza della falda freatica è stata rinvenuta alle profondità rispettivamente di 18 m e 16 m; nel periodo delle piogge invernali la parte rimaneggiata ed alterata possa essere in condizioni di saturazione per il notevole potere di assorbimento che caratterizza le porzioni superficiali dei complessi argillo-marnosi;
- per quanto riguarda le caratteristiche fisico-meccaniche di questi terreni la loro valutazione va fatta tramite prove geotecniche in situ (SPT), prove penetrometriche pesanti (DPSH) e prove di laboratorio. Per i risultati ottenuti si rimanda ai certificati delle prove eseguite allegati;
- ai sensi del DM 17/01/2018 le categoria di suolo in corrispondenza di tutti gli aerogeneratori e della sottostazione è la C ovvero “Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s”;
- i terreni presenti non sono soggetti a fenomeni di liquefazione;
- nello specifico del nostro lavoro e dai dati in nostro possesso, si evince che in corrispondenza degli aerogeneratori sono presenti i

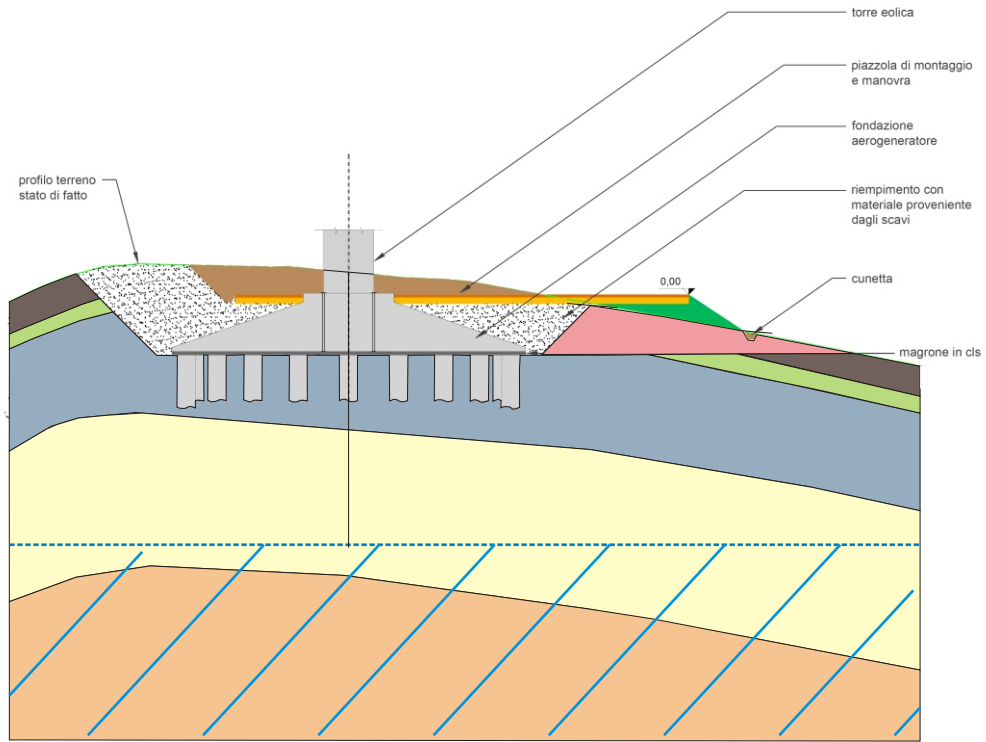
litotipi argillosi, argillo-marnosi, marnosi, trabacei e gessosi delle formazioni che non consentono la formazione di fenomeni di liquefazione, così come in corrispondenza della sottostazione dove sono presenti le calcareniti. Si ritiene, comunque, indispensabile che in fase di progettazione esecutiva e di calcolo delle strutture in c.a. si eseguano le indagini di verifica delle su esposte ipotesi geologiche.

- si ritiene indispensabile la presenza di un geologo in fase di esecuzione degli scavi e di realizzazione delle fondazioni.

Dott. Geol. Gualtiero Bellomo

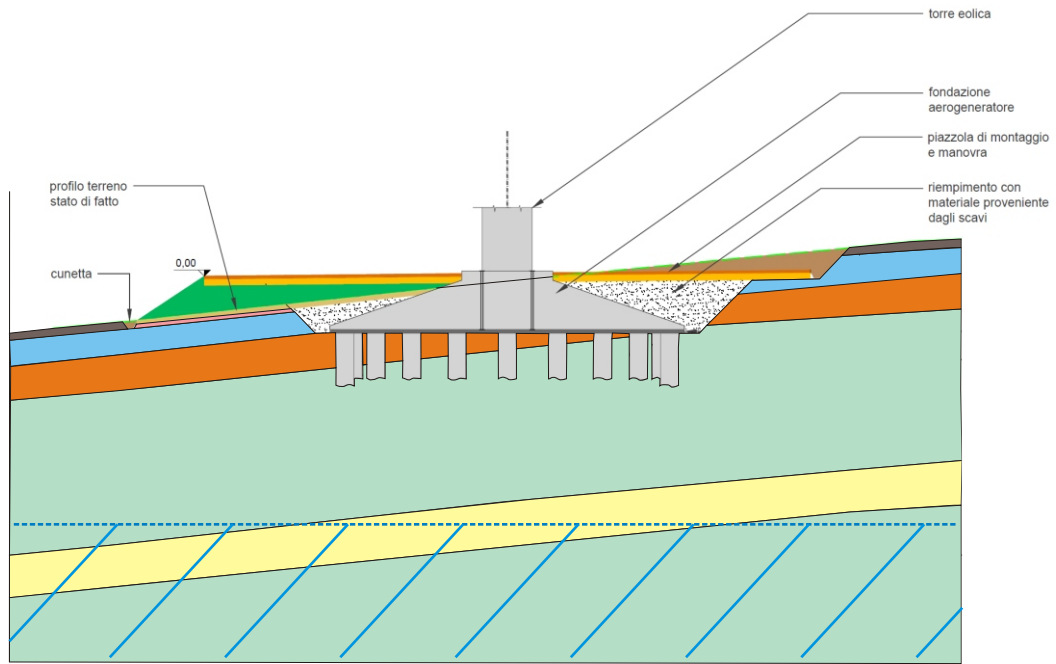









pbwflkb=dblildf ^ =mb`l=MP



- pîê~íç=Çá=ÄçááÑáÄ~=J~íÉéá~äÉ=~éáÇç=ÄÉá=Äçéíáé~íç
- qÉêêÉâç=iÉÖÉí~äÉ=
- iáãá=ë~ÄÄáçéá
- iáãá=ÖáãáçéáIÖáãáÉ=ë~ÄÄáçéÉ=É=ë~ÖáãáçéÉ=Çá=ááíÉéÄ~J
ä~òáçáá=Çá=ááíÉáãá=ÖÉëççéá
- dÉëéá=ááÄêçÁéáéí~ääááá=Äçá=ááíÉéÄ~ä~òáçáÉ=Çá=ë~ÄÄáÉ=ÖÉëççéÉ
- iáíÉääç=ÑêÉ~íáÄç
- mçèòáçáÉ=ÇÉä=ëçíçèìçäç=ááíÉéÉëë~í~Ç~ää~=Ñ~äÇ~=ÑêÉ~íáÄ~

pbwflkb=dblildf^ ^ =mb`l=MV



-  píê~iç=Çá=ÄçääÑáÄ~=J=j~íÉéá~äÉ=~êáÇç=ÄÉâ=Äçêíäç~iç
-  qÉêêÉâç=iÉÖÉí~äÉ
-  qêìÄá
-  p~ÄÄáÉ=Ñáää=É=ë~ÄÄáÉ=Ñáää=ääãçÉ
-  ^F=ê ÖääáÉ=ÉÖääáÉ=ë~ÄÄáçëÉ=J=_F=~äÄ~êÉääíá=É=Ä~äÄáèiÇáíá
-  íáíÉääç=ÑêÉ~íáÄç
-  mçêòáçáÉ=ÇÉä=ëçíçèiçäç=ááiÉêÉëë~í~Ç~ää~Ñ~äÇ~ÑêÉ~íáÄ~



s.a.s. di Cibella Carlo e C.

Laboratorio di Geologia Tecnica

Prove di Laboratorio

COMUNE DI CONTESSA ENTELLINA (PA)

Progetto di realizzazione impianto eolico

COMMITTENTE: *Vamirgeoind s.r.l.*

05 Dicembre 2019

Il Direttore Tecnico
Dott. Geol. Carlo Cibella



GEOCIMA s.a.s. - Laboratorio di Geologia Tecnica - Via Borremans, 36 - 90145 - Palermo
Tel/Fax 0916824940 – Email: geocimasnc@tiscali.it - P.I. 04405870827

Concessione n° 0005593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto del

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti per prove sui terreni (settore A)

Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo la Norma ISO 9001:2015 - QCB Italia n° Q-1485-13

Nel mese di Ottobre dell'anno 2019 sono pervenuti al laboratorio complessivamente n° 5 campioni indisturbati contenuti in fustelle metalliche ermeticamente sigillate.

Dietro indicazione del committente sono state effettuate le seguenti analisi e le prove di laboratorio necessarie per definire sia i parametri fisici che meccanici:

- Descrizione macroscopica del campione;
- Determinazione del contenuto d'acqua naturale per essiccamento in stufa;
- Determinazione del Peso dell'Unità di Volume mediante fustella tarata di diametro pari a 38 mm;
- Determinazione del peso specifico dei grani;
- Determinazione dei limiti di consistenza (di liquidità e plasticità e ritiro) sul passante allo staccio 40 della serie ASTM ($\emptyset=0.42$ mm);
- Determinazione della composizione granulometrica mediante stacciatura per via umida del materiale trattenuto allo staccio n° 200 della serie ASTM ($\emptyset=0,075$ mm); per il passante è stata eseguita la determinazione tramite il metodo del densimetro;
- Prova di taglio diretto del tipo consolidata drenata (CD);
- Prova di compressione edometrica (CE) a dilatazione laterale impedita ed a incremento di carico controllato;

- La determinazione del contenuto d'acqua (**W_n**) è stata realizzata secondo una media effettuata su tre prove, sottoponendo una quantità nota del campione ad essiccamento in stufa a 110°.

La normativa di riferimento è la ASTM D-2216 e CNR-UNI 10008.

- Il Peso di Volume (**γ**) è stato calcolato mediante una fustella di acciaio a volume noto, secondo una media effettuata su tre prove. La normativa di riferimento è la BS 1377: 1990

- Il peso specifico è stato calcolato sulla porzione di terra passante al setaccio ASTM N° 200 ($\emptyset=0.075$ mm), tramite la media su due valori ricavati per mezzo di un picnometro ad acqua da 100 cm³.

La normativa di riferimento è la ASTM D 854-06.

- I limiti di consistenza (Atterberg) sono stati determinati in accordo alla normativa CNR-UNI 10014 ed alla ASTM D 4318-84.

Il limite di liquidità è stato calcolato mediante la coppa di Casagrande sulla sola frazione di terra passante al setaccio ASTM N° 40 ($\varnothing=0.42$ mm); il metodo utilizzato è quello dell'interpolazione dei tre punti.

Il limite di plasticità è stato determinato tramite la manipolazione dello stesso materiale utilizzato per la determinazione del limite di liquidità, sino a quando, creando dei bastoncini aventi diametro di 3 mm, questi si screpolavano o rompevano.

Il limite di ritiro è stato determinato usando lo stesso materiale impiegato per la determinazione del limite di liquidità aggiungendo una quantità nota di acqua distillata ed usando del mercurio liquido (Hg) ($\rho_s=13.579$ g/cm³) e contenitori tarati sia in peso che in volume.

- L'analisi granulometrica è stata realizzata tramite vagliatura meccanica per la porzione di terra avente grana di dimensione superiore a 0.075 mm, invece per il materiale avente diametro inferiore viene riservata l'analisi per sedimentazione con il metodo del densimetro.

La serie di setacci utilizzata è ASTM D 422 ed UNI 8520.

Per il materiale fine è stata eseguita una procedura per via umida secondo la normativa ASTM D 2217 - Metodo A, seguendo le indicazioni di Bowles (1978).

- La prova di taglio è stata realizzata con l'apparecchio di Casagrande su tre provini quadrati e/o circolari aventi altezza di 2 cm e diametro/lato di 6 cm; la fase di consolidazione si è protratta per 24 h, sino al raggiungimento della consolidazione secondaria.

La velocità di rottura è stata scelta tenendo conto del tempo di consolidazione del materiale di prova; sono stati analizzati i tempi relativi al 50% ed al 100% della consolidazione, valori che hanno permesso di risalire alla velocità necessaria per raggiungere la rottura utilizzando le formule proposte da Bowles (1970), Ladd (1971) e Gibson ed Henkel (1954).

I carichi applicati durante la fase di consolidazione sono stati compresi tra circa 98 e circa 392 KN/m² (= tra circa 1 e 4 Kg/cm²).

La normativa di riferimento è la ASTM D 3080-72.

• La prova edometrica CE é stata realizzata su un provino cilindrico avente altezza pari a 2 cm e diametro di 5 cm. I carichi sono stati applicati eseguendo sette gradini di carico e tre di scarico protratti per un numero massimo di 24 ore, fino ad una pressione massima di circa 3137 KN/m^2 ($= 32 \text{ Kg/cm}^2$).

I dati ottenuti sono stati riportati in diagrammi Cedimenti ($\Delta l/l_0$) / log Tempo (T); Indice dei vuoti (e)/log Pressione effettiva (σ).

La normativa di riferimento é la ASTM D-2435.

Nelle pagine seguenti sono stati riportati i seguenti elaborati:

- Elenco delle prove eseguite
- Tabella riassuntiva delle caratteristiche fisiche dei campioni
- Certificati delle singole prove ed analisi.

Palermo, 05 Dicembre 2019

Il Direttore Tecnico del Laboratorio



ELENCO DELLA SIMBOLOGIA UTILIZZATA

DESCRIZIONE	SIMBOLO	UNITA' di MISURA
Peso specifico	γ_s	KN/m^3
Peso dell'Unità di Volume	γ	KN/m^3
Peso dell'Unità di Volume all'inizio della prova	γ_i	KN/m^3
Peso dell'Unità di Volume alla fine della prova	γ_f	KN/m^3
Peso secco dell'unità di volume	γ_d	KN/m^3
Peso saturo dell'unità di volume	γ_{sat}	KN/m^3
Contenuto naturale d'acqua	W_n	%
Contenuto naturale d'acqua all'inizio della prova	W_i	%
Contenuto naturale d'acqua alla fine della prova	W_f	%
Limite di Liquidità	W_l	%
Limite di Plasticità	W_p	%
Indice di Plasticità	I_p	%
Indice di Consistenza	I_c	-
Indice dei vuoti	e	-
Indice dei vuoti all'inizio della prova	e_o	-
Porosità	n	%
Coefficiente di saturazione	S	%
Coazione drenata	c'	KN/m^2
Coazione non drenata	C_u	KN/m^2
Angolo di attrito interno in condizioni drenate	ϕ'	Gradi
Angolo di attrito interno in condizioni non drenate	ϕ_u	Gradi
Tensione tangenziale	τ	KN/m^2
Tensione normale	σ	KN/m^2
Deformazione orizzontale	$\epsilon - \delta$	% - mm
Resistenza a compressione non confinata	Q_{max}	KN/m^2
Indice di resistenza normalizzato	$I_s (50)$	KN/m^2
Modulo edometrico	E_d	KN/m^2
Indice di compressibilità	A_v	m^2/KN
Coefficiente di compressibilità di volume	M_v	m^2/KN
Coefficiente di consolidazione	C_v	m^2/KN
Coefficiente di permeabilità	K	cm/sec

GEOCIMA s.a.s. di Cibella Carlo e C.

Laboratorio di analisi geotecniche



Concessione N° 0005593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale ed operativa: Via Borremans 36 - 90145 Palermo -
P.IVA 04405870827 - Tel/Fax: 0916824940
email: geocimasnc@tiscali.it sito web: www.geocima.it

Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo la Norma ISO 9001:2008 n.Q-1485-13

ELENCO DELLE PROVE ESEGUITE

COMMITTENTE: Vamirgeind s.r.l.

LOCALITA': Comune di Contessa Entellina (PA)

PROGETTO: Realizzazione impianto eolico

DATA COMMESSA: 22/10/19

DATA EMISS. CERTIF.: 05/12/19

N° PROT.: 43/19

SONDAGGIO	CAMPIONE	PROF. (m)	Descrizione	•	• _s	W _n	W _l -W _p -W _s	Analisi granul.	Taglio CD	Prova di taglio Residuo	Compressione Edometrica	Compressione Triassiale	Prova di costipamento	E.L.L.	Classificazione funzionale	Prova di permeabilità
S3	C1	2.00	*	*	*	*	*	*			*					
S3	C2	9.00	*	*	*	*	*	*	*							
S9	C1	5.50	*	*	*	*	*	*	*		*					
S9	C2	9.00	*	*	*	*	*	*	*							
S9	C3	12.0	*	*	*	*	*	*	*							

GEOCIMA s.a.s. di Cibella Carlo e C.

Laboratorio di analisi geotecniche

Concessione N° 000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale ed operativa: Via Borremans 36 - 90145 Palermo -
P.IVA 04405870827 - Tel/Fax: 0916824940
email: geocimasnc@tiscali.it sito web: www.geocima.it



geocima

Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo la Norma ISO 9001:2008 - CQB Italia n°Q-1485-13

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**

PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**

Data ricevimento camp: 22/10/19

Data emissione certificati: 05/12/2019

N° verb. accett.: 43/19

RIEPILOGO DELLE CARATTERISTICHE FISICHE

CAMPIONE	PROF. (m)	• KN/m ³	• _s KN/m ³	• _d KN/m ³	W _n %	W _l %	W _p %	W _s %	S %	n %
S3C1	2.00	17.03	25.88	15.10	12.77	40.12	17.36	11.09	47.19	41.65
S3C2	9.00	18.54	26.59	14.42	28.54	44.86	29.77	19.30	91.65	45.77
S9C1	5.50	19.85	26.54	16.06	23.58	49.14	21.54	20.92	97.80	39.46
S9C2	9.00	19.72	26.57	16.80	17.39	40.65	19.59	18.02	81.00	36.75
S9C3	12.00	20.61	26.56	18.00	14.52	42.56	20.83	13.37	82.64	32.23

GEOCIMA s.a.s. di Cibella Carlo e C.



Laboratorio di analisi geotecniche

Concessione N° 0005593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale ed operativa: Via Borremans 36 - 90145 Palermo -
P.IVA 04405870827 - Tel/Fax: 0916824940
email: geocimasnc@tiscali.it sito web: www.geocima.it

Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo la Norma ISO 9001:2015 - QCB Italia n° Q-1485-13

Certificato n° 12536 del 05/12/19 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Vamirgeind s.r.l.**
LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**
PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**
SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **2.00 m**

Data commessa: 22/10/19 Data apertura camp: 1/7/19 N° verb. accett.: 43/19

DATI DICHIARATI

Attrezzatura di prelievo	<input type="checkbox"/> Parete sottile con pistone	<input checked="" type="checkbox"/> Parete sottile senza pistone	<input type="checkbox"/> Continua
	<input type="checkbox"/> Parete spessa	<input type="checkbox"/> Carotiere rotativo	
Modalità di prelievo	<input type="checkbox"/> Percussione	<input checked="" type="checkbox"/> Pressione	<input type="checkbox"/> Rotopressione

VERIFICA CAMPIONI

Contenitore del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Inox	<input type="checkbox"/> PVC	<input type="checkbox"/> Ferro
	<input type="checkbox"/> Sacchetto		
Forma del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Cilindrica	<input type="checkbox"/> Cubica	<input type="checkbox"/> Informe
Condizioni del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Buone	<input type="checkbox"/> Mediocri	<input type="checkbox"/> Cattive
Tipo di campione	<input checked="" type="checkbox"/> Indisturbato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato a disturbo limitato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato
	<input type="checkbox"/> Incoerente	<input checked="" type="checkbox"/> Pseudocoerente	<input type="checkbox"/> Lapideo

Il Direttore del laboratorio

Lo Spesimentatore



Certificato n° 12537 del 05/12/19 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **2.00 m**

Data ricevimento camp: 22/10/19 Data esecuz. prova : 22/10/19 N° verb. accett.: 43/19

DETERMINAZIONE DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

Normativa di riferimento: BS 1377-90

	Tara (mN)	Volume fustella (cm ³)	Peso umido lordo (mN)
Campione 1	900.05	67.88	2061.46
Campione 2	900.05	67.88	2053.12
Campione 3	900.05	67.88	2053.90

	KN/m ³
γ_1	17.110
γ_2	16.987
γ_3	16.998

 γ medio: **17.032 KN/m³****DETERMINAZ. DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA**Normativa di riferimento: ASTM D 2216-05; CNR-UNI 10008:1963;
UNI CEN ISO/TS 17892-1:2005

Data esecuz. prova : 22/10/19

	Tara (mN)	Peso umido lordo (mN)	Peso secco lordo (mN)	Wn (%)
Campione 1	63.84	3752.02	3328.18	12.984
Campione 2	63.35	3733.88	3315.82	12.854
Campione 3	62.37	3612.87	3219.03	12.476

Wn medio: 12.771 %

(1 gr = 9,8 mN)

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



GEOCIMA s.a.s. di Cibella Carlo e C.

Laboratorio di analisi geotecniche

Concessione N° 0005593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale ed operativa: Via Borremans 36 - 90145 Palermo -
P.IVA 04405870827 - Tel/Fax: 0916824940
email: geocimasnc@tiscali.it sito web: www.geocima.it

Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo la Norma ISO 9001:2015 - QCB Italia n° Q-1485-13

Certificato n° 12538 del 05/12/19 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**

PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**

SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **2.00 m**

Data ricevimento camp: 22/10/19 Data esecuz. prova : 25/11/19 N° verb. accett.: 43/19

DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI

Normativa di riferimento: ASTM D 854-06

	P1 (mN)	P2 (mN)	P3 (mN)	P4 (mN)	T (°C)	γ_s KN/m ³
Campione 1	1170.13	1565.53	2589.88	2835.30	20	25.846
Campione 2	1130.61	1591.13	2463.65	2749.98	20	25.920

γ_s medio: 25.883 KN/m³

- P1 = Peso picnometro
P2 = Peso picnometro contenente il campione da analizzare
P3 = Peso picnometro pieno d'acqua deareata
P4 = Peso picnometro pieno d'acqua deareata e campione

(1 gr = 9,8 mN)

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 12539 del 05/12/19 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Vamirgeoid s.r.l.**LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **2.00 m**

Data ricevimento camp: 22/10/19 Data esecuz. prova : 6/11/19 N° verb. accett.: 43/19

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG
 Normativa di riferimento: ASTM D 4318-05; CNR UNI 10014:1964; ASTM D 427-04;
 UNI CEN/TS 17892-12:2005
LIMITE DI LIQUIDITA'

	Tara (mN)	Peso umido lordo (mN)	Peso secco lordo (mN)	n° colpi	WI (%)
Campione 1	122.49	252.62	214.86	15	40.870
Campione 2	122.19	290.96	242.52	26	40.261
Campione 3	125.53	271.84	230.75	36	39.049

WI = **40.118 %****LIMITE DI PLASTICITA'**

	Tara (mN)	Peso umido lordo (mN)	Peso secco lordo (mN)	Wp (%)
Campione 1	206.43	310.67	295.18	17.459
Campione 2	25.30	290.57	251.54	17.252

Wp medio = **17.355 %**Ic = **1.201**Ip = **22.762****LIMITE DI RITIRO**

tara capsula (mN)	Volume capsula (cm ³)	P.U.L. (mN)	P.S.N. (mN)	Volume camp. Secco (cm ³)	Wn	Ws (%)
226.83	178.69	506.42	201.23	12.51	-	11.09

(1 gr = 9,8 mN)

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 12540 del 05/12/19 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**

PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**

SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **2.00 m**

Data ricevimento camp: 22/10/19 Data esecuz. prova : 31/10/19 N° verb. accett.: 43/19

ANALISI GRANULOMETRICA

Normativa di riferimento: ASTM D 422-63 (2002) e1: UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005;
 ASTM D 1140 ; densimetro utilizzato serie: ASTM 151 H a 68° F

P.S.N. Totale : 3400.36 mN
P.S.N. passante 200 : 2678.39 mN
% passante al 200 : 78.77

ANALISI PER STACCIATURA

N° setaccio (serie ASTM)	peso trattenuto (mmN)	diametro maglia (mm)	passante %
4	28.73	4.75	99.15
10	130.13	2	96.17
18	208.00	1	93.88
40	402.46	0.425	88.16
60	550.05	0.25	83.82
100	655.57	0.15	80.72
200	721.97	0.075	78.77

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

Tempo (minuti)	lettura al densimetro	diametro (mm)	passante %
0.5	1.028	0.0620	77.24
1	1.0275	0.0441	75.67
2	1.027	0.0314	74.11
4	1.0263	0.0222	71.92
8	1.0247	0.0157	66.91
16	1.0235	0.0111	63.16
32	1.021	0.0081	55.34
60	1.0013	#N/D	-6.29
120	1.011	0.0046	24.06
240	1.0075	0.0034	13.11
480	1.0068	0.0024	10.92
1440	1.006	0.0014	8.42

(1 gr = 9,8 mN)

NOTE:

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 12540 del 05/12/19 Pag 2/2

COMMITTENTE : **Vamirgeind s.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**

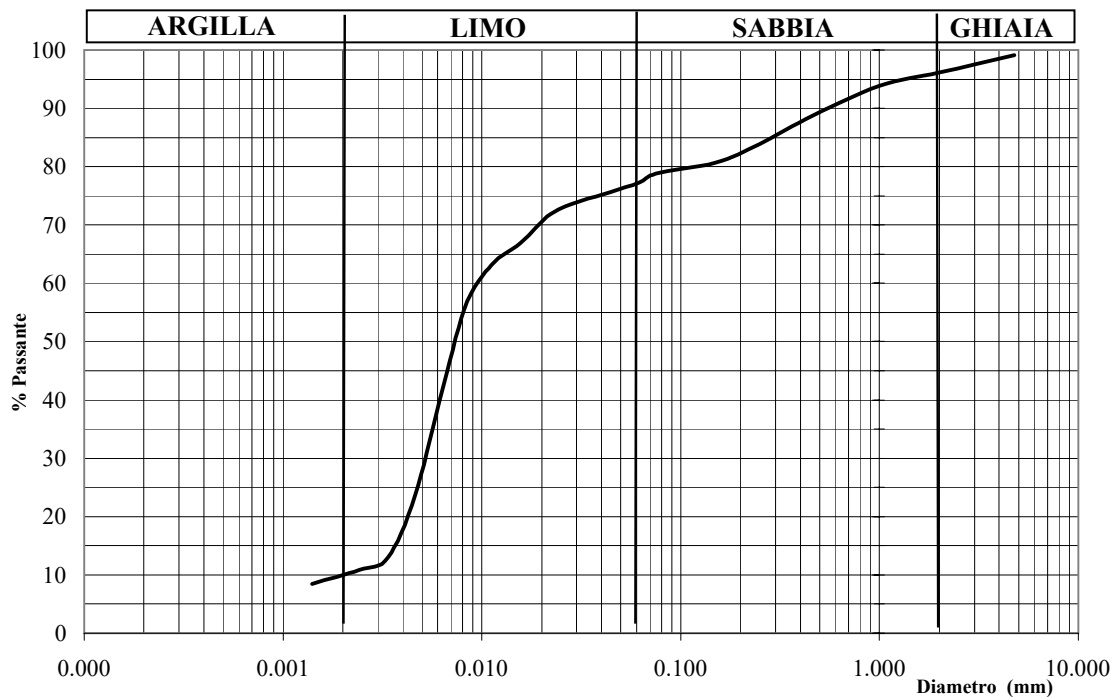
PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**

SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **2.00 m**

Data ricevimento camp: 22/10/19 Data esecuz. prova : 31/10/19 N° verb. accett.: 43/19

ANALISI GRANULOMETRICA

Normativa di riferimento: ASTM D 422-63 (2002) e1: UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005;
ASTM D 1140 ; densimetro utilizzato serie: ASTM 151 H a 68° F



Ghiaia: 3.83 %
Sabbia: 19.11 %
Limo: 67.17 %
Argilla: 9.89 %

Percentuale del passante al setaccio 200 (75 μ) = 78.77%

Classificazione ai sensi della norma AGI 1977 **limo sabbioso debolmente argilloso**

NOTE:

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 12541 del 05/12/19 Pag 1/3

COMMITTENTE : **Vamirgeind s.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**

PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**

SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **2.00 m**

Data ricevimento camp: 22/10/19 Data esecuz. prova : 22/10/19 N° verb. accett.: 43/19

PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

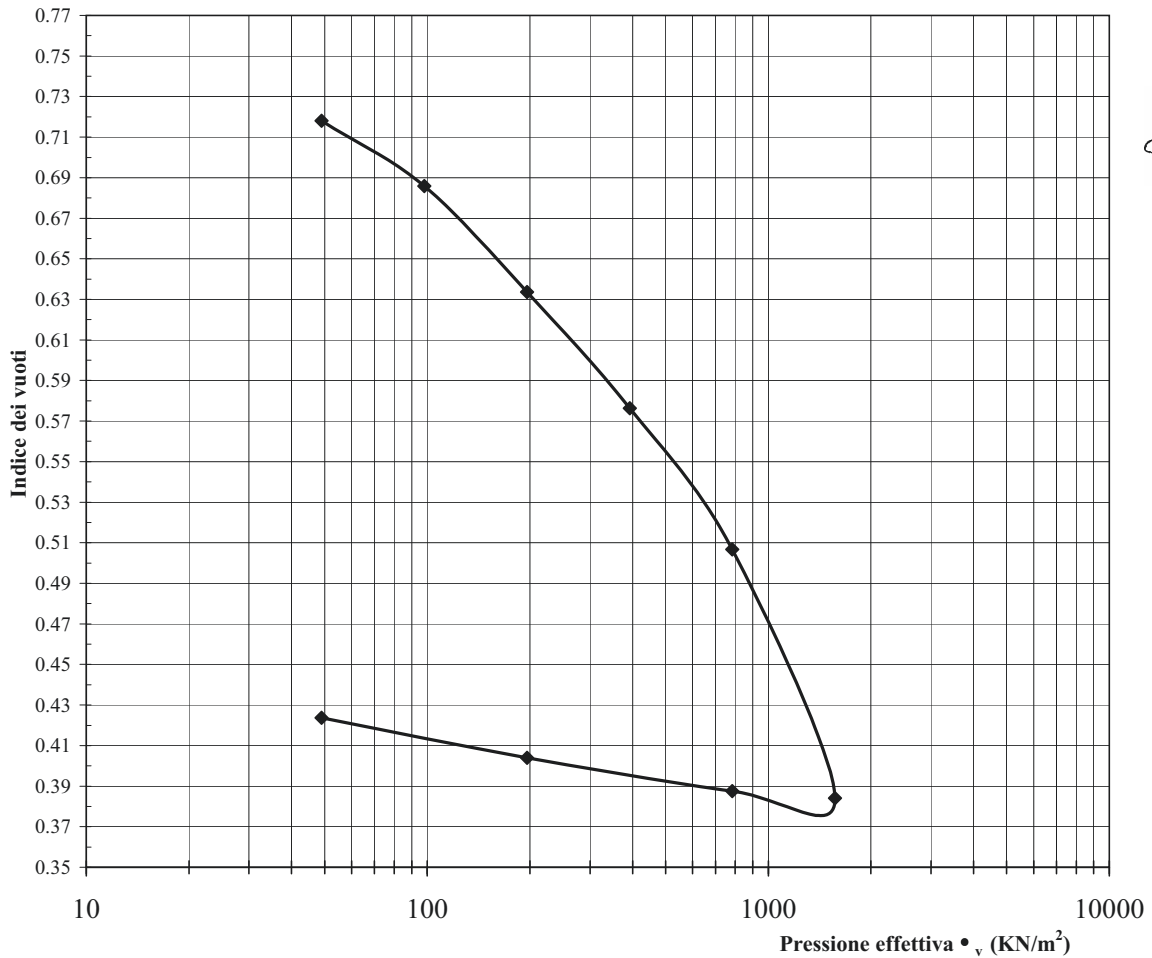
Normativa di riferimento: ASTM D 2435-04; ASTM D 2434-68 (2006);
 UNI CEN ISO/TS 17892-11:2005 ; UNI CEN ISO/TS 17892-5:2005

Dimensioni del provino

Diam. (mm)	Alt. i. (mm)	Alt. f. (mm)	Area (mmq)
50	20	16.200	1964.5

Caratteristiche del campione

	• (KN/m ³)	•s (KN/m ³)	•d (KN/m ³)	Wn (%)	e
Iniziali	17.059	26.640	15.157	12.55	0.758
Finali	17.993	-	-	18.71	0.424



[Signature]

Lo Sperimentatore

[Signature]

Il Direttore del laboratorio

Carico (KN/m ²)	Cv (cm ² /sec)	Ed (KN/m ²)	Av (m ² /KN)	Mv (m ² /KN)	Kv (cm/sec)
49 - 98	6.1E-03	2.7E+03	6.6E-04	3.7E-04	2.3E-07
98 - 196	5.9E-03	3.3E+03	5.3E-04	3.0E-04	1.8E-07
196 - 392	5.7E-03	6.0E+03	2.9E-04	1.7E-04	9.6E-08
392 - 784	5.5E-03	9.9E+03	1.8E-04	1.0E-04	5.6E-08
784 - 1568	2.9E-03	1.1E+04	1.6E-04	8.9E-05	2.6E-08



Certificato n° 12541 del 05/12/19 Pag 2/3

COMMITTENTE : **Vamirgeoid s.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**

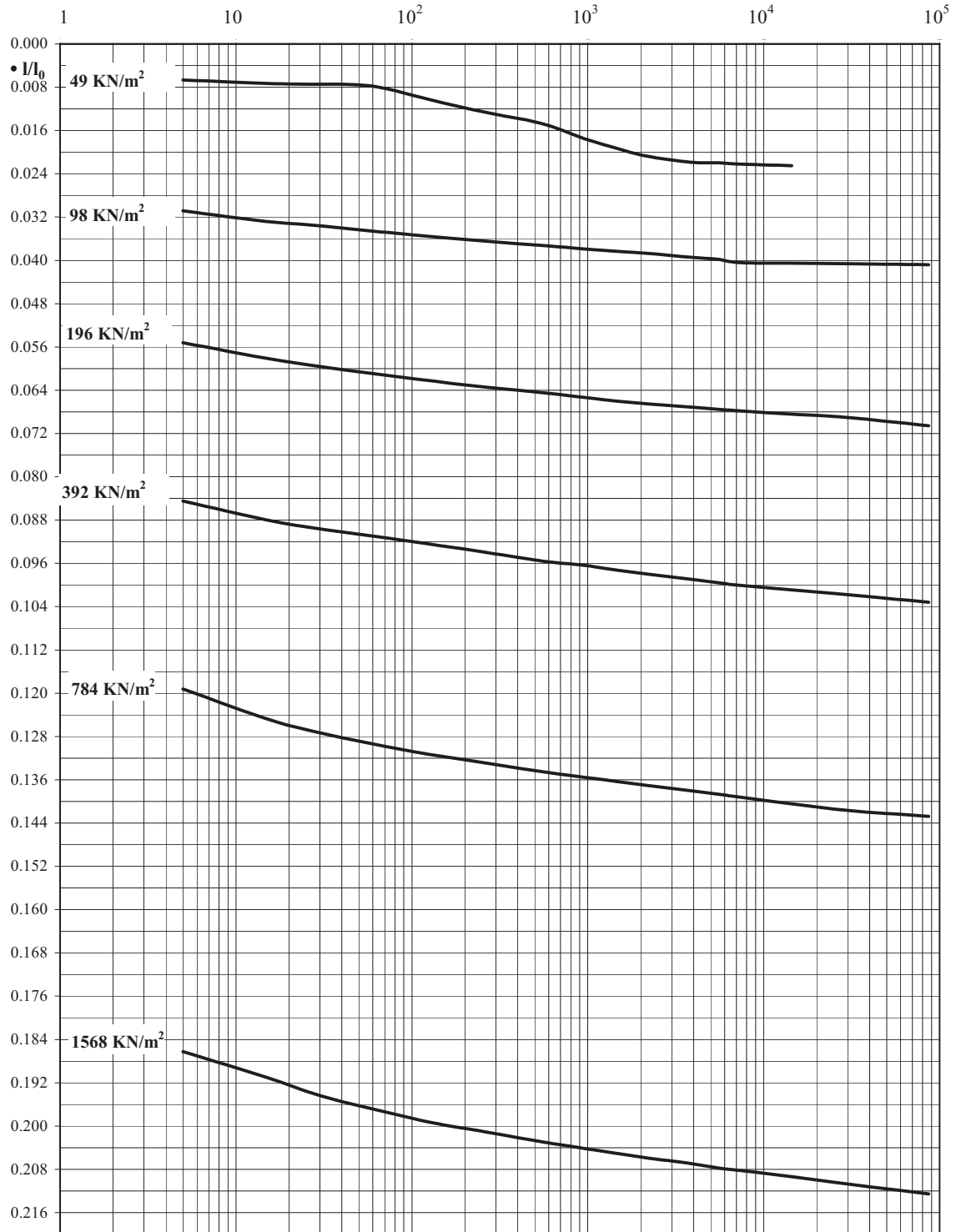
PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**

SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **2.00 m**

Data ricevimento camp: 22/10/19 Data esecuz. prova : 22/10/19 N° verb. accett.: 43/19

PROVA DI COMPRESIONE EDOMETRICA

Normativa di riferimento: ASTM D 2435-04; ASTM D 2434-68 (2006);
UNI CEN ISO/TS 17892-11:2005 ; UNI CEN ISO/TS 17892-5:2005



Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore

Tempo (sec)



Certificato n° 12541 del 05/12/19 Pag 3/3
COMMITTENTE : Vamirgeoid s.r.l.
LOCALITA' : Comune di Contessa Entellina (PA)
PROGETTO : Realizzazione impianto eolico
SONDAGGIO : S3 **CAMPIONE :** C1 **PROFONDITA' :** 2.00 m
 Data ricevimento camp: 22/10/19 **Data esecuz. prova :** 22/10/19 **N° verb. accett.:** 43/19

PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

Normativa di riferimento: ASTM D 2435-04; ASTM D 2434-68 (2006);
 UNI CEN ISO/TS 17892-11:2005 ; UNI CEN ISO/TS 17892-5:2005

Tempo (s)	Gradino di carico 24.5 (KN/m ²)	Gradino di carico 49 (KN/m ²)	Gradino di carico 98 (KN/m ²)	Gradino di carico 196 (KN/m ²)	Gradino di carico 392 (KN/m ²)	Gradino di carico 784 (KN/m ²)	Gradino di carico 1568 (KN/m ²)
	Cedimento • l/l ₀	Cedimento • l/l ₀	Cedimento • l/l ₀	Cedimento • l/l ₀	Cedimento • l/l ₀	Cedimento • l/l ₀	Cedimento • l/l ₀
5		0.007	0.031	0.055	0.085	0.119	0.186
15		0.007	0.033	0.058	0.088	0.125	0.191
29		0.007	0.034	0.060	0.090	0.127	0.194
60		0.008	0.035	0.061	0.091	0.129	0.197
135		0.011	0.036	0.062	0.093	0.131	0.199
240		0.012	0.036	0.063	0.094	0.133	0.201
540		0.015	0.037	0.064	0.096	0.135	0.203
960		0.018	0.038	0.065	0.096	0.136	0.204
1500		0.019	0.038	0.066	0.097	0.136	0.205
2160		0.021	0.039	0.067	0.098	0.137	0.206
3840		0.022	0.039	0.067	0.099	0.138	0.207
5430		0.022	0.040	0.068	0.100	0.139	0.208
7260		0.022	0.040	0.068	0.100	0.139	0.208
14400		0.023	0.041	0.068	0.101	0.140	0.209
29040			0.041	0.069	0.102	0.142	0.211
86640			0.041	0.071	0.103	0.143	0.213

Grafico • l/l₀ - Tempo

pressione effettiva (KN/m ²)	indice dei vuoti
49.01	0.718
98.04	0.686
196.07	0.634
392.15	0.576
784.31	0.507
1568.6	0.384
784.31	0.387
49.01	0.424

Grafico Pressione effettiva - indice dei vuoti

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore

GEOCIMA s.a.s. di Cibella Carlo e C.



Laboratorio di analisi geotecniche

Concessione N° 000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale ed operativa: Via Borremans 36 - 90145 Palermo -
P.IVA 04405870827 - Tel/Fax: 0916824940
email: geocimasnc@tiscali.it sito web: www.geocima.it

Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo la Norma ISO 9001:2015 - QCB Italia n° Q-1485-13

Certificato n° 12541 del 05/12/19 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Vamirgeind s.r.l.**
LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**
PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**
SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **9.00 m**

Data commessa: 22/10/19

Data apertura camp: 1/7/19

N° verb. accett.: 43/19

DATI DICHIARATI

Attrezzatura di prelievo	<input type="checkbox"/> Parete sottile con pistone	<input checked="" type="checkbox"/> Parete sottile senza pistone	<input type="checkbox"/> Continua
	<input type="checkbox"/> Parete spessa	<input type="checkbox"/> Carotiere rotativo	
Modalità di prelievo	<input type="checkbox"/> Percussione	<input checked="" type="checkbox"/> Pressione	<input type="checkbox"/> Rotopressione

VERIFICA CAMPIONI

Contenitore del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Inox	<input type="checkbox"/> PVC	<input type="checkbox"/> Ferro
	<input type="checkbox"/> Sacchetto		
Forma del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Cilindrica	<input type="checkbox"/> Cubica	<input type="checkbox"/> Informe
Condizioni del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Buone	<input type="checkbox"/> Mediocri	<input type="checkbox"/> Cattive
Tipo di campione	<input checked="" type="checkbox"/> Indisturbato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato a disturbo limitato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato
	<input type="checkbox"/> Incoerente	<input checked="" type="checkbox"/> Pseudocoerente	<input type="checkbox"/> Lapideo

Il Direttore del laboratorio

Lo Spesimentatore



Certificato n° 12541 del 05/12/19 Pag 2/2

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**

PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**

SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **9.00 m**

Data ricevimento camp: 22/10/19

Data esecuz. prova : 01/07/2019

N° verb. accett.: 43/19

IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

Normativa di riferimento: ASTM D 2487-06, ASTM D 2488-00; Raccomandazioni AGI 1977

		Pocket Penetrometer Test		Vane Test	DESCRIZIONE
		Kg/cm ²		Kg/cm ²	
ALTO	Ident. Gran.	3.00			Limo argilloso di colore grigio a tratti grigio giallastro consistente e non plastico, a struttura scagliettata. Presenti microcristalli di gesso. Dall'analisi granulometrica effettuata il campione risulta costituito da limo argilloso e sabbioso.
	T1	4.00			
	T2	3.75			
BASSO	T3				

0 cm
40 cm

Ident.: Identificazione del campione
Gran.: Analisi granulometrica
T1: Prova di taglio diretto CD

[Signature]

Lo Sperimentatore

[Signature]

Il Direttore del laboratorio



Certificato n° 12543 del 05/12/19 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **9.00 m**

Data ricevimento camp: 22/10/19 Data esecuz. prova : 25/11/19 N° verb. accett.: 43/19

DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI

Normativa di riferimento: ASTM D 854-06

	P1 (mN)	P2 (mN)	P3 (mN)	P4 (mN)	T (°C)	•_s KN/m ³
Campione 1	1170.13	1631.14	2589.88	2881.29	20	26.650
Campione 2	1130.61	1583.48	2463.65	2749.20	20	26.535

•_s medio: 26.593 KN/m³

- P1 = Peso picnometro
P2 = Peso picnometro contenente il campione da analizzare
P3 = Peso picnometro pieno d'acqua deareata
P4 = Peso picnometro pieno d'acqua deareata e campione

(1 gr = 9,8 mN)

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 12544 del 05/12/19 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Vamirgeoid s.r.l.**LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **9.00 m**

Data ricevimento camp: 22/10/19 Data esecuz. prova : 25/11/19 N° verb. accett.: 43/19

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERGNormativa di riferimento: ASTM D 4318-05; CNR UNI 10014:1964; ASTM D 427-04;
UNI CEN/TS 17892-12:2005**LIMITE DI LIQUIDITA'**

	Tara (mN)	Peso umido lordo (mN)	Peso secco lordo (mN)	n° colpi	WI (%)
Campione 1	22.46	173.20	125.23	17	46.679
Campione 2	22.85	180.14	130.82	23	45.678
Campione 3	24.22	211.88	155.24	31	43.232

WI = 44.864 %**LIMITE DI PLASTICITA'**

	Tara (mN)	Peso umido lordo (mN)	Peso secco lordo (mN)	Wp (%)
Campione 1	22.46	146.82	118.17	29.930
Campione 2	22.95	182.59	146.12	29.609

Wp medio = 29.769 %**Ic = 1.082****Ip = 15.094****LIMITE DI RITIRO**

tara capsula (mN)	Volume capsula (cm ³)	P.U.L. (mN)	P.S.N. (mN)	Volume camp. Secco (cm ³)	Wn	Ws (%)
226.83	178.69	502.59	191.82	13.44	-	19.30

(1 gr = 9,8 mN)

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 12545 del 05/12/19 Pag 2/2

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**

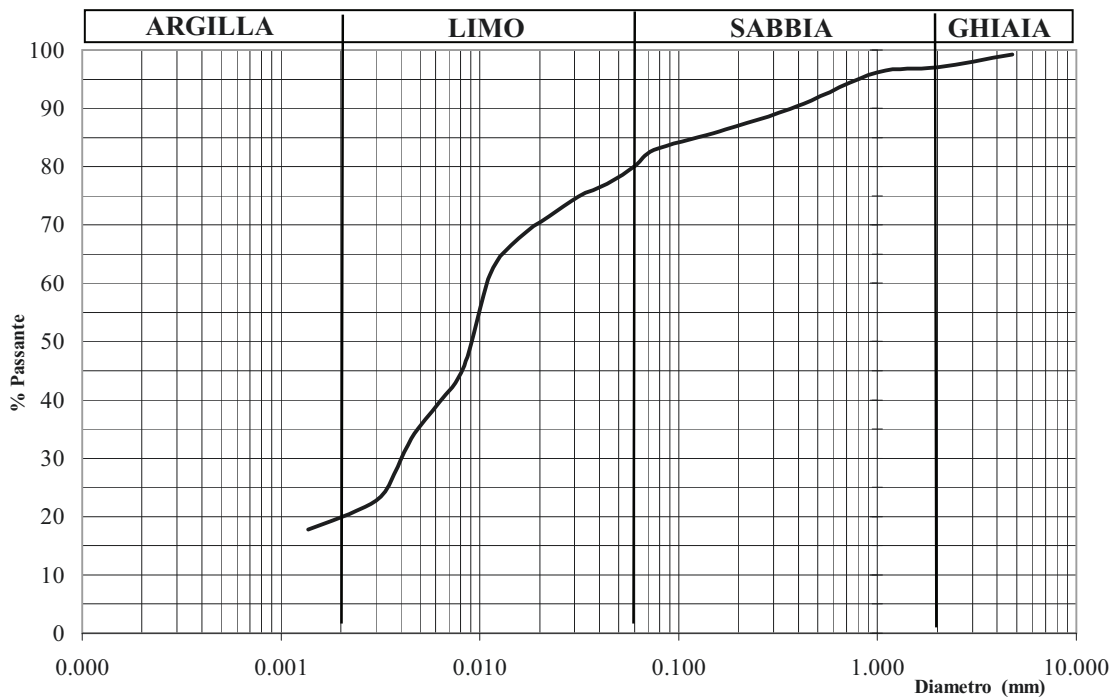
PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**

SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **9.00 m**

Data ricevimento camp: 22/10/19 Data esecuz. prova : 31/10/19 N° verb. accett.: 43/19

ANALISI GRANULOMETRICA

Normativa di riferimento: ASTM D 422-63 (2002) e1: UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005;
ASTM D 1140 ; densimetro utilizzato serie: ASTM 151 H a 68° F



Ghiaia: 2.99 %
Sabbia: 16.99 %
Limo: 60.22 %
Argilla: 19.80 %

Percentuale del passante al setaccio 200 (75 •) = 82.87%

Classificazione ai sensi della norma AGI 1977: **limo argilloso e sabbioso**

NOTE:

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 12546 del 05/12/19 Pag 1/6

COMMITTENTE : **Vamirgeind s.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**

PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**

SONDAGGIO : **S3**

CAMPIONE : **C2**

PROFONDITA' : **9.00 m**

Data ricevimento camp: 22/10/19

Data esecuz. prova : 5/11/19

N° verb. accett.: 43/19

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

Caratteristiche iniziali dei provini

PROVINO		A	B	C
Forma		Quadrata	Quadrata	Quadrata
Volume	cm ³	68.4	68.4	68.4
Sezione	cm ²	36	36	36
Dimensione	cm	6	6	6
Altezza	cm	1.9	1.9	1.9

PROVA DI CONSOLIDAZIONE

PROVINO	A	B	C
Carico verticale (KN/m ²)	98.53	195.59	292.65
Durata della consolidazione	24 h	24h	24 h
Deformazione verticale (mm)	0.550	0.810	1.360

PROVA DI TAGLIO - CD -

PROVINO	A	B	C
Velocità di deformazione (mm/min)	0.002	0.002	0.002

CARATTERISTICHE FISICHE

Provino	• KN/m ³	•d KN/m ³	S (%)	ni (%)	ei	Wi (%)	Wf (%)
A	18.75	14.64	93.25	44.96	0.82	28.08	32.40
B	18.38	14.28	90.42	46.32	0.86	28.76	33.22
C	18.47	14.35	91.34	46.04	0.85	28.74	31.13

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 12546 del 05/12/19 Pag 2/6

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**

PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**

SONDAGGIO : **S3**

CAMPIONE : **C2**

PROFONDITA' : **9.00 m**

Data ricevimento camp: 22/10/19

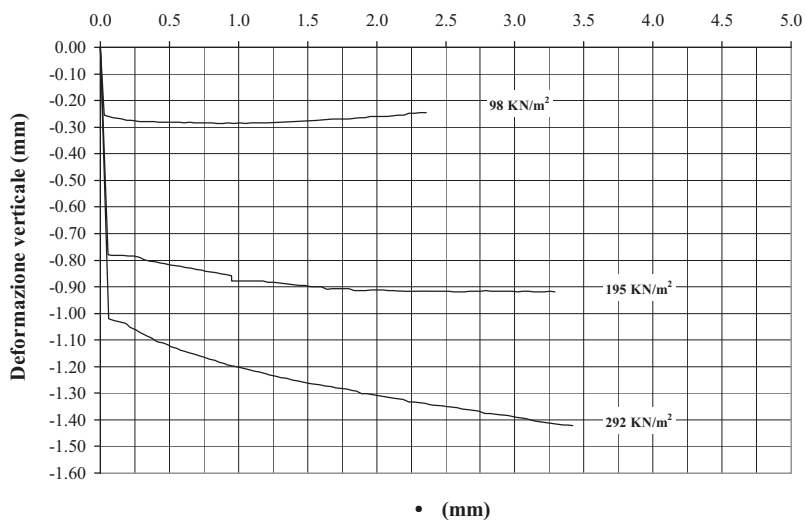
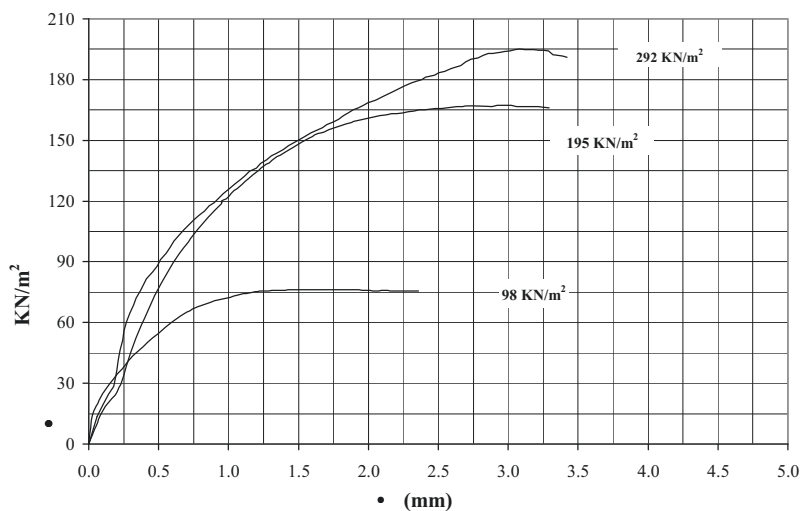
Data esecuz. prova : 5/11/19

N° verb. accett.:

43/19

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005



NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 12546 del 05/12/19 Pag 3/6

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**

PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**

SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **9.00 m**

Data ricevimento camp: 22/10/19 Data esecuz. prova : 5/11/19 N° verb. accett.: 43/19

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

PROVINO A			PROVINO B			PROVINO C		
Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.
0	0	0.000	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000
-0.254	0.029	14.444	-0.779	0.055	9.167	-1.020	0.060	13.611
-0.26	0.062	20.000	-0.781	0.084	14.167	-1.027	0.100	19.444
-0.265	0.091	24.167	-0.782	0.121	18.611	-1.033	0.142	24.722
-0.268	0.128	27.778	-0.781	0.163	22.500	-1.037	0.179	28.611
-0.27	0.159	30.833	-0.784	0.205	26.389	-1.042	0.193	33.333
-0.274	0.192	33.611	-0.785	0.245	33.333	-1.046	0.202	36.667
-0.274	0.221	35.833	-0.79	0.283	41.944	-1.051	0.211	41.389
-0.276	0.256	38.611	-0.798	0.321	48.889	-1.053	0.224	46.389
-0.278	0.284	41.111	-0.804	0.359	55.556	-1.058	0.241	51.111
-0.279	0.318	43.611	-0.807	0.397	61.944	-1.061	0.254	56.111
-0.28	0.354	45.833	-0.81	0.434	67.778	-1.067	0.271	60.278
-0.28	0.387	48.056	-0.814	0.47	73.333	-1.074	0.294	64.444
-0.282	0.423	50.278	-0.818	0.506	78.056	-1.080	0.319	68.611
-0.281	0.458	52.500	-0.821	0.543	82.500	-1.086	0.338	72.222
-0.282	0.494	54.444	-0.823	0.58	86.944	-1.093	0.373	75.833
-0.282	0.532	56.667	-0.827	0.618	91.111	-1.099	0.391	78.333
-0.281	0.57	58.889	-0.831	0.656	95.000	-1.106	0.414	81.667
-0.283	0.606	60.833	-0.836	0.694	98.333	-1.112	0.460	85.000
-0.282	0.644	62.778	-0.837	0.73	101.389	-1.118	0.492	88.056
-0.284	0.68	64.444	-0.842	0.766	104.722	-1.125	0.514	91.111
-0.284	0.722	65.833	-0.844	0.803	107.778	-1.130	0.552	94.167
-0.285	0.763	67.222	-0.847	0.84	110.833	-1.137	0.581	97.222
-0.285	0.804	68.333	-0.851	0.877	113.889	-1.142	0.611	100.278
-0.286	0.845	69.444	-0.855	0.915	116.389	-1.148	0.641	102.778
-0.286	0.885	70.278	-0.859	0.952	119.167	-1.153	0.677	105.556
-0.285	0.925	71.111	-0.879	0.95	120.000	-1.159	0.718	108.333
-0.286	0.966	71.944	-0.879	0.985	121.111	-1.165	0.749	110.556
-0.285	1.012	72.500	-0.878	1.023	123.889	-1.171	0.787	113.056
-0.286	1.051	73.333	-0.879	1.061	126.111	-1.177	0.829	115.278
-0.285	1.089	73.889	-0.879	1.1	128.333	-1.183	0.860	117.500
-0.285	1.128	74.444	-0.879	1.138	130.833	-1.189	0.898	119.167
-0.283	1.171	75.000	-0.879	1.177	133.056	-1.194	0.917	120.556
-0.284	1.206	75.278	-0.882	1.214	135.000	-1.199	0.963	123.611
-0.283	1.244	75.556	-0.884	1.252	137.222	-1.204	1.010	126.389
-0.282	1.286	75.556	-0.886	1.291	138.889	-1.208	1.046	128.333
-0.281	1.326	75.833	-0.888	1.329	141.111	-1.213	1.083	130.556
-0.28	1.362	75.833	-0.891	1.367	142.500	-1.217	1.119	132.500
-0.279	1.405	75.833	-0.892	1.405	144.167	-1.221	1.149	134.722
-0.278	1.441	76.111	-0.894	1.444	145.833	-1.226	1.199	136.389
-0.276	1.484	76.111	-0.896	1.483	147.500	-1.231	1.226	138.611
-0.276	1.523	76.111	-0.899	1.523	149.167	-1.236	1.274	140.278
-0.274	1.562	76.111	-0.901	1.561	150.556	-1.241	1.305	142.222
-0.273	1.602	76.111	-0.901	1.6	151.944	-1.245	1.349	143.889
-0.271	1.643	76.111	-0.909	1.64	153.333	-1.250	1.393	145.556

[Signature]

Lo Sperimentatore

[Signature]

Il Direttore del laboratorio

Il cedimento e lo spostamento sono espressi in millimetri; la tensione orizzontale è espressa in KN/m²



Certificato n° 12546 del 05/12/19 Pag 4/6
COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**
LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**
PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**
SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **9.00 m**
Data ricevimento camp: 22/10/19 Data esecuz. prova : 5/11/19 N° verb. accett.: 43/19

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

PROVINO A			PROVINO B			PROVINO C		
Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.
-0.269	1.68	76.111	-0.908	1.679	154.167	-1.254	1.429	147.222
-0.27	1.721	76.111	-0.907	1.719	155.278	-1.258	1.469	148.889
-0.269	1.758	76.111	-0.908	1.759	156.389	-1.262	1.511	150.556
-0.269	1.799	76.111	-0.908	1.8	157.222	-1.266	1.543	151.944
-0.267	1.837	76.111	-0.914	1.84	158.056	-1.269	1.587	153.611
-0.265	1.875	76.111	-0.914	1.879	158.889	-1.273	1.628	155.000
-0.264	1.914	76.111	-0.915	1.919	159.722	-1.276	1.671	156.389
-0.261	1.954	75.833	-0.912	1.96	160.278	-1.280	1.705	157.778
-0.26	1.994	75.833	-0.912	2.001	160.833	-1.282	1.751	159.167
-0.26	2.032	75.556	-0.913	2.043	161.667	-1.286	1.787	160.278
-0.259	2.076	75.556	-0.915	2.084	162.222	-1.290	1.822	162.222
-0.257	2.117	75.833	-0.915	2.124	162.500	-1.292	1.855	163.611
-0.255	2.155	75.556	-0.916	2.164	163.056	-1.301	1.890	165.000
-0.255	2.195	75.556	-0.916	2.204	163.333	-1.302	1.927	166.111
-0.249	2.234	75.556	-0.916	2.245	163.611	-1.305	1.966	167.222
-0.249	2.273	75.556	-0.916	2.284	164.167	-1.308	1.997	168.611
-0.246	2.317	75.556	-0.916	2.324	164.444	-1.311	2.050	169.722
-0.245	2.358	75.556	-0.917	2.364	165.000	-1.315	2.087	171.111
			-0.916	2.403	165.000	-1.319	2.116	171.944
			-0.916	2.442	165.278	-1.321	2.162	173.611
			-0.916	2.482	165.833	-1.323	2.191	174.722
			-0.917	2.521	165.833	-1.333	2.234	176.111
			-0.918	2.56	166.111	-1.333	2.266	177.222
			-0.918	2.598	166.389	-1.336	2.308	178.333
			-0.918	2.635	166.667	-1.338	2.351	179.444
			-0.917	2.673	166.667	-1.342	2.382	180.000
			-0.917	2.711	166.944	-1.344	2.408	181.111
			-0.916	2.751	166.944	-1.347	2.473	182.222
			-0.915	2.789	166.944	-1.349	2.503	183.333
			-0.917	2.828	166.944	-1.353	2.544	184.167
			-0.917	2.866	166.667	-1.355	2.586	185.278
			-0.917	2.904	166.944	-1.359	2.616	186.111
			-0.917	2.942	167.222	-1.361	2.661	186.944
			-0.917	2.981	167.222	-1.364	2.698	188.889
			-0.918	3.02	167.222	-1.367	2.735	190.000
			-0.916	3.06	166.667	-1.377	2.783	190.833
			-0.916	3.099	166.667	-1.377	2.820	191.944
			-0.918	3.137	166.667	-1.379	2.856	192.778
			-0.918	3.175	166.667	-1.382	2.890	193.056
			-0.918	3.214	166.667	-1.384	2.949	193.611
			-0.917	3.253	166.389	-1.387	2.972	193.889
			-0.918	3.291	166.111	-1.390	3.014	194.167
						-1.393	3.048	194.722
						-1.396	3.082	195.000
						-1.401	3.116	194.722

Il cedimento e lo spostamento sono espressi in millimetri; la tensione orizzontale è espressa in KN/m²

Lo Sperimentatore

Il Direttore del laboratorio

GEOCIMA s.a.s. di Cibella Carlo e C.



eocima

Laboratorio di analisi geotecniche

Concessione N°000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale ed operativa: Via Borremans 36 - 90145 Palermo -
P.IVA 04405870827 - Tel/Fax: 0916824940
email: geocimasnc@tiscali.it sito web: www.geocima.it

Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo la Norma ISO 9001:2015 - QCB Italia n°Q-1485-13

Certificato n° 12547 del 05/12/19 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Vamirgeoid s.r.l.**
LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**
PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**
SONDAGGIO : **S9** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **5.50 m**

Data ricevimento camp: 22/10/19

Data apertura camp: 22/10/19

N° verb. accett.: 43/19

DATI DICHIARATI

Attrezzatura di prelievo	<input type="checkbox"/> Parete sottile con pistone	<input checked="" type="checkbox"/> Parete sottile senza pistone	<input type="checkbox"/> Continua
	<input type="checkbox"/> Parete spessa	<input type="checkbox"/> Carotiere rotativo	<input type="checkbox"/> escavatore meccanico
Modalità di prelievo	<input type="checkbox"/> Percussione	<input checked="" type="checkbox"/> Pressione	<input type="checkbox"/> Rotopressione

VERIFICA CAMPIONI

Contenitore del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Inox	<input type="checkbox"/> PVC	<input type="checkbox"/> Ferro
	<input type="checkbox"/> Sacchetto		
Forma del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Cilindrica	<input type="checkbox"/> Cubica	<input type="checkbox"/> Informe
Condizioni del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Buone	<input type="checkbox"/> Mediocri	<input type="checkbox"/> Cattive
Tipo di campione	<input checked="" type="checkbox"/> Indisturbato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato a disturbo limitato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato
	<input type="checkbox"/> Incoerente	<input checked="" type="checkbox"/> Pseudocoerente	<input type="checkbox"/> Lapideo

Il Direttore del laboratorio

Lo Spesimentatore



Certificato n° 12547 del 05/12/19 Pag 2/2

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**

PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**

SONDAGGIO : **S9** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **5.50 m**

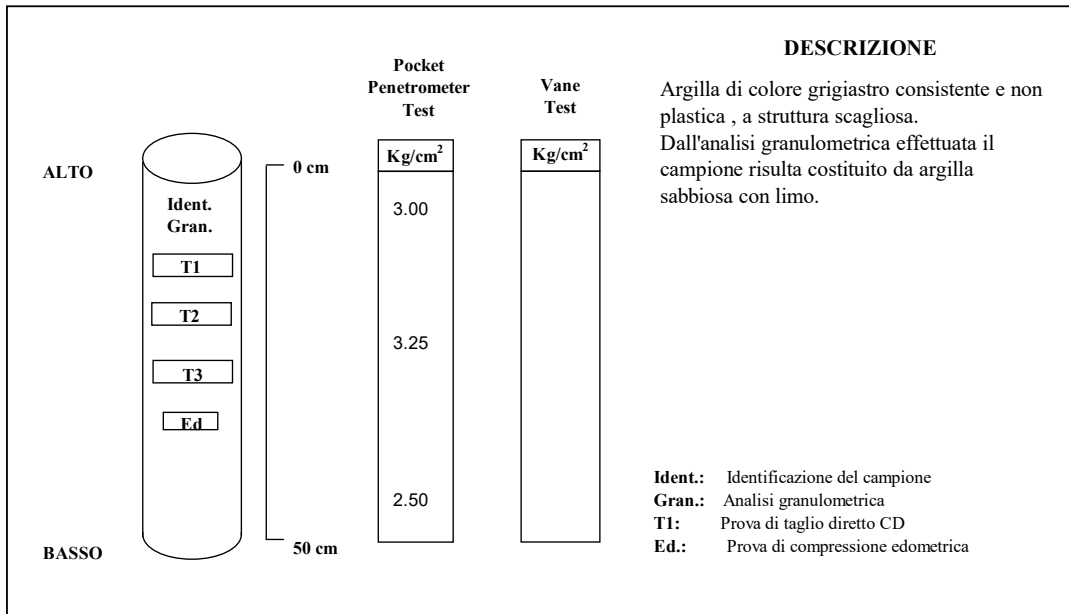
Data commessa: 22/10/19

Data esecuz. prova : 22/10/2019

N° verb. accett.: 43/19

IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

Normativa di riferimento: ASTM D 2487-06, ASTM D 2488-00; Raccomandazioni AGI 1977



Lo Sperimentatore

Il Direttore del laboratorio



Certificato n° 12548 del 05/12/19 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**

PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**

SONDAGGIO : **S9** CAMPIONE **C1** PROFONDITA' : **5.50 m**

Data ricevimento camp: 22/10/19 Data esecuz. prova : 23/10/19 N° verb. accett.: 43/19

DETERMINAZIONE DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

Normativa di riferimento: BS 1377-90

	Tara (mN)	Volume fustella (cm ³)	Peso umido lordo (mN)
Campione 1	800.12	57.67	1944.46
Campione 2	800.12	57.67	1947.11
Campione 3	800.12	57.67	1943.38

	KN/m ³
• ₁	19.843
• ₂	19.889
• ₃	19.824

• medio: **19.852 KN/m³**

DETERMINAZ. DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA

Normativa di riferimento: ASTM D 2216-05; CNR-UNI 10008:1963;
UNI CEN ISO/TS 17892-1:2005

Data esecuz. prova : 22/10/19

	Tara (mN)	Peso umido lordo (mN)	Peso secco lordo (mN)	Wn (%)
Campione 1	63.94	4022.88	3270.32	23.471
Campione 2	63.74	4267.36	3463.51	23.644
Campione 3	61.29	3780.17	3069.58	23.621

Wn medio: 23.579 %

(1 gr = 9,8 mN)

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



GEOCIMA s.a.s. di Cibella Carlo e C.

Laboratorio di analisi geotecniche

Concessione N°000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale ed operativa: Via Borremans 36 - 90145 Palermo -
P.IVA 04405870827 - Tel/Fax: 0916824940
email: geocimasnc@tiscali.it sito web: www.geocima.it

Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo la Norma ISO 9001:2015 - QCB Italia n°Q-1485-13

Certificato n° 12549 del 05/12/19 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**

PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**

SONDAGGIO : **S9** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **5.50 m**

Data ricevimento camp: 22/10/19 Data esecuz. prova : 25/11/19 N° verb. accett.: 43/19

DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI

Normativa di riferimento: ASTM D 854-06

	P1 (mN)	P2 (mN)	P3 (mN)	P4 (mN)	T (°C)	•_s KN/m ³
Campione 1	1170.13	1591.82	2589.88	2855.99	20	26.574
Campione 2	1130.61	1579.95	2463.65	2746.74	20	26.499

•_s medio: **26.537 KN/m³**

- P1 = Peso picnometro
P2 = Peso picnometro contenente il campione da analizzare
P3 = Peso picnometro pieno d'acqua deareata
P4 = Peso picnometro pieno d'acqua deareata e campione

(1 gr = 9,8 mN)

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 12550 del 05/12/19 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Vamirgeind s.r.l.**LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**SONDAGGIO : **S9** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **5.50 m**

Data ricevimento camp: 22/10/19 Data esecuz. prova : 6/11/19 N° verb. accett.: 43/19

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERGNormativa di riferimento: ASTM D 4318-05; CNR UNI 10014:1964; ASTM D 427-04;
UNI CEN/TS 17892-12:2005**LIMITE DI LIQUIDITA'**

	Tara (mN)	Peso umido lordo (mN)	Peso secco lordo (mN)	n° colpi	WI (%)
Campione 1	125.62	256.64	212.80	16	50.281
Campione 2	126.21	232.32	197.41	27	49.036
Campione 3	124.74	291.26	237.81	38	47.268

WI = 49.136 %**LIMITE DI PLASTICITA'**

	Tara (mN)	Peso umido lordo (mN)	Peso secco lordo (mN)	Wp (%)
Campione 1	195.15	287.92	271.45	21.594
Campione 2	24.91	197.31	166.81	21.493

Wp medio = 21.543 %**Ic = 0.926****Ip = 27.592****LIMITE DI RITIRO**

tara capsula (mN)	Volume capsula (cm ³)	P.U.L. (mN)	P.S.N. (mN)	Volume camp. Secco (cm ³)	Wn	Ws (%)
222.32	181.42	506.42	183.87	12.20	-	20.92

(1 gr = 9,8 mN)

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 12551 del 05/12/19 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**SONDAGGIO : **S9**CAMPIONE : **C1**PROFONDITA' : **5.50 m**

Data ricevimento camp: 22/10/19

Data esecuz. prova :

15/7/19

N° verb. accett.: 43/19

ANALISI GRANULOMETRICA

Normativa di riferimento: ASTM D 422-63 (2002) e1: UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005;
 ASTM D 1140 ; densimetro utilizzato serie: ASTM 151 H a 68° F

P.S.N. Totale : **3114.89** (mN)
P.S.N. passante 200 : **2713.89** (mN)
% passante al 200 : **87.13**

ANALISI PER STACCIATURA

N° setaccio (serie ASTM)	peso trattenuto (mN)	diametro maglia (mm)	passante %
10	9.22	2	99.70
18	16.67	1	99.46
40	53.35	0.425	98.29
60	112.19	0.25	96.40
100	179.07	0.15	94.25
200	400.99	0.075	87.13

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

Tempo (minuti)	lettura al densimetro	diametro (mm)	passante %
0.5	1.028	0.0620	84.51
1	1.0265	0.0446	79.38
2	1.026	0.0318	77.67
4	1.0255	0.0223	75.95
8	1.0245	0.0157	72.53
16	1.0236	0.0111	69.45
32	1.022	0.0080	63.97
60	1.021	0.0059	60.55
120	1.02	0.0042	57.13
240	1.019	0.0030	53.71
480	1.018	0.0022	50.28
1440	1.016	0.0013	43.44

(1 gr = 9,8 mN)

NOTE:

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 11706 del 05/12/19 Pag 2/2

COMMITTENTE : **Vamirgeind s.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**

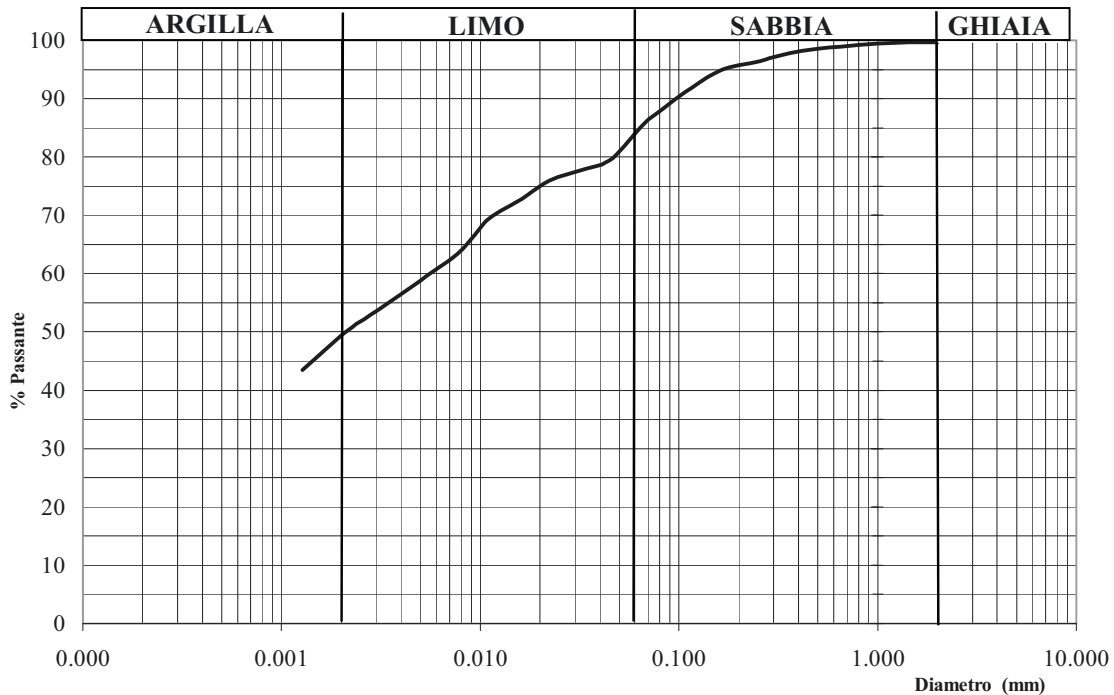
PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**

SONDAGGIO : **S9** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **5.50 m**

Data ricevimento camp: 22/10/19 Data esecuz. prova : 31/10/19 N° verb. accett.: 43/19

ANALISI GRANULOMETRICA

Normativa di riferimento: ASTM D 422-63 (2002) e1: UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005;
ASTM D 1140 ; densimetro utilizzato serie: ASTM 151 H a 68° F



Ghiaia: 0.30 %
Sabbia: 15.77 %
Limo: 34.92 %
Argilla: 49.01 %

Percentuale del passante al setaccio 200 (75 •) = 87.13%

Classificazione ai sensi della norma AGI 1977: **argilla sabbiosa con limo**

NOTE:

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 12552 del 05/12/19 Pag 1/5

COMMITTENTE : **Vamirgeoid s.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**

PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**

SONDAGGIO : **S9**

CAMPIONE : **C1**

PROFONDITA' : **5.50 m**

Data ricevimento camp: 22/10/19

Data esecuz. prova : 23/10/19

N° verb. accett.: 43/19

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

Caratteristiche iniziali dei provini

PROVINO		A	B	C
Forma		Cilindrica	Cilindrica	Cilindrica
Volume	cm ³	57.67	57.67	57.67
Sezione	cm ²	31.17	31.17	31.17
Dimensione	cm	6.3	6.3	6.3
Altezza	cm	1.85	1.85	1.85

PROVA DI CONSOLIDAZIONE

PROVINO	A	B	C
Carico verticale (KN/m ²)	99.41	199.02	292.35
Durata della consolidazione	24 h	24 h	24 h
Deformazione verticale (mm)	0.540	1.089	1.131

PROVA DI TAGLIO - CD -

PROVINO	A	B	C
Velocità di deformazione (mm/min)	0.002	0.002	0.002

CARATTERISTICHE FISICHE

Provino	• KN/m ³	•d KN/m ³	S (%)	ni (%)	ei	Wi (%)	Wf (%)
A	19.84	16.07	97.37	39.43	0.65	23.42	25.96
B	19.88	16.09	98.33	39.38	0.65	23.60	26.67
C	19.82	16.07	97.00	39.45	0.65	23.35	25.31

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 12552 del 05/12/19 Pag 2/5

COMMITTENTE : **Vamirgeoid s.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**

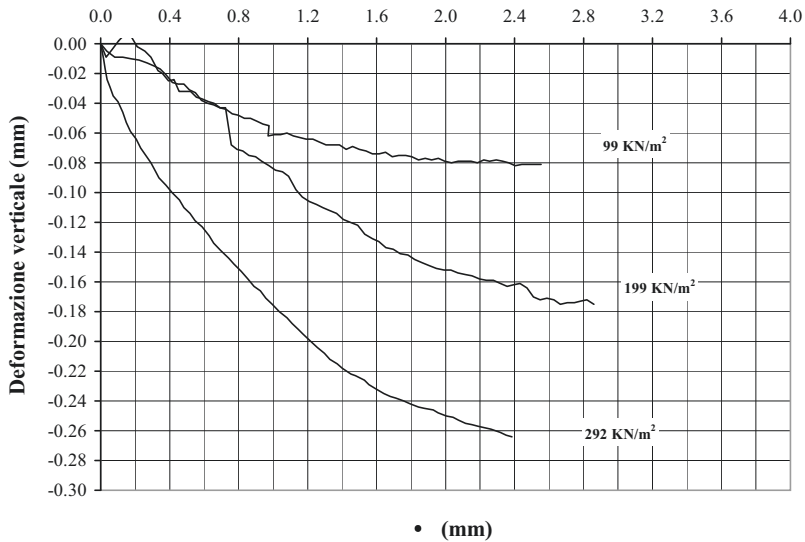
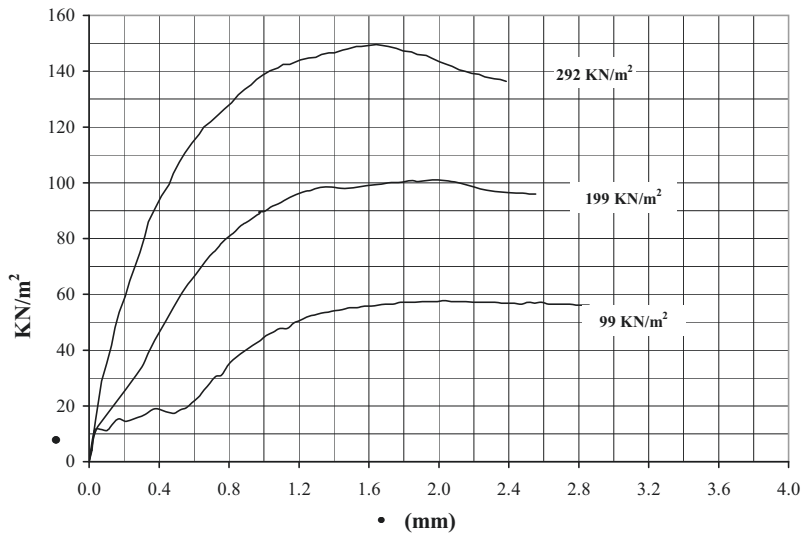
PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**

SONDAGGIO : **S9** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **5.50 m**

Data ricevimento camp: 22/10/19 Data esecuz. prova : 23/10/19 N° verb. accett.: 43/19

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005



NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore

Certificato n° 12552 del 05/12/19 Pag 3/5

COMMITTENTE : **Vamirgeoid s.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**

PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**

SONDAGGIO : **S9** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **5.50 m**

Data ricevimento camp: 22/10/19 Data esecuz. prova : 23/10/19 N° verb. accett.: 43/19

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

PROVINO A			PROVINO B			PROVINO C		
Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-0.009	0.032	11.229	-0.005	0.035	10.587	-0.010	0.016	4.171
-0.004	0.065	11.550	-0.009	0.081	15.079	-0.017	0.026	9.945
0.002	0.104	11.229	-0.009	0.128	19.249	-0.024	0.037	14.758
0.006	0.138	13.795	-0.010	0.176	23.099	-0.029	0.053	21.495
0.006	0.171	15.399	-0.011	0.223	26.949	-0.035	0.072	28.874
-0.002	0.212	14.437	-0.013	0.269	31.120	-0.039	0.100	35.290
-0.005	0.256	15.399	-0.015	0.311	34.970	-0.046	0.128	41.707
-0.009	0.291	16.041	-0.017	0.346	40.103	-0.053	0.148	48.123
-0.018	0.332	17.324	-0.021	0.381	43.953	-0.059	0.172	53.577
-0.020	0.359	18.608	-0.026	0.416	48.123	-0.064	0.206	59.352
-0.025	0.393	18.928	-0.027	0.450	51.652	-0.070	0.232	64.806
-0.024	0.425	18.287	-0.027	0.482	55.181	-0.075	0.261	69.939
-0.032	0.454	17.645	-0.031	0.515	58.710	-0.080	0.291	75.072
-0.032	0.487	17.324	-0.033	0.550	62.239	-0.086	0.319	80.847
-0.032	0.521	18.608	-0.038	0.584	65.127	-0.090	0.338	85.980
-0.036	0.555	19.249	-0.040	0.620	68.014	-0.095	0.378	90.792
-0.037	0.587	21.174	-0.041	0.656	70.902	-0.100	0.414	95.284
-0.039	0.625	23.099	-0.043	0.691	73.789	-0.105	0.457	99.455
-0.040	0.658	25.666	-0.044	0.727	76.035	-0.110	0.482	103.304
-0.043	0.692	28.232	-0.047	0.762	78.601	-0.114	0.517	107.475
-0.043	0.723	30.478	-0.048	0.797	80.526	-0.119	0.547	110.683
-0.068	0.757	31.120	-0.050	0.833	82.451	-0.123	0.588	114.212
-0.071	0.790	34.328	-0.050	0.869	84.697	-0.129	0.629	117.421
-0.072	0.824	36.574	-0.052	0.905	85.980	-0.134	0.655	119.987
-0.075	0.860	38.499	-0.054	0.941	87.584	-0.139	0.696	121.912
-0.076	0.899	40.103	-0.055	0.977	89.188	-0.144	0.742	124.479
-0.079	0.934	41.707	-0.062	0.971	89.509	-0.148	0.773	126.404
-0.082	0.976	43.311	-0.061	1.007	89.830	-0.153	0.814	128.649
-0.085	1.013	45.236	-0.061	1.043	91.434	-0.158	0.854	131.537
-0.086	1.054	46.519	-0.060	1.080	92.397	-0.163	0.889	133.462
-0.089	1.090	47.802	-0.062	1.117	93.680	-0.166	0.926	135.066
-0.098	1.133	47.802	-0.063	1.154	94.963	-0.171	0.958	136.991
-0.103	1.169	49.727	-0.064	1.192	95.926	-0.175	0.994	138.595
-0.106	1.210	50.690	-0.064	1.230	96.888	-0.180	1.035	140.199
-0.108	1.251	51.973	-0.066	1.267	97.209	-0.184	1.080	141.161
-0.110	1.288	52.615	-0.068	1.306	98.171	-0.188	1.110	142.445
-0.112	1.328	53.256	-0.068	1.345	98.492	-0.192	1.148	142.445
-0.114	1.368	53.577	-0.068	1.384	98.492	-0.195	1.173	143.086
-0.118	1.407	54.219	-0.071	1.423	98.171	-0.199	1.209	144.049
-0.120	1.448	54.540	-0.069	1.461	97.850	-0.204	1.256	144.690
-0.122	1.490	55.181	-0.071	1.500	98.171	-0.208	1.297	145.011
-0.128	1.532	55.181	-0.072	1.538	98.492	-0.212	1.329	145.974
-0.131	1.576	55.823	-0.074	1.576	98.813	-0.215	1.371	146.615
-0.133	1.613	55.823	-0.074	1.615	99.134	-0.218	1.402	146.615



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Il cedimento e lo spostamento sono espressi in millimetri; la tensione orizzontale è espressa in KN/m²



Certificato n° 12552 del 05/12/19 Pag 5/5

COMMITTENTE : **Vamirgeind s.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**

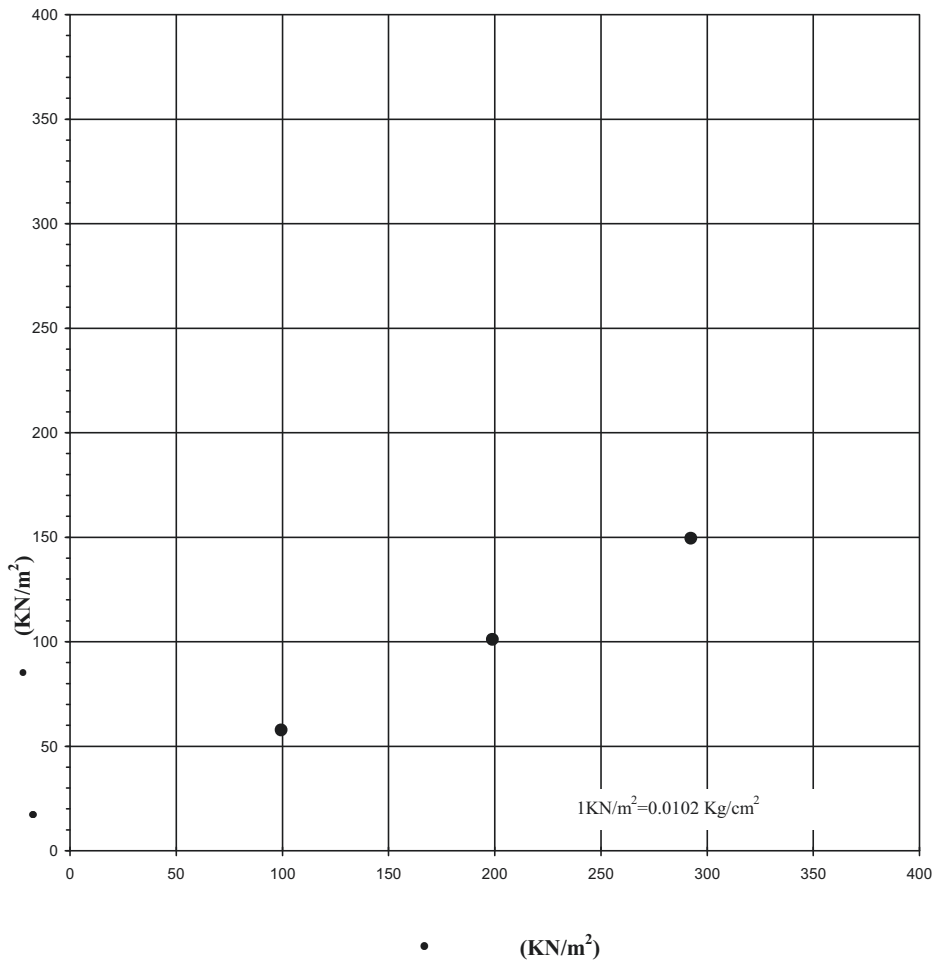
PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**

SONDAGGIO : **S9** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **5.50 m**

Data ricevimento camp: 22/10/19 Data esecuz. prova : 23/10/19 N° verb. accett.: 43/19

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005



Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 12553 del 05/12/19 Pag 1/3

COMMITTENTE : **Vamirgeind s.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**

PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**

SONDAGGIO : **S9** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **5.50 m**

Data ricevimento camp: 22/10/19 Data esecuz. prova : 22/10/19 N° verb. accett.: 43/19

PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

Normativa di riferimento: ASTM D 2435-04; ASTM D 2434-68 (2006);
 UNI CEN ISO/TS 17892-11:2005 ; UNI CEN ISO/TS 17892-5:2005

Dimensioni del provino

Diam. (mm)	Alt. i. (mm)	Alt. f. (mm)	Area (mmq)
50	20	18.298	1964.5

Caratteristiche del campione

	• (KN/m ³)	•s (KN/m ³)	•d (KN/m ³)	Wn (%)	e
Iniziali	19.967	26.560	16.267	22.74	0.633
Finali	20.057	-	-	23.30	0.494



Lo Sperimentatore

Il Direttore del laboratorio

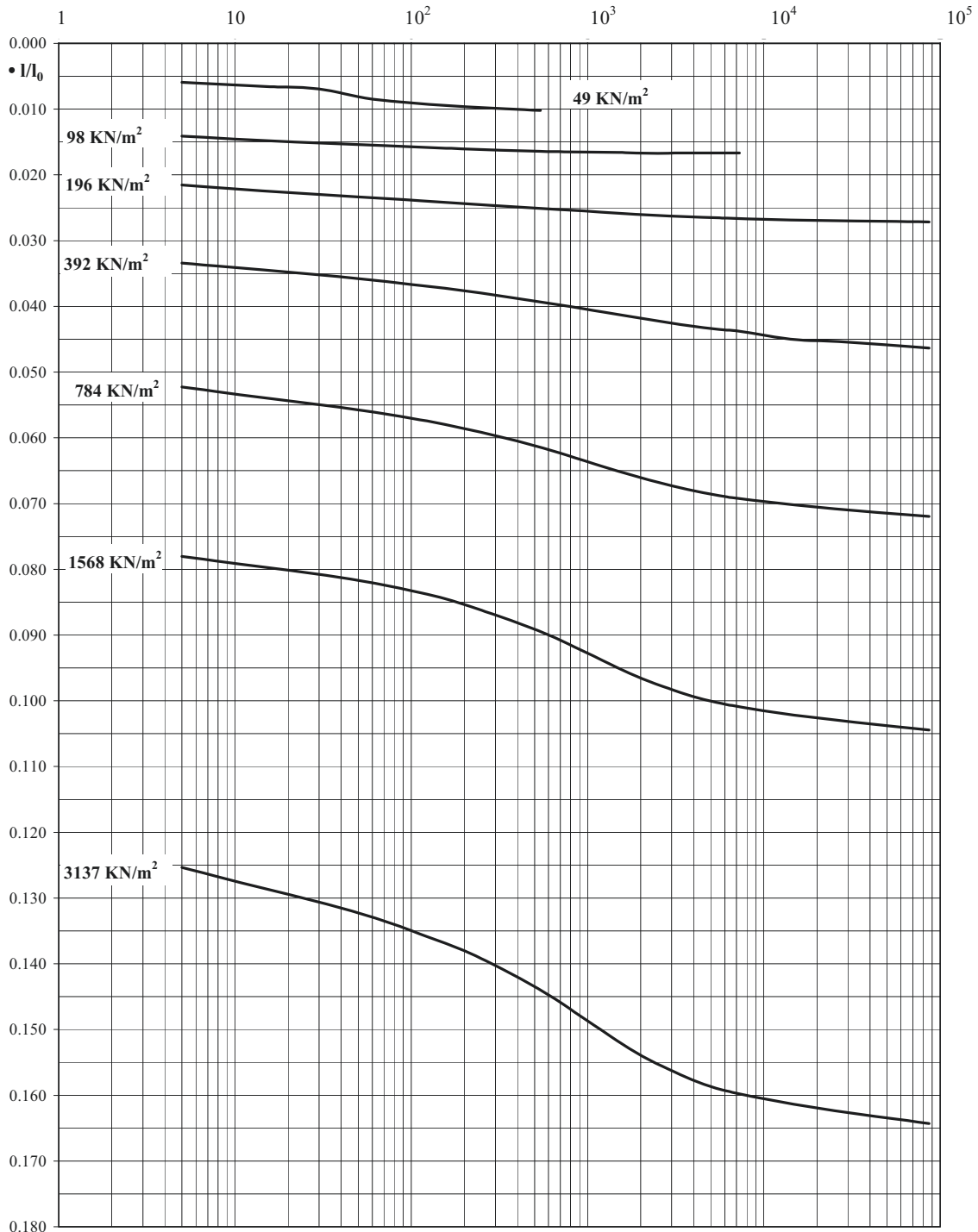
Carico (KN/m ²)	Cv (cm ² /sec)	Ed (KN/m ²)	Av (m ² /KN)	Mv (m ² /KN)	Kv (cm/sec)
49 - 98	-	-	-	-	-
98 - 196	5.6E-03	9.3E+03	1.7E-04	1.1E-04	6.1E-08
196 - 392	3.4E-03	1.0E+04	1.6E-04	9.8E-05	3.4E-08
392 - 784	3.3E-03	1.5E+04	1.1E-04	6.5E-05	2.2E-08
784 - 1568	3.2E-03	2.4E+04	6.8E-05	4.1E-05	1.4E-08
1568 - 3137	3.1E-03	2.6E+04	6.2E-05	3.8E-05	1.2E-08



Certificato n° 12553 del 05/12/19 Pag 2/3
 COMMITTENTE : **Vamirgeind s.r.l.**
 LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**
 PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**
 SONDAGGIO : **S9** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **5.50 m**
 Data ricevimento camp: 22/10/19 Data esecuz. prova : 22/10/19 N° verb. accett.: 43/19

PROVA DI COMPRESIONE EDOMETRICA

Normativa di riferimento: ASTM D 2435-04; ASTM D 2434-68 (2006);
 UNI CEN ISO/TS 17892-11:2005 ; UNI CEN ISO/TS 17892-5:2005



Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore

Tempo (sec)



Certificato n° 12553 del 05/12/19 Pag 3/3

COMMITTENTE : **Vamirgeind s.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**

PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**

SONDAGGIO : **S9 CAMPIONE C1 PROFONDITA' : 5.50 m**

Data ricevimento camp: 22/10/19 Data esecuz. prova : 22/10/19 N° verb. accett.: 43/19

PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

Normativa di riferimento: ASTM D 2435-04; ASTM D 2434-68 (2006);
 UNI CEN ISO/TS 17892-11:2005 ; UNI CEN ISO/TS 17892-5:2005

5

	Gradino di carico 24.5 (KN/m ²)	Gradino di carico 49 (KN/m ²)	Gradino di carico 98 (KN/m ²)	Gradino di carico 196 (KN/m ²)	Gradino di carico 392 (KN/m ²)	Gradino di carico 784 (KN/m ²)	Gradino di carico 1568 (KN/m ²)	Gradino di carico 3137 (KN/m ²)
	Cedimento	Cedimento	Cedimento	Cedimento	Cedimento	Cedimento	Cedimento	Cedimento
Tempo (s)	• I/I ₀	• I/I ₀	• I/I ₀	• I/I ₀	• I/I ₀	• I/I ₀	• I/I ₀	• I/I ₀
5		0.006	0.014	0.022	0.033	0.052	0.078	0.125
15		0.007	0.015	0.022	0.035	0.054	0.080	0.129
29		0.007	0.015	0.023	0.035	0.055	0.081	0.131
60		0.009	0.016	0.023	0.036	0.056	0.082	0.133
135		0.009	0.016	0.024	0.037	0.058	0.084	0.136
240		0.010	0.016	0.025	0.038	0.059	0.086	0.139
540		0.010	0.016	0.025	0.039	0.061	0.089	0.144
960		0.010	0.017	0.026	0.040	0.063	0.093	0.148
1500		0.010	0.017	0.026	0.041	0.065	0.095	0.152
2160		0.010	0.017	0.026	0.042	0.066	0.097	0.154
3840			0.017	0.026	0.043	0.068	0.099	0.158
5430			0.017	0.027	0.044	0.069	0.100	0.159
7260			0.017	0.027	0.044	0.069	0.101	0.160
14400				0.027	0.045	0.070	0.102	0.161
29040				0.027	0.045	0.071	0.103	0.163
86640				0.027	0.046	0.072	0.104	0.164

Grafico • I/I₀ - Tempo

pressione effettiva (KN/m ²)	indice dei vuoti
49.01	0.606
98.04	0.588
196.07	0.557
392.15	0.515
784.31	0.462
1568.6	0.364
3137.25	0.400
784.31	0.400
196.07	0.450
49.01	0.494

Grafico Pressione effettiva - indice dei vuoti

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore

GEOCIMA s.a.s. di Cibella Carlo e C.



Laboratorio di analisi geotecniche

Concessione N°000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale ed operativa: Via Borremans 36 - 90145 Palermo -
P.IVA 04405870827 - Tel/Fax: 0916824940
email: geocimasnc@tiscali.it sito web: www.geocima.it

Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo la Norma ISO 9001:2015 - QCB Italia n°Q-1485-13

Certificato n° 12554 del 05/12/19 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Vamirgeind s.r.l.**
LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**
PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**
SONDAGGIO : **S9** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **9.00 m**

Data commessa: 22/10/19 Data apertura camp: 1/7/19 N° verb. accett.: 43/19

DATI DICHIARATI

Attrezzatura di prelievo	<input type="checkbox"/> Parete sottile con pistone	<input checked="" type="checkbox"/> Parete sottile senza pistone	<input type="checkbox"/> Continua
	<input type="checkbox"/> Parete spessa	<input type="checkbox"/> Carotiere rotativo	
Modalità di prelievo	<input type="checkbox"/> Percussione	<input checked="" type="checkbox"/> Pressione	<input type="checkbox"/> Rotopressione

VERIFICA CAMPIONI

Contenitore del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Inox	<input type="checkbox"/> PVC	<input type="checkbox"/> Ferro
	<input type="checkbox"/> Sacchetto		
Forma del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Cilindrica	<input type="checkbox"/> Cubica	<input type="checkbox"/> Informe
Condizioni del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Buone	<input type="checkbox"/> Mediocri	<input type="checkbox"/> Cattive
Tipo di campione	<input checked="" type="checkbox"/> Indisturbato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato a disturbo limitato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato
	<input type="checkbox"/> Incoerente	<input checked="" type="checkbox"/> Pseudocoerente	<input type="checkbox"/> Lapideo

Il Direttore del laboratorio

Lo Spesimentatore



Certificato n° 12554 del 05/12/19 Pag 2/2

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**SONDAGGIO : **S9** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **9.00 m**

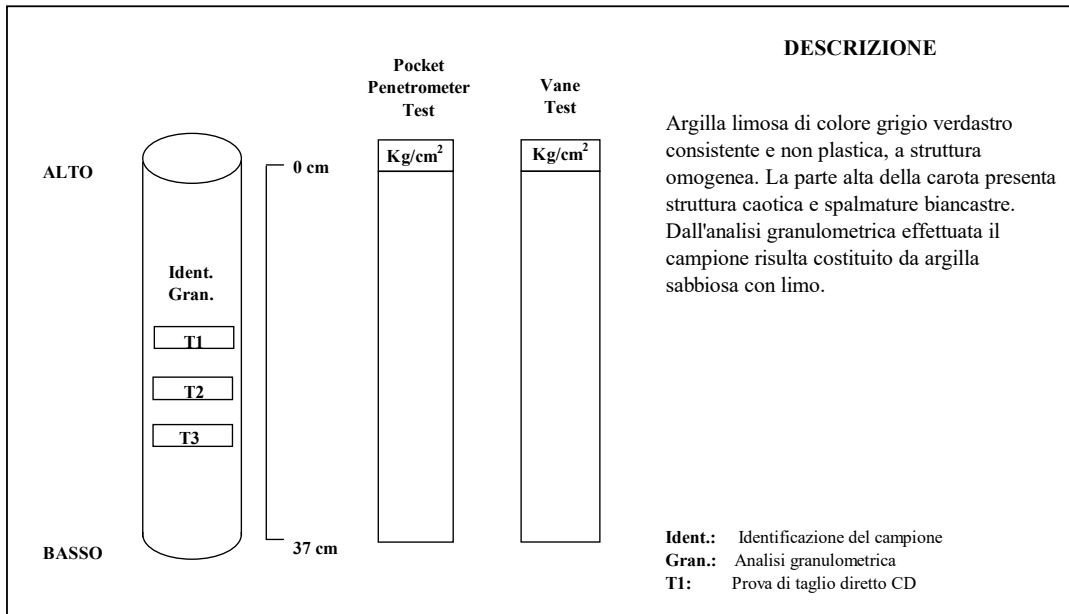
Data ricevimento camp: 22/10/19

Data esecuz. prova : 01/07/2019

N° verb. accett.: 43/19

IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

Normativa di riferimento: ASTM D 2487-06, ASTM D 2488-00; Raccomandazioni AGI 1977



Lo Sperimentatore

Il Direttore del laboratorio



Certificato n° 12555 del 05/12/19 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**

PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**

SONDAGGIO : **S9** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **9.00 m**

Data ricevimento camp: 22/10/19 Data esecuz. prova : 30/10/19 N° verb. accett.: 43/19

DETERMINAZIONE DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

Normativa di riferimento: BS 1377-90

	Tara (mN)	Volume fustella (cm ³)	Peso umido lordo (mN)
Campione 1	900.05	67.88	2223.17
Campione 2	900.05	67.88	2250.43
Campione 3	900.05	67.88	2243.08

	KN/m ³
• ₁	19.492
• ₂	19.894
• ₃	19.785

• medio: **19.724 KN/m³**

DETERMINAZ. DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA

Normativa di riferimento: ASTM D 2216-05; CNR-UNI 10008:1963;
UNI CEN ISO/TS 17892-1:2005

Data esecuz. prova : 22/10/19

	Tara (mN)	Peso umido lordo (mN)	Peso secco lordo (mN)	Wn (%)
Campione 1	63.25	3253.45	2783.52	17.275
Campione 2	66.59	4563.82	3908.64	17.053
Campione 3	61.00	2799.50	2385.08	17.832

Wn medio: 17.387 %

(1 gr = 9,8 mN)

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



GEOCIMA s.a.s. di Cibella Carlo e C.

Laboratorio di analisi geotecniche

Concessione N°000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale ed operativa: Via Borremans 36 - 90145 Palermo -
P.IVA 04405870827 - Tel/Fax: 0916824940
email: geocimasnc@tiscali.it sito web: www.geocima.it

Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo la Norma ISO 9001:2015 - QCB Italia n°Q-1485-13

Certificato n° 12556 del 05/12/19 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**

PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**

SONDAGGIO : **S9** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **9.00 m**

Data ricevimento camp: 22/10/19 Data esecuz. prova : 25/11/19 N° verb. accett.: 43/19

DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI

Normativa di riferimento: ASTM D 854-06

	P1 (mN)	P2 (mN)	P3 (mN)	P4 (mN)	T (°C)	•_s KN/m ³
Campione 1	1170.13	1571.12	2589.88	2843.24	20	26.630
Campione 2	1130.61	1601.72	2463.65	2760.47	20	26.501

•_s medio: 26.565 KN/m³

- P1 = Peso picnometro
P2 = Peso picnometro contenente il campione da analizzare
P3 = Peso picnometro pieno d'acqua deareata
P4 = Peso picnometro pieno d'acqua deareata e campione

(1 gr = 9,8 mN)

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 12557 del 05/12/19 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Vamirgeoid s.r.l.**LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**SONDAGGIO : **S9** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **9.00 m**

Data ricevimento camp: 22/10/19 Data esecuz. prova : 7/11/19 N° verb. accett.: 43/19

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERGNormativa di riferimento: ASTM D 4318-05; CNR UNI 10014:1964; ASTM D 427-04;
UNI CEN/TS 17892-12:2005**LIMITE DI LIQUIDITA'**

	Tara (mN)	Peso umido lordo (mN)	Peso secco lordo (mN)	n° colpi	WI (%)
Campione 1	25.40	170.15	126.70	15	42.885
Campione 2	24.32	153.67	116.40	26	40.469
Campione 3	24.91	170.83	130.53	36	38.162

WI = 40.655 %**LIMITE DI PLASTICITA'**

	Tara (mN)	Peso umido lordo (mN)	Peso secco lordo (mN)	Wp (%)
Campione 1	190.54	280.47	265.76	19.557
Campione 2	25.01	208.00	177.99	19.615

Wp medio = 19.586 %**Ic = 1.104****Ip = 21.069****LIMITE DI RITIRO**

tara capsula (mN)	Volume capsula (cm ³)	P.U.L. (mN)	P.S.N. (mN)	Volume camp. Secco (cm ³)	Wn	Ws (%)
221.92	178.69	515.54	211.63	13.75	-	18.02

(1 gr = 9,8 mN)

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 12558 del 05/12/19 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**SONDAGGIO : **S9**

CAMPIONE :

C2

PROFONDITA' :

9.00 m

Data ricevimento camp: 22/10/19

Data esecuz. prova :

31/10/19

N° verb. accett.: 43/19

ANALISI GRANULOMETRICA

Normativa di riferimento: ASTM D 422-63 (2002) e1: UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005;
 ASTM D 1140 ; densimetro utilizzato serie: ASTM 151 H a 68° F

P.S.N. Totale : 3820.47 mN
P.S.N. passante 200 : 3259.83 mN
% passante al 200 : 85.33

ANALISI PER STACCIATURA

N° setaccio (serie ASTM)	peso trattenuto (mmN)	diametro maglia (mm)	passante %
3/8	10.59	9.5	99.72
4	15.98	4.75	99.58
10	40.01	2	98.95
18	58.74	1	98.46
40	95.22	0.425	97.51
60	127.88	0.25	96.65
100	248.60	0.15	93.49
200	560.65	0.075	85.33

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

Tempo (minuti)	lettura al densimetro	diametro (mm)	passante %
0.5	1.028	0.0620	81.17
1	1.027	0.0444	77.89
2	1.026	0.0318	74.60
4	1.0243	0.0227	69.01
8	1.0229	0.0161	64.41
16	1.0223	0.0113	62.43
32	1.021	0.0081	58.16
60	1.02	0.0060	54.87
120	1.0185	0.0043	49.94
240	1.0172	0.0031	45.67
480	1.016	0.0022	41.72
1440	1.015	0.0013	38.43

(1 gr = 9,8 mN)

NOTE:

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 12558 del 05/12/19 Pag 2/2

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**

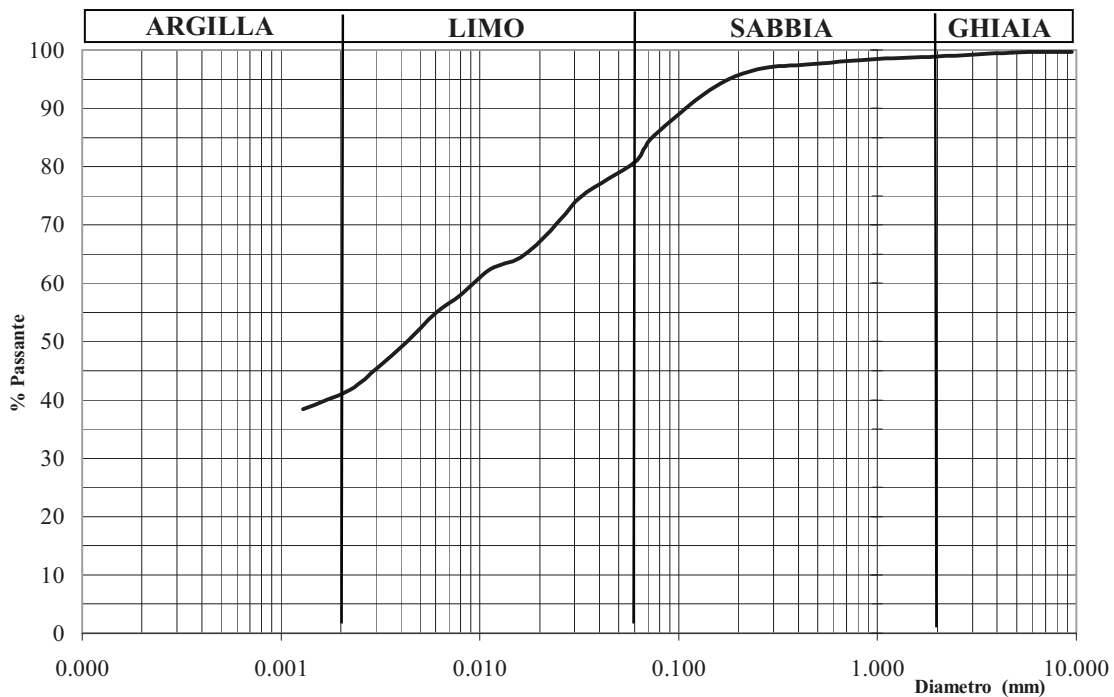
PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**

SONDAGGIO : **S9** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **9.00 m**

Data ricevimento camp: 22/10/19 Data esecuz. prova : 31/10/19 N° verb. accett.: 43/19

ANALISI GRANULOMETRICA

Normativa di riferimento: ASTM D 422-63 (2002) e1: UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005;
ASTM D 1140 ; densimetro utilizzato serie: ASTM 151 H a 68° F



Ghiaia: 1.05 %
Sabbia: 18.14 %
Limo: 39.84 %
Argilla: 40.97 %

Percentuale del passante al setaccio 200 (75 •) = 85.33%

Classificazione ai sensi della norma AGI 1977: **argilla sabbiosa con limo**

NOTE:

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 12559 del 05/12/19 Pag 1/6

COMMITTENTE : **Vamirgeind s.r.l.**LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**SONDAGGIO : **S9** CAMPIONE **C2** PROFONDITA' : **9.00 m**

Data ricevimento camp: 22/10/19 Data esecuz. prova : 30/10/19 N° verb. accett.: 43/19

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

Caratteristiche iniziali dei provini

PROVINO		A	B	C
Forma		Quadrata	Quadrata	Quadrata
Volume	cm ³	68.4	68.4	68.4
Sezione	cm ²	36	36	36
Dimensione	cm	6	6	6
Altezza	cm	1.9	1.9	1.9

PROVA DI CONSOLIDAZIONE

PROVINO	A	B	C
Carico verticale (KN/m ²)	195.59	292.65	389.71
Durata della consolidazione	24 h	24h	24 h
Deformazione verticale (mm)	1.125	1.830	1.550

PROVA DI TAGLIO - CD -

PROVINO	A	B	C
Velocità di deformazione (mm/min)	0.002	0.002	0.002

CARATTERISTICHE FISICHE

Provino	• KN/m ³	•d KN/m ³	S (%)	ni (%)	ei	Wi (%)	Wf (%)
A	19.49	16.62	78.16	37.45	0.60	17.27	22.69
B	19.89	16.93	83.12	36.26	0.57	17.45	21.51
C	19.78	16.89	80.90	36.42	0.57	17.10	19.85

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 12559 del 05/12/19 Pag 2/6

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**

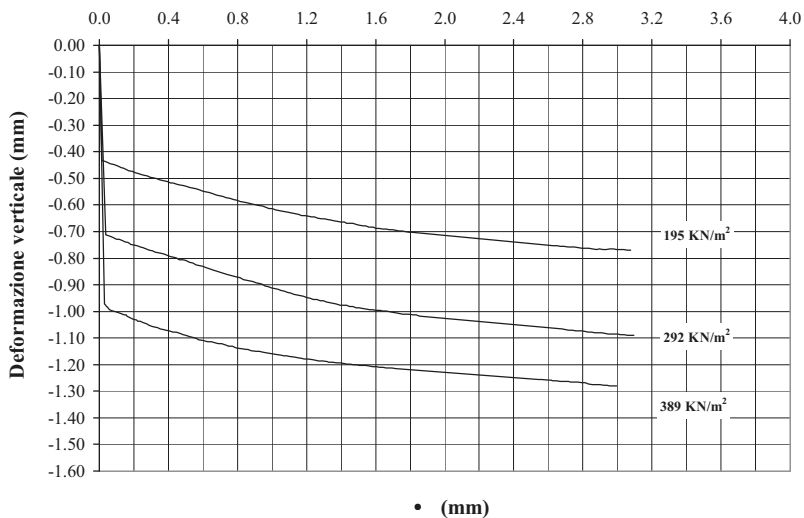
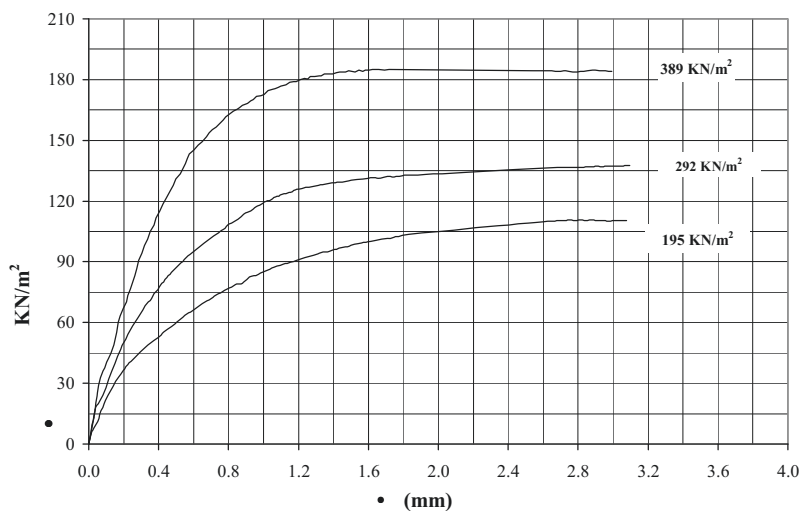
PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**

SONDAGGIO : **S9** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **9.00 m**

Data ricevimento camp: 22/10/19 Data esecuz. prova : 30/10/19 N° verb. accett.: 43/19

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005



NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 12559 del 05/12/19 Pag 3/6

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**

PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**

SONDAGGIO : **S9** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **9.00 m**

Data ricevimento camp: 22/10/19 Data esecuz. prova : 30/10/19 N° verb. accett.: 43/19

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

PROVINO A			PROVINO B			PROVINO C		
Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.
0	0	0.000	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000
-0.432	0.014	5.278	-0.713	0.038	17.222	-0.973	0.030	13.056
-0.436	0.03	8.056	-0.717	0.059	20.556	-0.977	0.038	16.667
-0.441	0.05	11.111	-0.722	0.079	23.889	-0.982	0.042	20.278
-0.444	0.064	14.444	-0.729	0.099	27.778	-0.985	0.047	23.611
-0.447	0.08	18.056	-0.73	0.115	31.944	-0.989	0.053	26.667
-0.45	0.094	21.389	-0.734	0.132	36.111	-0.993	0.059	29.722
-0.455	0.111	23.889	-0.739	0.149	40.000	-0.996	0.067	32.500
-0.459	0.126	26.389	-0.742	0.165	43.333	-0.999	0.078	35.000
-0.461	0.14	28.611	-0.748	0.183	46.944	-1.000	0.091	37.500
-0.467	0.154	31.111	-0.751	0.2	50.278	-1.003	0.103	40.556
-0.472	0.172	33.056	-0.753	0.218	53.056	-1.005	0.114	42.500
-0.473	0.191	35.278	-0.758	0.236	56.111	-1.007	0.125	44.444
-0.479	0.206	36.944	-0.76	0.253	58.611	-1.010	0.135	46.944
-0.482	0.224	39.167	-0.764	0.271	61.111	-1.012	0.146	49.722
-0.485	0.243	40.833	-0.769	0.288	63.611	-1.014	0.154	52.778
-0.488	0.26	42.500	-0.772	0.306	65.833	-1.018	0.160	56.111
-0.491	0.278	43.889	-0.776	0.323	68.333	-1.021	0.168	60.000
-0.496	0.294	45.278	-0.78	0.34	70.278	-1.025	0.181	63.333
-0.498	0.313	46.944	-0.781	0.358	71.944	-1.029	0.197	66.944
-0.501	0.33	48.333	-0.785	0.375	74.167	-1.032	0.215	70.278
-0.505	0.348	49.722	-0.789	0.394	76.111	-1.036	0.223	73.333
-0.507	0.365	50.556	-0.793	0.411	78.333	-1.038	0.238	76.389
-0.511	0.381	51.667	-0.796	0.429	80.000	-1.042	0.251	80.278
-0.512	0.395	52.500	-0.798	0.446	82.222	-1.044	0.262	83.056
-0.518	0.413	53.889	-0.805	0.465	83.889	-1.047	0.274	86.667
-0.518	0.428	55.278	-0.807	0.484	85.833	-1.052	0.287	90.833
-0.521	0.45	56.667	-0.809	0.502	87.222	-1.056	0.304	94.167
-0.524	0.465	57.500	-0.815	0.521	88.889	-1.059	0.320	98.056
-0.527	0.486	58.889	-0.819	0.54	90.278	-1.062	0.336	101.111
-0.53	0.501	60.000	-0.825	0.558	91.944	-1.065	0.351	105.000
-0.534	0.521	61.389	-0.827	0.577	93.611	-1.068	0.372	108.056
-0.537	0.54	62.778	-0.83	0.596	94.722	-1.070	0.385	111.667
-0.54	0.56	64.167	-0.836	0.614	96.111	-1.073	0.405	115.278
-0.543	0.582	65.278	-0.839	0.633	97.500	-1.077	0.425	118.611
-0.548	0.601	66.389	-0.842	0.652	98.611	-1.079	0.444	121.389
-0.552	0.62	67.500	-0.847	0.67	100.000	-1.083	0.467	125.000
-0.554	0.637	68.611	-0.851	0.688	101.111	-1.087	0.485	127.778
-0.559	0.66	70.000	-0.854	0.706	102.222	-1.091	0.499	130.833
-0.562	0.678	70.833	-0.858	0.725	103.333	-1.094	0.522	133.333
-0.565	0.698	71.667	-0.861	0.743	104.444	-1.097	0.539	136.111
-0.568	0.717	73.056	-0.864	0.761	105.556	-1.100	0.553	138.611
-0.572	0.735	73.889	-0.868	0.779	106.667	-1.103	0.563	141.111
-0.576	0.755	74.722	-0.87	0.797	108.333	-1.107	0.575	143.333
-0.579	0.777	75.833	-0.874	0.816	109.167	-1.110	0.601	145.278

Il cedimento e lo spostamento sono espressi in millimetri; la tensione orizzontale è espressa in KN/m²



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio



Certificato n° 12559 del 05/12/19 Pag 4/6
 COMMITTENTE : **Vamirgeoid s.r.l.**
 LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**
 PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**
 SONDAGGIO : **S9** CAMPIONE : **C2** PROFONDITA' : **9.00 m**
 Data ricevimento camp: 22/10/19 Data esecuz. prova : 30/10/19 N° verb. accett.: 43/19

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

PROVINO A			PROVINO B			PROVINO C		
Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.
-0.582	0.797	76.944	-0.88	0.834	110.000	-1.113	0.625	147.778
-0.587	0.816	77.500	-0.883	0.852	111.111	-1.115	0.650	149.167
-0.59	0.838	78.611	-0.885	0.87	112.222	-1.118	0.675	151.944
-0.593	0.855	79.167	-0.888	0.888	113.611	-1.121	0.690	153.611
-0.594	0.872	79.167	-0.892	0.907	114.444	-1.122	0.707	155.278
-0.597	0.885	80.000	-0.895	0.925	115.278	-1.127	0.729	156.667
-0.598	0.903	81.389	-0.898	0.942	116.111	-1.130	0.750	158.333
-0.601	0.92	82.500	-0.904	0.96	117.222	-1.132	0.770	160.000
-0.605	0.944	83.056	-0.907	0.979	118.056	-1.135	0.785	161.667
-0.609	0.963	83.611	-0.911	0.997	118.889	-1.138	0.798	162.500
-0.613	0.981	84.444	-0.915	1.016	119.722	-1.140	0.827	164.444
-0.614	1.001	85.000	-0.916	1.034	120.278	-1.143	0.850	165.556
-0.618	1.018	85.833	-0.921	1.052	121.111	-1.144	0.861	166.111
-0.62	1.038	86.389	-0.925	1.071	121.944	-1.147	0.880	167.222
-0.623	1.058	87.222	-0.929	1.089	122.500	-1.149	0.910	168.333
-0.626	1.078	87.778	-0.93	1.108	123.333	-1.150	0.926	169.444
-0.629	1.097	88.333	-0.935	1.127	123.611	-1.153	0.941	170.278
-0.631	1.115	88.889	-0.938	1.146	124.444	-1.155	0.959	171.667
-0.633	1.134	89.167	-0.94	1.165	124.722	-1.157	0.984	171.944
-0.636	1.154	89.722	-0.944	1.184	125.556	-1.160	1.004	172.778
-0.639	1.172	90.278	-0.947	1.202	125.833	-1.162	1.027	174.444
-0.64	1.191	90.833	-0.95	1.221	126.111	-1.164	1.053	175.278
-0.643	1.211	91.389	-0.954	1.24	126.667	-1.166	1.067	175.556
-0.644	1.228	91.667	-0.955	1.259	126.667	-1.168	1.086	176.111
-0.646	1.245	92.500	-0.959	1.279	127.222	-1.170	1.100	176.944
-0.649	1.265	92.778	-0.961	1.297	127.500	-1.172	1.130	177.500
-0.652	1.286	93.333	-0.965	1.316	127.778	-1.174	1.149	178.611
-0.652	1.304	93.611	-0.967	1.336	128.056	-1.176	1.173	178.889
-0.655	1.32	94.167	-0.97	1.354	128.333	-1.178	1.185	178.889
-0.658	1.341	94.722	-0.973	1.373	128.611	-1.180	1.210	180.000
-0.659	1.356	95.000	-0.976	1.393	128.889	-1.182	1.234	180.556
-0.661	1.378	95.278	-0.977	1.412	129.167	-1.183	1.252	180.278
-0.664	1.396	95.833	-0.978	1.431	129.444	-1.185	1.268	181.389
-0.665	1.418	96.111	-0.981	1.449	129.444	-1.186	1.294	181.667
-0.668	1.432	96.667	-0.982	1.469	129.722	-1.188	1.318	181.944
-0.669	1.451	96.944	-0.986	1.487	130.000	-1.190	1.328	181.944
-0.67	1.469	97.500	-0.986	1.506	130.278	-1.191	1.348	182.778
-0.674	1.49	97.778	-0.989	1.525	130.556	-1.193	1.377	182.778
-0.675	1.504	98.333	-0.991	1.545	130.556	-1.193	1.396	182.778
-0.678	1.526	98.611	-0.993	1.564	130.833	-1.196	1.417	183.333
-0.679	1.543	98.889	-0.994	1.583	130.833	-1.197	1.436	183.611
-0.683	1.562	99.167	-0.996	1.602	131.389	-1.199	1.453	183.611
-0.684	1.585	99.722	-0.997	1.622	131.667	-1.200	1.470	183.611
-0.688	1.603	100.000	-0.998	1.641	131.667	-1.200	1.489	184.444
-0.688	1.621	100.278	-0.999	1.66	131.389	-1.202	1.506	184.167

Il cedimento e lo spostamento sono espressi in millimetri; la tensione orizzontale è espressa in KN/m²

Lo Sperimentatore

Il Direttore del laboratorio



Certificato n° 12559 Pag 5/6

COMMITTENTE : Vamirgeind s.r.l.
LOCALITA' : Comune di Contessa Entellina (PA)
PROGETTO : Realizzazione impianto eolico
SONDAGGIO : S9 CAMPIONE : C2 PROFONDITA' : 9.00 m
Data ricevimento camp: 22/10/19 Data esecuz. prova : 30/10/19 N° verb. accett.: 43/19

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

Table with 9 columns: PROVINO A (Cedimento, Spostam., Tens. Oriz.), PROVINO B (Cedimento, Spostam., Tens. Oriz.), PROVINO C (Cedimento, Spostam., Tens. Oriz.). Contains 30 rows of test data.

Lo Sperimentatore
Il Direttore del laboratorio

Il cedimento e lo spostamento sono espressi in millimetri; la tensione orizzontale è espressa in KN/m²

GEOCIMA s.a.s. di Cibella Carlo e C.



Laboratorio di analisi geotecniche

Concessione N°000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale ed operativa: Via Borremans 36 - 90145 Palermo -
P.IVA 04405870827 - Tel/Fax: 0916824940
email: geocimasnc@tiscali.it sito web: www.geocima.it

Azienda con Sistema di Qualità certificato secondo la Norma ISO 9001:2015 - QCB Italia n°Q-1485-13

Certificato n° 12560 del 05/12/19 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Vamirgeind s.r.l.**
LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**
PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**
SONDAGGIO : **S9** CAMPIONE : **C3** PROFONDITA' : **12.00 m**

Data ricevimento camp: 22/10/19

Data apertura camp: 22/10/19

N° verb. accett.: 43/19

DATI DICHIARATI

Attrezzatura di prelievo	<input type="checkbox"/> Parete sottile con pistone	<input checked="" type="checkbox"/> Parete sottile senza pistone	<input type="checkbox"/> Continua
	<input type="checkbox"/> Parete spessa	<input type="checkbox"/> Carotiere rotativo	<input type="checkbox"/> escavatore meccanico
Modalità di prelievo	<input type="checkbox"/> Percussione	<input checked="" type="checkbox"/> Pressione	<input type="checkbox"/> Rotopressione

VERIFICA CAMPIONI

Contenitore del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Inox	<input type="checkbox"/> PVC	<input type="checkbox"/> Ferro
	<input type="checkbox"/> Sacchetto		
Forma del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Cilindrica	<input type="checkbox"/> Cubica	<input type="checkbox"/> Informe
Condizioni del campione	<input checked="" type="checkbox"/> Buone	<input type="checkbox"/> Mediocri	<input type="checkbox"/> Cattive
Tipo di campione	<input checked="" type="checkbox"/> Indisturbato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato a disturbo limitato	<input type="checkbox"/> Rimaneggiato
	<input type="checkbox"/> Incoerente	<input checked="" type="checkbox"/> Pseudocoerente	<input type="checkbox"/> Lapideo

Il Direttore del laboratorio

Lo Spesimentatore



Certificato n° 12561 del 05/12/19 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**SONDAGGIO : **S9** CAMPIONE : **C3** PROFONDITA' : **12.00 m**

Data ricevimento camp: 22/10/19 Data esecuz. prova : 6/11/19 N° verb. accett.: 43/19

DETERMINAZIONE DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

Normativa di riferimento: BS 1377-90

	Tara (mN)	Volume fustella (cm ³)	Peso umido lordo (mN)
Campione 1	800.12	57.67	1987.42
Campione 2	800.12	57.67	1985.65
Campione 3	800.12	57.67	1993.50

	KN/m ³
• ₁	20.588
• ₂	20.557
• ₃	20.693

• medio: **20.613 KN/m³****DETERMINAZ. DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA**Normativa di riferimento: ASTM D 2216-05; CNR-UNI 10008:1963;
UNI CEN ISO/TS 17892-1:2005

Data esecuz. prova : 22/10/19

	Tara (mN)	Peso umido lordo (mN)	Peso secco lordo (mN)	Wn (%)
Campione 1	63.25	4309.53	3782.23	14.179
Campione 2	63.45	4556.07	3978.46	14.754
Campione 3	64.23	4093.98	3579.53	14.635

Wn medio: 14.522 %

(1 gr = 9,8 mN)

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 12562 del 05/12/19 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**SONDAGGIO : **S9** CAMPIONE : **C3** PROFONDITA' : **12.00 m**

Data ricevimento camp: 22/10/19 Data esecuz. prova : 25/11/19 N° verb. accett.: 43/19

DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI

Normativa di riferimento: ASTM D 854-06

	P1 (mN)	P2 (mN)	P3 (mN)	P4 (mN)	T (°C)	•_s KN/m ³
Campione 1	1170.13	1557.79	2589.88	2834.81	20	26.628
Campione 2	1130.61	1573.67	2463.65	2742.72	20	26.489

•_s medio: 26.558 KN/m³

- P1 = Peso picnometro
 P2 = Peso picnometro contenente il campione da analizzare
 P3 = Peso picnometro pieno d'acqua deareata
 P4 = Peso picnometro pieno d'acqua deareata e campione

(1 gr = 9,8 mN)

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 12564 del 05/12/19 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Vamirgeind s.r.l.**LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**SONDAGGIO : **S9** CAMPIONE : **C3** PROFONDITA' : **12.00 m**

Data ricevimento camp: 22/10/19 Data esecuz. prova : 31/10/19 N° verb. accett.: 43/19

ANALISI GRANULOMETRICA

Normativa di riferimento: ASTM D 422-63 (2002) e1: UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005;
 ASTM D 1140 ; densimetro utilizzato serie: ASTM 151 H a 68° F

P.S.N. Totale : **3127.05** (mN)
P.S.N. passante 200 : **2555.51** (mN)
% passante al 200 : **81.72**

ANALISI PER STACCIATURA

N° setaccio (serie ASTM)	peso trattenuto (mN)	diametro maglia (mm)	passante %
4	49.62	4.75	98.41
10	89.93	2	97.12
18	112.29	1	96.41
40	160.53	0.425	94.87
60	202.51	0.25	93.52
100	341.27	0.15	89.09
200	571.53	0.075	81.72

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

Tempo (minuti)	lettura al densimetro	diametro (mm)	passante %
0.5	1.028	0.0620	79.86
1	1.0266	0.0446	75.34
2	1.0257	0.0320	72.42
4	1.0245	0.0225	68.54
8	1.0232	0.0161	64.34
16	1.0221	0.0113	60.78
32	1.0205	0.0082	55.60
60	1.018	0.0061	47.52
120	1.016	0.0044	41.05
240	1.015	0.0032	37.81
480	1.013	0.0023	31.35
1440	1.012	0.0013	28.11

(1 gr = 9,8 mN)

NOTE:

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 11706 del 05/12/19 Pag 2/2

COMMITTENTE : **Vamirgeind s.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**

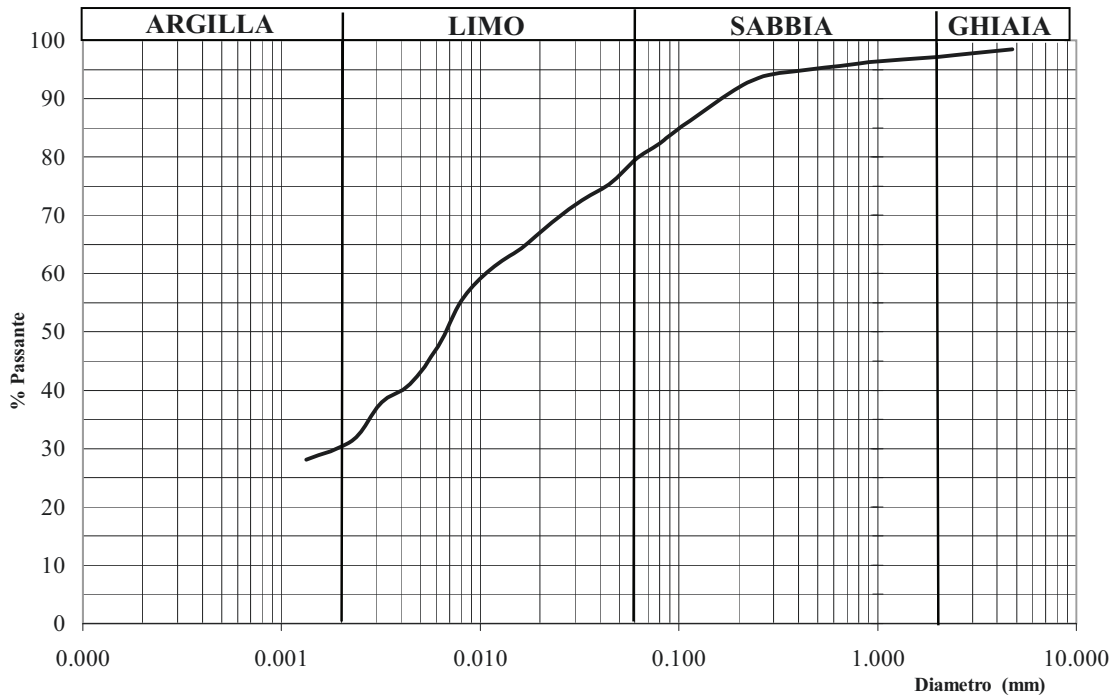
PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**

SONDAGGIO : **S9** CAMPIONE : **C3** PROFONDITA' : **12.00 m**

Data ricevimento camp: 22/10/19 Data esecuz. prova : 31/10/19 N° verb. accett.: 43/19

ANALISI GRANULOMETRICA

Normativa di riferimento: ASTM D 422-63 (2002) e1: UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005;
ASTM D 1140 ; densimetro utilizzato serie: ASTM 151 H a 68° F



Ghiaia:	2.88	%
Sabbia:	17.77	%
Limo:	48.96	%
Argilla:	30.40	%

Percentuale del passante al setaccio 200 (75 •) = 81.72%

Classificazione ai sensi della norma AGI 1977: **limo sabbioso con argilla**

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 12565 del 05/12/19 Pag 1/6

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**

PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**

SONDAGGIO : **S9** CAMPIONE : **C3** PROFONDITA' : **12.00 m**

Data ricevimento camp: 22/10/19 Data esecuz. prova : 6/11/19 N° verb. accett.: 43/19

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

Caratteristiche iniziali dei provini

PROVINO		A	B	C
Forma		Cilindrica	Cilindrica	Cilindrica
Volume	cm ³	57.67	57.67	57.67
Sezione	cm ²	31.17	31.17	31.17
Dimensione	cm	6.3	6.3	6.3
Altezza	cm	1.85	1.85	1.85

PROVA DI CONSOLIDAZIONE

PROVINO	A	B	C
Carico verticale (KN/m ²)	199.02	292.35	392.01
Durata della consolidazione	24 h	24 h	24 h
Deformazione verticale (mm)	1.455	1.880	1.925

PROVA DI TAGLIO - CD -

PROVINO	A	B	C
Velocità di deformazione (mm/min)	0.002	0.002	0.002

CARATTERISTICHE FISICHE

Provino	• KN/m ³	•d KN/m ³	S (%)	ni (%)	ei	Wi (%)	Wf (%)
A	20.58	17.97	82.36	32.33	0.48	14.53	16.15
B	20.55	17.98	81.09	32.28	0.48	14.27	17.09
C	20.69	18.14	82.05	31.71	0.46	14.07	16.94

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 12565 del 05/12/19 Pag 2/6

COMMITTENTE : **Vamirgeoid s.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**

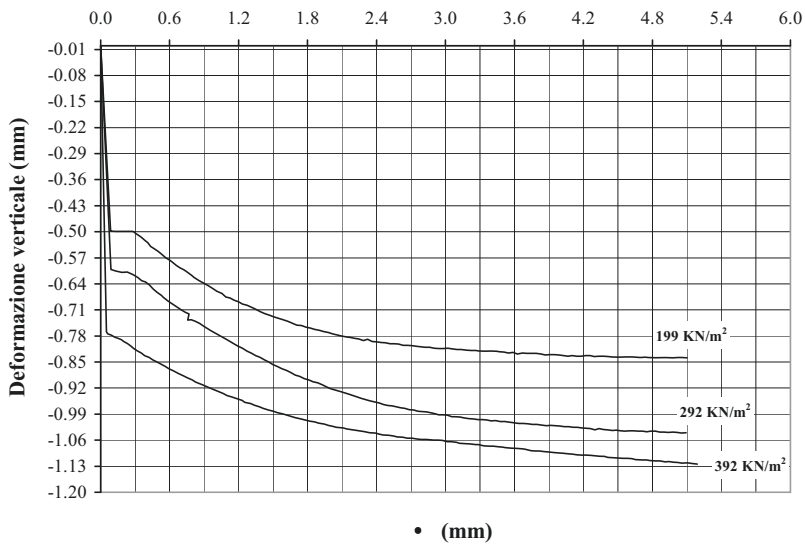
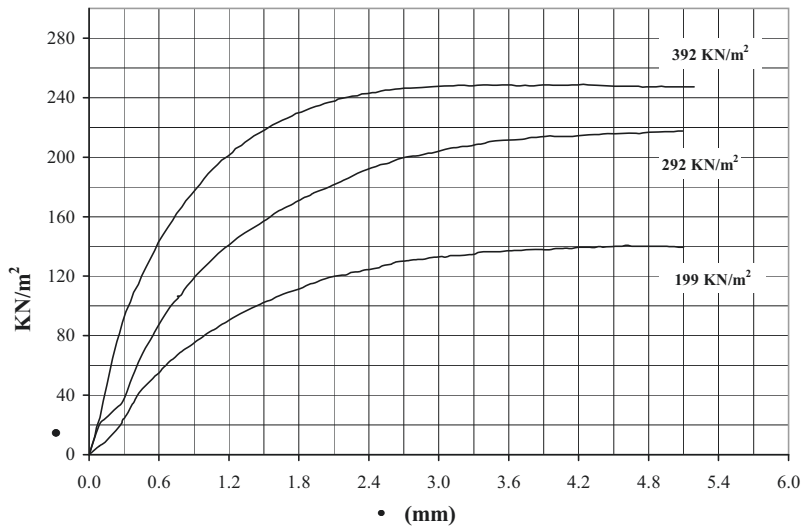
PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**

SONDAGGIO : **S9** CAMPIONE : **C3** PROFONDITA' : **12.00 m**

Data ricevimento camp: 22/10/19 Data esecuz. prova : 6/11/19 N° verb. accett.: 43/19

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005



NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato n° 12565 del 05/12/19 Pag 3/6

COMMITTENTE : **Vamirgeoid s.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**

PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**

SONDAGGIO : **S9** CAMPIONE : **C3** PROFONDITA' : **12.00 m**

Data ricevimento camp: 22/10/19 Data esecuz. prova : 6/11/19 N° verb. accett.: 43/19

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

PROVINO A			PROVINO B			PROVINO C		
Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-0.498	0.087	5.775	-0.601	0.088	20.212	-0.769	0.050	12.512
-0.499	0.127	7.700	-0.606	0.135	24.062	-0.774	0.062	18.287
-0.499	0.166	10.908	-0.609	0.183	27.591	-0.778	0.093	25.024
-0.499	0.201	13.474	-0.608	0.231	31.120	-0.783	0.120	35.932
-0.499	0.242	17.324	-0.615	0.281	34.649	-0.786	0.150	46.840
-0.499	0.276	20.853	-0.623	0.324	42.028	-0.790	0.179	55.823
-0.500	0.288	23.420	-0.631	0.357	49.406	-0.795	0.201	64.806
-0.505	0.305	24.703	-0.635	0.390	55.823	-0.800	0.230	73.789
-0.511	0.336	28.553	-0.643	0.424	62.239	-0.807	0.262	81.489
-0.516	0.359	32.403	-0.654	0.458	68.014	-0.813	0.285	88.868
-0.523	0.384	35.290	-0.663	0.493	73.147	-0.820	0.317	96.246
-0.529	0.408	39.140	-0.671	0.528	77.318	-0.826	0.354	102.663
-0.539	0.435	42.028	-0.680	0.560	82.130	-0.833	0.382	109.079
-0.545	0.466	45.236	-0.687	0.594	86.622	-0.838	0.423	114.533
-0.552	0.499	47.482	-0.694	0.627	91.113	-0.844	0.450	119.987
-0.560	0.529	49.727	-0.702	0.661	95.284	-0.850	0.490	126.083
-0.570	0.567	52.936	-0.709	0.695	99.455	-0.856	0.527	131.858
-0.576	0.600	55.181	-0.716	0.731	102.663	-0.862	0.562	137.312
-0.582	0.627	57.748	-0.721	0.768	105.871	-0.868	0.594	142.765
-0.590	0.658	59.994	-0.737	0.758	106.513	-0.874	0.635	147.899
-0.597	0.690	62.560	-0.736	0.789	107.154	-0.881	0.676	152.711
-0.602	0.725	64.485	-0.741	0.825	111.967	-0.887	0.718	157.523
-0.610	0.759	67.052	-0.747	0.862	115.175	-0.892	0.751	162.015
-0.618	0.794	69.297	-0.754	0.899	118.704	-0.898	0.797	166.506
-0.626	0.827	71.222	-0.761	0.935	121.912	-0.904	0.828	170.677
-0.633	0.868	73.147	-0.768	0.973	124.799	-0.910	0.877	174.848
-0.639	0.904	75.393	-0.775	1.010	127.687	-0.915	0.915	178.377
-0.646	0.937	77.318	-0.780	1.047	130.574	-0.920	0.952	181.906
-0.653	0.976	79.243	-0.788	1.084	133.462	-0.924	0.987	185.435
-0.660	1.012	81.489	-0.794	1.122	136.349	-0.929	1.021	188.964
-0.666	1.055	83.414	-0.801	1.159	138.595	-0.934	1.063	192.172
-0.675	1.089	84.697	-0.808	1.197	140.841	-0.940	1.101	195.059
-0.678	1.125	86.943	-0.813	1.234	143.086	-0.944	1.138	197.947
-0.684	1.162	88.547	-0.821	1.272	145.653	-0.949	1.189	200.513
-0.688	1.200	90.472	-0.826	1.309	147.578	-0.953	1.230	203.080
-0.694	1.234	92.076	-0.833	1.347	149.503	-0.958	1.254	205.646
-0.698	1.274	93.680	-0.837	1.385	151.428	-0.962	1.306	207.892
-0.703	1.311	95.284	-0.844	1.423	153.032	-0.966	1.337	210.138
-0.708	1.348	96.888	-0.850	1.461	154.957	-0.970	1.380	212.384
-0.715	1.388	98.171	-0.857	1.499	157.202	-0.975	1.415	214.309
-0.720	1.429	99.775	-0.862	1.538	158.807	-0.979	1.460	216.234
-0.724	1.469	101.059	-0.868	1.577	161.373	-0.982	1.504	218.158
-0.729	1.507	102.663	-0.872	1.615	163.298	-0.986	1.535	219.763
-0.733	1.551	103.625	-0.878	1.654	164.902	-0.989	1.573	221.688

Lo Sperimentatore

Il Direttore del laboratorio

Il cedimento e lo spostamento sono espressi in millimetri; la tensione orizzontale è espressa in KN/m²

Certificato n° 12565 del 05/12/19 Pag 4/6

COMMITTENTE : **Vamirgeoid s.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**

PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**

SONDAGGIO : **S9** CAMPIONE : **C3** PROFONDITA' : **12.00 m**

Data ricevimento camp: 22/10/19 Data esecuz. prova : 6/11/19 N° verb. accett.: 43/19

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

PROVINO A			PROVINO B			PROVINO C		
Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.
-0.736	1.587	105.229	-0.885	1.693	166.506	-0.993	1.625	223.612
-0.741	1.628	106.833	-0.889	1.733	167.790	-0.996	1.659	224.896
-0.746	1.667	108.117	-0.895	1.771	169.714	-1.000	1.699	226.179
-0.751	1.706	109.079	-0.898	1.811	171.319	-1.003	1.742	227.783
-0.752	1.746	110.042	-0.903	1.849	172.923	-1.006	1.775	229.387
-0.756	1.785	111.004	-0.906	1.889	174.206	-1.009	1.821	230.350
-0.759	1.823	111.967	-0.911	1.928	176.131	-1.011	1.859	231.633
-0.762	1.861	113.571	-0.917	1.967	177.093	-1.014	1.897	232.916
-0.765	1.901	114.854	-0.922	2.006	178.377	-1.017	1.945	234.200
-0.768	1.940	115.496	-0.926	2.044	179.339	-1.020	1.979	234.841
-0.771	1.981	117.100	-0.929	2.083	180.943	-1.023	2.019	236.124
-0.775	2.020	118.062	-0.933	2.122	182.226	-1.025	2.048	236.766
-0.777	2.055	119.025	-0.936	2.161	183.510	-1.027	2.111	237.729
-0.779	2.089	119.666	-0.940	2.199	185.114	-1.030	2.137	239.012
-0.783	2.135	120.308	-0.945	2.238	186.397	-1.032	2.180	239.654
-0.784	2.170	120.629	-0.949	2.275	188.001	-1.033	2.223	240.295
-0.786	2.207	120.950	-0.951	2.312	189.285	-1.035	2.258	240.937
-0.788	2.244	122.554	-0.954	2.348	190.568	-1.038	2.302	241.258
-0.792	2.285	122.875	-0.957	2.386	191.851	-1.040	2.340	242.541
-0.789	2.322	123.195	-0.960	2.423	192.814	-1.041	2.388	242.862
-0.795	2.362	124.158	-0.964	2.460	193.776	-1.044	2.430	243.503
-0.796	2.399	124.479	-0.967	2.499	195.059	-1.046	2.457	243.503
-0.797	2.436	125.120	-0.968	2.535	195.380	-1.047	2.505	244.466
-0.798	2.478	125.441	-0.970	2.573	196.022	-1.049	2.544	245.107
-0.801	2.516	127.045	-0.973	2.610	197.305	-1.051	2.577	245.107
-0.801	2.556	127.687	-0.975	2.647	198.588	-1.052	2.629	245.749
-0.802	2.593	128.008	-0.978	2.685	199.551	-1.055	2.667	246.070
-0.805	2.631	129.612	-0.979	2.724	200.192	-1.055	2.706	246.391
-0.805	2.671	129.933	-0.982	2.761	200.513	-1.057	2.758	246.391
-0.806	2.709	130.253	-0.983	2.800	200.834	-1.058	2.789	246.712
-0.808	2.749	130.574	-0.984	2.838	201.155	-1.058	2.835	246.712
-0.810	2.821	131.216	-0.988	2.901	202.438	-1.060	2.896	247.032
-0.810	2.862	131.216	-0.992	2.939	202.759	-1.060	2.934	247.353
-0.813	2.900	131.858	-0.992	2.977	203.401	-1.061	2.974	247.674
-0.814	2.940	132.499	-0.993	3.015	204.363	-1.064	3.016	247.674
-0.814	2.980	132.820	-0.997	3.053	205.005	-1.064	3.052	247.674
-0.813	3.021	133.141	-0.997	3.090	205.967	-1.066	3.095	247.995
-0.815	3.057	132.820	-0.998	3.128	206.288	-1.068	3.121	247.995
-0.816	3.099	133.782	-1.000	3.166	206.609	-1.069	3.167	248.316
-0.816	3.139	133.782	-1.002	3.205	207.251	-1.070	3.217	248.316
-0.818	3.180	133.782	-1.003	3.243	207.251	-1.072	3.260	247.995
-0.819	3.221	134.103	-1.005	3.282	207.571	-1.072	3.286	247.995
-0.819	3.262	134.424	-1.005	3.321	208.534	-1.075	3.332	248.316
-0.821	3.304	134.745	-1.006	3.359	208.855	-1.076	3.382	248.637
-0.821	3.343	136.028	-1.008	3.397	209.496	-1.076	3.416	248.637



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

 Il cedimento e lo spostamento sono espressi in millimetri; la tensione orizzontale è espressa in KN/m²



Certificato n° 12565 Pag 5/6

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**
 LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**
 PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**
 SONDAGGIO : **S9** CAMPIONE : **C3** PROFONDITA' : **12.00 m**
 Data ricevimento camp: 22/10/19 Data esecuz. prova : 6/11/19 N° verb. accett.: 43/19

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

PROVINO D			PROVINO D			PROVINO D		
Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.
-0.821	3.382	136.349	-1.007	3.436	210.459	-1.078	3.464	248.316
-0.821	3.425	136.349	-1.01	3.475	210.780	-1.079	3.498	248.316
-0.822	3.47	136.349	-1.01	3.516	211.421	-1.08	3.543	248.637
-0.823	3.508	136.349	-1.012	3.556	211.421	-1.082	3.586	248.637
-0.826	3.547	136.670	-1.013	3.596	211.421	-1.082	3.622	248.637
-0.824	3.587	136.991	-1.015	3.636	211.742	-1.083	3.667	247.995
-0.828	3.626	136.991	-1.015	3.676	211.742	-1.085	3.697	247.995
-0.826	3.67	137.312	-1.016	3.715	212.063	-1.088	3.741	248.316
-0.827	3.706	137.312	-1.018	3.756	212.705	-1.089	3.778	247.995
-0.827	3.747	137.632	-1.018	3.795	213.346	-1.089	3.815	247.995
-0.827	3.789	137.953	-1.019	3.835	213.346	-1.091	3.858	248.316
-0.828	3.827	137.953	-1.021	3.875	213.667	-1.092	3.893	248.637
-0.831	3.868	137.953	-1.02	3.914	213.988	-1.093	3.946	248.637
-0.830	3.905	137.632	-1.021	3.953	214.309	-1.094	3.98	248.316
-0.830	3.947	137.632	-1.022	3.992	213.988	-1.095	4.017	248.316
-0.831	3.985	138.274	-1.024	4.031	213.988	-1.097	4.072	248.316
-0.833	4.025	138.595	-1.024	4.07	213.988	-1.098	4.107	248.316
-0.834	4.065	138.595	-1.025	4.109	213.988	-1.099	4.142	248.637
-0.833	4.101	138.916	-1.025	4.147	213.988	-1.1	4.191	248.637
-0.834	4.14	138.595	-1.027	4.186	214.309	-1.1	4.24	248.957
-0.834	4.178	139.236	-1.028	4.224	214.629	-1.101	4.28	248.637
-0.833	4.219	139.557	-1.029	4.261	214.950	-1.103	4.307	248.637
-0.833	4.258	139.557	-1.032	4.299	214.950	-1.103	4.348	248.316
-0.835	4.294	139.557	-1.029	4.336	215.271	-1.104	4.385	248.316
-0.834	4.335	139.236	-1.031	4.374	215.271	-1.106	4.411	247.995
-0.834	4.377	139.878	-1.032	4.411	215.592	-1.107	4.455	247.674
-0.835	4.415	139.557	-1.034	4.448	215.913	-1.108	4.497	247.995
-0.836	4.455	139.878	-1.033	4.486	215.913	-1.109	4.547	247.674
-0.837	4.496	139.878	-1.035	4.523	215.913	-1.109	4.587	247.674
-0.837	4.534	140.199	-1.036	4.561	215.913	-1.11	4.621	247.674
-0.836	4.573	140.199	-1.035	4.599	215.913	-1.112	4.652	247.674
-0.836	4.613	140.841	-1.035	4.637	216.234	-1.113	4.711	247.674
-0.837	4.655	140.199	-1.036	4.674	216.234	-1.113	4.748	247.032
-0.838	4.695	140.199	-1.036	4.713	215.913	-1.115	4.781	247.353
-0.837	4.736	140.199	-1.037	4.75	216.554	-1.116	4.827	247.353
-0.838	4.775	140.199	-1.036	4.787	216.554	-1.116	4.864	247.353
-0.839	4.813	140.199	-1.036	4.825	216.875	-1.118	4.91	247.674
-0.838	4.855	140.199	-1.038	4.863	216.875	-1.117	4.942	247.353
-0.839	4.898	140.199	-1.038	4.901	216.875	-1.119	4.982	247.353
-0.838	4.937	140.199	-1.039	4.94	217.196	-1.12	5.022	247.353
-0.839	4.977	139.878	-1.038	4.977	217.196	-1.122	5.056	247.353
-0.838	5.021	139.878	-1.039	5.015	217.196	-1.121	5.104	247.353
-0.838	5.057	139.557	-1.041	5.053	217.517	-1.123	5.142	247.353
-0.839	5.1	139.557	-1.04	5.092	217.517	-1.124	5.189	247.353

Il cedimento e lo spostamento sono espressi in millimetri; la tensione orizzontale è espressa in KN/m²



Certificato n° 12565 del 05/12/19 Pag 6/6

COMMITTENTE : **Vamirgeind s.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Contessa Entellina (PA)**

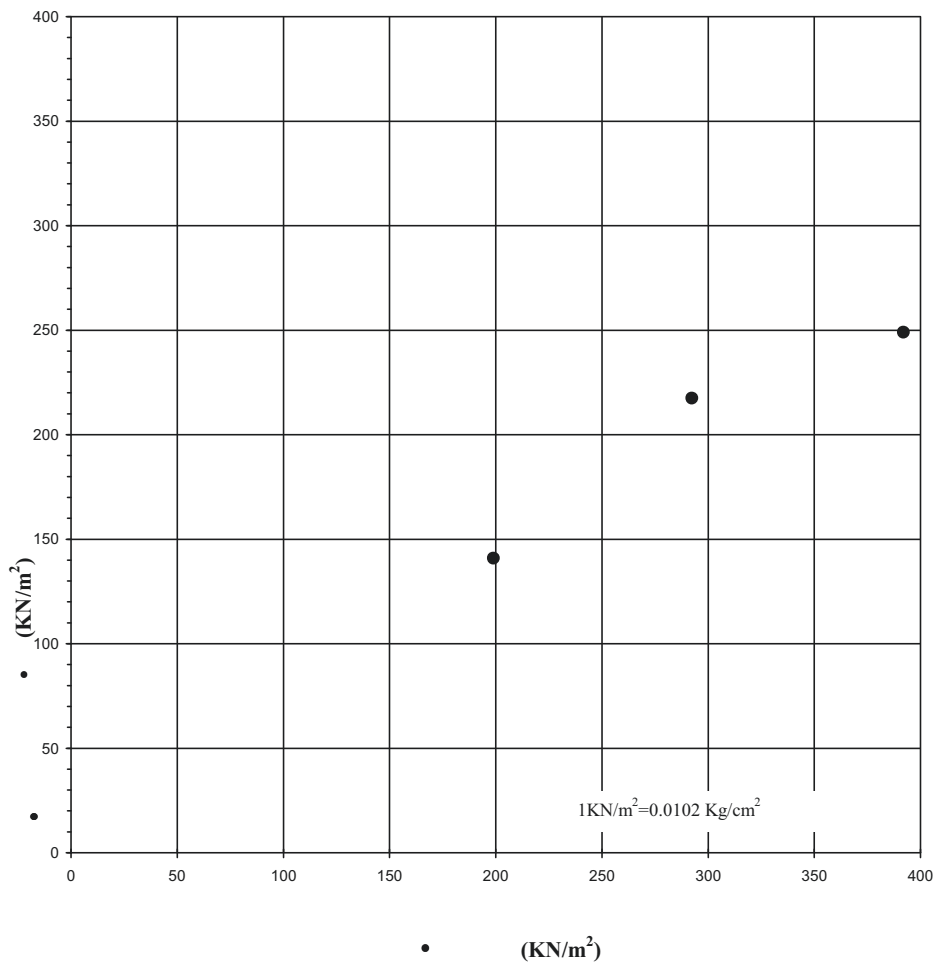
PROGETTO : **Realizzazione impianto eolico**

SONDAGGIO : **S9** CAMPIONE : **C3** PROFONDITA' : **12.00 m**

Data ricevimento camp: 22/10/19 Data esecuz. prova : 6/11/19 N° verb. accett.: 43/19

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005



Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore