

Regione Autonoma
della Sardegna



Provincia di Sassari



Comune di Ittiri (SS)



Comune di
Villanova Monteleone (SS)



Committente:

RWE

RWE RENEWABLES ITALIA S.R.L.
via Andrea Doria, 41/G - 00192 Roma
P.IVA/C.F. 06400370968

Titolo del Progetto:

PARCO EOLICO "ALAS"

- Comuni di Ittiri e Villanova Monteleone (SS) -

Documento:

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

PEALAS-P10

ID PROGETTO:

PEALAS

DISCIPLINA:

P

TIPOLOGIA:

FORMATO:

A4

Elaborato:

**Relazione Geologica integrata con le risposte alla nota MITE
prot. 0073259 del 07/07/2021 che sostituisce la rev00**

FOGLIO:

SCALA:

Nome file:

PEALAS-P10_Relazione Geologica

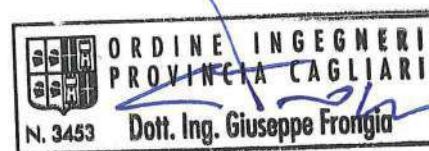


Progettista:

Ing. Giuseppe Frongia

Gruppo di progettazione:

Ing. Giuseppe Frongia
(coordinatore e responsabile)
Ing. Marianna Barbarino
Ing. Enrica Batzella
Ing. Antonio Dedoni
Ing. Gianluca Melis
Ing. Emanuela Spiga
Dott. Andrea Cappai
Dott. Matteo Tatti



**Studi geologici, agronomici e
ambientali a cura di:**



Gruppo di lavoro:

Dott.ssa Maria Antonietta Marino
Dott. Gualtiero Bellomo
Prof. Vittorio Amadio Guidi
Dott. Fabio Interrante

VAMIRGEOND
AMBIENTE GEOLOGIA E GEOFISICA s.r.l.
Direttore Tecnico
Dott.ssa MARINA ANTONIETTA

Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	15/07/2020	PRIMA EMISSIONE	VAMIRGEOND	GF	RWE
01	05/09/2021	SECONDA EMISSIONE	VAMIRGEOND	GF	RWE

INDICE

1. PREMESSE	1
2. CONSIDERAZIONI GEOLOGICHE	7
2.1 GEOLOGIA ED IDROGEOLOGIA DELL'AREA VASTA (SARDEGNA SETTENTRIONALE)	7
2.2 GEOLOGIA ED IDROGEOLOGIA DELL'AREA INTERESSATA DAL PROGETTO	10
3. CONSIDERAZIONI GEOMORFOLOGICHE	26
4. INDAGINI ESEGUITE	32
4.1 INDAGINI GEOGNOSTICHE	33
4.2 INDAGINI SPT	35
4.3 CALCOLO DELLA MISURA DELL'RQD	45
4.4 PROVE DI LABORATORIO	47
4.5 INDAGINI DI SISMICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA (TROMOGRAFIA)	51
5. CARATTERISTICHE SISMICHE DEL TERRITORIO	81
6. LIQUEFAZIONE DEI TERRENI	84
7. CARATTERIZZAZIONE LITOLOGICHE DEI TERRENI INTERESSATI DALLE OPERE IN PROGETTO	91
8. CAMPAGNA INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE DA ESEGUIRE IN FASE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA	94
9. CONCLUSIONI	95

REGIONE SARDEGNA

COMUNE DI ITTIRI E VILLANOVA MONTELEONE (SS)

***PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO
DENOMINATO ALAS***

Committente: RWE RENEWABLES ITALIA S.R.L.

***RELAZIONE GEOLOGICA INTEGRATA CON LE RISPOSTE ALLA
NOTA DEL MITE PROT. 0073259 DEL 07/07/2021***

1. PREMESSE

La presente relazione è il frutto del lavoro presentato nel dicembre 2020, integrato con le risposte e gli approfondimenti richiesti dal MiTE con la nota indicata in epigrafe che comprende anche le richieste integrative del MIC, della Regione Sardegna e degli Enti Locali.

Tutte le integrazioni e/o le modifiche rispetto alla versione presentata nel dicembre 2020, per semplicità e rapidità di lettura, sono evidenziate con carattere rosso.

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 WTG03;

- ⇒ n. 1 sondaggio meccanico a carotaggio continuo denominato "S6" di profondità pari a 30 mt. in corrispondenza dell'aerogeneratore WTG06;
- ⇒ n. 1 piezometro a tubo aperto in corrispondenza dell'aerogeneratore WTG03;
- ⇒ n. 1 piezometro a tubo aperto in corrispondenza dell'aerogeneratore WTG06;
- ⇒ n. 11 sondaggi di sismica passiva (tomografia) per definire le velocità delle onde sismiche Vs nei primi 30 m di profondità dal p.c. in corrispondenza degli aerogeneratori WTG01, WTG02, WTG03, WTG04, WTG05, WTG06, WTG07, WTG08, WTG09, WTG10 E WTG11.

Per la caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni sono state, inoltre, eseguite prove in laboratorio su n. 3 campioni indisturbati sulla porzione piroclastica/cineritica, n. 2 campioni rimaneggiati sempre sulla porzione piroclastica/cineritica molto consistente e n. 1 campione di roccia, nonché n. 3 prove 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. 11 aerogeneratori;
- b. Cavidotto** di collegamento tra gli aerogeneratori;
- c. Sottostazione elettrica.**

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

- ✓ corografia con l'ubicazione delle opere in progetto in scala 1/20.000;

- ✓ n. 3 carte geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche con l'ubicazione delle indagini geognostiche eseguite in scala 1/10.000;
- ✓ n. 1 carta geologica, geomorfologica ed idrogeologica dell'area di cui verrà realizzata la sottostazione;
- ✓ n.5 carte idrogeologiche di dettaglio dei bacini idrogeologici più vicini agli aerogeneratori in scala 1/10.000 e relative sezioni idrogeologiche a scale varie;
- ✓ colonne stratigrafiche dei sondaggi geognostici S3 ed S6 con relativa documentazione fotografica;
- ✓ elaborati delle prove geotecniche eseguite ed utilizzate;
- ✓ elaborati interpretativi delle prove S.P.T. eseguite ed utilizzate;
- ✓ elaborati relativi ai sondaggi di sismica passiva a stazione singola (tromografia) denominati T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11 e Tsott con la relativa documentazione fotografica.

I risultati ed i dati delle indagini e dei sopralluoghi eseguiti sono certamente esaustivi per la verifica della fattibilità del progetto e per valutare in piena scienza e coscienza tutti gli impatti che le opere possono imporre alle componenti ambientali coinvolte.

Nella fase di progettazione esecutiva e di calcolo delle strutture in cemento armato, attività che impongono un approfondimento di carattere geologico-tecnico di maggiore dettaglio, si prevede l'esecuzione delle indagini indicate nell'apposito capitolo.

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.

Ciò al solo scopo di poter progettare con il necessario dettaglio le strutture in c.a. non già perché le suddette indagini potranno fornire indicazioni sulla componente ambientale diverse da quelle, certamente complete ed esaustive, che sono oggi in nostro possesso ai fini della valutazione degli impatti ambientali.

A tal proposito si evidenzia che le indagini (geologiche, geognostiche, geosismiche e geotecniche) sono state estese a tutte le aree interessate dal progetto, fornendo un quadro esaustivo e completo delle problematiche ambientali relative agli aspetti geologici, geomorfologici ed idrogeologici, permettendo di avere ampia e sufficiente conoscenza delle componenti ambientali, coerentemente alle Linee Guida SNPA del 2019 sulla redazione degli studi di impatto ambientale, che, come è noto, prevede la realizzazione di un numero di indagini sufficienti per delineare i connotati della componente ambientale ma non chiede certamente un dettaglio da spingere fino alle conoscenze utili per la calcolazione delle strutture in cemento armato, tanto che per la procedura di VIA il progetto allegato è del livello pari alla progettazione di fattibilità tecnico-economica.

2. *CONSIDERAZIONI GEOLOGICHE*

2.1 GEOLOGIA ED IDROGEOLOGIA DELL'AREA VASTA (SARDEGNA SETTENTRIONALE)

L'area interessata dalle opere è ubicata nella Sardegna Settentrionale che, da un punto di vista geologico/idrogeologico, si estende per 5402 Km², pari al 23% del territorio regionale; in esso sono presenti nove opere di regolazione in esercizio e cinque opere di derivazione.

I corsi d'acqua principali sono i seguenti:

- Rio Mannu di Porto Torres, sul quale confluiscono, nella parte più montana, il Rio Bidighinzu ed il Rio Funtana Ide (detto anche Rio Binza 'e Sea).
- Rio Minore che si congiunge al Mannu in sponda sinistra.
- Rio Carrabusu affluente dalla sinistra idrografica.
- Rio Mascari, affluente del Mannu di Portotorres in sponda destra, si innesta nel tratto mediano del rio presso la fermata San Giorgio delle Ferrovie Complementari.
- Fiume Temo, regolato dall'invaso di Monteleone Roccadoria, riceve i contributi del Rio Santa Lughia, Rio Badu 'e Ludu, Rio Mulino, Rio Melas, affluenti di sinistra che si sviluppano nella parte montana del bacino. Negli ultimi chilometri il Temo, unico caso in Sardegna, è navigabile con piccole imbarcazioni; il suo sbocco al mare, sulla spiaggia di Bosa Marina, avviene tramite un ampio estuario.

In particolari situazioni meteomarine il deflusso del Temo viene fortemente condizionato causando non rari allagamenti della parte

bassa dell'abitato di Bosa; per gli stessi motivi riveste particolare rilevanza il reticolo idrografico che circonda il centro urbano, il cui torrente principale è rappresentato dal Rio Sa Sea.

- Rio Sa Entale, che si innesta nel Temo in destra idrografica, e il Rio Ponte Enas, in sinistra, costituiscono gli affluenti principali per estensione del rispettivo bacino.
- Fiume Coghinas, il cui bacino occupa una superficie di 2.453 Km² ed è regolato da due invasi, riceve contributi dai seguenti affluenti: Rio Mannu d'Ozieri, Rio Tilchiddesu, Rio Butule, Rio Su Rizzolu, Rio Puddina, Rio Gazzini, Rio Giobaduras.

E' da annoverare, inoltre, una serie di rii minori che si sviluppa nella Nurra e nell'Anglona, e, segnatamente:

- ✓ Rio Barca.
- ✓ Fiume Santo.
- ✓ Rio Frigiano.
- ✓ Mannu di Sorso.

L'assetto geologico della porzione definita dal *Piano per l'Assetto Idrogeologico della Regione Autonoma della Sardegna* come sub-bacino Coghinas-Mannu-Temo, che più direttamente interessa il sito di progetto, può essere suddiviso in tre grandi sotto insiemi:

- 1) il settore Orientale e Sud-Orientale è prevalentemente paleozoico; una sequenza vulcano-sedimentaria permiana ricopre i terreni paleozoici ed i depositi detritici quaternari delimitano ad ovest il corpo intrusivo suddetto. La sequenza stratigrafica dell'area è chiusa dai depositi alluvionali del fiume Coghinas, da sabbie litorali e localizzati depositi eluvio-colluviali e di versante. Le alluvioni del Coghinas sono presenti con continuità tra i rilievi di Ba-

desi - La Tozza – Monte Ruiu - Monte Vignola e la linea di costa. Lungo la costa i depositi francamente alluvionali lasciano il posto ad eolianiti e sabbie litorali. I depositi eluvio-colluviali, prodotti dal disfacimento delle litologie presenti nell'area, localmente pedogenizzati, rivestono, con sottili spessori i versanti e localmente lasciano il posto a detrito di versante;

- 2) il settore Centrale è prevalentemente terziario. Il potente complesso vulcanico oligo-miocenico, che occupa quasi interamente e senza soluzione di continuità il settore centrale, costituisce il substrato della regione e poggia in parte sulla piattaforma carbonatica mesozoica della Nurra, ribassata di circa 2000 m dal sistema di faglie che ha dato origine alla “fossa sarda”, ed in parte sul basamento cristallino paleozoico. Il Complesso vulcanico oligo-miocenico è stato ricoperto dalla “Serie sedimentaria miocenica (un complesso lacustre di transizione ai depositi marini calcareo-arenacei e marnoso-arenacei). Infine i prodotti del vulcanismo plio-quadernario e i depositi detritici quadernari in corrispondenza delle incisioni vallive ed in prossimità dei corsi d'acqua;
- 3) il settore Nord-Occidentale è costituito dallo zoccolo cristallino dell'horst della Gallura paleozoico e dalle formazioni carbonatiche mesozoiche che culminano con i rilievi del Doglia e del sistema di Punta Cristallo e di Capo Caccia. Le intrusioni granitiche ercinee affiorano solo nella propaggine settentrionale, costituita dall'isola dell'Asinara.

2.2 GEOLOGIA ED IDROGEOLOGIA DELL'AREA INTERESSATA DAL PROGETTO

Entrando nello specifico dell'area vasta intorno al sito di progetto (vedi carte geologiche allegata fuori testo), sono affioranti le formazioni geologiche di origine vulcanica di seguito elencate, che non sono interessate dalle opere in progetto.

In particolare:

- ✓ UNITA' DEL CUGA (Burdigaliano): Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica, saldati, con fiamme nerastre;
- ✓ UNITA' DI MONTE FRUSCIU (Burdigaliano): Daciti ipocristalline, porfiriche per fenocristalli di Pl, Sa, Bt, Am, Mag; in cupole di ristagno e locali versamenti laterali;
- ✓ UNITA' DI MONTE SA SILVA (Burdigaliano): Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica, pomiceo-cineritici, biancogrigiastri, non saldati;
- ✓ UNITA' DI MONTE LONGOS (Burdigaliano): Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica, pomiceo-cineritici, saldati, di colore nerastro.
- ✓ UNITA' DI ROMANA. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica a chimismo riodacitico, pomiceo-cineritici, mediamente saldati, ricchi in pomici e cristalli liberi di Pl, San, Bt, e subordinato Px.
- ✓ UNITA' DI SU SUERZU (Burdigaliano): Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica, saldati, di colore rossastro, con fiamme grigiastre.

- ✓ UNITA' DI MONTE SAN PIETRO (Burdigaliano): Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica, pomiceo-cineritici, non saldati, di colore bianco-rosato, a chimismo riolitico-riodacitico.
- ✓ UNITA' DI NURAGHE VITTORE (Burdigaliano): Andesiti e daciti porfiriche per fenocristalli di Pl, Px e Ol; in colate.
- ✓ UNITA' DI URI (Burdigaliano): Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica, variamente saldati, grigiastri, ricchi in frammenti litici e cristalli liberi.

A queste si aggiungono le formazioni geologiche sedimentarie:

- FORMAZIONE DI MONTE SANTO (Serravalliano – Tortoniano). Calcari bioclastici di piattaforma interna, con rare intercalazioni silicoclastiche ed episodi biohermali; calcareniti.
- FORMAZIONE DI MORES (Burdigaliano Sup.): Calcareniti, calcari bioclastici fossiliferi. Calcari nodulari a componente terrigena, variabile, con faune a gasteropodi (Turritellidi), ostreidi ed echinidi (Scutella, Amphiope).

Dette formazioni sono parzialmente ricoperte da:

- ❖ Depositi antropici costituiti da discariche per rifiuti solidi urbani;
- ❖ Depositi di versante costituiti da detriti con clasti angolosi, talora parzialmente cementati (Olocene);
- ❖ Depositi alluvionali che comprendono i depositi ubicati lungo gli alvei dei corsi d'acqua. Si tratta di rocce prevalentemente sciolte costituite da ghiaie, sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi con intercalazioni di sabbie grossolane e ghiaie (Olocene).
- ❖ Coltri eluvio-colluviali costituiti da detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica (Olocene).

Per quanto riguarda la specifica area interessata dalla realizzazione del progetto, 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 nell'area strettamente interessata dallo studio.

Entrando nel particolare, la situazione litostratigrafica locale è caratterizzata, dall'alto verso il basso, dall'affioramento di:

- ⇒ **UNITA' DI VILLANOVA MONTELEONE (*Burdigaliano*)**: si tratta di depositi piroclastici in facies ignimbratica, a chimismo rioldaticito, da saldati a mediamente saldati, localmente argillificati per spessori anche superiori ad una decina di metri. La frazione saldata si presenta tenace, mediamente fratturata, di colore rossastro e/o grigio. L'unità in oggetto presenta anche livelli, che talvolta diventano prevalenti, di piroclastiti e cineriti da cementate a poco cementate, talvolta del tutto incoerenti ma sempre molto addensate.
- ⇒ **UNITA' DI SU SUERZU (*Burdigaliano*)**: Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica, saldati, di colore rossastro, con fiamme grigiastre.
- ⇒ **UNITA' DI PALA MANTEDDA (*Aquitano-Burdigaliano*)**: Si tratta di lave da andesitiche a dacitiche talora scoriacee ipocristalline, porfiriche per fenocristalli di Pl, Cpx, in domi e colate separate da livelli conglomeratici.

Le ignimbriti macroscopicamente si presentano con la tipica struttura fiammata o di tipo listato dovuta a livelli di minerale di neo formazione e talora con fessurazioni colonnari e nastroforni prodotte dal raffreddamento.

Esse presentano in genere tonalità di colore degradanti dal violaceo al rosso, al rosa antico.

Al microscopico si distinguono per una pasta di fondo prevalente quarzoso-feldspatica (con abbondanza di quarzo) ed immersi fenocristalli prevalentemente plagioclasici.

La giacitura è in genere in bancate sub-orizzontali o poco inclinate con potenza oscillante fra 20 e 40 m. e con tipiche intercalazioni tufacee. Alla base sono assenti i livelli scoriacei che confermano il carattere ignimbrico delle coltri. Le bancate compatte presentano frequenti fratturazioni verticali, in contrasto con l'uniformità della morfologia degli orizzonti tufacei intercalati, che si presentano levigati e arrotondati dagli agenti atmosferici.

I tufi piroclastici e le cineriti sono in genere di colore variabile dal grigio-biancastro al grigio-verdastro e stratificazione ben definita solo localmente.

In conclusione i litotipi che affiorano in gran parte dell'area ed in particolare in quella in cui verranno realizzati gli aerogeneratori denominati WTG1, WTG3, WTG4, WTG5, WTG6, WTG7, WTG8, WTG9, WTG10, WTG11, sono riferibili all'Unità di Villanova Monteleone che nell'area abbiamo suddiviso da un punto di litologico in tre distinte porzioni:

- ⇒ la prima, certamente la più spessa, è costituita da ignimbriti saldate, tenaci e fratturate;
- ⇒ la seconda è costituita da depositi piroclastici e/o cineritici litologicamente costituiti da sabbie generalmente fini e limi sabbiosi. Generalmente si ritrova intercalata con la prima ma localmente diventa predominante;

⇒ la terza è costituita da depositi vulcanici argillificati di spessore generalmente limitato ma che può raggiungere anche una decina di metri e più.

L'aerogeneratore WTG2 è ubicato, invece, in un'area dove affiora l'Unità di Pala Mantredda costituita prevalentemente da lave da andesitiche a dacitiche.

Infine, i litotipi che costituiscono il terreno di sedime della sottostazione elettrica sono costituiti da depositi piroclastici in facies ignimbratica, saldate, di colore rossastro con fiamme grigiastre riferibili all'Unità di Su Suerzu.

Tutti i suddetti terreni sono ricoperti da uno spessore variabile tra 0.5 e 2.00 m di terreno vegetale con inclusi elementi lapidei eterometrici.

In questa fase di studio, in attesa che venga esperito tutto l'iter autorizzativo e, quindi, si definiranno con esattezza le posizioni di tutti gli aerogeneratori, sono stati eseguiti i sondaggi geognostici in corrispondenza degli aerogeneratori WTG03 e WTG06 che ci sono sembrati i più rappresentativi.

Per maggiori dettagli si rimanda alle stratigrafie allegate.


















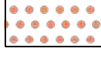
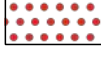




Dall'analisi della carta geologica e dai rilievi eseguiti in campagna, nonché dalle indagini sismiche eseguite in corrispondenza di ciascun aerogeneratore si evince che il modello geologico dell'aerogeneratore WTG03 (prevalente presenza di lave e/o ignimbriti saldate e tenaci per almeno i primi 15 metri) sembrerebbe assilabile a quelli degli aerogeneratori WTG2, WTG5 e WTG8, mentre il modello geologico dell'aerogeneratore WTG06 (prevalente presenza nei primi 15 metri della porzione piroclastica/cineritica/argillificata) è assimilabile a quella degli aerogeneratori WTG1, WTG4, WTG6, WTG7, WTG9, WTG10 e WTG11.

Dal punto di vista idrogeologico l'area direttamente interessata dallo studio è caratterizzata dall'affioramento di terreni diversi che, da un punto di vista idrogeologico, abbiamo suddiviso in 3 tipi di permeabilità prevalente:

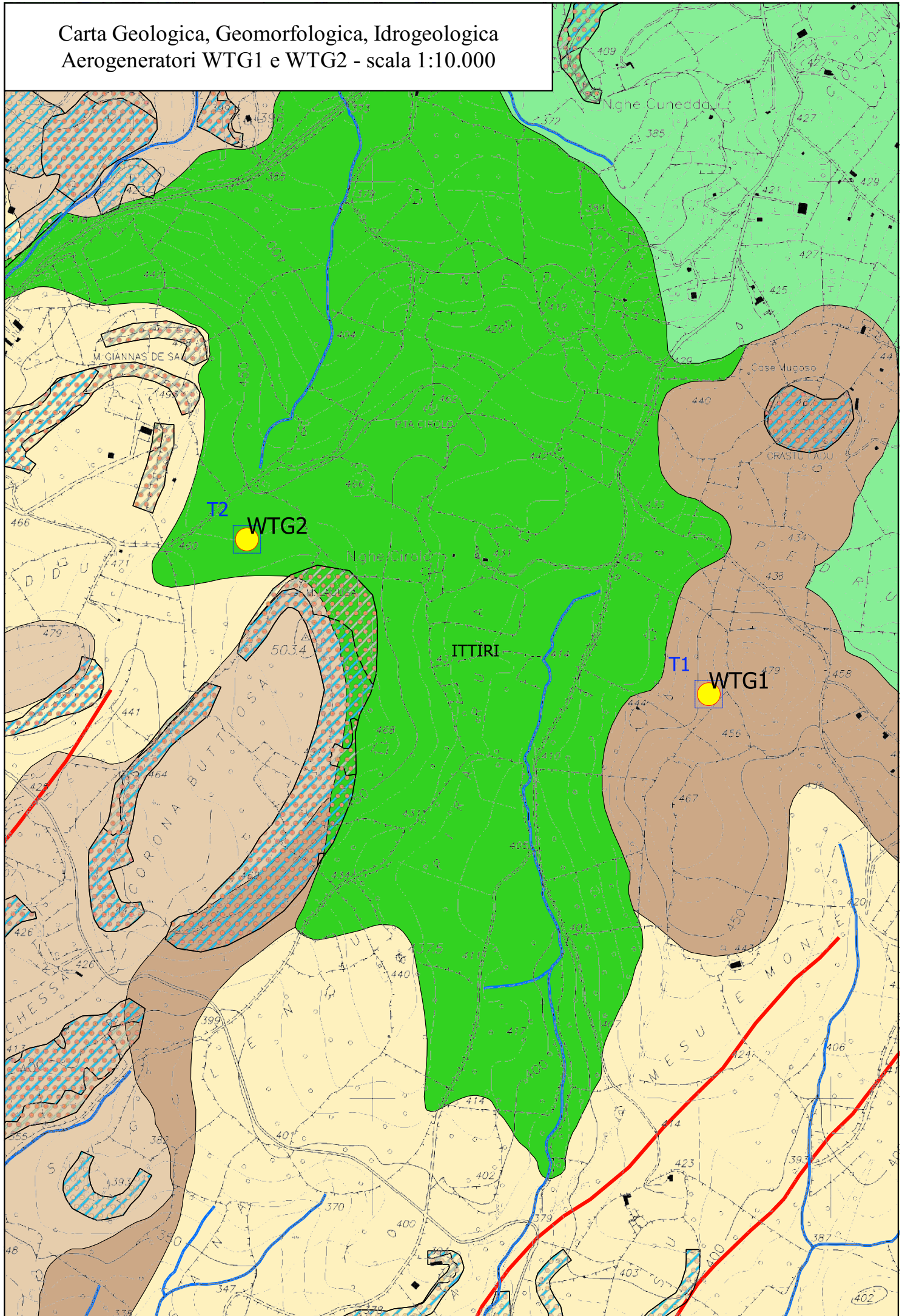
- ❖ **Rocce permeabili per porosità:** Si tratta di rocce incoerenti caratterizzate da una permeabilità per porosità che varia al variare delle dimensioni granulometriche dei terreni presenti. In particolare la permeabilità risulta essere medio-bassa nella frazione limosa mentre tende ad aumentare nei livelli sabbiosi. Di conseguenza la circolazione idrica sotterranea è discontinua con livelli acquiferi sospesi. Rientrano in questo complesso i terreni afferenti alle piroclastiti ed alle cineriti sciolte.
- ❖ **Rocce impermeabili:** Si tratta di rocce pseudocoerenti dove la permeabilità risulta essere tanto bassa in relazione alla granulometria da essere considerati praticamente impermeabili. Rientrano in questo complesso i terreni afferenti ai depositi vulcanici argillificati che fungono da substrato del sistema multifalde presente nell'area vasta.
- ❖ **Rocce permeabili per fessurazione e fratturazione:** Si tratta di rocce coerenti che presentano un sistema di fessurazioni e fratture di dimensioni tali da rappresentare vie di veloce infiltrazione per le acque meteoriche. Sono compresi in questa categoria le lave e la frazione ignimbratica non alterata. In generale il grado di permeabilità è medio basso.

Si mette in evidenza, infine, che il territorio direttamente interessato dal progetto non è significativamente ricco di corsi d'acqua e sono tutti a carattere torrentizio, con consistenti quantità di acque nei brevi periodi di piogge e scarsi d'acqua o pressoché asciutti nel restante periodo dell'anno.

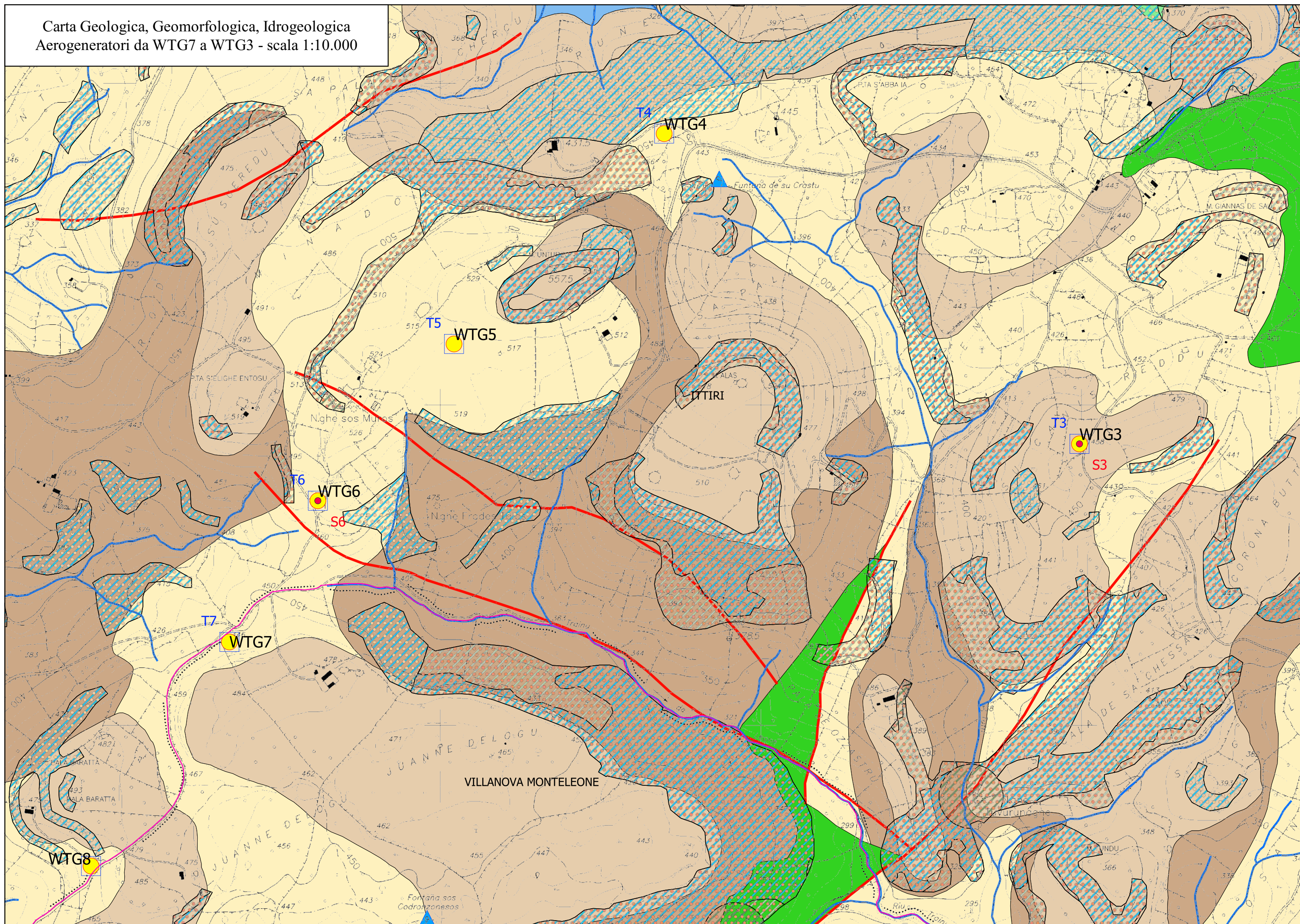
Legenda carta geologica, idrogeologica, geomorfologica

	Limiti comunali		
	Aerogeneratori in progetto		
	Sondaggio a carotaggio continuo		
	Indagine sismica passiva a stazione singola		
	Sorgente		
	Rete idrografica		
	Faglie e sovrascorrimenti		
Geologia e idrogeologia			
	Depositi alluvionali; terreni permeabili per porosità. Olocene		
	UNITA' DI VILLANOVA MONTELEONE Depositi piroclastici e ignimbrici argillificati; rocce impermeabili. Burdigaliano		
	UNITA' DI VILLANOVA MONTELEONE Frazione piroclastitica e cineritica; rocce permeabili per porosità. Burdigaliano		
	UNITA' DI VILLANOVA MONTELEONE Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica, a chimismo riodacitico, saldati; rocce permeabili per fratturazione. Burdigaliano		
	UNITA' DI SU SUERZU Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica, saldati, di colore rossastro; rocce permeabili per fratturazione. Burdigaliano		
	UNITA' DI MONTE SAN PIETRO Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica, pomiceo-cineritici, non saldati, di colore bianco-rosato; rocce permeabili prevalentemente per porosità. Burdigaliano		
	UNITA' DI NURAGHE VITTORE Andesiti e daciti porfiriche in colate; rocce permeabili per fratturazione. Burdigaliano		
	UNITA' DI PALA MANTEDDA Lave da andesitiche a dacitiche talora scoriacee ipocristalline, porfiriche in domi e colate separate da livelli conglomeratici; rocce permeabili per fratturazione. Aquitaniano - Burdigaliano		
		Pericolosità da frana	
			Hg1 - moderata
			Hg2 - media
			Hg3 - elevata
			Hg4 - molto elevata
		Rischio da frana	
			Rg1 - moderato
			Rg2 - medio
			Rg3 - elevato
			Rg4 - molto elevato

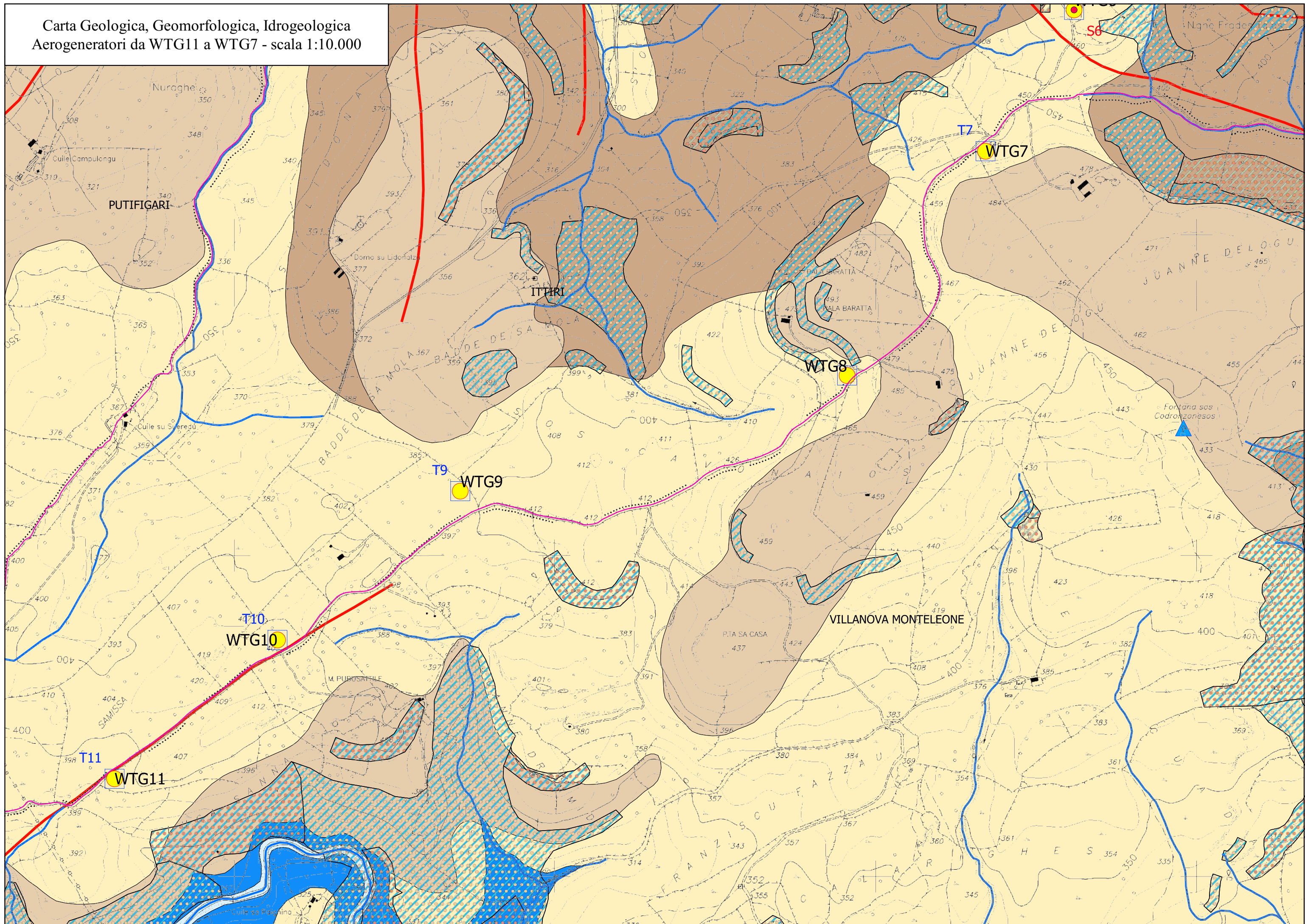
Carta Geologica, Geomorfologica, Idrogeologica
Aerogeneratori WTG1 e WTG2 - scala 1:10.000



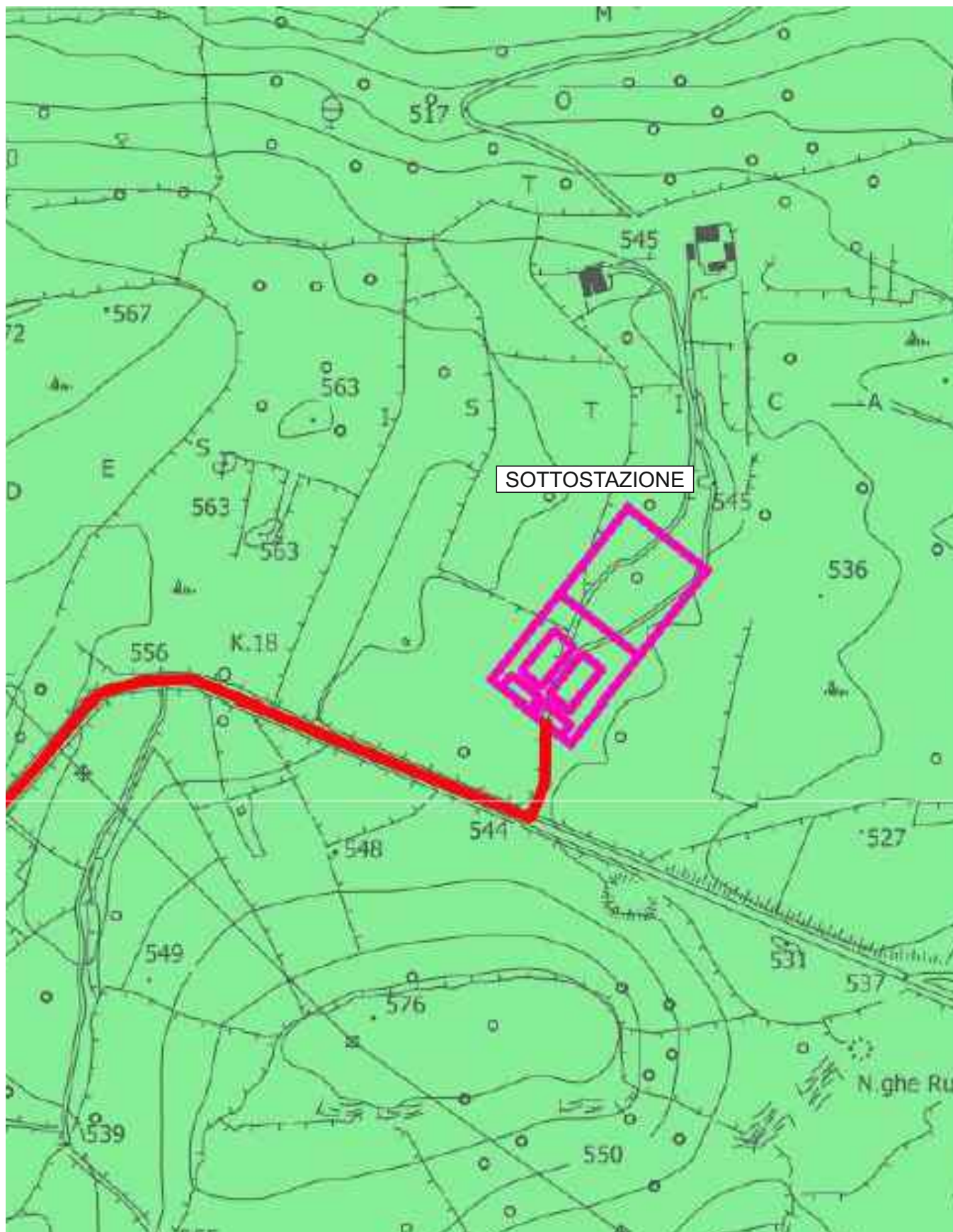
Carta Geologica, Geomorfológica, Idrogeologica
Aerogeneratori da WTG7 a WTG3 - scala 1:10.000



Carta Geologica, Geomorfológica, Idrogeologica
Aerogeneratori da WTG11 a WTG7 - scala 1:10.000



CARTA GEOLOGICA - GEOMORFOLOGICA - IDROGEOLOGICA



UNITA' DI SU SUERZU. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica, saldati, di colore rossastro, con fiamme grigiastre. Burdigaliano
Rocce permeabili per fessurazione e fratturazione - Stabili

Il sistema idrografico nella zona settentrionale è imperniato sul rio Cuga e sui suoi affluenti che solcano la parte occidentale del territorio e sul rio Minore, affluente del rio Mannu, che nella parte alta prende i nomi di Camedda e Turighe.

A sud scorre invece il rio Abialzu che, unendosi ad altri corsi d'acqua minori, si dirige verso il bacino idrografico del Temo.

Nell'area vasta individuata dalla carta idrogeologica allegata fuori testo è presente, inoltre, un importante lago artificiale, il Cuga, alimentato dal rio Cuga-Barca. E' stato costruito nel 1965 e si trova solo in parte nel territorio di Ittiri ed è destinato a scopi irrigui.

Per quanto riguarda invece gli acquiferi sotterranei, il Piano di Tutela delle Acque individua 37 acquiferi per tutta la Sardegna, con caratteristiche idrogeologiche omogenee.

Il sito di progetto è ubicato nell'Unità Idrografica Omogenea del Barca ed in particolare nell'ambito del vasto areale dell'Acquifero delle Vulcaniti Oligo-Mioceniche della Sardegna Nord-Occidentale caratterizzato da una generale permeabilità medio-bassa e da sistemi multifalda dovuti all'alternanza di litotipi piroclastici e/o lavici saldati a permeabilità media, intercalati alle porzioni piroclastiche sabbiose fini a permeabilità bassa ed a strati anche di notevole spessore di vulcaniti argillificate praticamente impermeabili.

Nell'ambito di tale acquifero si registra una notevole presenza di manifestazioni sorgentizie, generalmente di modesta portata, non sempre continua, spesso di carattere stagionale.

Questo è dovuto in maniera predominante alla geologia dell'area, costituita da elementi granitici e tufacei a bassissima permeabilità e dalla presenza di alternanze di strati impermeabili che suddividono gli

affioramenti vulcanici in piccoli bacini di alimentazione di limitate falde sotterranee testimoniate dalla presenza di modeste venute d'acqua.

Si riporta di seguito un elenco delle emergenze più significative presenti nell'ambito di tale Acquifero che ha un'estensione enorme di oltre **2.500 km²**:

- Funtana Abbauddu (2,9 l/sec);
- Postos Alvos (0,8 l/sec), di importanza storica in quanto utilizzata come fonte idrica pubblica per l'abitato di Villanova Monteleone);
- Abbaia Cantaru Pala (4,8 l/sec);
- Funtana Sa Entale (1,5 l/sec);
- Sas Benas (4,50 l/sec);
- Funtana Santu Bainzu (1,3 l/sec).

Nessuna di queste si trova nell'ambito dell'areale interessato dalle opere in progetto e non potrà essere interferita dalla realizzazione dell'impianto eolico in quanto ubicato sempre all'esterno dei rispettivi bacini di alimentazione.

Importante da segnalare la presenza di manifestazioni termali, con le due importanti sorgenti di Mattagiana e di Abbarghente, *anch'esse fuori dall'areale interessato dal progetto.*

Queste sorgenti, con temperatura al di sopra di 22°C, sono dotate di un chimismo particolare. La prima sorgente ha un chimismo tale da non farla iscrivere nella categoria di quelle termominerali e molto simile a quelle delle vicine sorgenti fredde che scaturiscono dalle formazioni ignimbratiche. Si ipotizza che l'elevata temperatura sia dovuta principalmente ad un bacino di alimentazione profondo che scaturisce in superficie tramite una faglia.

La seconda sorgente è situata a 5 Km dall'abitato di Romana e pure questa trova la sua via d'emergenza nelle successioni ignimbriche dell'area, tramite la faglia che, con direzione Sud-Nord, condiziona tutto il tracciato del Temo.

A queste, che sono le sorgenti più importanti, se ne aggiungono una moltitudine che sono venute a giorno durante i lavori di scavo della galleria per derivare le acque dall'invaso di Monteleone Roccadoria fino al bacino del Cuga. Come le precedenti, anche queste hanno la loro origine nella formazione ignimbrica.

Questo sistema termale, per ubicazione, distanza del bacino di alimentazione dalle aree di progetto e profondità del livello freatico non potrà essere interferito dalla realizzazione delle opere che sono completamente esterne al circuito termale.

Da quanto sopra esposto emerge una permeabilità generale dell'acquifero molto bassa, in quanto le successioni geologiche che la compongono sono molto compatte e non offrono grandi vie all'acqua per la sua emergenza.

Ne risulta, quindi, un sistema complesso costituito da numerosi bacini di alimentazione molto frammentati, di estensione limitata, non in collegamento tra loro e che danno luogo ad un gran numero di sorgenti ma tutte di portata molto bassa e ciascuna afferente ad un proprio limitato bacino di alimentazione (vedi carte idrogeologiche di dettaglio e sezioni idrogeologiche allegate).

Nel comune di Ittiri, tra i 300 e i 400 metri di altitudine nascono numerose sorgenti ma di scarsa portata e generalmente di carattere stagionale, legate ai modesti affioramenti permeabili che poggiano sulla frazione piroclastica argillificata della Formazione geologica.

Le più significative sono:

- ✓ Pianu' e Monte sulla strada intercomunale Ittiri-Putifigari;
- ✓ Iscialoru (nei pressi dell'abitato);
- ✓ Su Cadalanu sulla strada provinciale n. 28 Ittiri-Romana;
- ✓ Coros o Funtana 'e sa Irzine (Vergine) nei pressi del monastero cistercense di Coros;
- ✓ Sa Teula all'ingresso dell'abitato;
- ✓ S'Abbadorzu dentro l'abitato nel rione Montesile;
- ✓ Irventi;
- ✓ Bustaina;
- ✓ Binza Manna;
- ✓ Casavece;
- ✓ Funtana Pesada;
- ✓ Pintu Canu;
- ✓ 'Onnu Marras;
- ✓ Sos Porchiles;
- ✓ Chentu Cheddass;
- ✓ Puttos de Lidone;
- ✓ Giundali;
- ✓ De Sa Multasa.;
- ✓ Fontana sos Codronzonesos (ad oltre 1 km dal WTG7)

Nessuna di queste sorgenti interessa il sito dove verranno realizzate le opere in progetto anche se alcune sono abbastanza vicine ma afferiscono a bacini di alimentazione esterni all'areale dove verranno realizzati gli aerogeneratori o questi si trovano a quote molto più elevate rispetto al livello freatico.

Nessuna di queste, infatti, si trova nell'ambito dell'areale

interessato dalle opere in progetto (500 mt. dagli aerogeneratori) e non potranno essere interferite dalle opere in progetto perché il cavidotto necessita di scavi modestissimi, poco superiori al metro, e gli aerogeneratori che sono ubicati nelle rocce vulcaniche saranno fondati su tipologia diretta tramite platea e, quindi, interessano solo i primi metri dal p.c.

Gli aerogeneratori che saranno fondati su pali sono solo quelli che interessano i terreni argillosi che, quindi, per propria intrinseca natura non possono contenere falde freatiche.

Per maggiore chiarezza sono state redatte 5 carte idrogeologiche di dettaglio con la definizione dei singoli bacini di alimentazione afferenti alle sorgenti più vicine all'impianto e sono state redatte le relative sezioni idrogeologiche.

Alcune di queste sorgenti, che formano abbeveratoi nell'agro o fontane nell'abitato, servono prevalentemente agli usi agricoli e saranno oggetto di opere di compensazioni atte a migliorarne la fruizione e per creare aree umide a beneficio della biodiversità.

Sono state censite, tramite rilievi in situ e ricerca bibliografica, altre sorgenti molto più modeste non rientranti né nell'ambito del PTA, né nel Piano Regolatore degli Acquedotti (indicate in cartografia PEALAS-S01.13a, PEALAS_S01.13b con i numeri da 1 a 45) ma che abbiamo ritenuto di riportare perché indicative di un acquifero caratterizzato da tante piccole falde superficiali e spesso a carattere stagionale legate alla notevole variabilità della permeabilità anche all'interno della stessa formazione.

E' presente nell'areale interessato (500 metri dagli aerogeneratori) una sorgente (Funtana De Su Crastu ad oltre 200 metri dal WTG4 – vedi documentazione fotografica a fine relazione), più altre sorgenti di minore

importanza e di carattere stagionale (indicate nella carta idrogeologica con i numeri 24, 25, 30, 31, 32, 34, 35, 36).

Queste ultime erano asciutte o con portate modestissime nei sei rilievi eseguiti a Gennaio, Febbraio, Marzo, Luglio, Agosto e Novembre 2020 (vedi documentazione fotografica delle più significative a fine relazione).

Il sopralluogo eseguito ad Agosto 2021 per rispondere alle richieste di integrazioni ha confermato il carattere stagionale di queste sorgenti essendo state rinvenute completamente asciutte.

Si tratta probabilmente di risorgive legate alla differente permeabilità tra gli affioramenti ignimbratici saldati e fratturati a permeabilità medio-bassa e la frazione argillificata, praticamente impermeabile.

Sono a carattere stagionale e, comunque, la realizzazione e l'esercizio dell'impianto non può avere alcun impatto negativo e significativo sulla circolazione idrica sotterranea.

Da evidenziare che nel corso dei sondaggi eseguiti si è ritenuto di installare i piezometri per la verifica durante il corso dell'anno.

Nella tabella visibile di seguito è indicato il livello freatico misurato all'interno dei piezometri installati nella misura eseguita a Marzo e Novembre 2020. Si evidenzia che nella misura eseguita a Luglio ed Agosto 2020 i piezometri erano asciutti.

Anche nel sopralluogo di Agosto 2021 i piezometri erano completamente asciutti.

Tale informazione ci è di grande interesse perché da un lato, certamente, nei calcoli geotecnici bisognerà tenere conto della presenza della falda e dall'altro si conferma la natura stagionale di molti acquiferi presenti.

In fase di progettazione esecutiva si ritiene utile, a vantaggio della sicurezza, installare un piezometro in ogni aerogeneratore ai fini di un completo e corretto monitoraggio della componente acque sotterranee, anche se appare molto verosimile che non si intercetti alcuna falda significativa alle profondità di realizzazione delle opere.

<i>Tipo piezometro</i>	<i>Sondaggio</i>	<i>Profondità del livello freatico dal p.c.</i>
<i>Tubo aperto</i>	<i>S3</i>	<i>⇒ Marzo 2020 24 mt, ⇒ Luglio 2020 asciutto, ⇒ Agosto 2020 asciutto, ⇒ Novembre 2020 26 mt. ⇒ Agosto 2021 asciutto</i>
<i>Tubo aperto</i>	<i>S6</i>	<i>⇒ Marzo 2020 4 mt, ⇒ Luglio 2020 asciutto, ⇒ Agosto 2020 asciutto, ⇒ Novembre 2020 5 mt. ⇒ Agosto 2021 asciutto</i>

Le carte idrogeologiche di dettaglio dei bacini idrografici più vicini agli aerogeneratori e le relative sezioni dimostrano come:

- ⇒ il bacino idrogeologico indicato con la lettera A, vicino agli aerogeneratori WTG06, WTG07 e WTG08, è esterno a tali aerogeneratori che sono ubicati tra l'altro nella porzione argillitica della formazione geologica e, comunque, le acque di falda hanno direzione di flusso verso la parte opposta all'ubicazione degli aerogeneratori ed a conferma anche le due sorgentelle si trovano nel versante opposto al parco. Come si evince nessun collegamento può esserci tra le due sorgenti afferenti a tale acquifero ed il parco eolico;*
- ⇒ il bacino idrogeologico indicato con la lettera B, vicino all'aerogeneratore WTG01, è esterno a tale aerogeneratore*

che tra l'altro è ubicato in un'altra formazione geologica più recente e separata idrogeologicamente dalla porzione argillitica che fa da separazione idrogeologica tra due complessi idrogeologici diversi. Anche in questo caso, come chiaramente visibile dalla sezione idrogeologica, nessuna interferenza può essere ipotizzata tra l'aerogeneratore e la sorgente. Stesso discorso vale per l'aerogeneratore WTG2 interno al bacino idrogeologico B ma che sarà fondato su platea perché i terreni di sedime sono vulcanici, cementati e poco fratturati e, quindi, con ottime caratteristiche fisico-meccaniche. Gli scavi necessari alla realizzazione della platea saranno modesti e comunque decisamente inferiori al livello freatico, quando presente. Da considerare, infine, che l'aerogeneratore non rilascia nel sottosuolo alcuna sostanza inquinante e non interferisce con la falda freatica;

⇒ il bacino idrogeologico indicato con la lettera C, vicino all'aerogeneratore WTG04, è esterno a tale aerogeneratore che tra l'altro è ubicato nella porzione argillitica della formazione geologica che fa da letto impermeabile della modestissima falda presente. Anche in questo caso, come chiaramente visibile dalla sezione idrogeologica, nessuna interferenza può essere ipotizzata tra l'aerogeneratore e la sorgente;

⇒ l'aerogeneratore WTG03 è ubicato all'interno del bacino idrogeologico indicato con la lettera D, ad una quota di oltre 24 mt. dal livello massimo della falda che ricordiamo essere una falda di carattere stagionale (vedi risultati dei rilievi

piezometrici). Infatti, in ben tre rilievi su cinque il piezometro è stato trovato asciutto, in un rilievo la quota era invece a -26 dal p.c. Da considerare, inoltre, che l'aerogeneratore WTG3 sarà fondato su platea perché i terreni di sedime sono vulcanici, cementati e poco fratturati e, quindi, con ottime caratteristiche fisico-meccaniche. Gli scavi necessari alla realizzazione della platea saranno modesti e comunque decisamente inferiori ai 24-26 mt. del livello freatico, quando presente. Da considerare, infine, che l'aerogeneratore non rilascia nel sottosuolo alcuna sostanza inquinante. Anche in questo caso nessuna interferenza può essere ipotizzata tra l'aerogeneratore e la sorgente;

⇒ il bacino idrogeologico indicato con la lettera E, vicino all'aerogeneratore WTG05, è esterno a tale aerogeneratore che tra l'altro è ubicato nella porzione argillitica della formazione geologica e, comunque, le acque di falda hanno un flusso verso la sorgente "Fontana de su Crastu" ubicata dalla parte opposta all'aerogeneratore. Anche in questo caso nessuna interferenza può essere ipotizzata tra l'aerogeneratore e la sorgente;

⇒ gli aerogeneratori WTG09, WTG10 e WTG11 non interessano bacini idrogeologici.

Da quanto detto sopra si evince che nessun impatto significativo e negativo può essere indotto dalla realizzazione degli aerogeneratori sulla risorsa idrica che comunque sarà monitorata con l'istallazione di ben 11 piezometri per la misura del livello freatico e della qualità delle acque (vedi Piano di Monitoraggio Ambientale).

La realizzazione del cavidotto e della sottostazione impegnano spessori modestissimi ed è del tutto impossibile interferire il livello freatico con gli scavi.

In conclusione dallo studio idrogeologico si evince che:

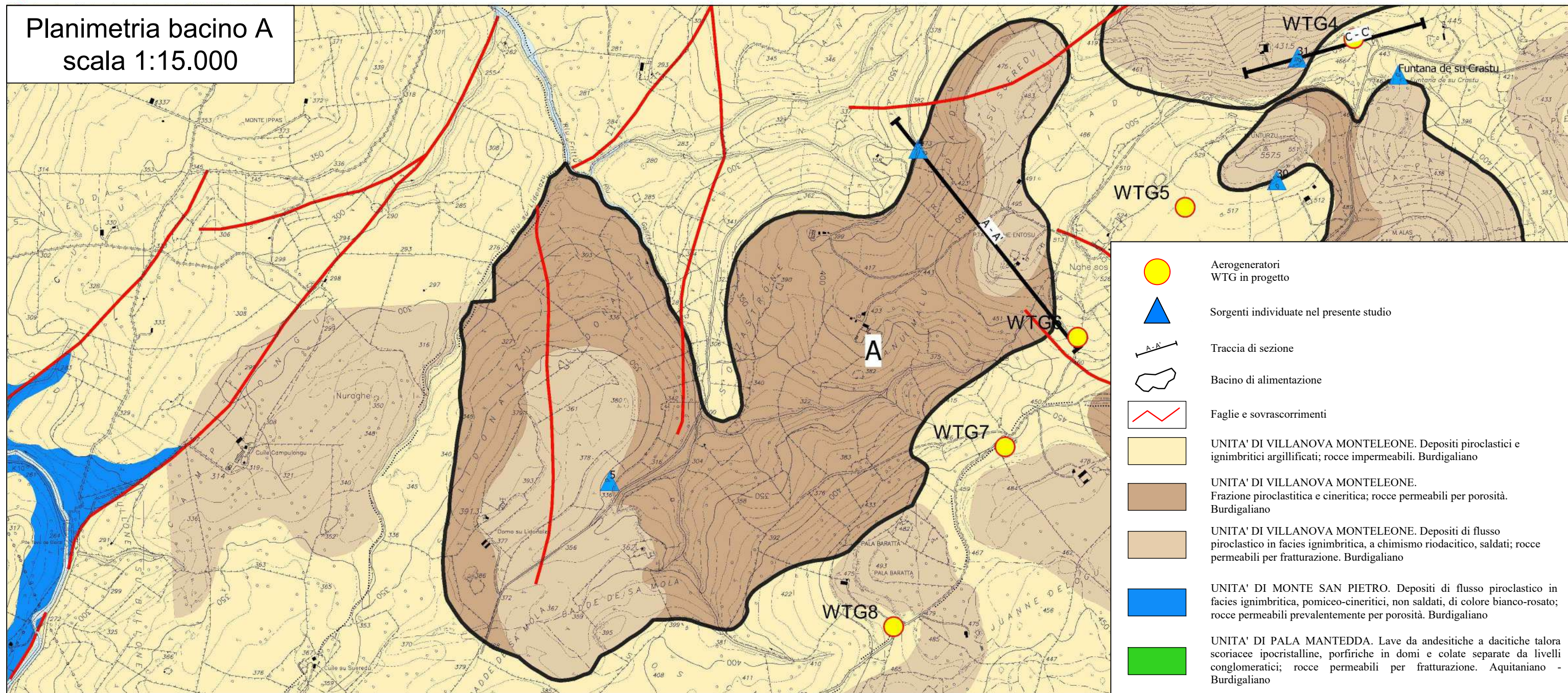
- ❖ la presenza di frequenti livelli e strati argillificati all'interno dei complessi vulcanici comporta la formazione di acquiferi di modestissima potenzialità a causa di aree di alimentazione piuttosto limitate che si evidenziano con la presenza di piccole polle sorgentizie a carattere stagionale (alcune delle quali saranno valorizzate con le opere di compensazione previste);
- ❖ l'ubicazione degli aerogeneratori è stata scelta proprio in modo da non interferire con gli acquiferi e sono stati posti ad una certa distanza dalle polle sorgentizie;
- ❖ gli aerogeneratori fondati sulle ignimbriti avranno tipologia diretta con profondità di scavo limitate a 3-5 mt. che non possono interferire sulla circolazione idrica sotterranea che si sviluppa a profondità maggiori;
- ❖ gli aerogeneratori che saranno fondati su pali hanno come terreno di sedime la parte argillificata delle vulcaniti e, quindi, non sono sede di falde freatiche e sono esterni alle aree di alimentazione degli acquiferi;
- ❖ gli aerogeneratori e loro piazzole non interferiscono con il reticolato idrografico superficiale se non per modestissimi tratti e tutte le interferenze sono state risolte senza che si impongano impatti negativi al naturale deflusso idrico superficiale;
- ❖ le opere in progetto non producono emissioni di sostanze inquinanti nè nel suolo, nè nel sottosuolo, nè nel reticolato

idrografico superficiale.

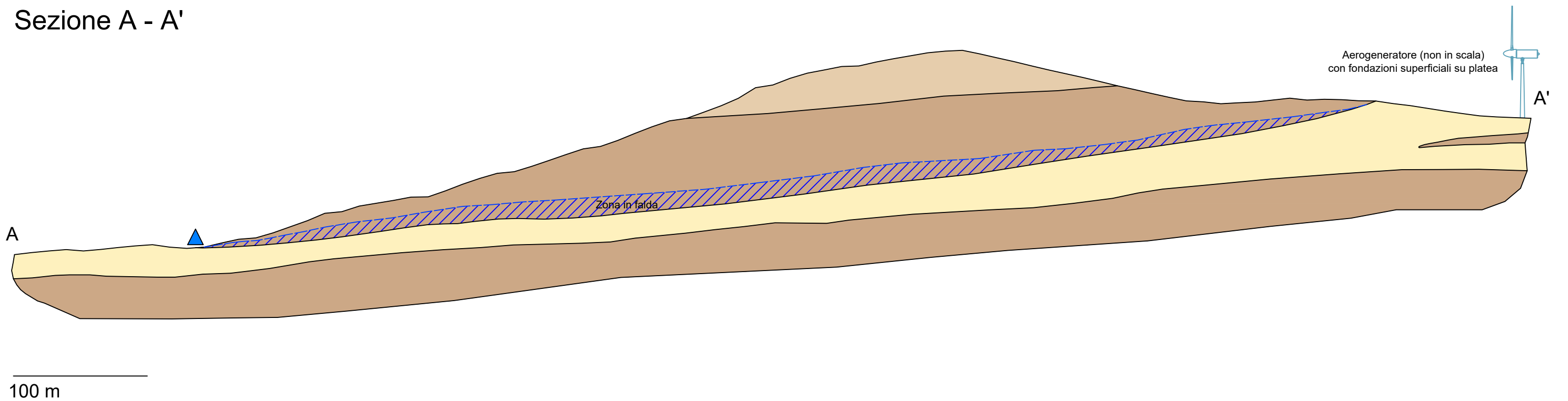
In definitiva non sussistono criticità di carattere idrogeologico che possano ostare la realizzazione delle opere in progetto nella più ampia sicurezza e salvaguardia della risorsa naturale “Acqua”.

In ogni caso il Piano di Monitoraggio Ambientale, per maggiore cautela, ha previsto di tenere sotto osservazione ante operam, in operam ed in fase di esercizio la qualità e le portate delle sorgenti più vicine e la realizzazione di un piezometro per ogni aerogeneratore (vedi elaborato denominato Piano di Monitoraggio Ambientale)

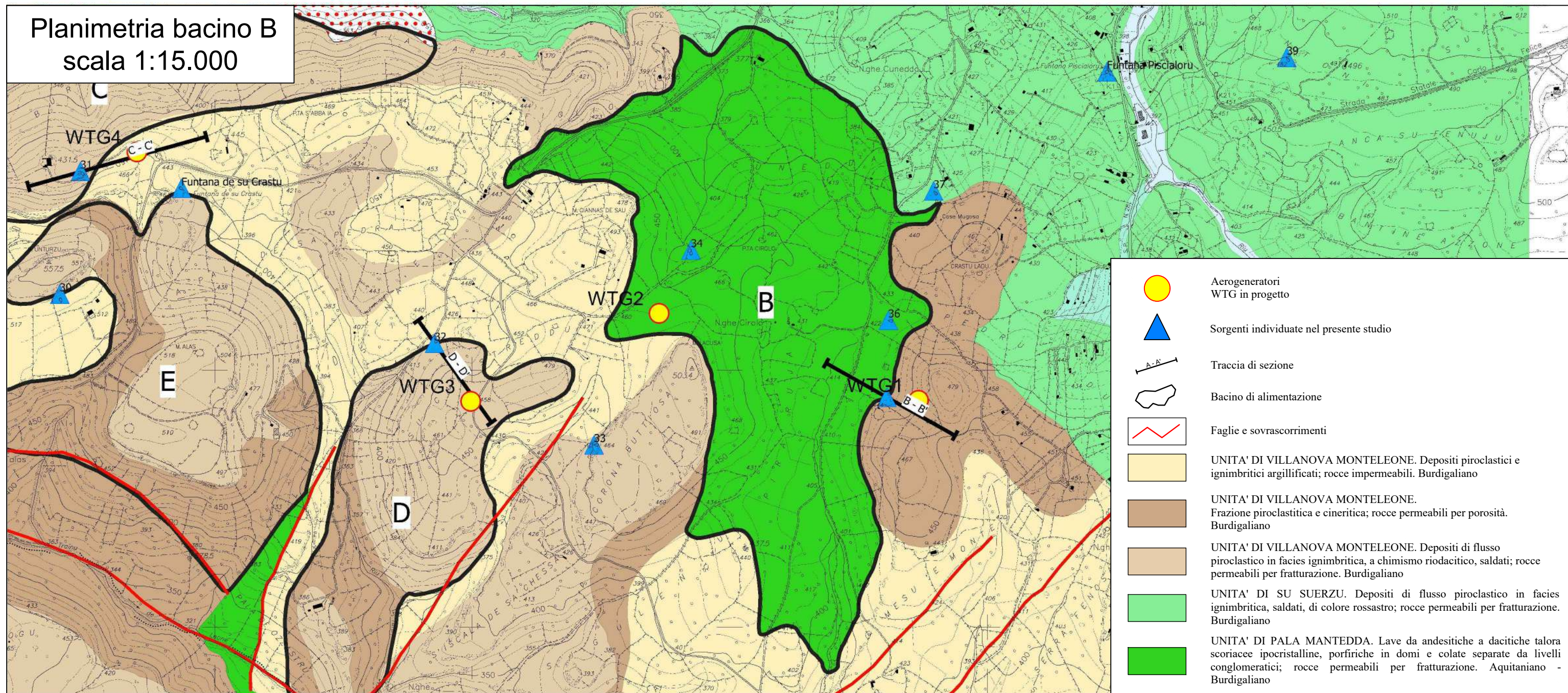
Planimetria bacino A
scala 1:15.000



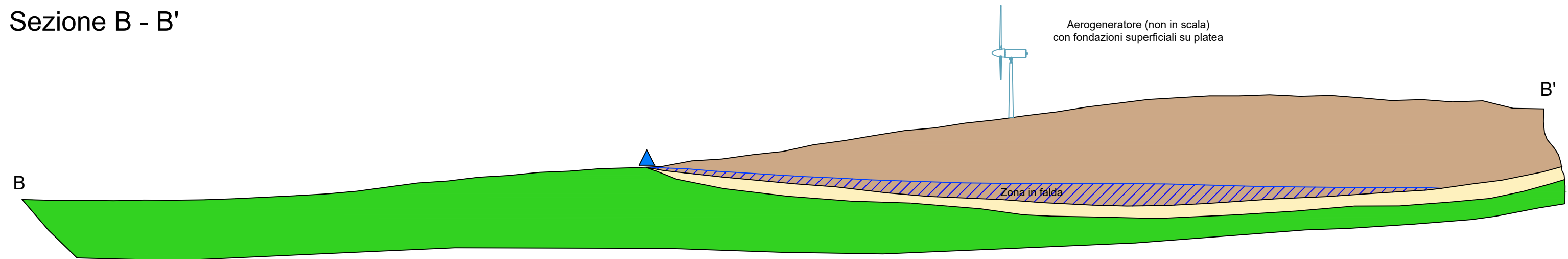
Sezione A - A'



Planimetria bacino B
scala 1:15.000

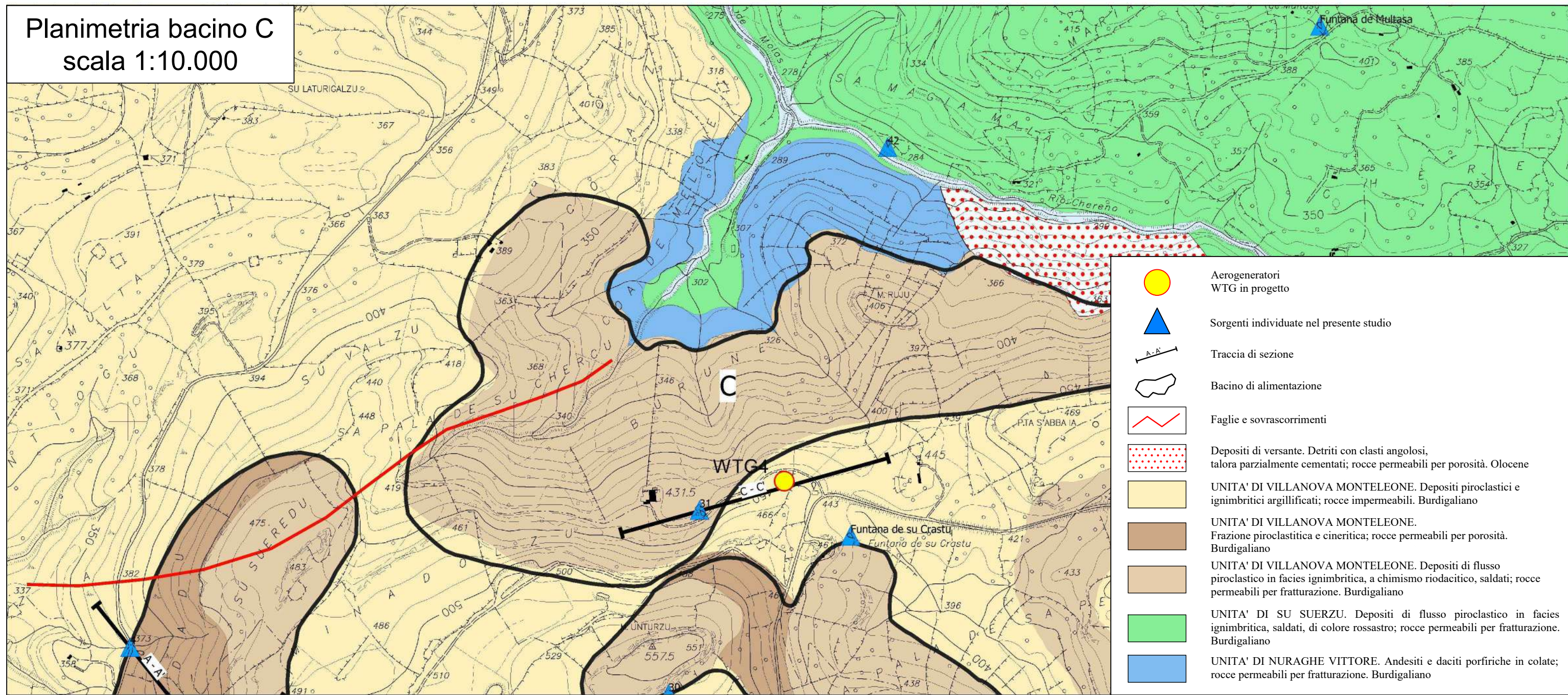


Sezione B - B'

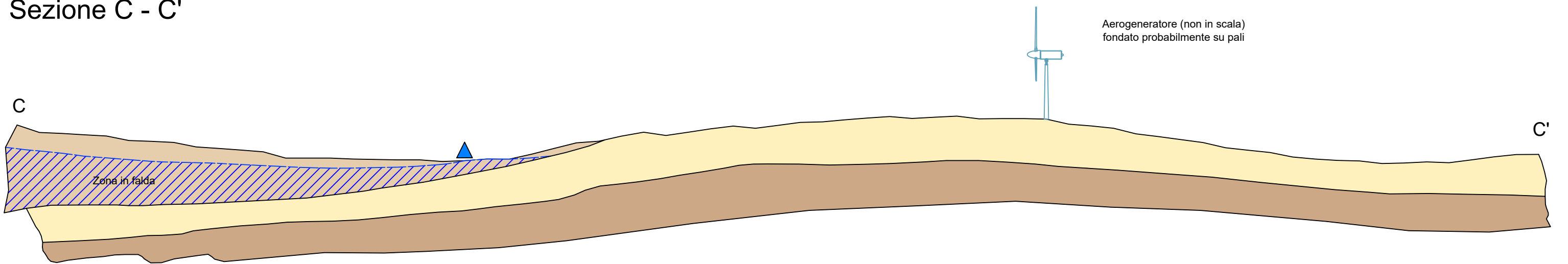


100 m

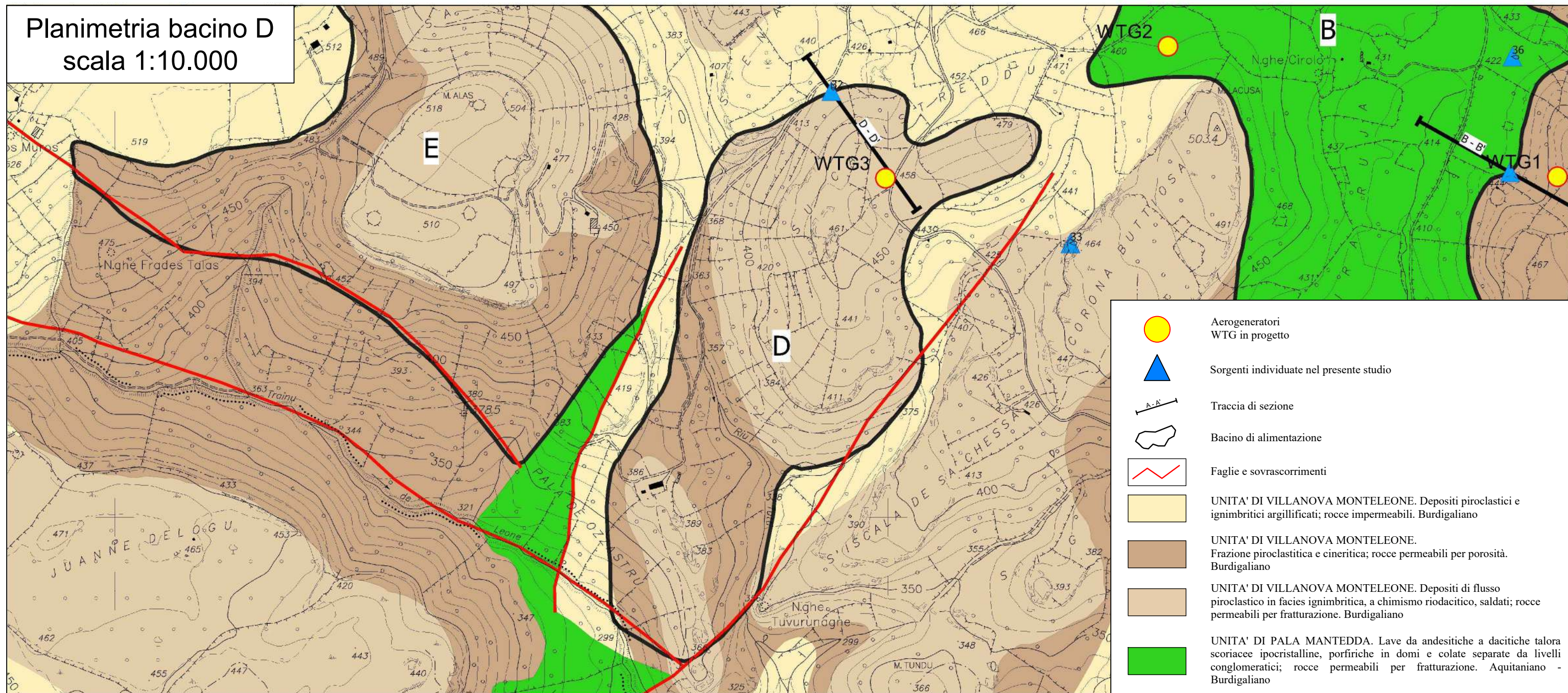
Planimetria bacino C scala 1:10.000



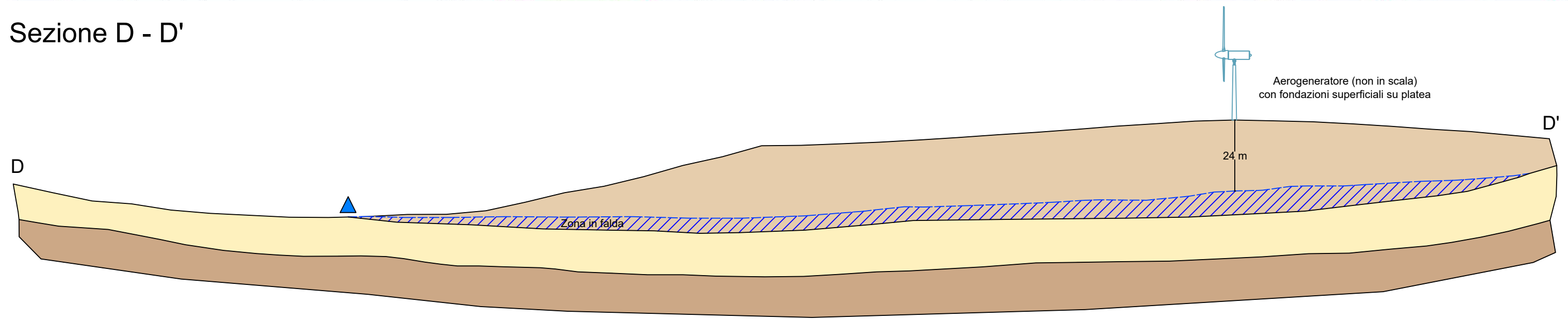
Sezione C - C'



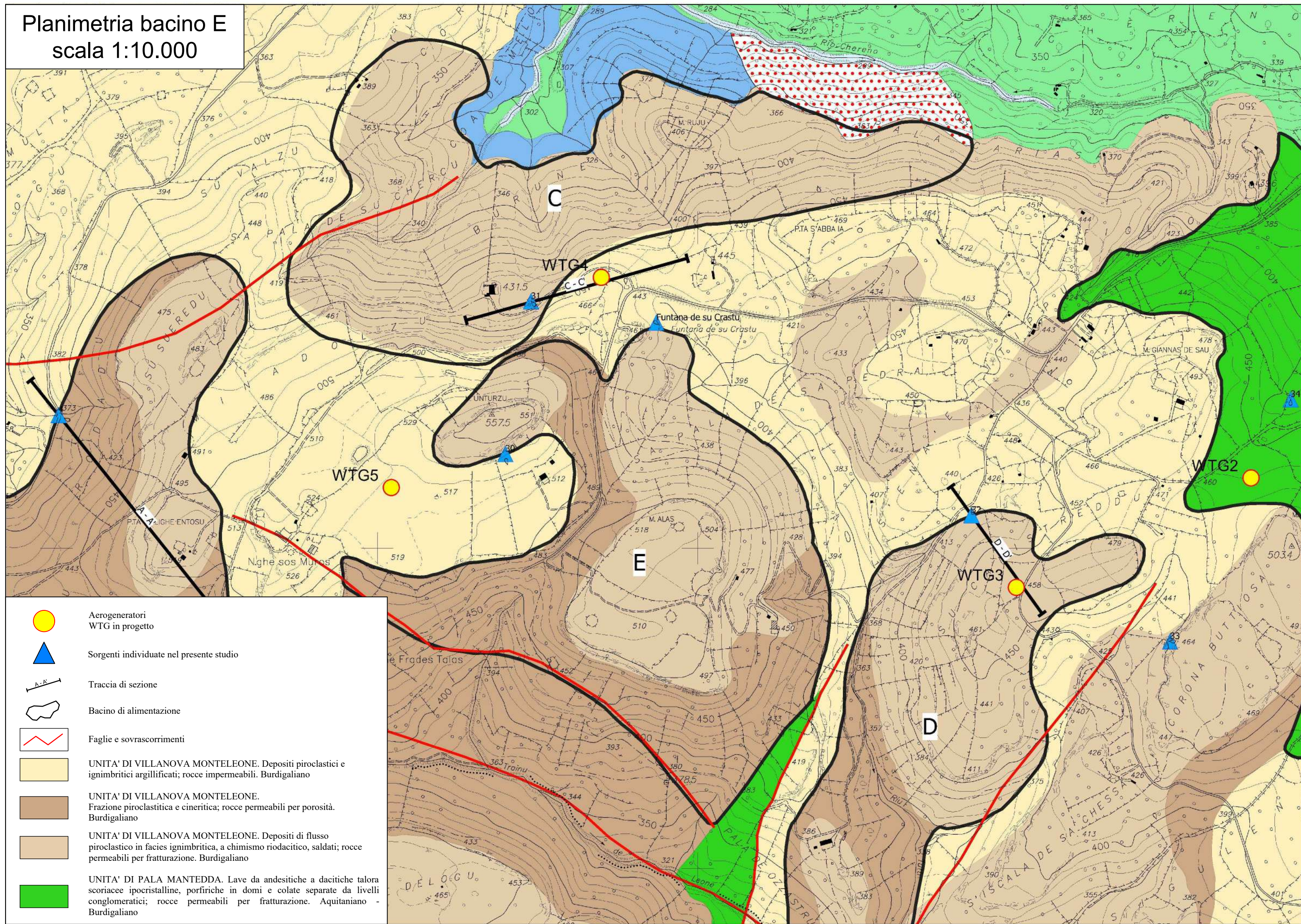
Planimetria bacino D
scala 1:10.000












Sezione D - D'



Planimetria bacino E scala 1:10.000



-  Aerogeneratori
WTG in progetto
-  Sorgenti individuate nel presente studio
-  Traccia di sezione
-  Bacino di alimentazione
-  Faglie e sovrascorrimenti
-  UNITA' DI VILLANOVA MONTELEONE. Depositi piroclastici e ignimbritici argillificati; rocce impermeabili. Burdigaliano
-  UNITA' DI VILLANOVA MONTELEONE. Frazione piroclastica e cineritica; rocce permeabili per porosità. Burdigaliano
-  UNITA' DI VILLANOVA MONTELEONE. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbritica, a chimismo riodacitico, saldati; rocce permeabili per fratturazione. Burdigaliano
-  UNITA' DI PALA MANTEDDA. Lave da andesitiche a dacitiche talora scoriacee ipocristalline, porfiriche in domi e colate separate da livelli conglomeratici; rocce permeabili per fratturazione. Aquitaniano - Burdigaliano

3. *CONSIDERAZIONI GEOMORFOLOGICHE*

Nell'area vasta l'habitus geomorfologico è piuttosto regolare e costituito da un paesaggio contraddistinto da versanti con limitate pendenze caratterizzati dall'affioramento dei depositi piroclastici sia quelli afferenti alla frazione granulometricamente riferibili alle sabbie, sia alla frazione argillificata, mentre le ignimbriti saldate e tenaci e le lave danno luogo a versanti più acclivi caratterizzati da rotture di pendenze più accentuate.

Infatti, da un lato le litologie di tipo incoerente e/o pseudocoerente, rappresentate dai termini sabbiosi e/o argillificati, affiorano in corrispondenza di rilievi dall'andamento dolce, dall'altro quelle coerenti, ovvero le litologie piroclastiche tenaci e laviche, danno luogo a rilievi mediamente acclivi.

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.

Le condizioni di stabilità delle aree interessate dalla realizzazione degli aerogeneratori sono ottime in relazione alla favorevole giacitura dei terreni presenti, nonché alla mancanza assoluta di agenti geodinamici che possano in futuro turbare il presente equilibrio.

Non si ritiene, quindi, in questa fase, di eseguire verifiche di stabilità poichè essendo le aree totalmente esenti da qualunque fenomenologia che

possa modificare l'attuale habitus geomorfologico, non è possibile l'instaurarsi di alcun movimento franoso e, quindi, i calcoli farebbero registrare valori del coefficiente di sicurezza decisamente superiori ai minimi previsti dalla legge.

In relazione al PAI, per una migliore lettura delle carte allegate, di seguito sono riportate le definizioni di aree a differente pericolosità e rischio da frana in cui sono descritti i criteri di attribuzione alle singole classi, ovvero una sintesi di quanto previsto dalla *"Relazione Tecnica per il Sub bacino n° 3 - Studio di dettaglio e approfondimento del quadro conoscitivo della pericolosità e del rischio da frana nel Sub bacino n° 3 Coghinis - Mannu - Temo. Progetto di variante generale e di revisione del Piano per l'Assetto Idrogeologico della Regione Autonoma della Sardegna"* redatto nel Dicembre 2014, con eventuali integrazioni e precisazioni proposte nel succitato studio.

In particolare, le classi relative alla pericolosità da frana sono:

- ⇒ *Hg0 - Aree non soggette a fenomeni franosi con pericolosità assente - Classe non prevista nelle Linee Guida del PAI. Aree studiate non soggette a potenziali fenomeni franosi;*
- ⇒ *Hg1 - Aree con pericolosità moderata aventi classi di instabilità potenziale limitata o assente - classe 2 e classe 1.*
- ⇒ *Hg2 - zone in cui sono presenti solo frane stabilizzate non più riattivabili nelle condizioni climatiche attuali a meno di interventi antropici (assetti di equilibrio raggiunti naturalmente o mediante interventi di consolidamento), zone in cui esistono condizioni geologiche e morfologiche sfavorevoli alla stabilità dei versanti ma prive al momento di indicazioni morfologiche di movimenti gravitativi*

⇒ *Hg3 - Zone in cui sono presenti frane quiescenti per la cui riattivazione ci si aspettano presumibilmente tempi pluriennali o pluridecennali; zone di possibile espansione areale delle frane attualmente quiescenti; zone in cui sono presenti indizi geomorfologici di instabilità dei versanti e in cui si possono verificare frane di neoformazione presumibilmente in un intervallo di tempo pluriennale o pluridecennali.*

Mentre, le classi relative al rischio da frana sono:

- ❖ *Rg0 - Aree studiate non soggette a rischio da frana;*
- ❖ *Rg1 - Danni sociali, economici e al patrimonio ambientale marginali;*
- ❖ *Rg2 - Sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;*
- ❖ *Rg3 - Sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale.*

Quanto detto prima sulla stabilità delle aree scelte per la realizzazione degli aerogeneratori e della sottostazione è confermato dal Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) che esclude le aree interessate dagli stessi, dal cavidotto e dalla sottostazione da qualunque fenomenologia di dissesto.

Sono presenti alcuni elementi geomorfologici evidenziati nel PAI in aree vicine, che non potranno interferire con la stabilità delle opere.

Ci riferiamo in particolare a:

- limitate porzioni delle aree limitrofe agli aerogeneratori WTG4 e WTG 6 che sono interessate da rischio da frana Rg1 (Moderato) ed Rg2 (Medio) con una pericolosità da frana rispettivamente Hg2 (media) ed Hg3 (elevata);
- l'area limitrofa all'aerogeneratore WTG8 è interessata da rischio da frana Rg1 (Moderato) con una pericolosità da frana Hg2 (media).

Anche se dai rilievi eseguiti durante i numerosi sopralluoghi effettuati non sono stati individuati all'interno di dette aree segni di fenomeni geodinamici di alcun tipo che possano far pensare alla presenza di dissesti, né alla possibilità di riattivazione di fenomeni morfogenetici quiescenti, né ad elementi di instabilità, il progetto prevederà la realizzazione di mirati interventi di ingegneria naturalistica nell'ambito areale di questi aerogeneratori al fine di migliorare comunque le condizioni di stabilità dei versanti circostanti.

In relazione alle richieste di integrazioni formulate dalla Regione al punto 2b con le quali evidenzia l'interferenza di un modestissimo tratto di cavidotto tra gli aerogeneratori WTG4 e WTG6 con un'area a pericolosità Hg3 da frana si chiarisce quanto segue:

- ⇒ *tutti gli aerogeneratori, la stazione di utenza e la sottostazione sono esterni alle aree individuate dal PAI come a pericolosità idraulica o per frana Hg3 ed Hg4, così come tutto il cavidotto tranne un tratto modestissimo pari a meno dello 0,5% dell'intero tracciato;*
- ⇒ *il cavidotto nel tratto interessato dall'area PAI corre lungo la strada esistente che non manifesta alcun segno di dissesto perchè la realizzazione della strada con i suoi interventi ha reso del tutto stabile la sede stradale e, quindi, la*

realizzazione di questo modestissimo tratto di cavidotto non necessita la previsione di alcuna opera di consolidamento, né interferisce con il regolare e naturale deflusso idrico superficiale;

⇒ in fase di progettazione esecutiva, per migliorare le condizioni della sede stradale, qualora la Provincia, titolare dell'infrastruttura, lo riterrà utile si potranno concordare, come opera di compensazione, alcuni puntuali interventi di ingegneria naturalistica.

Da quanto detto sopra non ci sono elementi geomorfologici ostativi alla realizzazione dell'impianto.

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 WTG03;
- ⇒ n. 1 sondaggio meccanico a carotaggio continuo denominato "S6" di profondità pari a 30 mt. in corrispondenza dell'aerogeneratore WTG06;
- ⇒ n. 1 piezometro a tubo aperto in corrispondenza dell'aerogeneratore WTG03;
- ⇒ n. 1 piezometro a tubo aperto in corrispondenza dell'aerogeneratore WTG06;
- ⇒ n. 3 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 WTG01, WTG02, WTG03, WTG04, WTG05, WTG06, WTG07, WTG08, WTG09, WTG10 E WTG11.

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;
- ❖ prelievo di n. 4 campioni rimaneggiati;
- ❖ n. 3 campioni di roccia;
- ❖ n. 3 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 Partinico 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.



SONDAGGIO

S3

Committente: RWE Renewables Italy s.r.l.				Scala 1:150
Oggetto Lavori: Parco eolico ALAS				Data: 9-12/03/2020
Località: ITTIRI (SS)				Redattore: Dott. Geol. Gualtiero Bellomo
Pz	Prof.	Litologia	Campioni	DESCRIZIONE
				0.20 Terreno vegetale
1				<p>Ignimbrite violaceo-rossastra litoide. Sono presenti frammenti di vetro con caratteristica struttura fiamma di colore arancio. Si rileva il diverso grado di fratturazione nelle porzioni di carota: in particolare nei tratti compresi tra 1 m e 1,50 m, 6 m e 7 m e tra 15,20 m e 18,60 m la roccia si presenta fortemente fratturata con piani di fratturazione sub verticali. In queste porzioni il deposito si presenta alterato. Da 0.20 m a 5 m la roccia si presenta "mediamente fratturata"</p>
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8			7.30 - 8.00 S3R1	
9				
10				
11				
12				
13				
14			13.70 - 14.00 S3R2	
15			14.50 - 14.75 S3R3	
16				
17				
18				
19				
20			19.60	
21			20.60 - 21.00 S3C1	
22			22.00	
23			23.30 - 23.60 S3CR2	
24			24.50	
25			26.60	
26			26.70 - 27.10 S3CR3	
27			27.80	
28			29.00 - 29.70 S3C5	
29			30.00	
				<p>Depositi piroclastici argillo-sabbiosi, scarsamente consistenti e plastici di colore giallo ocra con inclusi livelli argillificati tenaci e pomici.</p> <p>Cineriti limo-argillosi di colore marrone scuro, consistenti.</p> <p>Depositi piroclastici debolmente cementati o incoerenti a grana fine di colore giallo ocra con inclusioni lenticolari di pomici. Presenti cristalli di dimensioni non superiori al mm. Si presenta debolmente argillificato.</p> <p>Depositi tufacei sabbio-limosi incoerenti di colore grigiastro con frammenti litici grigio scuro. Appaiono parzialmente argillificati.</p> <p>Cineriti limo-argillosi e limo sabbiosi di colore marrone scuro, consistenti.</p>

Sondaggio geognostico S3 - Postazione



Sondaggio geognostico S3 - Cassetta 1 – Prof. 0.00-5.00 m



Sondaggio geognostico S3 - Cassetta 2 – Prof. 5.00-10.00 m



Sondaggio geognostico S3 - Cassetta 3 – Prof. 10.00-15.00 m



Sondaggio geognostico S3 - Cassetta 4 – Prof. 15.00-20.00 m



Sondaggio geognostico S3 - Cassetta 5 – Prof. 20.00-25.00 m



Sondaggio geognostico S3 - Cassetta 6 – Prof. 25.00-30.00 m





SONDAGGIO

S6

Committente: RWE Renewables Italy s.r.l.	Scala: 1:150
Oggetto Lavori: Parco eolico ALAS	Data: 12-17/03/2020
Località: ITTIRI (SS)	Redattore: Dott. Geol. Gualtiero Bellomo

Pz	Prof.	Litologia	Campioni	SPT	N	DESCRIZIONE
						0.40 Terreno vegetale
1						Depositi piroclastici argillificati fortemente addensati a grana fine prevalentemente limo-sabbiosi di colore grigiastro o giallo ocra, con inclusi a tratti ciottoli litici arrotondati anch'essi di colore grigiastro di dimensioni millimetriche a centimetriche. Si carotano a spezzoni di 5-7 cm.
2						
3						
4						
5						
6			5.45 - 6.00 S6C1			
7						7.40
8						Ignimbriti molto fratturate di colore rossastro con fiammature, mediamente saldate. Si carotano a blocchi di lunghezza di 15 - 20 cm. Presenti a luoghi piani di rottura sub-verticali
9						
10			9.70 - 10.00 S6CR2			
11						11.00
12						Depositi piroclastici di colore arancio, argillificati, consistenti.
13						
14						14.10
15						Depositi piroclastici fortemente addensati a grana fine prevalentemente sabbiosa di colore grigiastro, incoerenti.
16						16.00
17						Depositi piroclastici argillo-sabbiosi di colore marrone rossastro con inclusi elementi litici sub arrotondati di colore grigio chiaro, consistenti.
18						
19						
20			20.00 - 20.30 S6CR3	12-21-33	54	
21						
22						
23						22.60
24				20-14-18	32	23.00 Roccia ignea (ignimbrite)
25						Depositi piroclastici a grana fine sabbiosa
26						26.20
27						26.60 Roccia ignea (ignimbrite)
28						27.00 Depositi piroclastici a grana fine sabbiosa
29						27.40 Roccia ignea (ignimbrite)
				16-16-24	40	Depositi piroclastici a grana fine sabbiosa
						29.20
						30.00 Roccia ignea (ignimbrite)

Sondaggio geognostico S6 - Postazione



Sondaggio geognostico S6 - Cassetta 1 – Prof. 0.00-5.00 m



Sondaggio geognostico S6 - Cassetta 2 – Prof. 5.00-10.00 m



Sondaggio geognostico S6 - Cassetta 3 – Prof. 10.00-15.00 m



Sondaggio geognostico S6 - Cassetta 4 – Prof. 15.00-20.00 m



Sondaggio geognostico S6 - Cassetta 5 – Prof. 20.00-25.00 m



Sondaggio geognostico S6 - Cassetta 6 – Prof. 25.00-30.00 m



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.

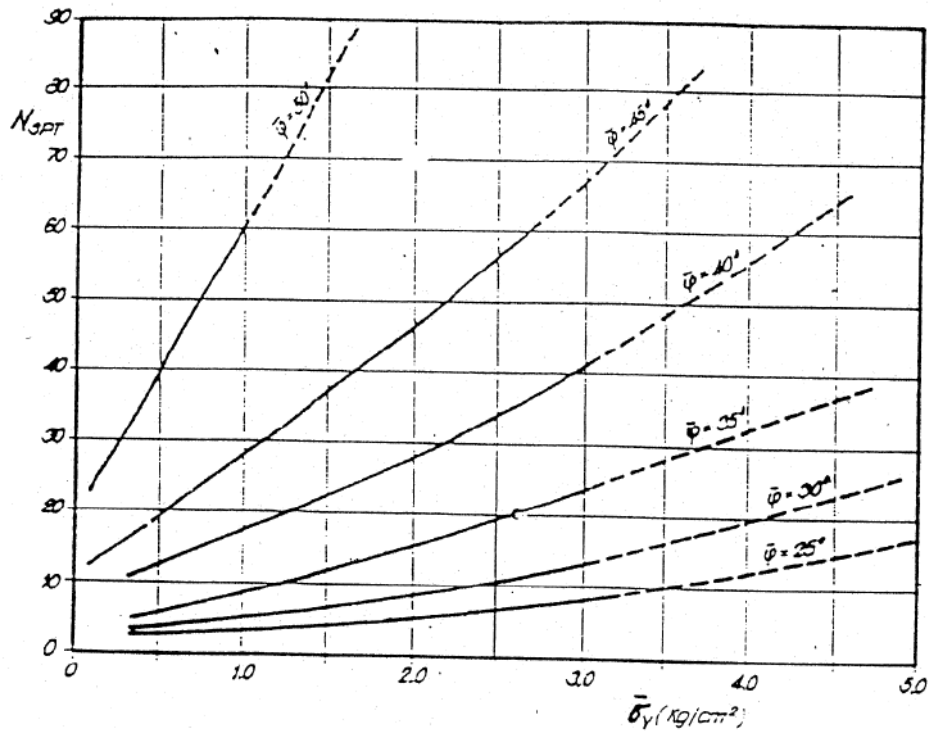
Per la valutazione della densità relativa "Dr" si può fare riferimento alle correlazioni empiriche di Terzaghi-Peck, riportate in grafico.

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>
S6	20.00 - 20.45	12	21	33
//	23.50 - 23.95	20	14	18
//	28.00 - 28.45	16	16	24

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



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

Fig. 1 - Correlazione secondo De Mello

STANDARD PENETRATION TEST

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

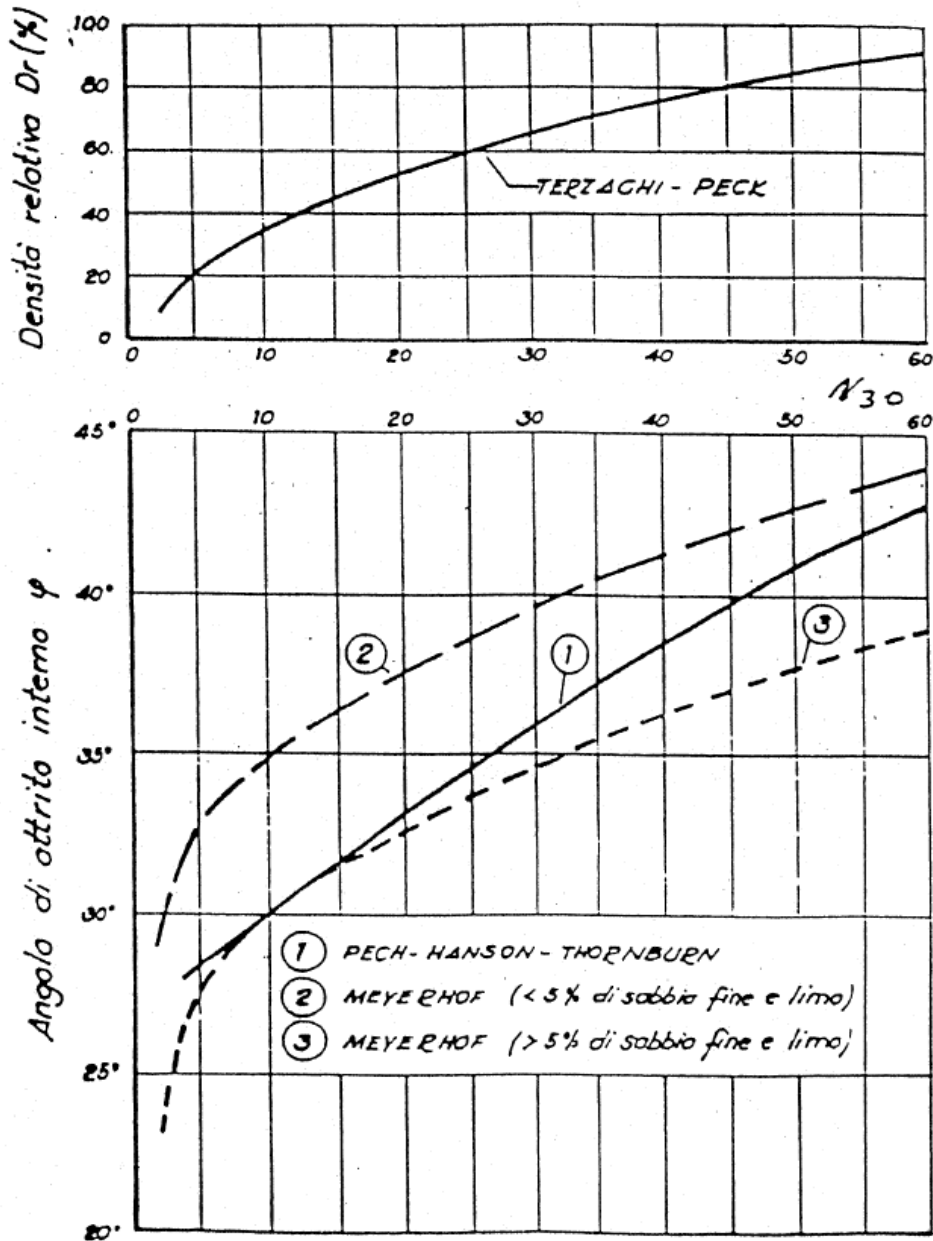
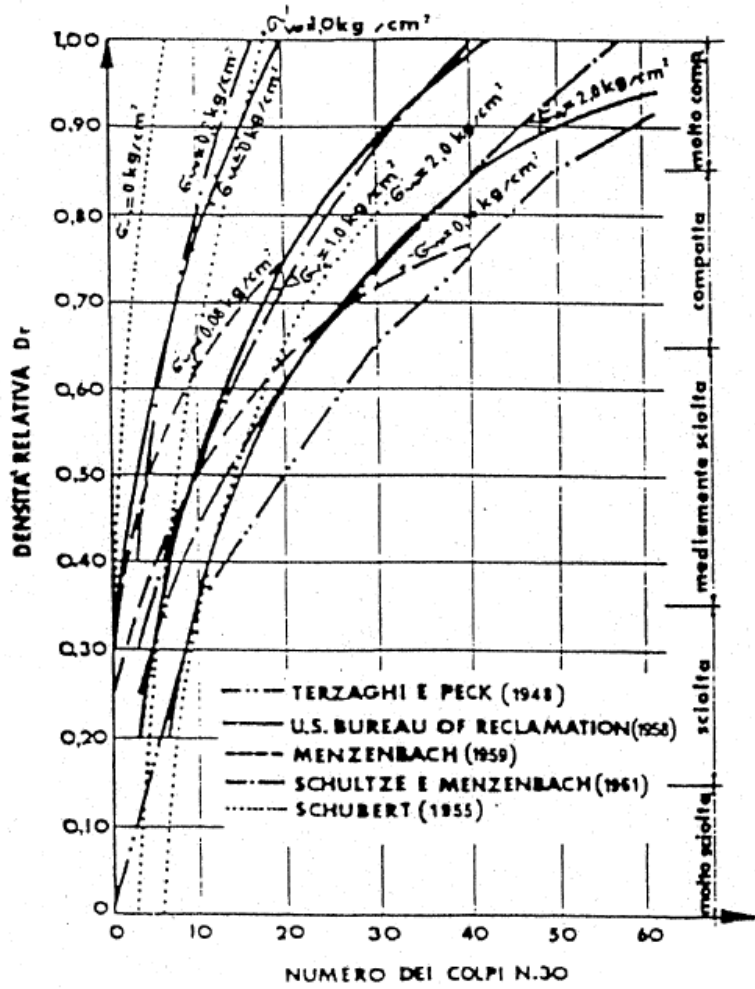


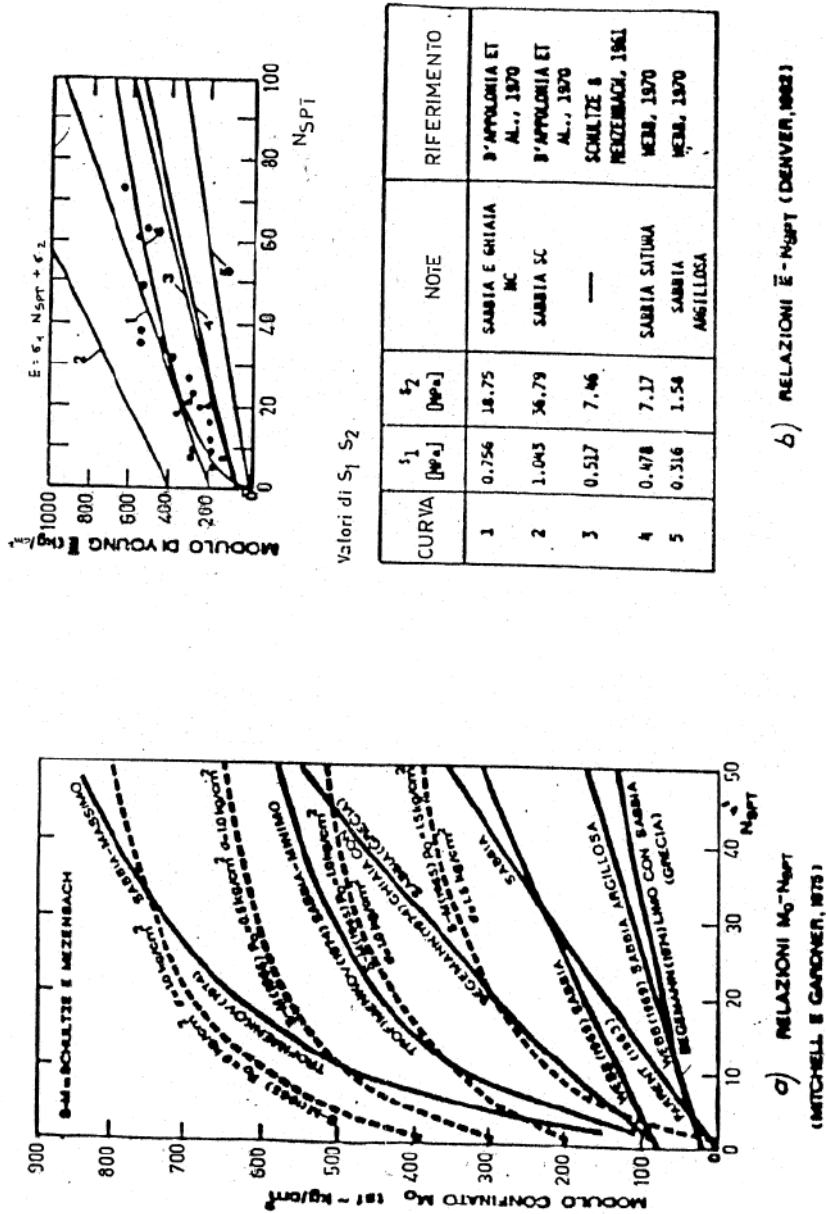
Fig. 2 – Correlazioni fra densità relativa e angolo d'attrito



G_0 - Tensione naturale efficace

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

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



-Correlazione fra N_{30} e il modulo confinato M_0 e il modulo di young \bar{E}

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

4.3 CALCOLO DELLA MISURA DELL’RQD

Sulle ignimbriti litoidi intercettate in corrispondenza del sondaggio S3 è stato definito il Rock Quality Designation (RQD) che è una classificazione geotecnica delle rocce sviluppata nel 1964 da D. U. Deere.

Tale classificazione è basata sulla percentuale di frammenti di lunghezza maggiore di 10 cm recuperati in ogni manovra di un carotaggio.

La classificazione è stata inizialmente introdotta e sviluppata per essere usata in carote del diametro interno di 54.7 mm (NX) ed è stata usata come indice di qualità delle rocce per lo scavo di tunnel, in quanto identifica molto bene le zone di bassa qualità.

Oggi la classificazione RQD viene usata come parametro in classificazioni maggiori (RMR Q-system).

L'RQD è definita dal quoziente:

$$\text{RQD} = \frac{A}{L_{\text{tot}}}$$

(A) = Somma delle lunghezze dei campioni maggiori di 10 cm

L tot = lunghezza totale della manovra di carotaggio

VALORE RQD Sondaggio S3			
<i>Profondità</i> <i>(m)</i>	<i>Lunghezza battuta</i> <i>(cm)</i>	<i>Somma maggiore 10</i> <i>cm</i>	<i>RQD</i> <i>%</i>
0.00-0.40	40	19	47,5
0.40-1.40	100	68	68,0
1.40-2.50	110	82	74,5
2.50-3.70	120	89	74,2
3.70-4.70	100	51	51,0
4.70-5.45	75	45	60,0
5.45-6.30	85	55	64,7
6.30-7.35	105	32	30,5
7.35-8.48	113	104	92,0
8.48-9.57	109	86	78,9
9.57-9.85	28	0	0,0
9.85-11.0	115	95	82,6
11.00-12.00	100	98	98,0
12.00-13.05	105	103	98,1
13.05-14.10	105	100	95,2
14.10-15.20	110	109	99,1
15.20-16.00	80	23	28,8
16.00-17.10	110	0	0,0
17.10-18.30	120	19	15,8
18.30-19.30	100	0	0,0
19.30-20.30	100	0	0,0

Tabella n. 2 – Valore RQD Sondaggio S3

4.4 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 triassiale non consolidata non drenata (UU).
- ❖ Prova di compressione ad espansione laterale libera (E.L.L.).

La determinazione del contenuto d'acqua (**W_n**) é 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 é 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) ($\rho_s=13.579\text{ g/cm}^3$) 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 di compressione triassiale UU è stata eseguita su provini cilindrici di diametro 3.8 cm ed altezza 7.6 cm. La velocità di deformazione è stata posta pari a 0.5 mm/min.

Durante la fase di compressione i provini sono stati sottoposti a pressioni di cella comprese 100 e 400 KPa.

I risultati delle prove sono stati diagrammati in grafici dove sono riportati i cerchi di Mohr in termini di pressioni totali.

La normativa di riferimento è la ASTM D-4767 – ASTM D 2850-87

La prova di compressione ad espansione laterale libera (E.L.L.) è stata eseguita su provini cilindrici aventi altezza pari a circa il doppio del

diametro. La velocità di rottura è stata posta pari a 2 mm/min oppure a 0,5 mm/min in funzione delle dimensioni del provino.

La normativa di riferimento é la ASTM D-2166.

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.

4.5 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. 12 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).

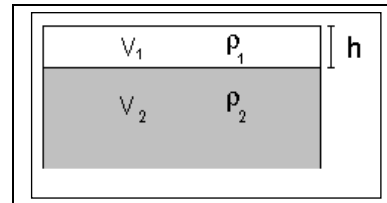


Fig. 5 - Modello di suolo costituito da due strati a diverse velocità delle onde sismiche e densità.

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.);
- ✓ v 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 allegare 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.

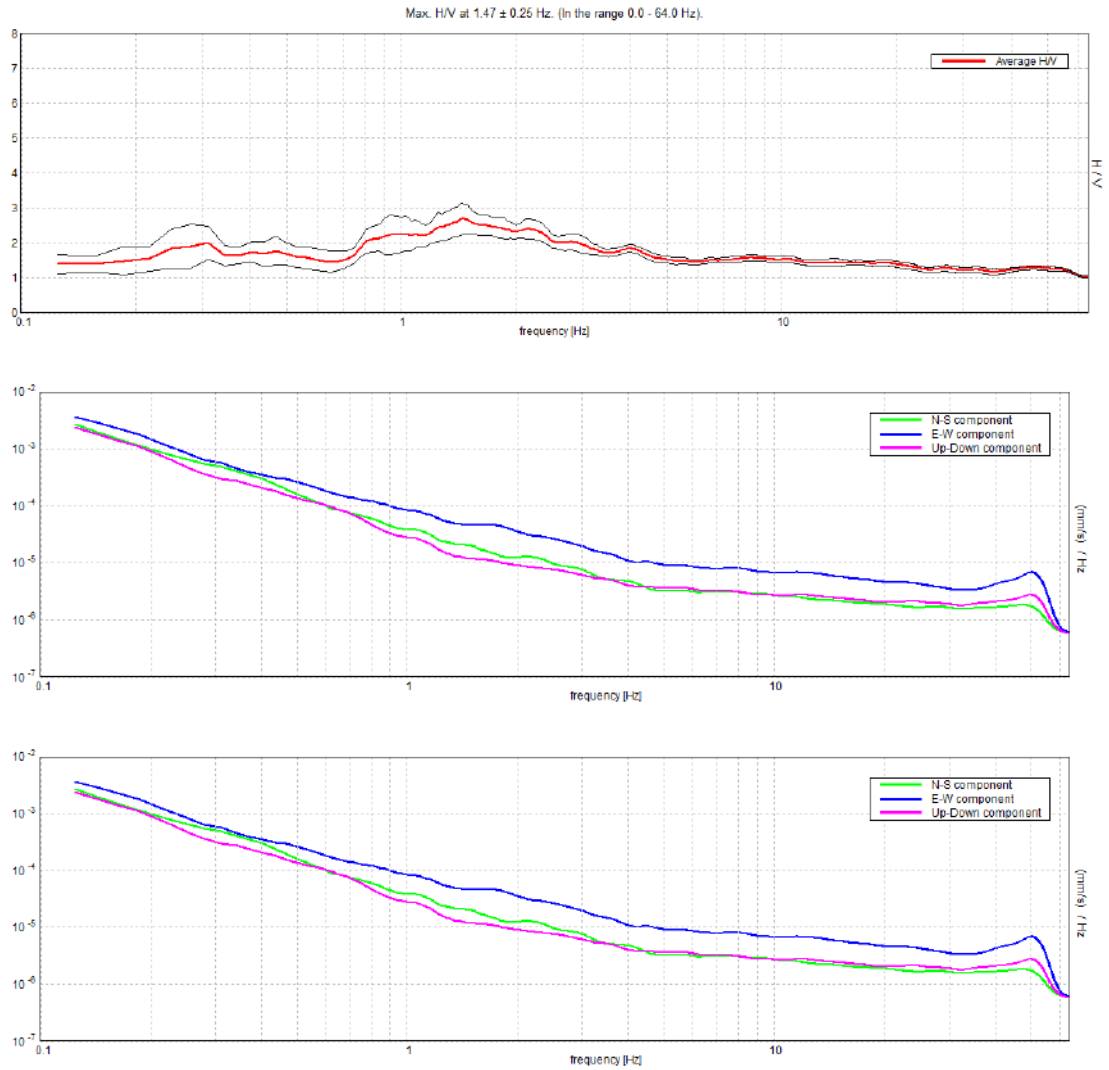


Grafico n. 1 - Sondaggio tromografico T1

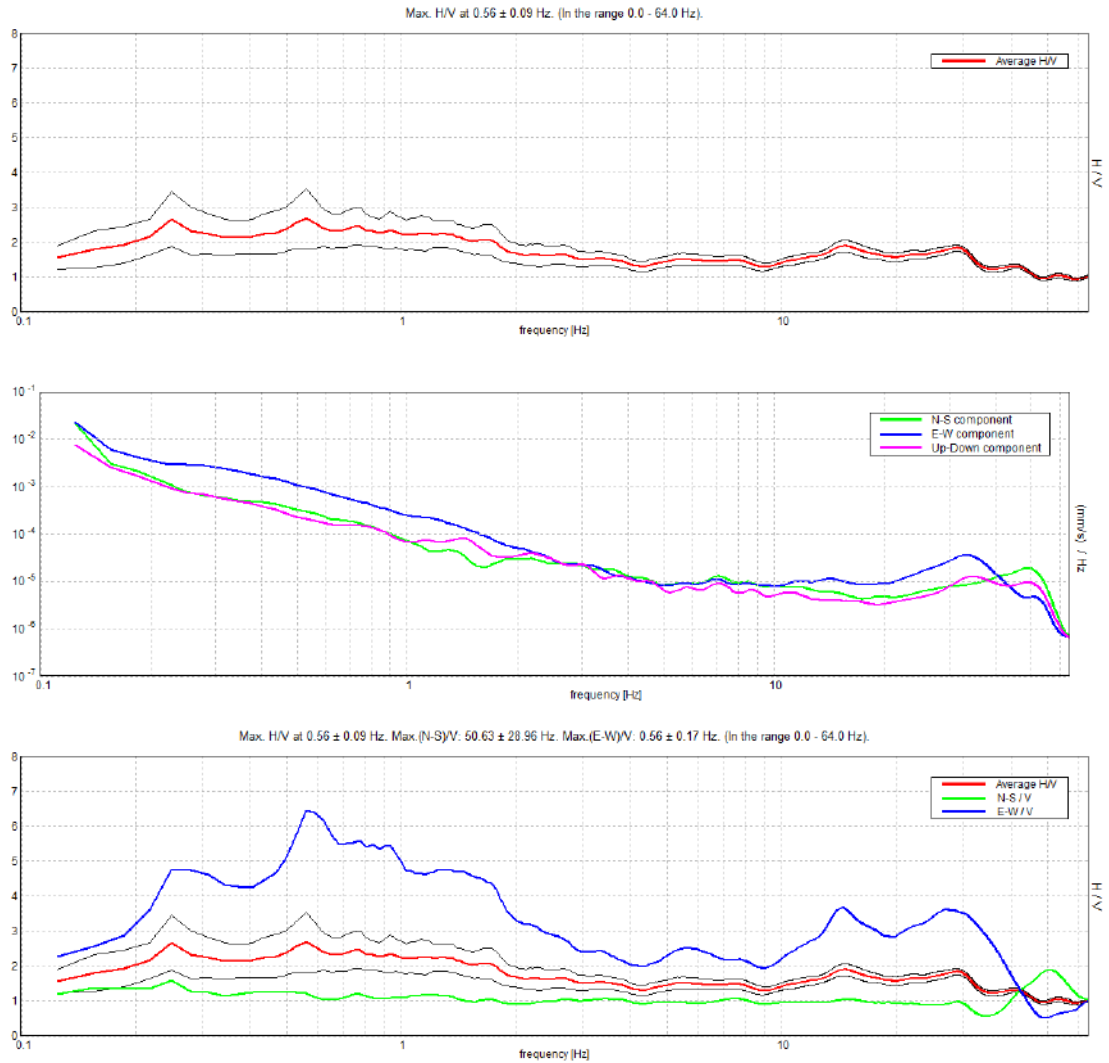


Grafico n. 2 - Sondaggio tromografico T2

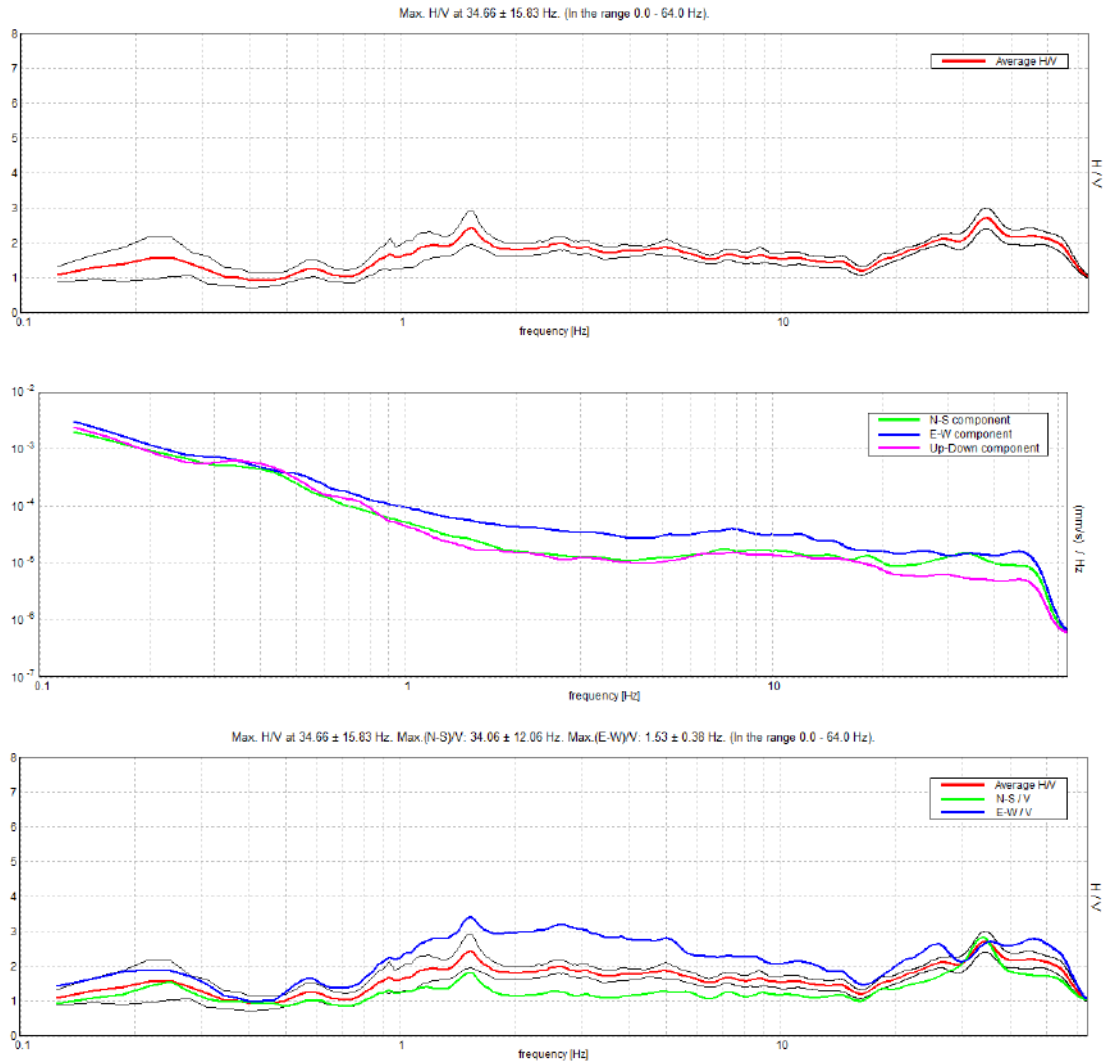


Grafico n. 3 - Sondaggio tomografico T3

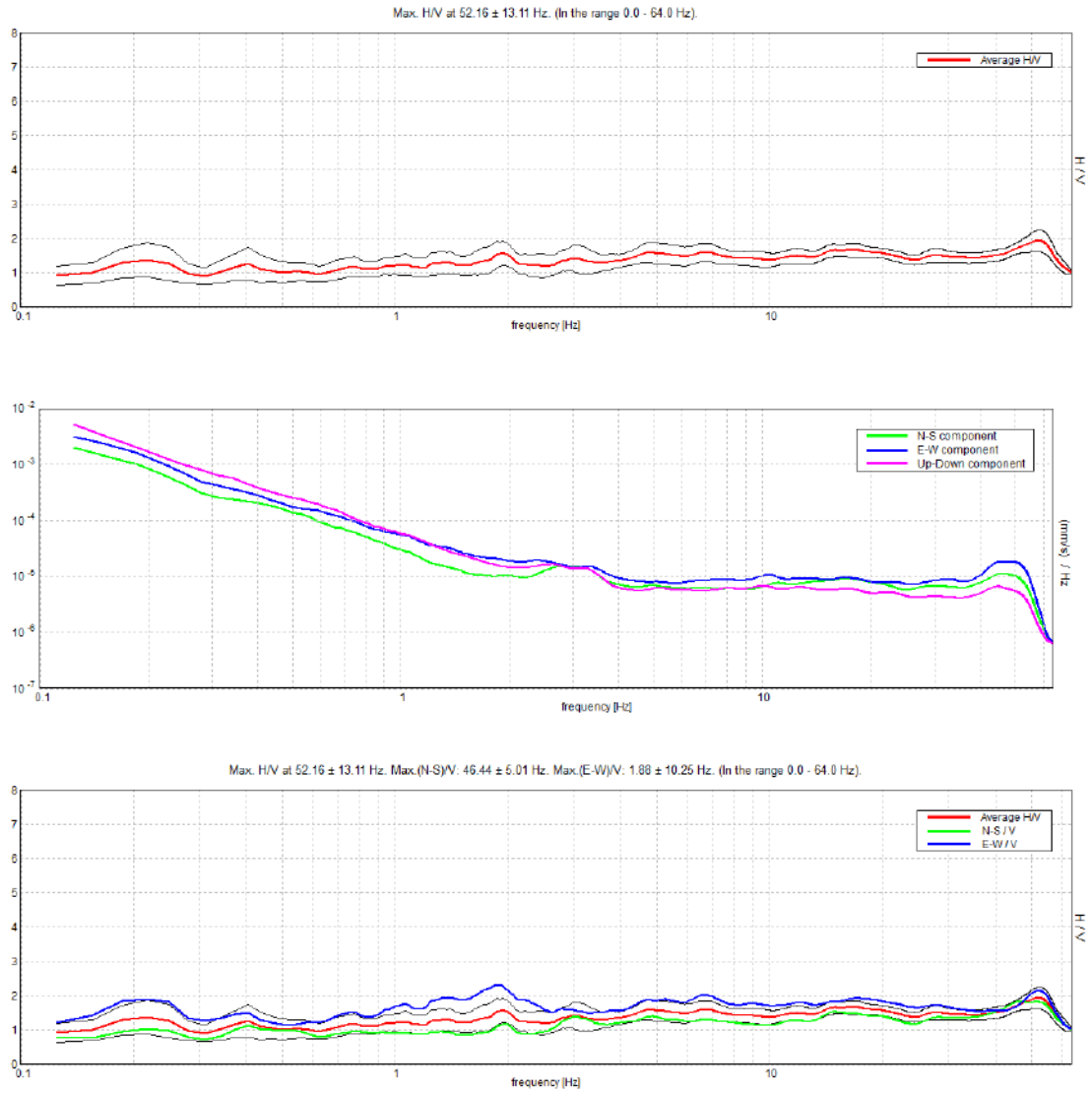


Grafico n. 4 - Sondaggio tomografico T4

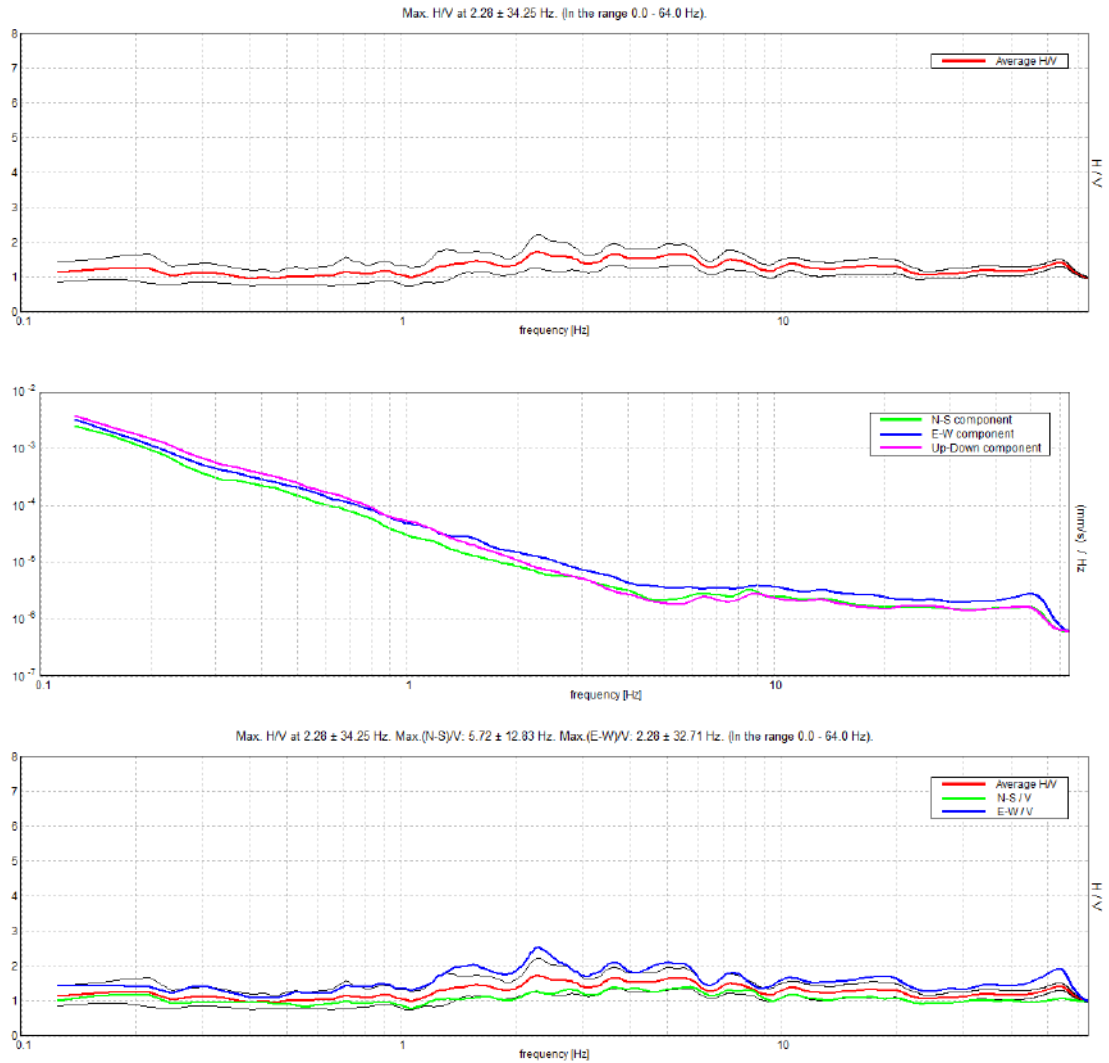


Grafico n. 5 - Sondaggio tomografico T5

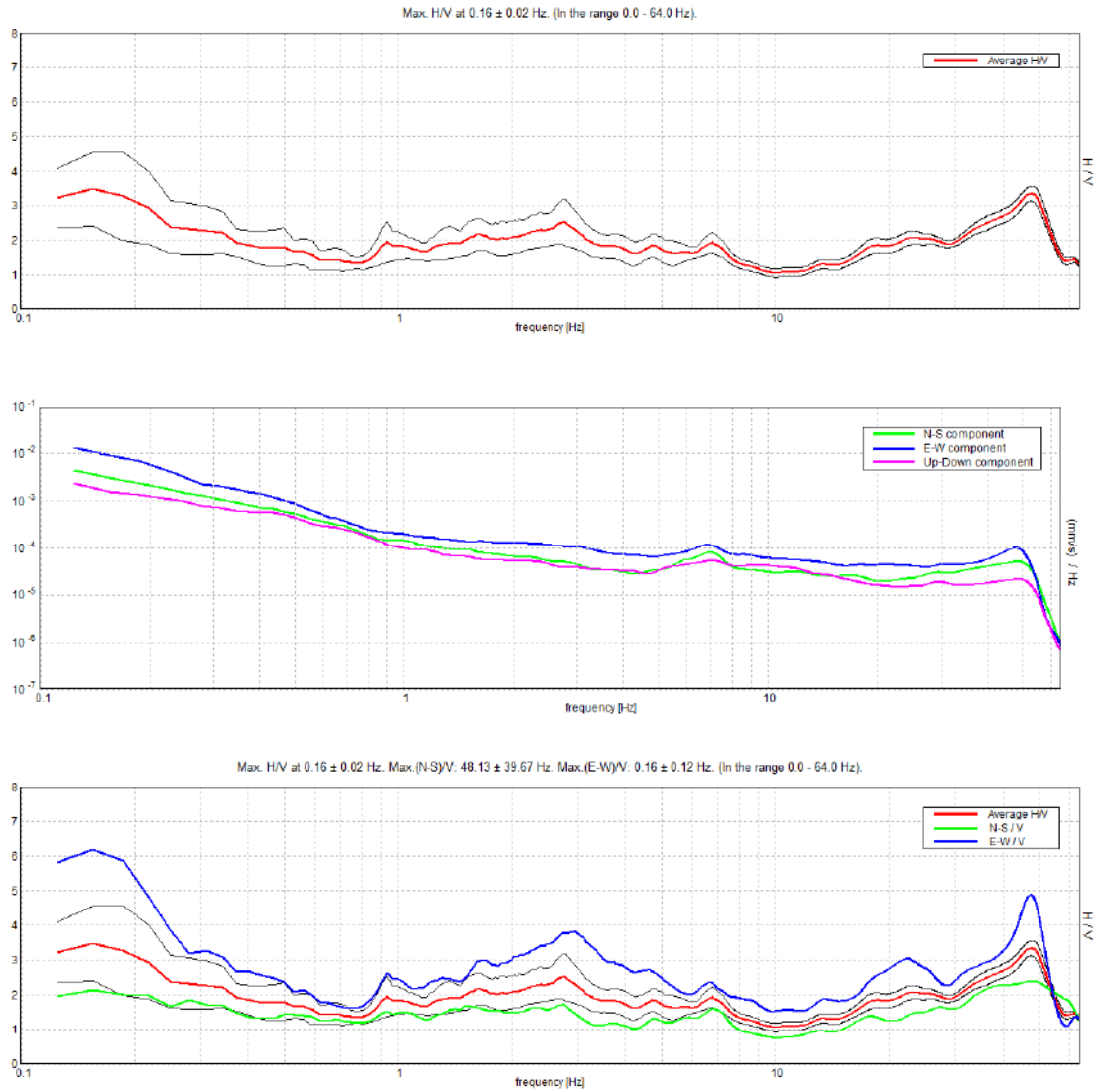


Grafico n. 6 - Sondaggio tromografico T6

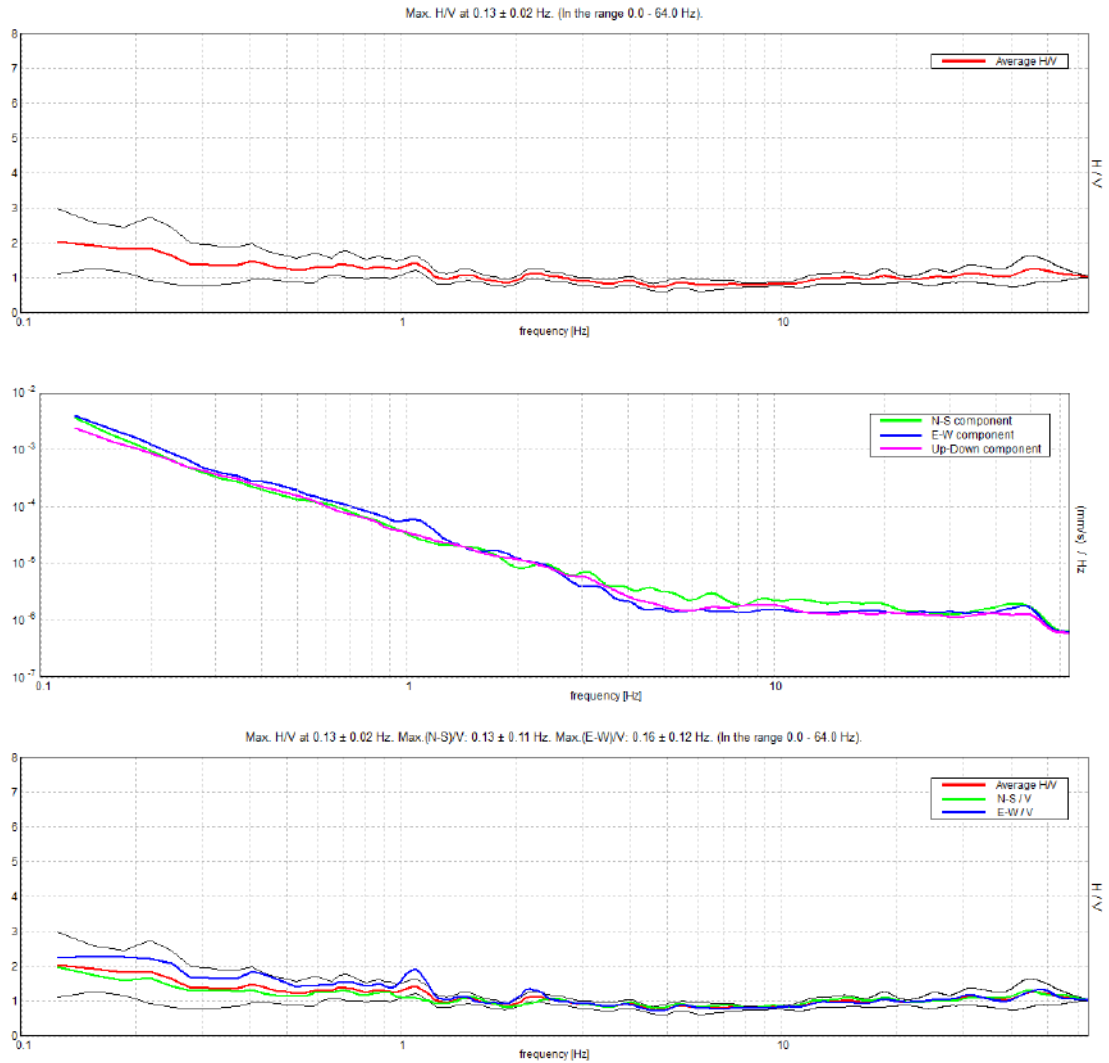


Grafico n. 7 - Sondaggio tromografico T7

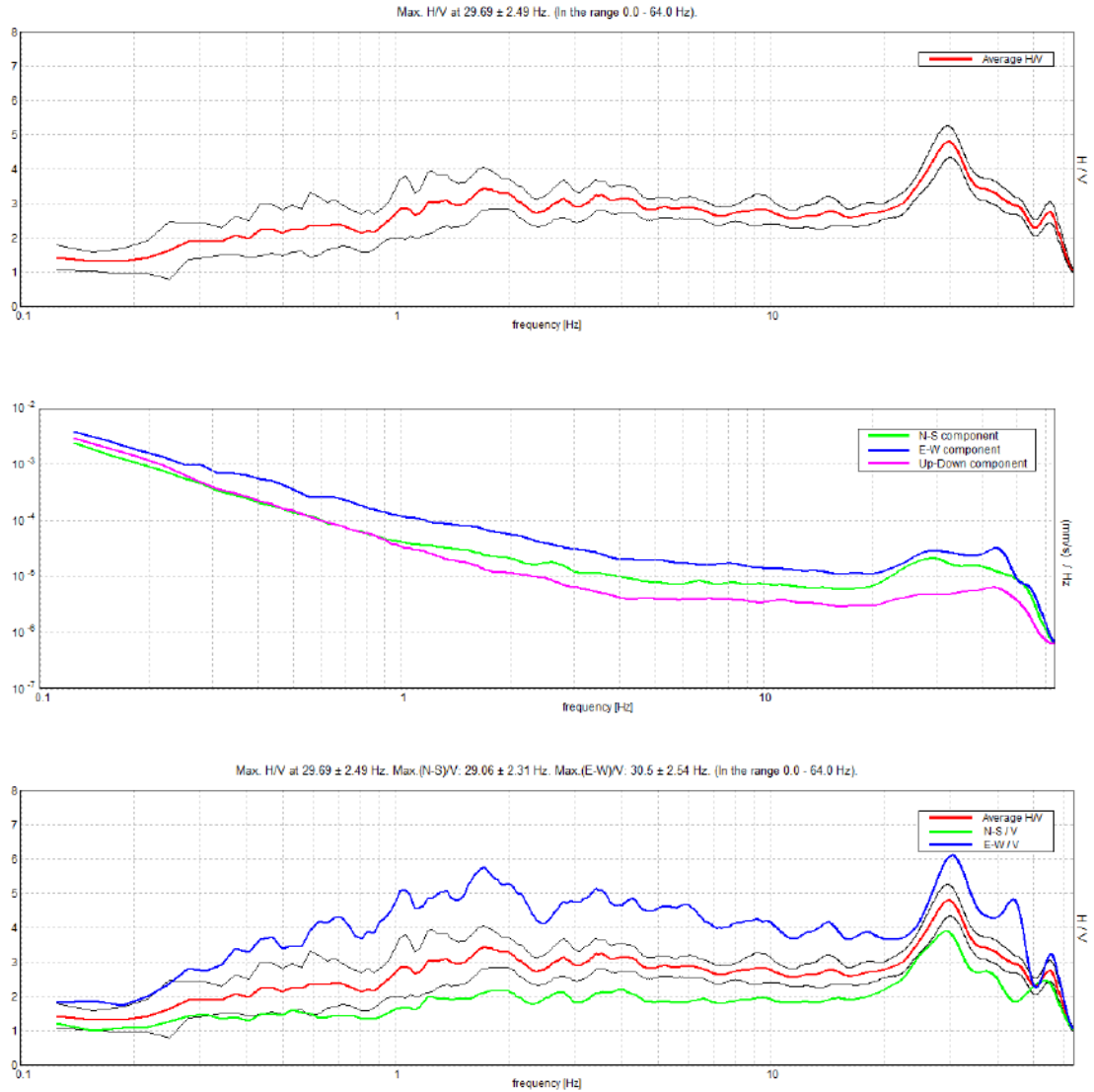


Grafico n. 8 - Sondaggio tromografico T8

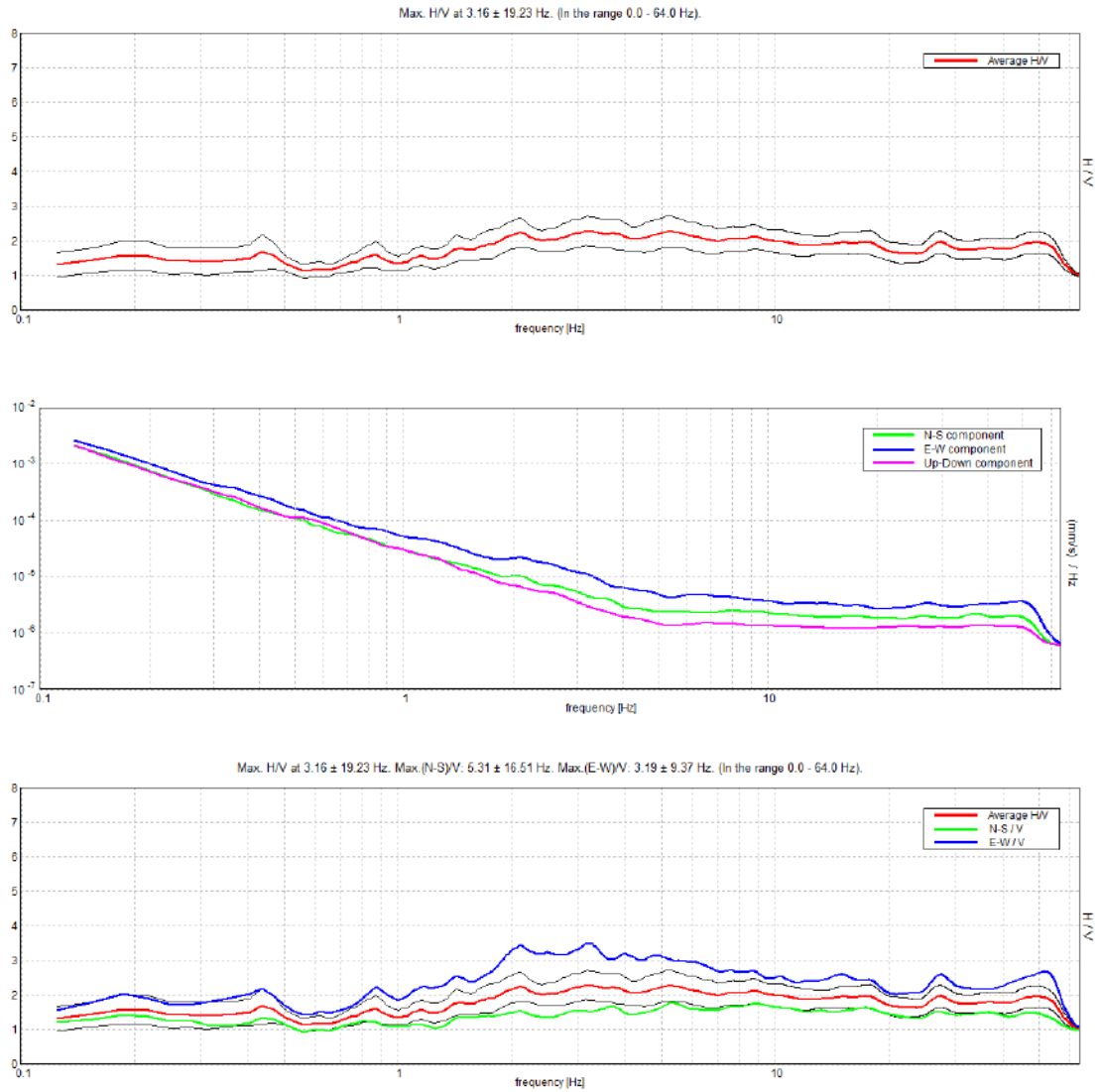


Grafico n. 9 - Sondaggio tromografico T9

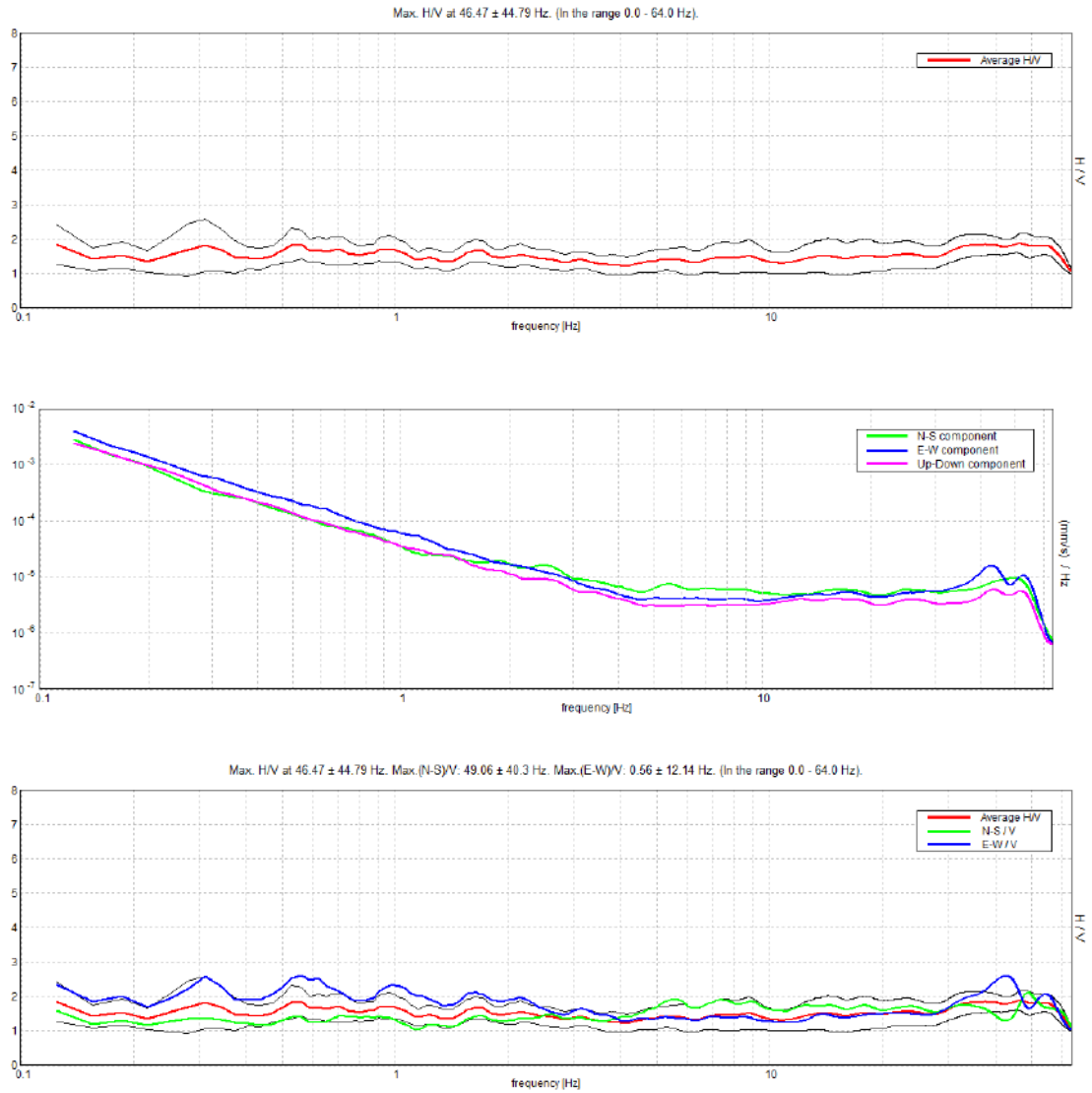


Grafico n. 10 - Sondaggio tromografico T10

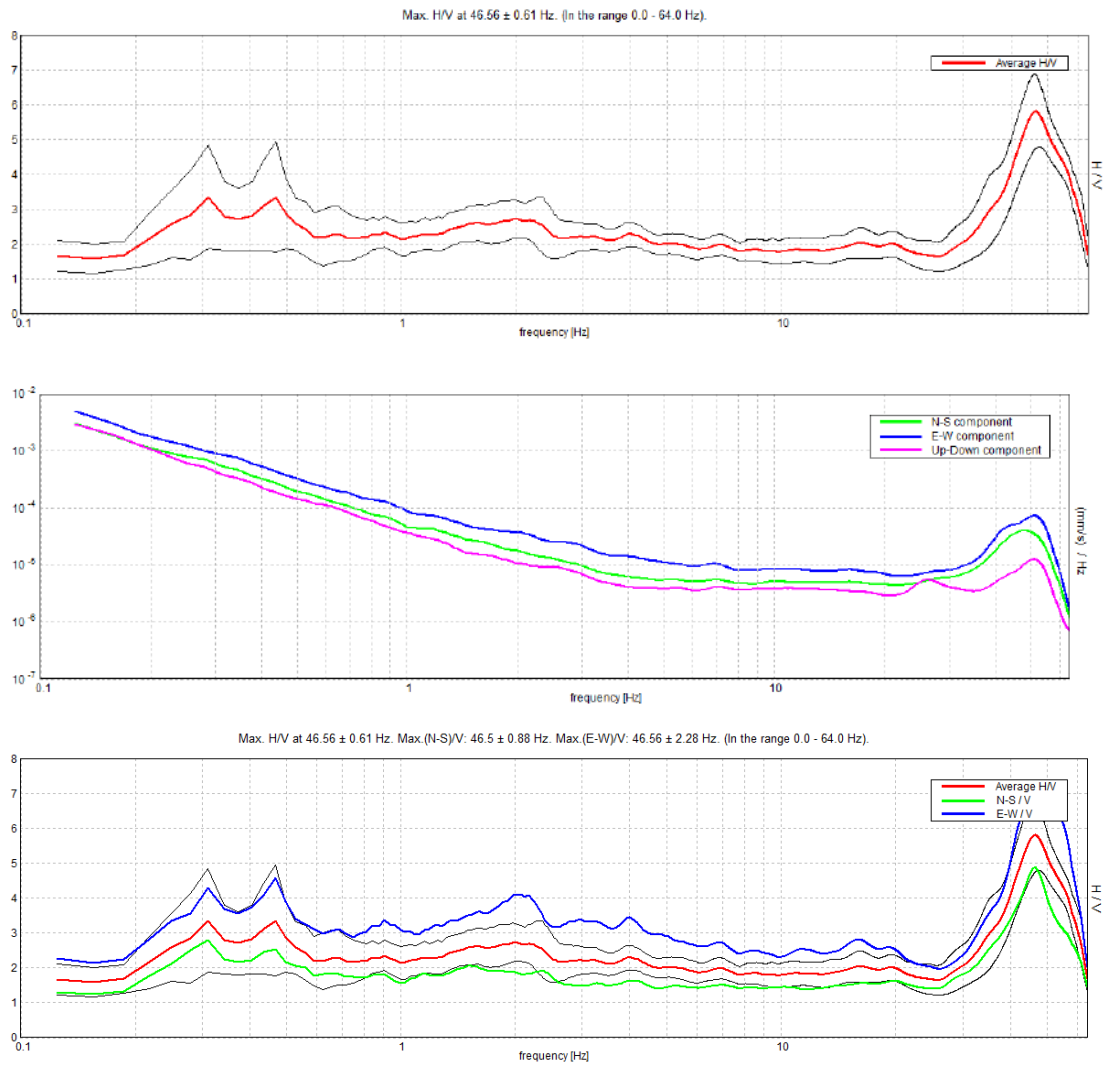


Grafico n. 11 - Sondaggio tomografico T11

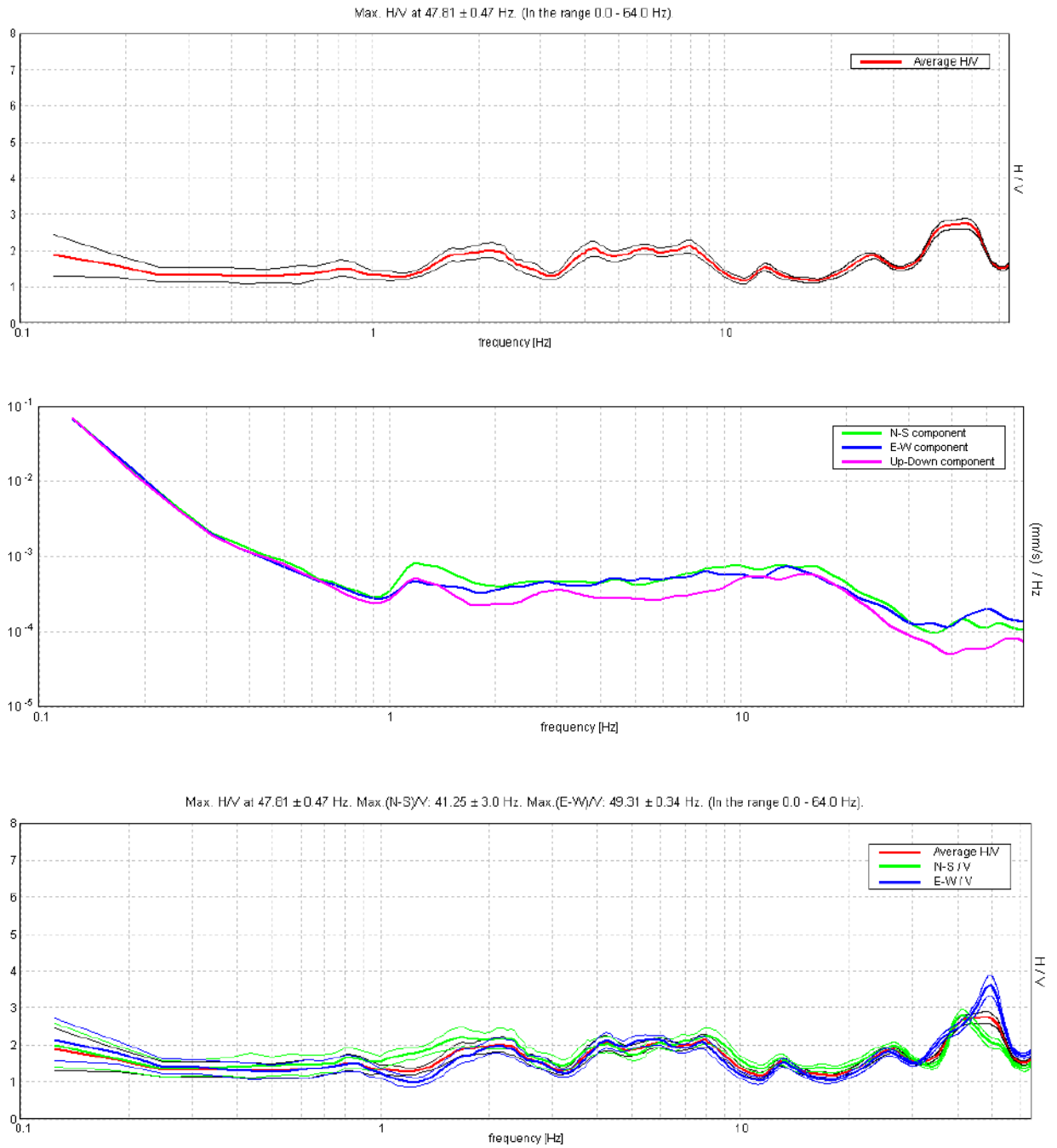


Grafico n. 12 - Sondaggio tomografico Tsott

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	

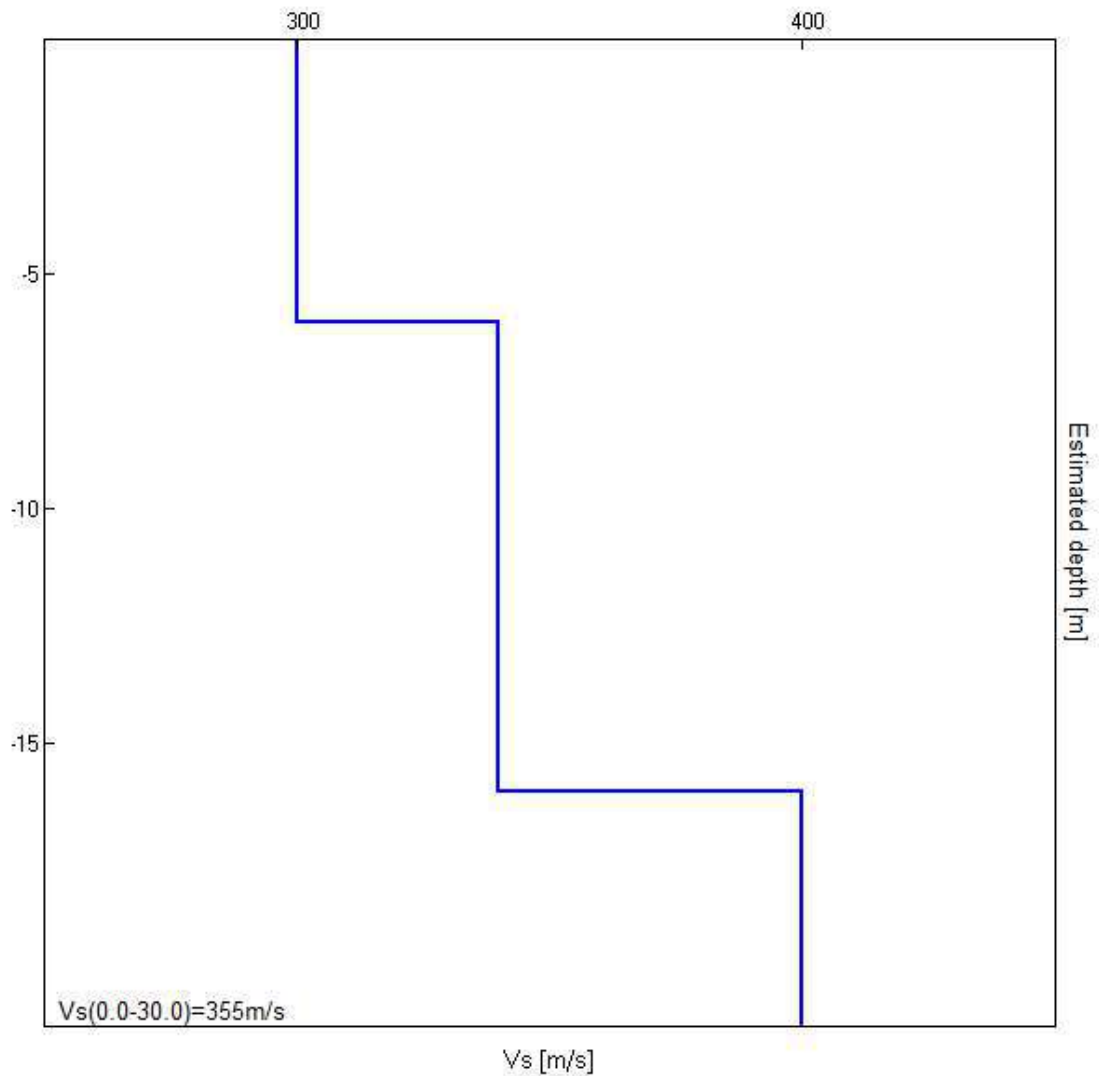


Grafico n. 13 – Interpretazione sondaggio tromografico T1

Profondità (m)	Vs (m/s)	Categoria sismica ai sensi del D.M. del 17/01/2018	
0.00 – 10.00	450	B	B (Vs30=505 m/s)
10.00 – 25.00	500	B	
25.00 – 30.00	700	B	

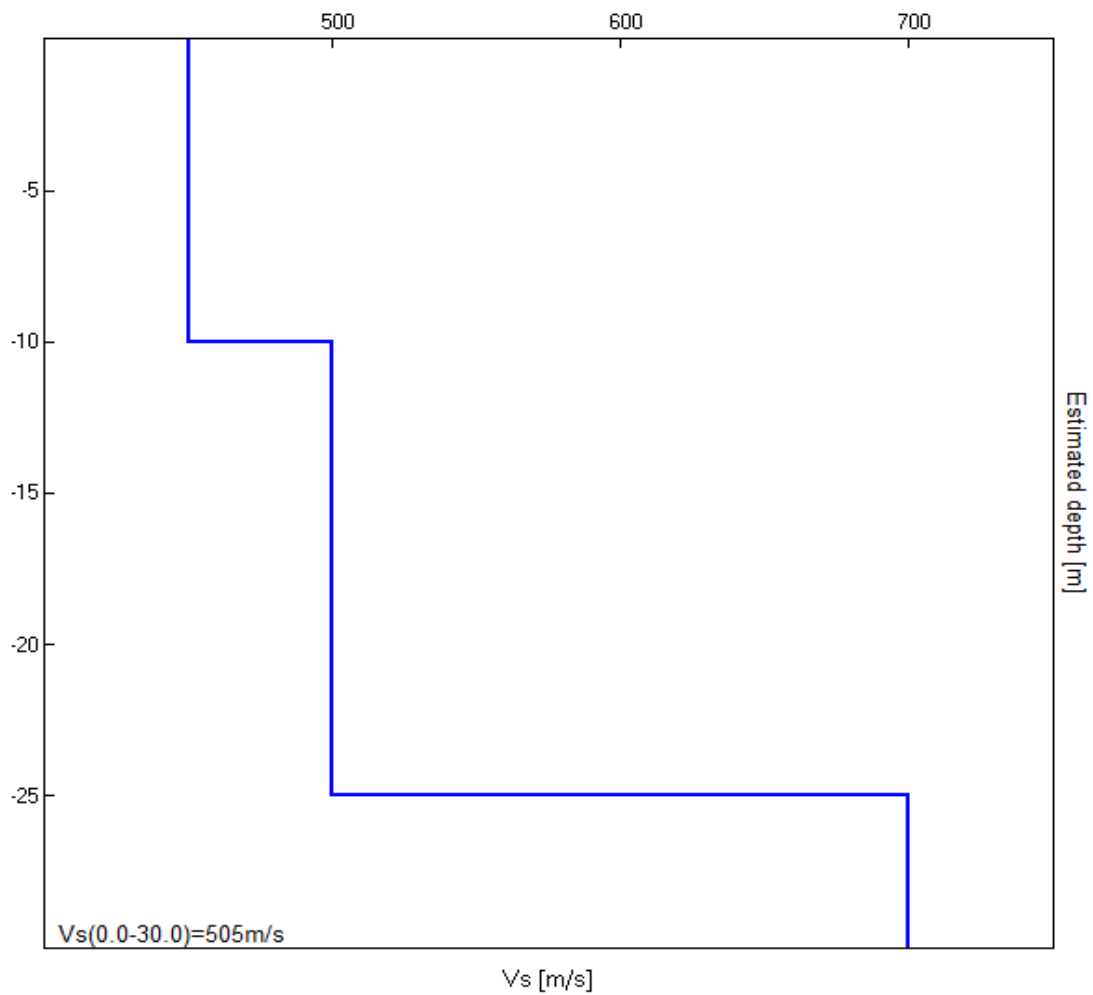


Grafico n. 14 - Interpretazione sondaggio tromografico T2

Profondità (m)	Vs (m/s)	Categoria sismica ai sensi del D.M. del 17/01/2018	
0.00 – 20.00	500	B	B (Vs30=462 m/s)
20.00 – 30.00	400	B	
30.00 – 40.00	420	B	

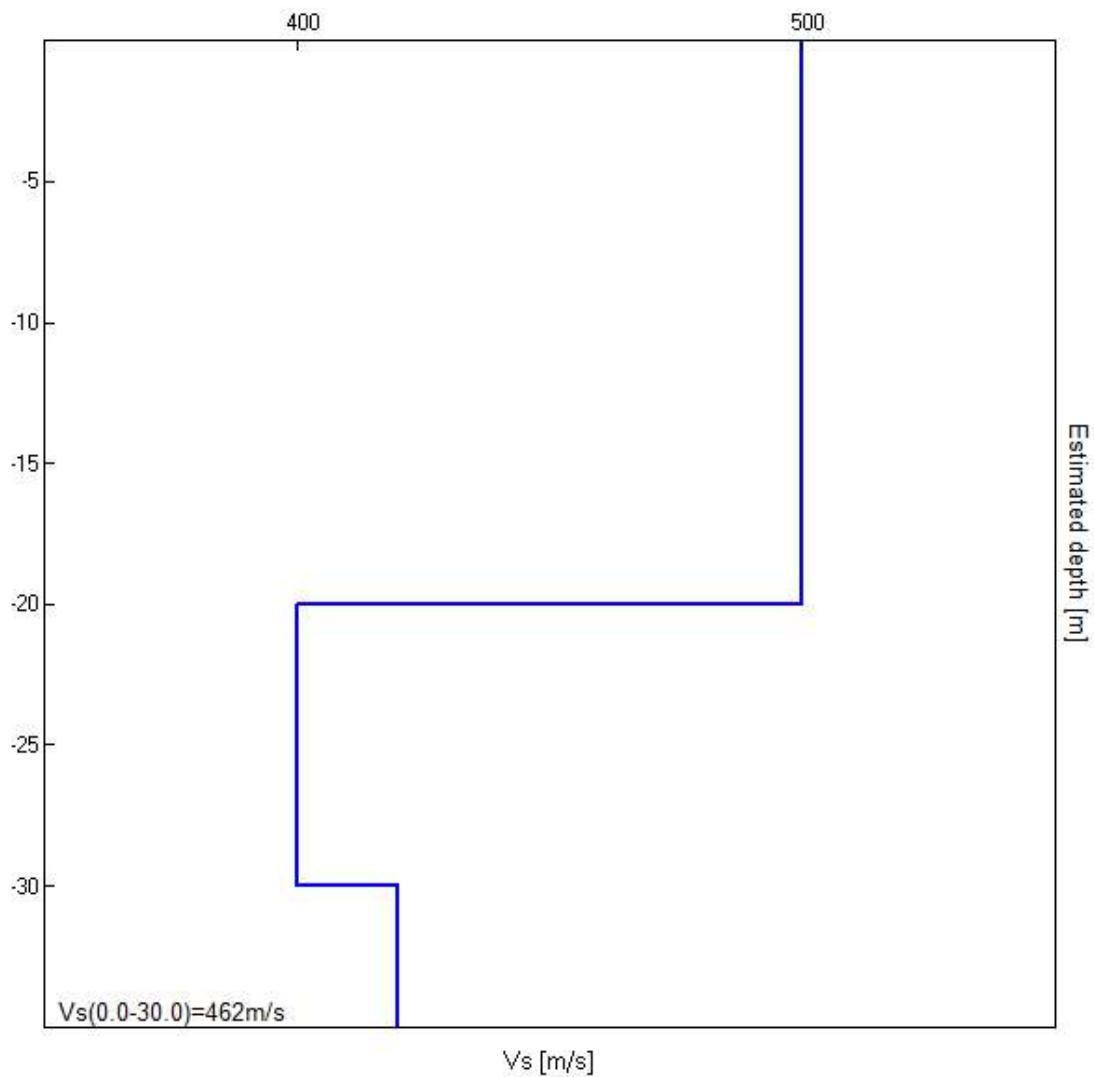


Grafico n. 15 - Interpretazione sondaggio tromografico T3

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	

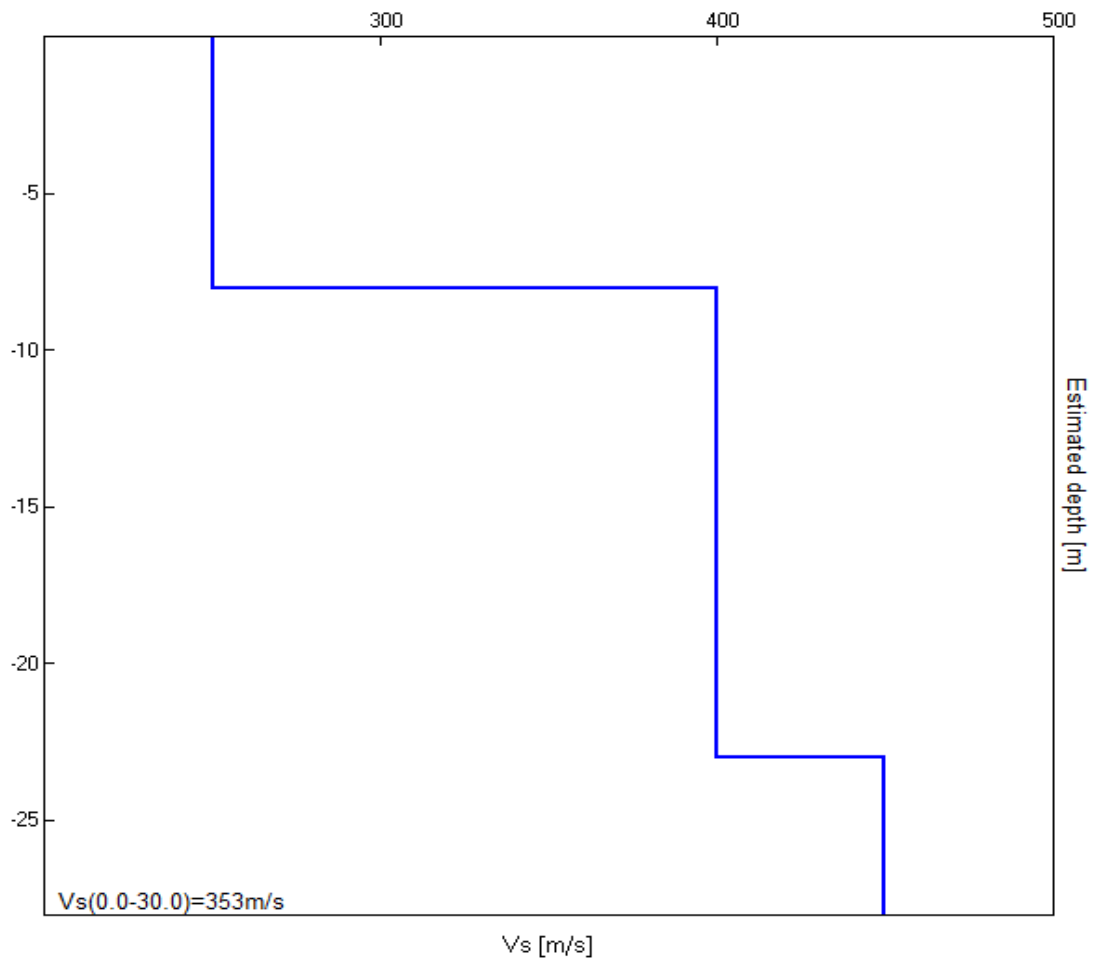


Tabella n. 16 - Sondaggio T4

Profondità (m)	Vs (m/s)	Categoria sismica ai sensi del D.M. del 17/01/2018	
0.00 – 12.00	450	B	B (Vs30=479 m/s)
12.00 – 30.00	500	B	
30.00 – 40.00	600	B	

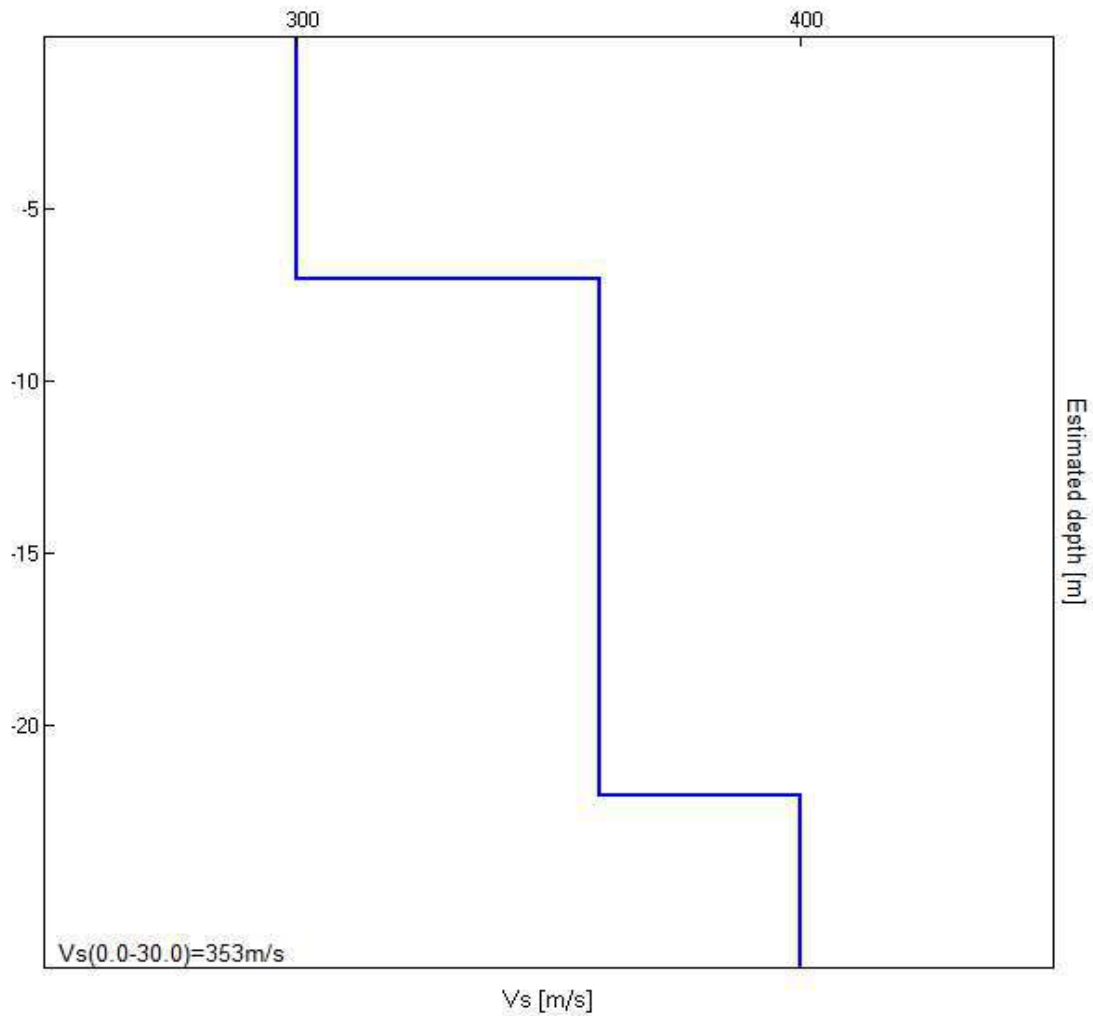


Tabella n. 17 - Interpretazione sondaggio tromografico T5

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	

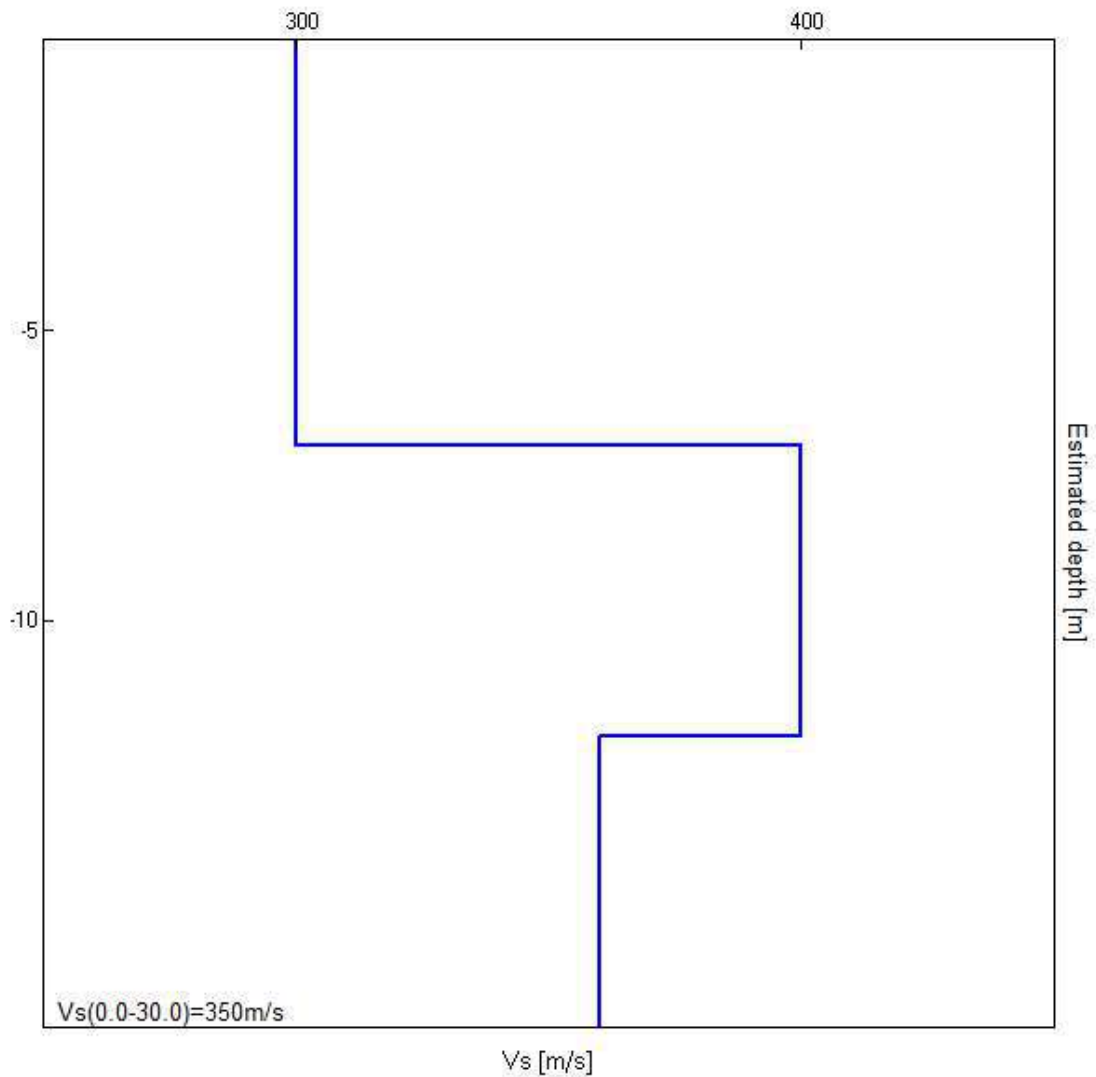


Tabella n. 18 - Interpretazione sondaggio tromografico T6

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	

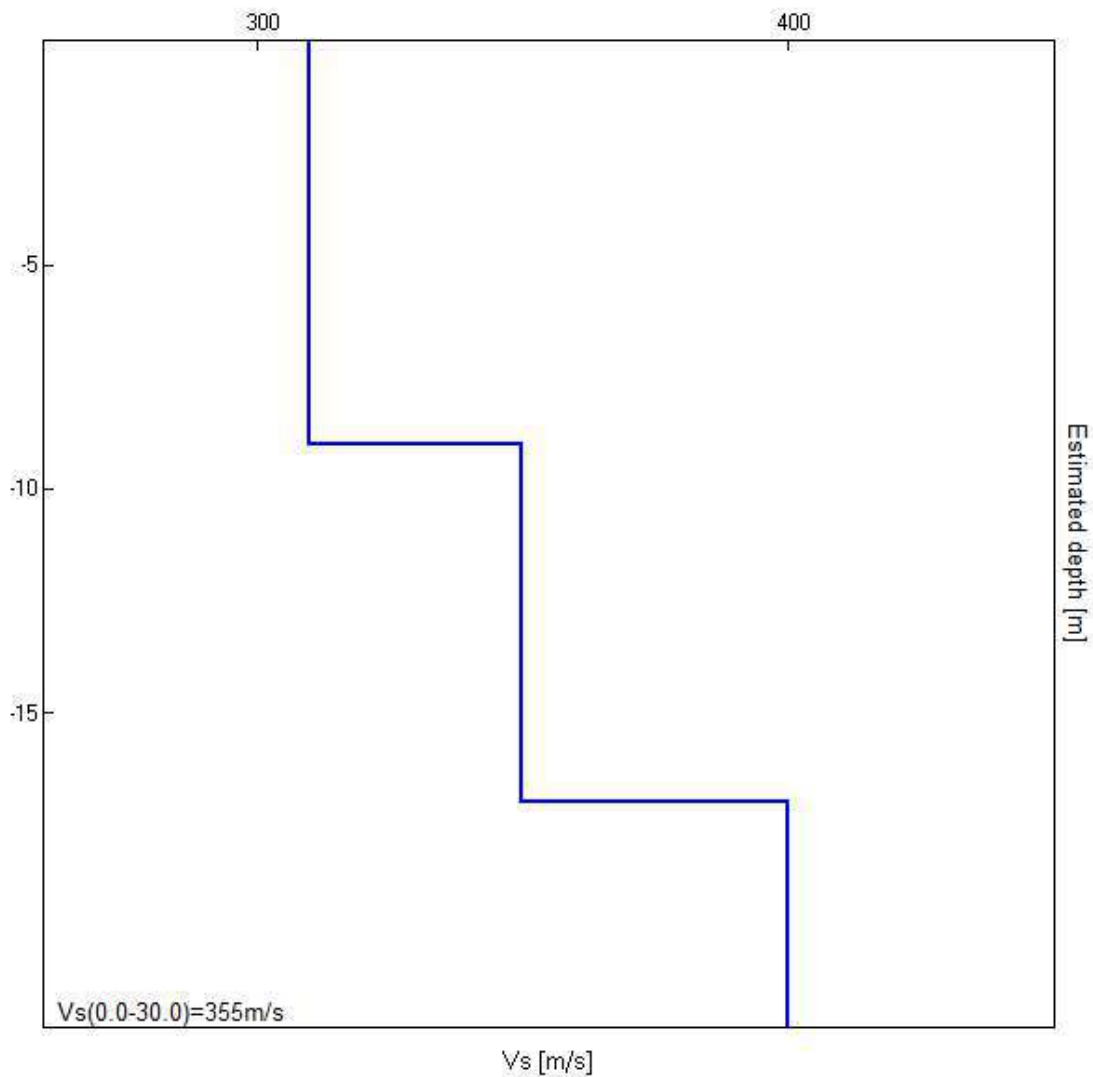


Tabella n. 19 - Interpretazione sondaggio tromografico T7

Profondità (m)	Vs (m/s)	Categoria sismica ai sensi del D.M. del 17/01/2018	
0.00 – 10.00	450	B	B (Vs30=366 m/s)
10.00 – 20.00	300	C	
20.00 – 30.00	380	B	

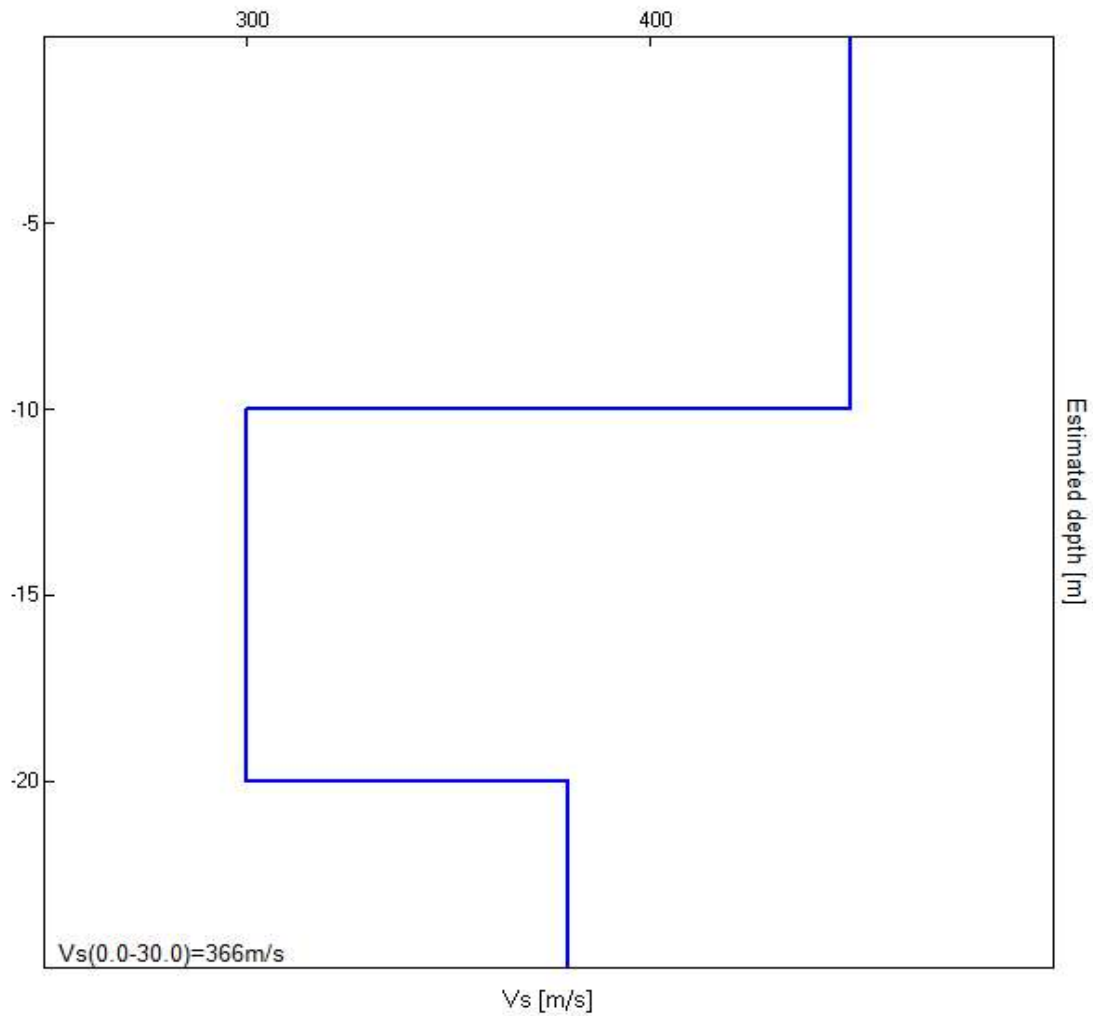


Tabella n. 20 - Interpretazione sondaggio tromografico T8

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	

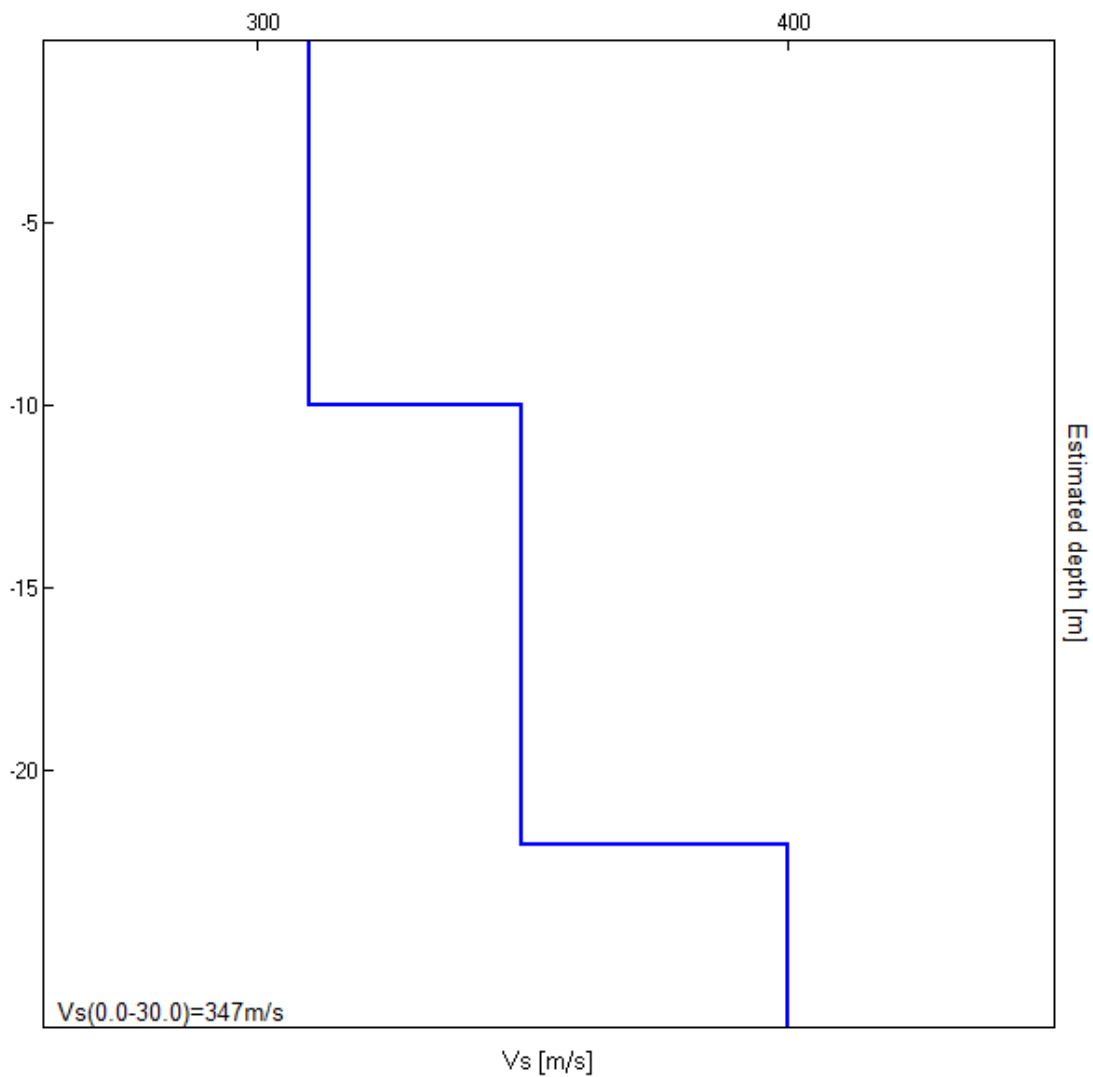


Tabella n. 21 - Interpretazione sondaggio tromografico T9

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	

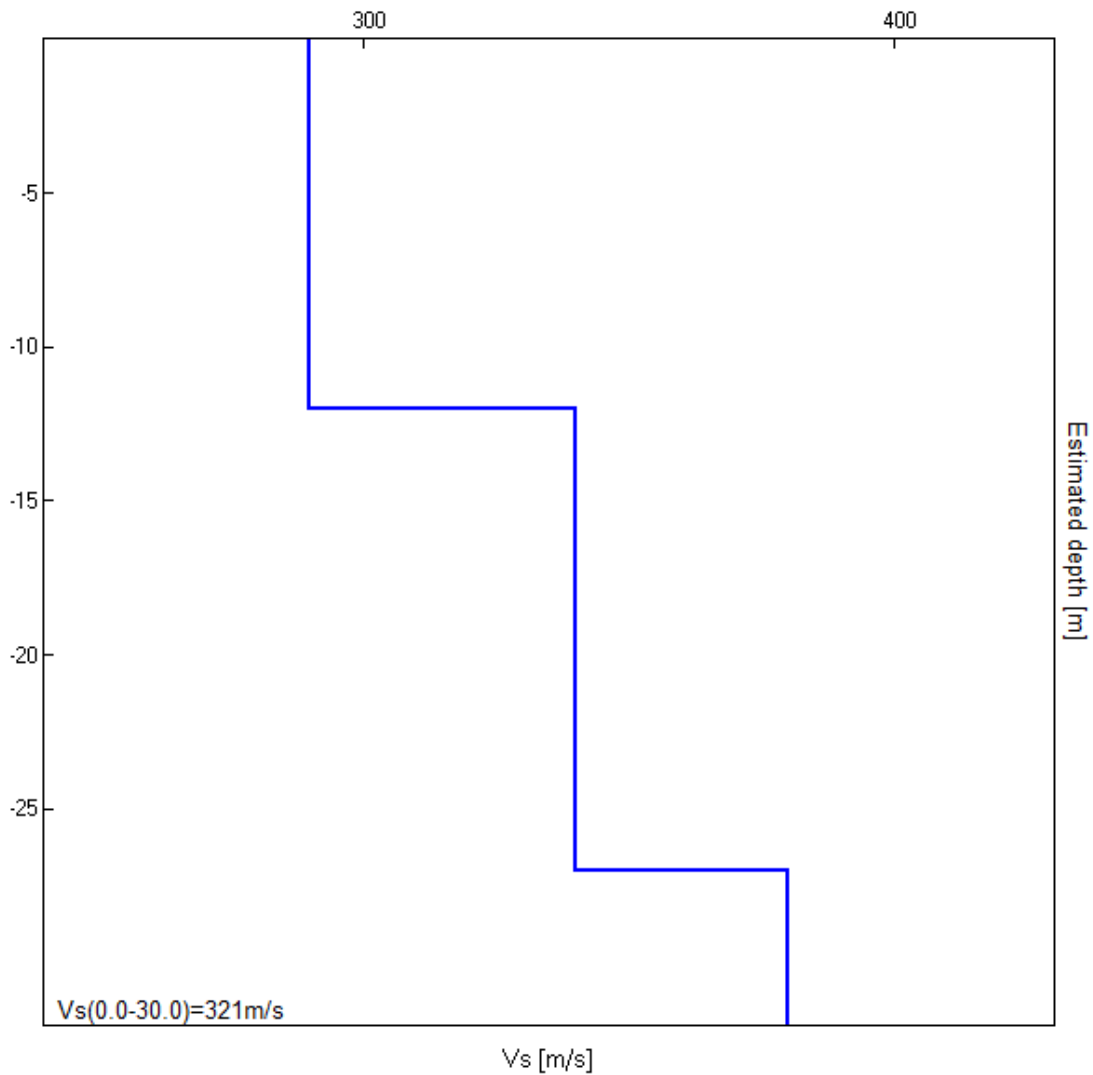


Tabella n. 22 - Interpretazione sondaggio tromografico T10

Profondità (m)	Vs (m/s)	Categoria sismica ai sensi del D.M. del 17/01/2018	
0.00 – 14.00	300	C	C (Vs30=332 m/s)
14.00 – 24.00	350	C	
24.00 – 30.00	400	B	

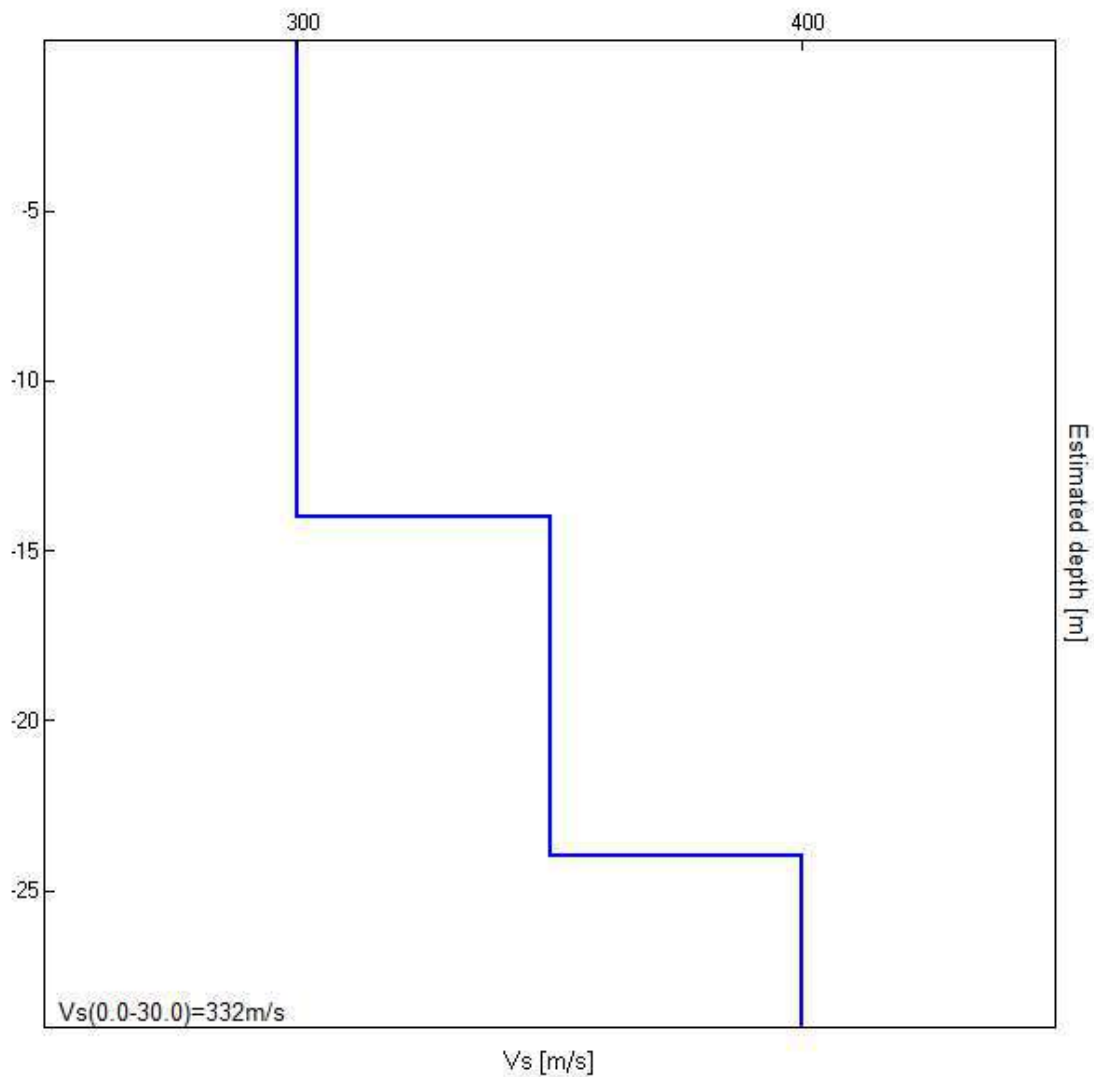


Tabella n. 23 - Interpretazione sondaggio tomografico T11

Profondità (m)	Vs (m/s)	Categoria sismica ai sensi del D.M. del 17/01/2018	
0.00 – 10.00	430	B	B (Vs30=512 m/s)
10.00 – 20.00	500	B	
20.00 – 30.00	650	B	

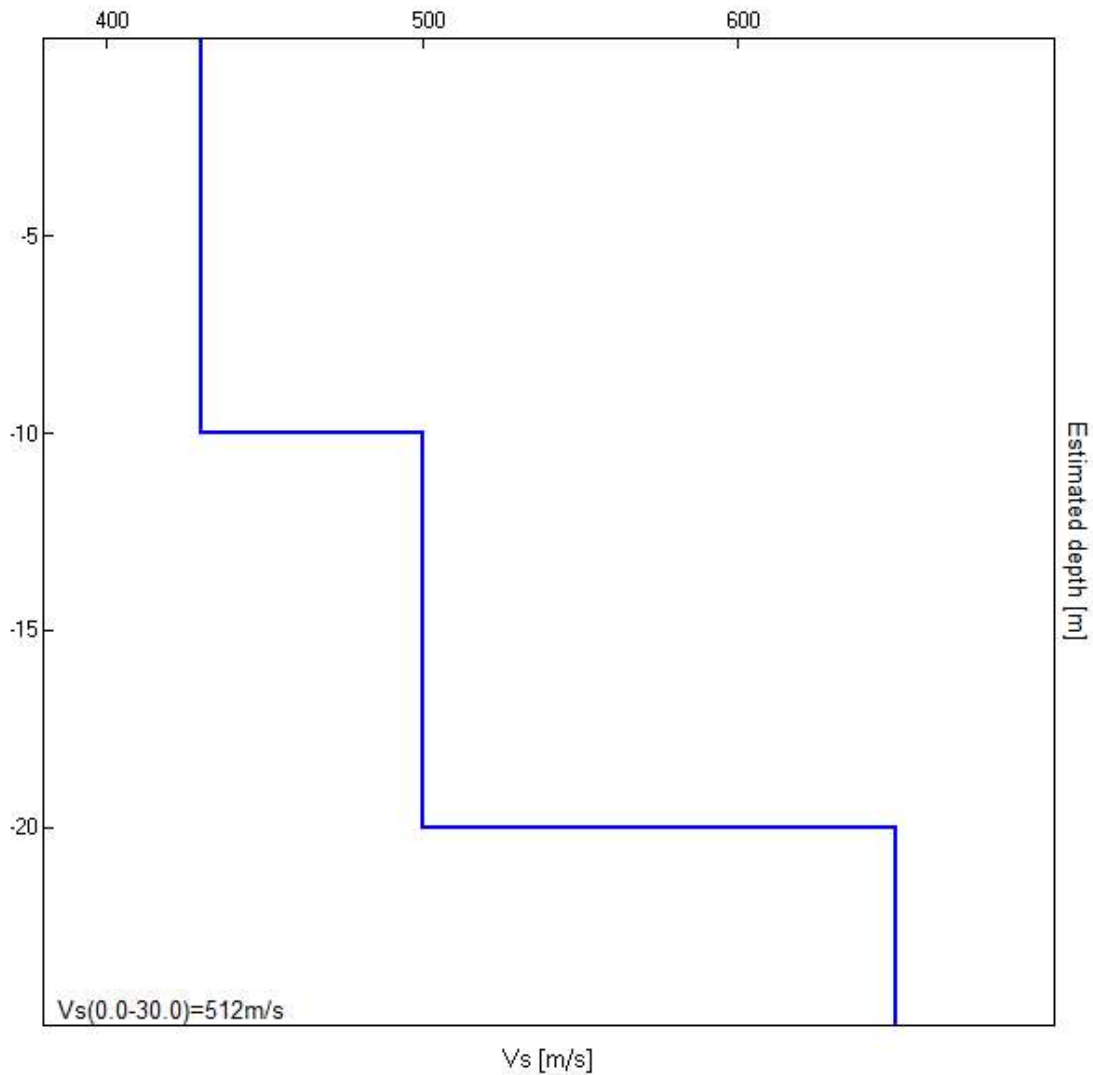


Tabella n. 24 - Interpretazione sondaggio tromografico TSott

5. CARATTERISTICHE SISMICHE DEL TERRITORIO

Ai fini sismici il territorio interessato è incluso nell'elenco delle località sismiche con livelli di pericolosità 4.

Tale classificazione è stata dettata dalla O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/03 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica” e confermata dalla Regione Sardegna (DGR 15/31 del 30/03/2004).

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 differenziale 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 WTG01, WTG04, WTG06, WTG07, WTG09, WTG10 e WTG11, 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”.

In corrispondenza degli aerogeneratori WTG02, WTG03, WTG05, WTG08 e della sottostazione, la categoria di suolo è la B “*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s”.*

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:

<i>Categoria suolo</i>	<i>Spettri di Tipo 1- S (M > 5,5)</i>	<i>Spettri di Tipo 2 - S (M < 5,5)</i>
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

$$q_{c1N} = \frac{q_c}{Pa} \left(\frac{Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^n$$

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:

$$\frac{(q_{c1N})_{cs}}{(N_{1,60})_{cs}} = 5$$

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 sono soddisfatte le condizioni di cui alla normativa vigente e può essere esclusa la possibilità che avvengano fenomeni di liquefazione dei terreni in quanto la verifica può essere omessa perché:

- 1) le accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) sono minori di 0,1g (vedi par. 7.11.3.4.2 Esclusione della verifica a liquefazione – NTC 2018);
- 2) in corrispondenza degli aerogeneratori, del tracciato del cavidotto e della sottostazione possono essere presenti falde freatiche nello spessore dei primi 15 metri di profondità dal piano campagna ma da un lato la presenza di depositi piroclastici addensati e saldati, di depositi piroclastici argillificati e ignimbriti litoidi non consentono la formazione di fenomeni di liquefazione.

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) Ignimbriti litoidi; b) Piroclastiti e cineriti; c) Depositi vulcanici argillificati; d) Lave**

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) IGNIMBRITI LITOIDI: Si tratta "rocce coerenti" costituite da ignimbriti di colore violaceo con frammenti vetrosi caratterizzati da una struttura a fiamma di colore arancio. Si presentano mediamente fratturati con piani di fratturazione prevalentemente subverticali. Per quanto riguarda le caratteristiche fisico-meccaniche di questi terreni la valutazione del progettista va fatta tenendo conto che si tratta di roccia coerente a consistenza lapidea su cui non è possibile una sperimentazione di laboratorio.

b) PIROCLASTITI E CINERITI: Sono costituite da rocce incoerenti di natura sabbiosa a grana fine e sabbio-limosa, di colore prevalentemente grigiastro, da scarsamente a mediamente addensate. 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, alle prove SPT eseguite in foro ed alle sperimentazioni scientifiche.

c) DEPOSITI VULCANICI ARGILLIFICATI: si tratta di "rocce pseudocoerenti", derivanti da processi di argillificazione dei depositi vulcanici (ignimbriti e piroclastiti). Sono granulometricamente riferibili ad argille sabbiose, limi sabbiosi da mediamente consistenti a consistenti, a tratti plastici, di colore variabile tra grigio, giallo ocra e arancio. Si possono trovare intercalati sporadici sottili livelli argillificati tenaci. 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.

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 %
S3CR1	13.20	17.57	26.62	12.40	41.65	51.92	31.45		98.55	53.41
S3CR3	26.70	19.17	26.52	15.71	22.02	58.81	35.34		86.51	40.76
S3C5	29.00	18.69	26.58	15.09	23.84	56.76	33.88		84.81	43.22
S6C1	5.47	19.04	26.44	14.00	35.98	52.31	29.84		100.00	47.03
S6CR3	20.00	18.14	26.70	13.19	37.58	47.20	33.63		99.74	50.62

RIEPILOGO DELLE CARATTERISTICHE MECCANICHE

CAMPIONE	PROF. (m)	C'	ϕ'	C'(Res)	ϕ' (Res)	Q _{max}	C _u	ϕ_u	Ed
		KN/m ²	gradi	KN/m ²	gradi	KN/m ²	KN/m ²	gradi	KN/m ²
S3CR1	13.20	10.0	20°			65.18	32.6		
S3CR3	26.70					434.17	217.1		
S3C5	29.00	50.0	21°			494.01	247.0		
S6C1	5.47	55.0	28°			180.54	90.3		
S6CR3	20.00	41.0	21°				220.0		

Tabella n.3 – Riepilogo delle caratteristiche fisiche e meccaniche

d) LAVE: sono depositi vulcanici tenaci, compatti, micro fessurati, a consistenza lapidea su cui non è possibile eseguire prove di laboratorio e\o in sito vista l'elevata durezza. Per quanto riguarda le caratteristiche fisico-meccaniche di questi terreni la valutazione del progettista va fatta tenendo conto che si tratta di roccia coerente a consistenza lapidea su cui non è possibile una sperimentazione di laboratorio.

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:

- ✓ 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.

In corrispondenza della sottostazione:

- ❖ n. 1 sondaggio a carotaggio continuo di profondità pari a 30 mt. dal p.c.;
- ❖ prelievo di n. 2 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 geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e tecniche del sito si evince che:

- i litotipi che affiorano in gran parte dell'area ed in particolare in quella in cui verranno realizzati gli aerogeneratori denominati WTG1, WTG3, WTG4, WTG5, WTG6, WTG7, WTG8, WTG9, WTG10, WTG11 sono riferibili all'Unità di Villanova Monteleone che nell'area abbiamo suddiviso da un punto di litologico in tre distinte porzioni:
 - ⇒ la prima è costituita da ignimbriti saldate, tenaci e fratturate;
 - ⇒ la seconda è costituita da depositi piroclastici e/o cineritici litologicamente costituiti da sabbie generalmente fini e limi sabbiosi. Generalmente si ritrova intercalata con la prima ma localmente diventa predominante;
 - ⇒ la terza è costituita da strati di depositi vulcanici argillificati di spessore generalmente limitato ma che può raggiungere anche una decina di metri e più.
- l'aerogeneratore WTG2 è ubicato, invece, in un'area dove affiora l'Unità di Pala Mantedda costituita prevalentemente da lave da andesitiche a dacitiche.
- i litotipi che costituiscono il terreno di sedime della sottostazione elettrica sono costituiti da depositi piroclastici in facies ignimbratica, saldate, di colore rossastro con fiamme grigiastre riferibili all'Unità di Su Suerzu;
- tutti i suddetti terreni sono ricoperti da uno spessore variabile tra 0.5 e 2.00 m di terreno vegetale con inclusi elementi lapidei eterometrici.

- le condizioni di stabilità dell'area sono ottime in relazione alla favorevole giacitura dei terreni presenti, nonché alla mancanza assoluta di agenti geodinamici che possano in futuro turbare il presente equilibrio;
- non si ritiene, quindi, di eseguire verifiche di stabilità poichè essendo l'area pianeggiante e totalmente esente da qualunque fenomenologia che possa modificare l'attuale habitus geomorfologico, non è possibile l'instaurarsi di alcun movimento franoso e, quindi, i calcoli farebbero registrare valori del coefficiente di sicurezza decisamente superiori ai minimi previsti dalla legge;
- quanto detto prima è confermato dal Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) che esclude le aree interessate dalle opere da qualunque fenomenologia di dissesto e di rischio geomorfologico;
- sono presenti alcuni elementi geomorfologici evidenziati nel PAI in aree vicine, che non potranno interferire con la stabilità delle opere, ci riferiamo in particolare a:
 - ⇒ limitate porzioni delle aree limitrofe agli aerogeneratori WTG4 e WTG 6 che sono interessate da rischio da frana Rg1 (Moderato) ed Rg2 (Medio) con una pericolosità da frana rispettivamente Hg2 (media) ed Hg3 (elevata);
 - ⇒ l'area limitrofa all'aerogeneratore WTG8 è interessata da rischio da frana Rg1 (Moderato) con una pericolosità da frana Hg2 (media);
- anche se dai rilievi eseguiti durante i numerosi sopralluoghi effettuati non sono stati individuati all'interno di dette aree segni di fenomeni geodinamici di alcun tipo che possano far pensare alla presenza di dissesti, né alla possibilità di riattivazione di fenomeni morfogenetici quiescenti, né ad elementi di instabilità, il progetto prevederà la

realizzazione di mirati interventi di ingegneria naturalistica nell'ambito areale di questi aerogeneratori al fine di migliorare comunque le condizioni di stabilità dei versanti circostanti;

➤ *in relazione alle richieste di integrazioni formulate dalla Regione al punto 2b con le quali evidenzia l'interferenza di un modestissimo tratto di cavidotto tra gli aerogeneratori WTG4 e WTG6 con un'area a pericolosità Hg3 da frana si chiarisce quanto segue:*

⇒ *tutti gli aerogeneratori, la stazione di utenza e la sottostazione sono esterni alle aree individuate dal PAI come a pericolosità idraulica o per frana Hg3 ed Hg4, così come tutto il cavidotto tranne un tratto modestissimo pari a meno del 0,5% dell'intero tracciato;*

⇒ *il cavidotto nel tratto interessato dall'area PAI corre lungo la strada esistente che non manifesta alcun segno di dissesto perchè la realizzazione della strada con i suoi interventi ha reso del tutto stabile la sede stradale e, quindi, la realizzazione di questo modestissimo tratto di cavidotto non necessita la previsione di alcuna opera di consolidamento, né interferisce con il regolare e naturale deflusso idrico superficiale;*

⇒ *in fase di progettazione esecutiva, per migliorare le condizioni della sede stradale, qualora la Provincia, titolare dell'infrastruttura, lo riterrà utile si potranno concordare, come opera di compensazione, alcuni puntuali interventi di ingegneria naturalistica.*

Da quanto detto sopra non ci sono elementi geomorfologici ostativi alla realizzazione dell'impianto.

- dallo studio idrogeologico si evince che:
 - ❖ la presenza di frequenti livelli e strati argillificati all'interno dei complessi vulcanici comporta la formazione di acquiferi di modestissima potenzialità a causa di aree di alimentazione piuttosto limitate che si evidenziano con la presenza di piccole polle sorgentizie a carattere stagionale (alcune delle quali saranno valorizzate con le opere di compensazione previste);
 - ❖ l'ubicazione degli aerogeneratori è stata scelta proprio in modo da non interferire con gli acquiferi e sono stati posti ad una certa distanza dalle polle sorgentizie;
 - ❖ gli aerogeneratori fondati sulle ignimbriti avranno tipologia diretta con profondità di scavo limitate a 3-5 mt. che non possono interferire sulla circolazione idrica sotterranea che si sviluppa a profondità maggiori;
 - ❖ gli aerogeneratori che saranno fondati su pali hanno come terreno di sedime la parte argillificata delle vulcaniti e, quindi, non sono sede di falde freatiche;
 - ❖ gli aerogeneratori e loro piazzole non interferiscono con il reticolato idrografico superficiale se non per modestissimi tratti e tutte le interferenze sono state risolte senza che si impongano impatti negativi al naturale deflusso idrico superficiale;
 - ❖ le opere in progetto non producono emissioni di sostanze inquinanti nè nel suolo, nè nel sottosuolo, nè nel reticolato idrografico superficiale.
- *Le carte idrogeologiche di dettaglio dei bacini idrografici più vicini agli aerogeneratori e le relative sezioni dimostrano come:*
 - ⇒ *il bacino idrogeologico indicato con la lettera A, vicino agli*

aerogeneratori WTG06, WTG07 e WTG08, è esterno a tali aerogeneratori che sono ubicati tra l'altro nella porzione argillitica della formazione geologica e, comunque, le acque di falda hanno direzione di flusso verso la parte opposta all'ubicazione degli aerogeneratori ed a conferma anche le due sorgentelle si trovano nel versante opposto al parco. Come si evince nessun collegamento può esserci tra le due sorgenti afferenti a tale acquifero ed il parco eolico;

⇒ il bacino idrogeologico indicato con la lettera B, vicino all'aerogeneratore WTG01, è esterno a tale aerogeneratore che tra l'altro è ubicato in un'altra formazione geologica più recente e separata idrogeologicamente dalla porzione argillitica che fa da separazione idrogeologica tra due complessi idrogeologici diversi. Anche in questo caso, come chiaramente visibile dalla sezione idrogeologica, nessuna interferenza può essere ipotizzata tra l'aerogeneratore e la sorgente. Stesso discorso vale per l'aerogeneratore WTG2 interno al bacino idrogeologico B ma che sarà fondato su platea perché i terreni di sedime sono vulcanici, cementati e poco fratturati e, quindi, con ottime caratteristiche fisico-meccaniche. Gli scavi necessari alla realizzazione della platea saranno modesti e comunque decisamente inferiori al livello freatico, quando presente. Da considerare, infine, che l'aerogeneratore non rilascia nel sottosuolo alcuna sostanza inquinante e non interferisce con la falda freatica;

⇒ il bacino idrogeologico indicato con la lettera C, vicino all'aerogeneratore WTG04, è esterno a tale aerogeneratore

che tra l'altro è ubicato nella porzione argillitica della formazione geologica che fa da letto impermeabile della modestissima falda presente. Anche in questo caso, come chiaramente visibile dalla sezione idrogeologica, nessuna interferenza può essere ipotizzata tra l'aerogeneratore e la sorgente;

⇒ l'aerogeneratore WTG03 è ubicato all'interno del bacino idrogeologico indicato con la lettera D, ad una quota di oltre 24 mt. dal livello massimo della falda che ricordiamo essere una falda di carattere stagionale (vedi risultati dei rilievi piezometrici). Infatti, in ben tre rilievi su cinque il piezometro è stato trovato asciutto, in un rilievo la quota era invece a -26 dal p.c. Da considerare, inoltre, che l'aerogeneratore WTG3 sarà fondato su platea perché i terreni di sedime sono vulcanici, cementati e poco fratturati e, quindi, con ottime caratteristiche fisico-meccaniche. Gli scavi necessari alla realizzazione della platea saranno modesti e comunque decisamente inferiori ai 24-26 mt. del livello freatico, quando presente. Da considerare, infine, che l'aerogeneratore non rilascia nel sottosuolo alcuna sostanza inquinante. Anche in questo caso nessuna interferenza può essere ipotizzata tra l'aerogeneratore e la sorgente;

⇒ il bacino idrogeologico indicato con la lettera E, vicino all'aerogeneratore WTG05, è esterno a tale aerogeneratore che tra l'altro è ubicato nella porzione argillitica della formazione geologica e, comunque, le acque di falda hanno un flusso verso la sorgente "Fontana de su Crastu" ubicata

dalla parte opposta all'aerogeneratore. Anche in questo caso nessuna interferenza può essere ipotizzata tra l'aerogeneratore e la sorgente;

⇒ gli aerogeneratori WTG09, WTG10 e WTG11 non interessano bacini idrogeologici.

Da quanto detto sopra si evince che nessun impatto significativo e negativo può essere indotto dalla realizzazione degli aerogeneratori sulla risorsa idrica che comunque sarà monitorata con l'installazione di ben 11 piezometri per la misura del livello freatico e della qualità delle acque (vedi Piano di Monitoraggio Ambientale).

La realizzazione del cavidotto e della sottostazione impegnano spessori modestissimi ed è del tutto impossibile interferire il livello freatico con gli scavi.

In definitiva non sussistono criticità di carattere idrogeologico che possano ostare la realizzazione delle opere in progetto nella più ampia sicurezza e salvaguardia della risorsa naturale "Acqua";

- *in ogni caso il Piano di Monitoraggio Ambientale, per maggiore cautela, ha previsto di tenere sotto osservazione ante operam, in operam ed in fase di esercizio la qualità e le portate delle sorgenti più vicine e la realizzazione di un piezometro per ogni aerogeneratore (vedi elaborato denominato Piano di Monitoraggio Ambientale);*
- *ai sensi del DM 17/01/2018, in corrispondenza degli aerogeneratori WTG01, WTG04, WTG06, WTG07, WTG09, WTG10 e WTG11, 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”;

- in corrispondenza degli aerogeneratori WTG02, WTG03, WTG05, WTG08 e della sottostazione, la categoria di suolo è la B “*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s”;*
- non esistono pericolosità geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e sismiche che possano ostare la realizzazione del progetto;
- dai primi calcoli preliminari i terreni non danno luogo a fenomeni di liquefazione in caso di sisma;
- ***i risultati ed i dati delle indagini e dei sopralluoghi eseguiti sono certamente esaustivi per la verifica della fattibilità del progetto e per valutare in piena scienza e coscienza tutti gli impatti che le opere possono imporre alle componenti ambientali coinvolte;***
- ***nella fase di progettazione esecutiva e di calcolo delle strutture in cemento armato, attività che impongono un approfondimento di carattere geologico-tecnico di maggiore dettaglio, si prevede l’esecuzione delle indagini indicate nell’apposito capitolo;***
- ***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. Ciò al solo scopo di poter***

progettare con il necessario dettaglio le strutture in c.a. non già perché le suddette indagini potranno fornire indicazioni sulla componente ambientale diverse da quelle, certamente complete ed esaustive, che sono oggi in nostro possesso ai fini della valutazione degli impatti ambientali. A tal proposito si evidenzia che le indagini (geologiche, geogno-stiche, geosismiche e geotecniche) sono state estese a tutte le aree interessate dal progetto, fornendo un quadro esaustivo e completo delle problematiche ambientali relative agli aspetti geologici, geomorfologici ed idrogeologici, permettendo di avere ampia e sufficiente conoscenza delle componenti ambientali, coerentemente alle Linee Guida SNPA del 2019 sulla redazione degli studi di impatto ambientale, che, come è noto, prevede la realizzazione di un numero di indagini sufficienti per delineare i connotati della componente ambientale ma non chiede certamente un dettaglio da spingere fino alle conoscenze utili per la calcolazione delle strutture in cemento armato, tanto che per la procedura di VIA il progetto allegato è del livello pari alla progettazione di fattibilità tecnico-economica.

Dott. Geol. Gualtiero Bellomo



FUNTANA DE SU CASTRU



SORGENTE 24



SORGENTE 25



FOTO SORGENTE 32





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

Laboratorio di Geologia Tecnica

Prove di Laboratorio

ITTIRI (SS) E VILLANOVA MONTELEONE (SS)

Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"

COMMITTENTE: *Vamirgeoind s.r.l.*

02/04/2020

Il Direttore Tecnico
Dott. Geol. Aldo Domenico Caminiti



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

- 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.

- 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 di compressione triassiale UU è stata eseguita su provini cilindrici di diametro 3.8 cm ed altezza 7.6 cm. La velocità di deformazione è stata posta pari a 0.5 mm/min.

Durante la fase di compressione i provini sono stati sottoposti a pressioni di cella comprese 200 e 400 KPa.

I risultati delle prove sono stati diagrammati in grafici $(\sigma_1 - \sigma_3)/\epsilon$ e τ/σ . In quest'ultimo grafico

sono riportati i cerchi di Mohr in termini di pressioni totali .

La normativa di riferimento é la ASTM D-4767 – ASTM D 2850-87

- La prova di compressione ad espansione laterale libera (E.L.L.) é stata eseguita su provini cilindrici aventi altezza pari a circa il doppio del diametro. La velocità di rottura è stata posta pari a 2 mm/min oppure a 0,5 mm/min in funzione delle dimensioni del provino.

La normativa di riferimento é la ASTM D-2166.

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, 02 Aprile 2020

Il Direttore Tecnico del Laboratorio



The image shows a circular official stamp of the Regional Geologists of Sicily. The stamp contains the text: "REGIONALE DEI GEOLOGI DI SICILIA", "Dott. Geol. DOMENICO ALDO CAMINITI", and "n. 1348". A handwritten signature in blue ink is written across the stamp.

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 9001:2015 n.Q-1485-13

ELENCO DELLE PROVE ESEGUITE

COMMITTENTE: Vamirgeoind srl

LOCALITA': Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)

PROGETTO: Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"

DATA COMMESSA: 18/03/2020

DATA EMISS. CERTIF.: 02/04/2020

N° PROT.: 1/20

SONDAGGIO	CAMPIONE	PROF. (m)	Descrizione	γ	γ_s	W_n	WI - Wp	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	20.60	*	*	*	*	*	*	*					*		
S3	CR3	26.70	*	*	*	*	*	*	*					*		
S3	CI5	29.00	*	*	*	*	*	*	*					*		
S6	CI1	5.47	*	*	*	*	*	*	*					*		
S6	CR3	20.00	*	*	*	*	*	*	*			UU				

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



geocima

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 9001:2008 - CQB Italia n° Q-1485-13

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

LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**

PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**

Data ricevimento camp: 18/3/20

Data emissione certificati: 2/4/20

N° verb. accett.: 1/20

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	20.60	17.57	26.62	12.40	41.65	51.92	31.45		98.55	53.41
S3CR3	26.70	19.17	26.52	15.71	22.02	58.81	35.34		86.51	40.76
S3C5	29.00	18.69	26.58	15.09	23.84	56.76	33.88		84.81	43.22
S6C1	5.47	19.04	26.44	14.00	35.98	52.31	29.84		100.00	47.03
S6CR3	20.00	18.14	26.70	13.19	37.58	47.20	33.63		99.74	50.62

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



geocima

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° 11437 del 02/04/2020 Pag 1/2

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

LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**

PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**

SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **20.60 m**

Data commessa: 18/3/20

Data apertura camp: 18/3/20

N° verb. accett.: 1/20

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 Sperimentatore

Certificato. n° 11437 del 02/04/2020 Pag 2/2

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

LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**

PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**

SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **20.60 m**

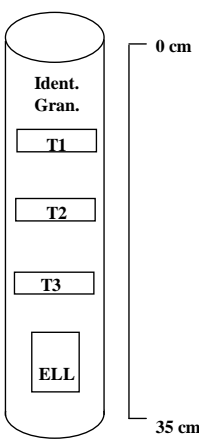
Data ricevimento camp: 18/3/20

Data esecuz. prova : 18/03/2020

N° verb. accett.: 1/20

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						<p>Argilla sabbiosa di colore rossastro da mediamente a poco consistente e plastica, a struttura lenticolare. Presenti inclusioni lapidee con dimensioni talora centimetriche di forma tabulare a spigoli vivi. Localmente si riscontra la presenza di livelli argillificati tenaci.</p> <p>Dall'analisi granulometrica effettuata il campione risulta costituito da argilla con limo e con sabbia.</p> <p>Ident.: Identificazione del campione Gran.: Analisi granulometrica T1: Prova di taglio diretto CD E.L.L.: Prova di compressione ad espansione laterale libera</p>
BASSO						

Lo Sperimentatore

Il Direttore del laboratorio



Certificato. n° 11438 del 02/04/2020 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **20.60 m**

Data ricevimento camp: 18/3/20 Data esecuz. prova : 19/3/20 N° verb. accett.: 1/20

DETERMINAZIONE DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

Normativa di riferimento: BS 1377-90

	Tara (gr)	Volume fustella (cm ³)	Peso umido lordo (gr)
Campione 1	91.78	67.88	212.40
Campione 2	91.78	67.88	214.36
Campione 3	91.78	67.88	213.48

	KN/m ³
γ₁	17.421
γ₂	17.704
γ₃	17.577

γ medio: 17.568 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 : 18/3/20

	Tara (gr)	Peso umido lordo (gr)	Peso secco lordo (gr)	Wn (%)
Campione 1	11.73	307.58	221.70	40.901
Campione 2	11.80	339.85	241.99	42.513
Campione 3	11.23	398.66	284.98	41.527

Wn medio: 41.647 %

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 11439 del 02/04/2020 Pag 1/1

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

LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**

PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**

SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **20.60 m**

Data ricevimento camp: 18/3/20 Data esecuz. prova : 1/4/20 N° verb. accett.: 1/20

DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI

Normativa di riferimento: ASTM D 854-06

	P1 (gr)	P2 (gr)	P3 (gr)	P4 (gr)	T (°C)	γ_s KN/m ³
Campione 1	119.32	163.36	264.15	292.02	19	26.705
Campione 2	115.29	160.21	251.28	279.60	19	26.534

γ_s medio: 26.620 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

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 11440 del 02/04/2020 Pag 1/1

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

LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**

PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**

SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **20.60 m**

Data ricevimento camp: 18/3/20 Data esecuz. prova : 27/3/20 N° verb. accett.: 1/20

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 (gr)	Peso umido lordo (gr)	Peso secco lordo (gr)	n° colpi	WI (%)
Campione 1	2.87	22.19	15.36	17	54.684
Campione 2	2.61	22.40	15.62	27	52.114
Campione 3	2.60	23.36	16.81	38	46.094

WI = 51.924 %

LIMITE DI PLASTICITA'

	Tara (gr)	Peso umido lordo (gr)	Peso secco lordo (gr)	Wp (%)
Campione 1	20.21	30.68	28.16	31.698
Campione 2	20.32	28.94	26.89	31.202

Wp medio = 31.450 %

Ic = 0.502

Ip = 20.473

LIMITE DI RITIRO

tara capsula (gr)	Volume capsula (cm ³)	P.U.L. (gr)	P.S.N. (gr)	Volume camp. Secco (cm ³)	Wn	Ws (%)

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 11441 del 02/04/2020 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **20.60 m**

Data ricevimento camp: 18/3/20 Data esecuz. prova : 27/3/20 N° verb. accett.: 1/20

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 : 209.31 gr
P.S.N. passante 200 : 152.07 gr
% passante al 200 : 72.65

ANALISI PER STACCIATURA

N° setaccio (serie ASTM)	peso trattenuto (mmN)	diametro maglia (mm)	passante %
10	2.07	2	99.01
18	2.75	1	98.69
40	5.39	0.425	97.42
60	13.05	0.25	93.77
100	29.46	0.15	85.93
200	57.24	0.075	72.65

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

Tempo (minuti)	lettura al densimetro	diametro (mm)	passante %
0.5	1.0285	0.0615	69.66
1	1.0275	0.0441	66.93
2	1.0264	0.0315	63.92
4	1.025	0.0224	60.09
8	1.024	0.0158	57.36
16	1.0227	0.0112	53.81
32	1.0213	0.0081	49.98
60	1.02	0.0060	46.43
120	1.018	0.0043	40.97
240	1.017	0.0031	38.23
480	1.016	0.0022	35.50
1440	1.015	0.0013	32.77

NOTE:

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 11441 del 02/04/2020 Pag 2/2

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

LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**

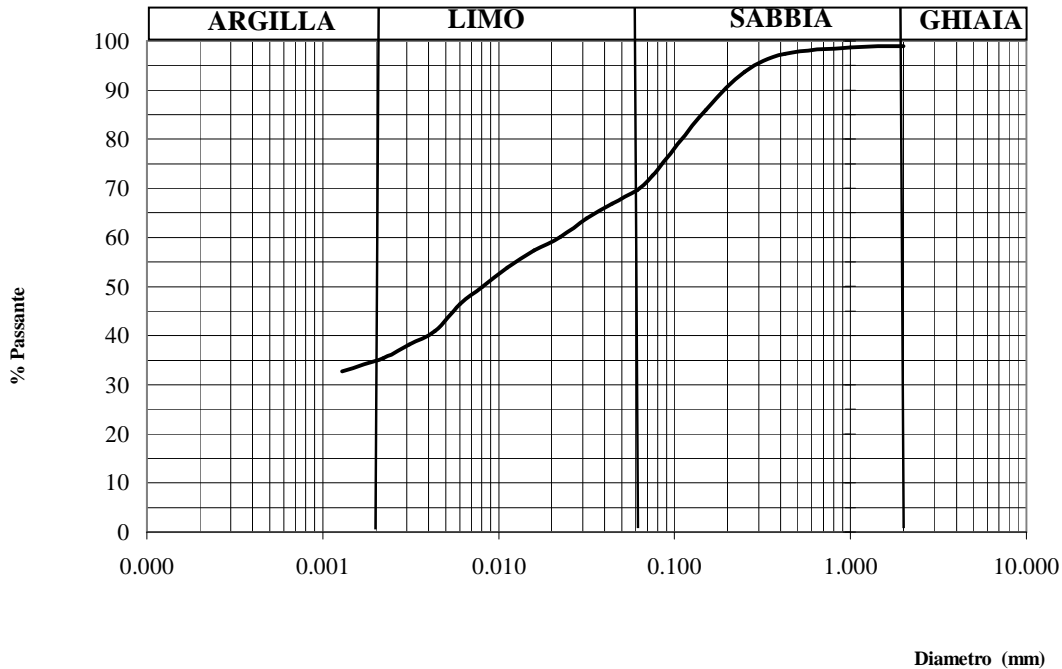
PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**

SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **20.60 m**

Data ricevimento camp: 18/3/20 Data esecuz. prova : 27/3/20 N° verb. accett.: 1/20

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: 0.99 %
Sabbia: 29.59 %
Limo: 34.55 %
Argilla: 34.87 %

Percentuale del passante al setaccio 200 (75 μ) = 72.65%

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

NOTE:

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 11442 del 02/04/2020 Pag 1/4

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

LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**

PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**

SONDAGGIO : **S3**

CAMPIONE : **C1**

PROFONDITA' : **20.60 m**

Data ricevimento camp: 18/3/20

Data esecuz. prova : 19/3/20

N° verb. accett.: 1/20

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)	0.630	1.290	1.560

PROVA DI TAGLIO - CD -

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

CARATTERISTICHE FISICHE

Provino	γ KN/m ³	γ_d KN/m ³	S (%)	ni (%)	ei	Wi (%)	Wf (%)
A	17.42	12.32	96.80	53.70	1.16	41.35	39.11
B	17.70	12.52	99.87	52.98	1.13	41.44	34.11
C	17.58	12.42	98.66	53.36	1.14	41.57	32.73

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 11442 del 02/04/2020 Pag 2/4

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

LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**

PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**

SONDAGGIO : **S3**

CAMPIONE : **C1**

PROFONDITA' : **20.60 m**

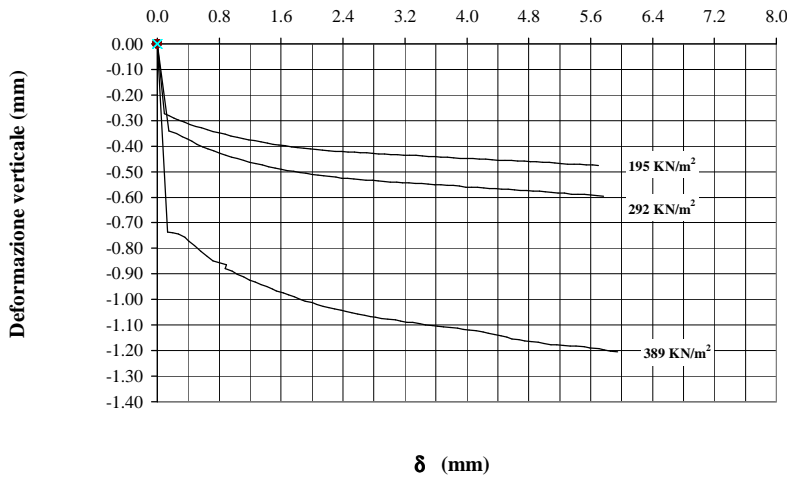
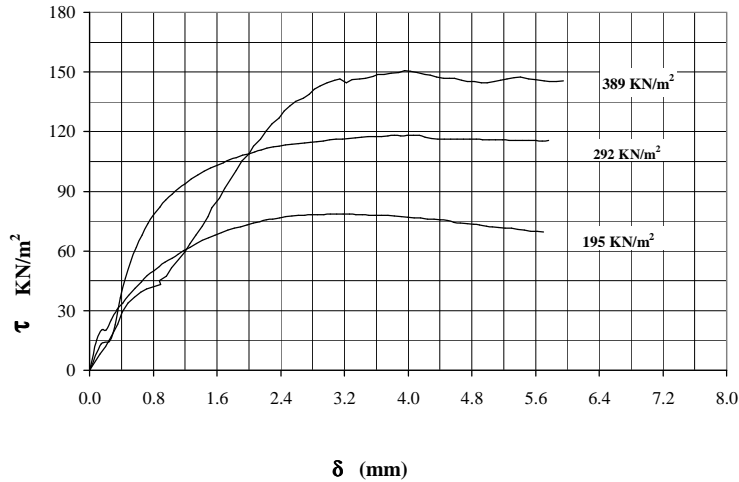
Data ricevimento camp: 18/3/20

Data esecuz. prova : 19/3/20

N° verb. accett.: 1/20

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° 11442 del 02/04/2020 Pag 3/4

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

LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**

PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**

SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **20.60 m**

Data ricevimento camp: 18/3/20 Data esecuz. prova : 19/3/20 N° verb. accett.: 1/20

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
-0.272	0.090	15.278	-0.340	0.146	13.056	-0.736	0.132	8.056
-0.281	0.151	20.278	-0.351	0.250	14.444	-0.738	0.197	11.944
-0.291	0.211	20.278	-0.363	0.319	22.778	-0.745	0.272	17.222
-0.298	0.275	25.278	-0.372	0.384	36.389	-0.756	0.352	23.056
-0.305	0.345	30.556	-0.381	0.447	46.389	-0.771	0.407	29.444
-0.315	0.418	33.889	-0.393	0.514	54.444	-0.790	0.482	33.889
-0.323	0.493	37.778	-0.403	0.584	61.944	-0.811	0.565	36.667
-0.329	0.571	41.111	-0.411	0.657	68.056	-0.831	0.643	39.167
-0.336	0.649	44.444	-0.419	0.732	73.611	-0.848	0.717	40.833
-0.343	0.723	47.500	-0.428	0.807	78.333	-0.864	0.891	43.056
-0.349	0.801	50.000	-0.436	0.883	82.222	-0.878	0.875	45.000
-0.354	0.876	52.222	-0.443	0.960	85.556	-0.890	0.965	47.222
-0.360	0.952	54.444	-0.449	1.038	88.611	-0.901	1.030	51.389
-0.365	1.034	56.389	-0.456	1.116	91.389	-0.911	1.116	55.556
-0.370	1.108	58.333	-0.463	1.195	93.611	-0.923	1.195	59.444
-0.376	1.184	60.278	-0.469	1.276	96.389	-0.932	1.264	63.889
-0.379	1.260	61.944	-0.474	1.357	98.333	-0.941	1.338	68.056
-0.384	1.339	63.611	-0.480	1.440	100.000	-0.949	1.417	72.500
-0.389	1.419	65.278	-0.486	1.521	101.667	-0.958	1.489	77.222
-0.393	1.495	66.667	-0.491	1.602	103.056	-0.966	1.537	81.944
-0.396	1.575	68.056	-0.495	1.682	104.444	-0.974	1.632	86.667
-0.399	1.656	69.167	-0.499	1.762	105.833	-0.982	1.698	91.389
-0.403	1.735	70.556	-0.503	1.842	106.944	-0.989	1.770	96.111
-0.405	1.815	71.389	-0.506	1.921	108.056	-1.000	1.842	100.556
-0.409	1.896	72.222	-0.511	2.001	108.889	-1.007	1.914	105.278
-0.411	1.974	73.056	-0.514	2.076	109.722	-1.012	2.000	108.889
-0.413	2.058	74.167	-0.516	2.152	110.833	-1.019	2.060	112.778
-0.416	2.138	74.722	-0.519	2.228	111.667	-1.028	2.143	116.389
-0.417	2.220	75.556	-0.521	2.305	112.222	-1.031	2.216	120.278
-0.420	2.299	75.833	-0.525	2.383	112.778	-1.037	2.295	123.889
-0.422	2.384	76.667	-0.527	2.461	113.333	-1.041	2.376	126.944
-0.423	2.464	77.222	-0.529	2.540	113.611	-1.048	2.443	130.278
-0.424	2.544	77.500	-0.530	2.619	113.889	-1.052	2.518	133.056
-0.426	2.624	77.778	-0.533	2.698	114.444	-1.056	2.589	135.278
-0.427	2.704	78.056	-0.534	2.777	114.722	-1.061	2.682	136.944
-0.429	2.783	78.333	-0.536	2.855	115.000	-1.066	2.759	138.889
-0.430	2.864	78.333	-0.538	2.933	115.278	-1.069	2.825	141.389
-0.432	2.941	78.333	-0.540	3.012	115.833	-1.074	2.898	143.056
-0.433	3.022	78.611	-0.541	3.092	116.111	-1.077	2.981	144.722
-0.434	3.101	78.611	-0.543	3.172	116.389	-1.079	3.076	145.833
-0.435	3.182	78.611	-0.544	3.254	116.667	-1.085	3.147	146.667
-0.437	3.263	78.611	-0.546	3.336	116.944	-1.089	3.224	144.444
-0.437	3.344	78.333	-0.546	3.418	117.222	-1.090	3.300	146.111
-0.439	3.423	78.333	-0.549	3.501	117.500	-1.094	3.392	146.667

[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



Rapp. prov. n° 11443 del 02/04/2020 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C1**PROFONDITA' : **20.60 m**

Data commessa: 18/3/20

Data esecuz. prova : 5/3/20

N° verb. accett.: 1/20

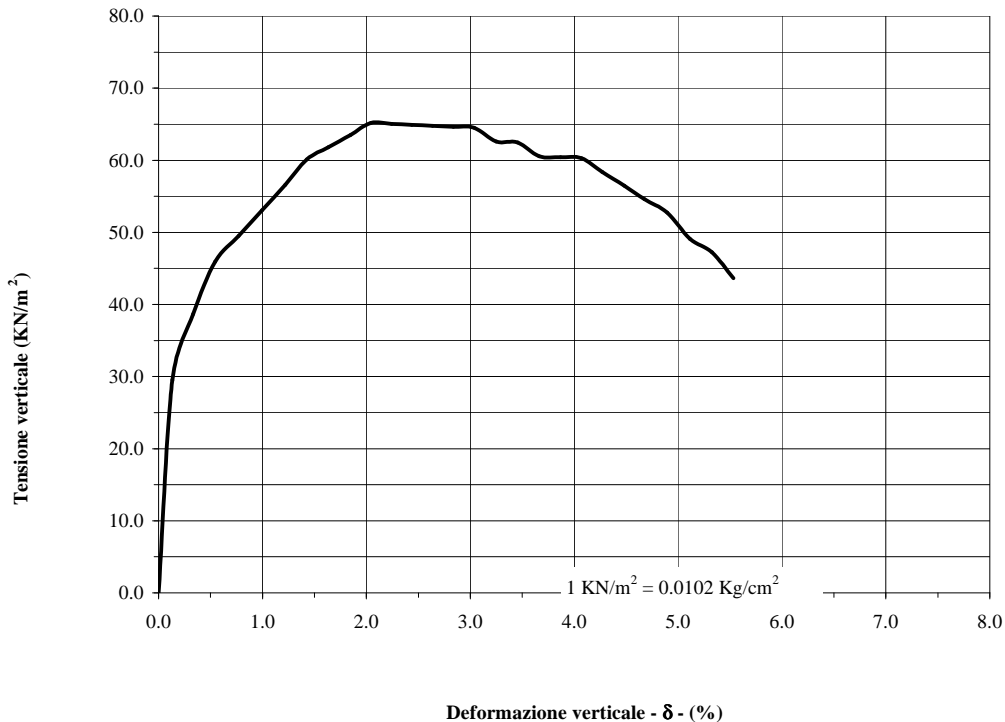
PROVA DI COMPRESSIONE NON CONFINATA (E.L.L.)

Normativa di riferimento: ASTM D-2166-00 e1:

UNI CEN ISO/TS 17892 -7:2005

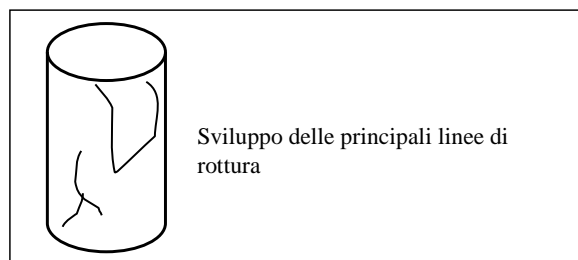
Caratteristiche iniziali del provinoIndicazioni sulla prova eseguita

Volume (cm ³)	865.7	Velocità di avanzamento (mm/min)	2
Sezione (cm ²)	54.1	Deformaz. verticale a rottura δ (%)	2.04
Diametro (cm)	8.3	Tensione a rottura (KN/m ²)	65.18
Altezza (cm)	16.0		



Lo Sperimentatore

Il Direttore del laboratorio



NOTE:

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



eocima

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° 11444 del 02/04/2020 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Vamirgeoid s.r.l.**
LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**
PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**
SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **CR3** PROFONDITA' : **26.70 m**

Data ricevimento camp: 18/3/20

Data apertura camp: 19/3/20

N° verb. accett.: 1/20

DATI DICHIARATI

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

VERIFICA CAMPIONI

Contenitore del campione	<input type="checkbox"/> Inox	<input type="checkbox"/> PVC	<input type="checkbox"/> Ferro
	<input checked="" 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 type="checkbox"/> Indisturbato	<input checked="" 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 Sperimentatore

Certificato. n° 11444 del 02/04/2020 Pag 2/2

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

LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**

PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**

SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **CR3** PROFONDITA' : **26.70 m**

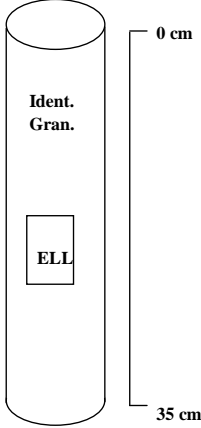
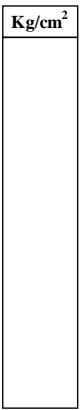

Data commessa: 18/3/20

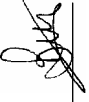
Data esecuz. prova : 19/03/2020

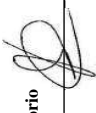
N° verb. accett.: 1/20

IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

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

		Pocket Penetrometer Test		Vane Test
ALTO				DESCRIZIONE Sabbia con limo di colore marrone molto addensata, a struttura lenticolare con diffuse presenze di cristalli di probabile natura feldspatica. Nel complesso il campione presenta una certa plasticità. Dall'analisi granulometrica effettuata il campione risulta costituito da sabbia argillosa con limo debolmente ghiaiosa.
BASSO				Ident.: Identificazione del campione Gran.: Analisi granulometrica E.L.L.: Prova di compressione ad espansione laterale libera


Lo Sperimentatore


Il Direttore del laboratorio



Certificato. n° 11445 del 02/04/2020 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **CR3** PROFONDITA' : **26.70 m**

Data ricevimento camp: 18/3/20 Data esecuz. prova : 20/3/20 N° verb. accett.: 1/20

DETERMINAZIONE DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

Normativa di riferimento: BS 1377-90

	Tara (gr)	Volume fustella (cm ³)	Peso umido lordo (gr)
Campione 1	81.59	57.67	192.36
Campione 2	81.59	57.67	194.52
Campione 3	81.59	57.67	196.22

	KN/m ³
γ_1	18.831
γ_2	19.198
γ_3	19.487

 γ medio: 19.172 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 : 20/3/20

	Tara (gr)	Peso umido lordo (gr)	Peso secco lordo (gr)	Wn (%)
Campione 1	11.91	446.72	368.62	21.895
Campione 2	12.03	397.14	326.91	22.304
Campione 3	11.85	310.25	256.69	21.876

Wn medio: 22.025 %

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 11446 del 02/04/2020 Pag 1/1

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

LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**

PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**

SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **CR3** PROFONDITA' : **26.70 m**

Data ricevimento camp: 18/3/20 Data esecuz. prova : 30/3/20 N° verb. accett.: 1/20

DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI

Normativa di riferimento: ASTM D 854-06

	P1 (gr)	P2 (gr)	P3 (gr)	P4 (gr)	T (°C)	γ_s KN/m ³
Campione 1	119.32	166.32	264.26	293.94	17	26.611
Campione 2	115.29	159.99	251.39	279.51	17	26.434

γ_s medio: 26.523 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

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 11447 del 02/04/2020 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Vamirgeoid s.r.l.**LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **CR3** PROFONDITA' : **26.70 m**

Data ricevimento camp: 18/3/20 Data esecuz. prova : 27/3/20 N° verb. accett.: 1/20

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 (gr)	Peso umido lordo (gr)	Peso secco lordo (gr)	n° colpi	WI (%)
Campione 1	2.80	19.69	13.22	15	62.092
Campione 2	2.69	21.32	14.41	27	58.959
Campione 3	2.65	21.04	14.63	38	53.506

WI = 58.805 %**LIMITE DI PLASTICITA'**

	Tara (gr)	Peso umido lordo (gr)	Peso secco lordo (gr)	Wp (%)
Campione 1	19.92	29.65	27.10	35.515
Campione 2	2.54	19.99	15.45	35.167

Wp medio = 35.341 %**Ic = 1.568****Ip = 23.464****LIMITE DI RITIRO**

tara capsula (gr)	Volume capsula (cm ³)	P.U.L. (gr)	P.S.N. (gr)	Volume camp. Secco (cm ³)	Wn	Ws (%)

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore

Certificato. n° 11448 del 02/04/2020 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **CR3** PROFONDITA' : **26.70 m**

Data ricevimento camp: 18/3/20 Data esecuz. prova : 27/3/20 N° verb. accett.: 1/20

ANALISI GRANULOMETRICANormativa 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** : 341.24 (gr)
P.S.N. passante 200 : 182.46 (gr)
% passante al 200 : 53.47**ANALISI PER STACCIATURA**

N° setaccio (serie ASTM)	peso trattenuto (gr)	diametro maglia (mm)	passante %
10	24.66	2	92.77
18	52.71	1	84.55
40	91.10	0.425	73.30
60	113.32	0.25	66.79
100	137.65	0.15	59.66
200	158.78	0.075	53.47

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

Tempo (minuti)	lettura al densimetro	diametro (mm)	passante %
0.5	1.028	0.0620	49.83
1	1.0273	0.0441	48.43
2	1.0265	0.0315	46.84
4	1.0252	0.0223	44.25
8	1.023	0.0161	39.86
16	1.021	0.0115	35.87
32	1.02	0.0082	33.88
60	1.018	0.0061	29.89
120	1.016	0.0044	25.90
240	1.014	0.0032	21.92
480	1.013	0.0023	19.92
1440	1.012	0.0013	17.93

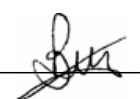
(1 gr = 9,8 mN)

NOTE:

Il Direttore del laboratorio



Lo Sperimentatore





Certificato. n° 11706 del 02/04/2020 Pag 2/2

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

LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**

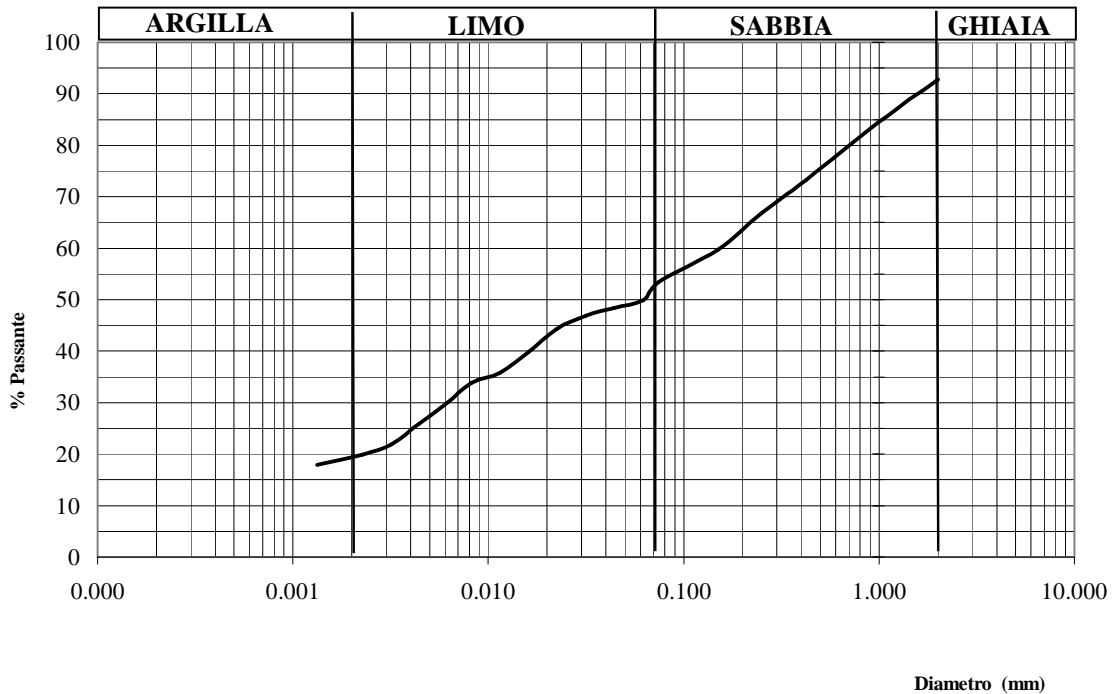
PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**

SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **CR3** PROFONDITA' : **26.70 m**

Data ricevimento camp: 18/3/20 Data esecuz. prova : 27/3/20 N° verb. accett.: 1/20

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:	7.23	%
Sabbia:	43.10	%
Limo:	30.34	%
Argilla:	19.34	%

Percentuale del passante al setaccio 200 (75 µ) = 53.47%

Classificazione ai sensi della norma AGI 1977: **sabbia argillosa con limo debolmente ghiaiosa**

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 11449 del 02/04/2020 Pag 1/2

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

LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**

PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**

SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **CR3** PROFONDITA' : **26.70 m**

Data commessa: 18/3/20 Data esecuz. prova : 19/2/20 N° verb. accett.: 1/20

PROVA DI COMPRESIONE NON CONFINATA (E.L.L.)

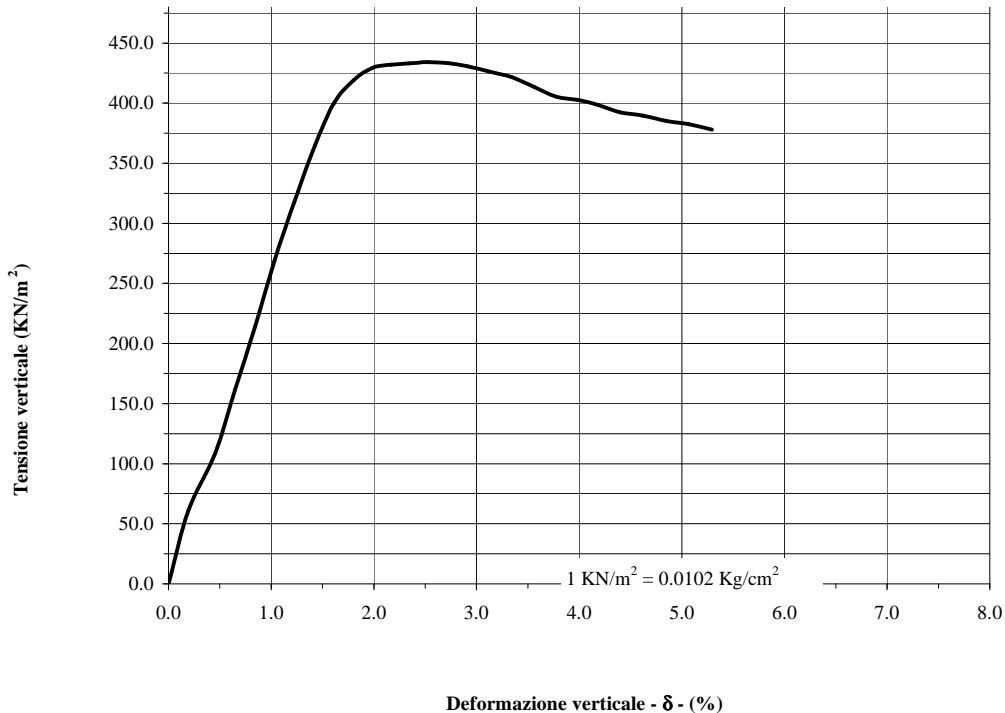
Normativa di riferimento: ASTM D-2166-00 e1:

UNI CEN ISO/TS 17892 -7:2005

Caratteristiche iniziali del provino

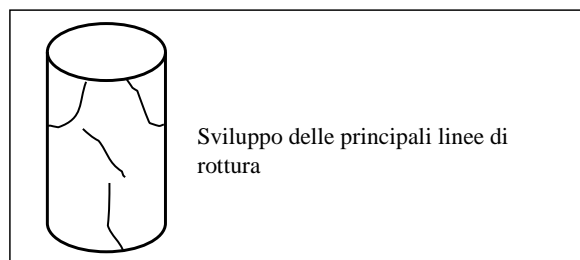
Indicazioni sulla prova eseguita

Volume (cm ³)	865.7	Velocità di avanzamento (mm/min)	2
Sezione (cm ²)	54.1	Deformaz. verticale a rottura δ (%)	2.53
Diametro (cm)	8.3	Tensione a rottura (KN/m ²)	434.17
Altezza (cm)	16.0		



Lo Sperimentatore

Il Direttore del laboratorio



NOTE:

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 9001:2008 - CQB Italia n°Q-1485-13

Certificato n° 11449 del 02/04/2020 Pag 2/2

COMMITTENTE : Vamirgeoid s.r.l.

LOCALITA' : Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)

PROGETTO : Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"

SONDAGGIO : S3 CAMPIONE : CR3

PROFONDITA' : 26.70 m

Data ricevimento camp: 18/3/20

Data esecuz. prova : 19/2/20

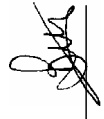
N° verb. accett.: 1/20

PROVA DI COMPRESSIONE NON CONFINATA (E.L.L.)

Normativa di riferimento: ASTM D-2166-00 e1:

UNI CEN ISO/TS 17892 -7:2005

Spostamento	Tensione verticale	Spostamento	Tens. Vertic.
0.00	0.00		
0.19	60.87		
0.46	108.55		
0.65	161.59		
0.84	214.42		
1.03	268.89		
1.23	317.65		
1.43	364.38		
1.61	400.05		
1.81	419.23		
1.99	429.32		
2.17	432.14		
2.34	433.20		
2.53	434.17		
2.72	433.31		
2.91	430.65		
3.13	426.10		
3.34	421.59		
3.56	413.51		
3.78	405.49		
3.99	402.82		
4.19	398.44		
4.40	392.25		
4.62	389.59		
4.85	385.13		
5.07	382.49		
5.29	378.08		



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

Lo spostamento è espresso in percentuale rispetto all'altezza iniziale del provino; la tensione verticale è espressa in KN/m²

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



geocima

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° 11450 del 02/04/2020 Pag 1/2

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

LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**

PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**

SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C5** PROFONDITA' : **29.00 m**

Data commessa: 18/3/20

Data apertura camp: 20/3/20

N° verb. accett.: 1/20

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 Sperimentatore



Certificato. n° 11450 del 02/04/2020 Pag 2/2

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

LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**

PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**

SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C5** PROFONDITA' : **29.00 m**

Data ricevimento camp: 18/3/20

Data esecuz. prova : 20/03/2020

N° verb. accett.: 1/20

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.	0 cm	>4.00		Limo sabbioso di colore marrone consistente, a plasticità variabile, con struttura omogenea a tratti scagliosa. Le scaglie si presentano di forma tabulare. Dall'analisi granulometrica effettuata il campione risulta costituito da limo argilloso con sabbia.
	T1		>4.00		
	T2		>4.00		
	T3		>4.00		
BASSO	ELL	35 cm	>4.00		

Ident.: Identificazione del campione
Gran.: Analisi granulometrica
T1: Prova di taglio diretto CD
E.L.L.: Prova di compressione ad espansione laterale libera

Lo Sperimentatore

Il Direttore del laboratorio



Certificato. n° 11451 del 02/04/2020 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C5** PROFONDITA' : **29.00 m**

Data ricevimento camp: 18/3/20 Data esecuz. prova : 5/3/20 N° verb. accett.: 1/20

DETERMINAZIONE DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

Normativa di riferimento: BS 1377-90

	Tara (gr)	Volume fustella (cm ³)	Peso umido lordo (gr)
Campione 1	91.78	67.88	217.05
Campione 2	91.78	67.88	222.41
Campione 3	91.78	67.88	224.04

	KN/m ³
γ₁	18.093
γ₂	18.867
γ₃	19.102

γ medio: 18.687 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 : 20/3/20

	Tara (gr)	Peso umido lordo (gr)	Peso secco lordo (gr)	Wn (%)
Campione 1	12.68	453.32	369.73	23.411
Campione 2	12.37	465.01	377.54	23.953
Campione 3	12.82	329.78	268.11	24.157

Wn medio: 23.840 %

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° 11452 del 02/04/2020 Pag 1/1

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

LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**

PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**

SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C5** PROFONDITA' : **29.00 m**

Data ricevimento camp: 18/3/20 Data esecuz. prova : 30/3/20 N° verb. accett.: 1/20

DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI

Normativa di riferimento: ASTM D 854-06

	P1 (gr)	P2 (gr)	P3 (gr)	P4 (gr)	T (°C)	γ_s KN/m ³
Campione 1	119.32	163.36	264.15	291.95	19	26.590
Campione 2	115.29	160.21	251.28	279.62	19	26.566

γ_s medio: 26.578 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

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 11453 del 02/04/2020 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Vamirgeoid s.r.l.**LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C5** PROFONDITA' : **29.00 m**

Data ricevimento camp: 18/3/20 Data esecuz. prova : 27/3/20 N° verb. accett.: 1/20

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 (gr)	Peso umido lordo (gr)	Peso secco lordo (gr)	n° colpi	WI (%)
Campione 1	2.63	23.96	16.13	14	58.000
Campione 2	2.61	28.67	19.16	26	57.462
Campione 3	2.47	18.26	12.70	38	54.350

WI = 56.756 %**LIMITE DI PLASTICITA'**

	Tara (gr)	Peso umido lordo (gr)	Peso secco lordo (gr)	Wp (%)
Campione 1	20.73	30.52	28.05	33.743
Campione 2	2.33	19.11	14.85	34.026

Wp medio = 33.884 %**Ic = 1.439****Ip = 22.872****LIMITE DI RITIRO**

tara capsula (gr)	Volume capsula (cm ³)	P.U.L. (gr)	P.S.N. (gr)	Volume camp. Secco (cm ³)	Wn	Ws (%)

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 11454 del 02/04/2020 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Vamirgeind s.r.l.**LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C5** PROFONDITA' : **29.00 m**

Data ricevimento camp: 18/3/20 Data esecuz. prova : 27/3/20 N° verb. accett.: 1/20

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 : 354.83 gr
P.S.N. passante 200 : 232.35 gr
% passante al 200 : 65.48

ANALISI PER STACCIATURA

N° setaccio (serie ASTM)	peso trattenuto (mmN)	diametro maglia (mm)	passante %
10	2.67	2	99.25
18	7.89	1	97.78
40	23.34	0.425	93.42
60	45.52	0.25	87.17
100	85.75	0.15	75.83
200	122.48	0.075	65.48

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

Tempo (minuti)	lettura al densimetro	diametro (mm)	passante %
0.5	1.0286	0.0610	62.94
1	1.0272	0.0441	59.50
2	1.026	0.0318	56.55
4	1.0246	0.0224	53.10
8	1.023	0.0161	49.17
16	1.0215	0.0114	45.48
32	1.0193	0.0083	40.07
60	1.0182	0.0061	37.36
120	1.016	0.0044	31.95
240	1.014	0.0032	27.03
480	1.013	0.0023	24.57
1440	1.012	0.0013	22.11

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore

Certificato. n° 11454 del 02/04/2020 Pag 2/2

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

LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**

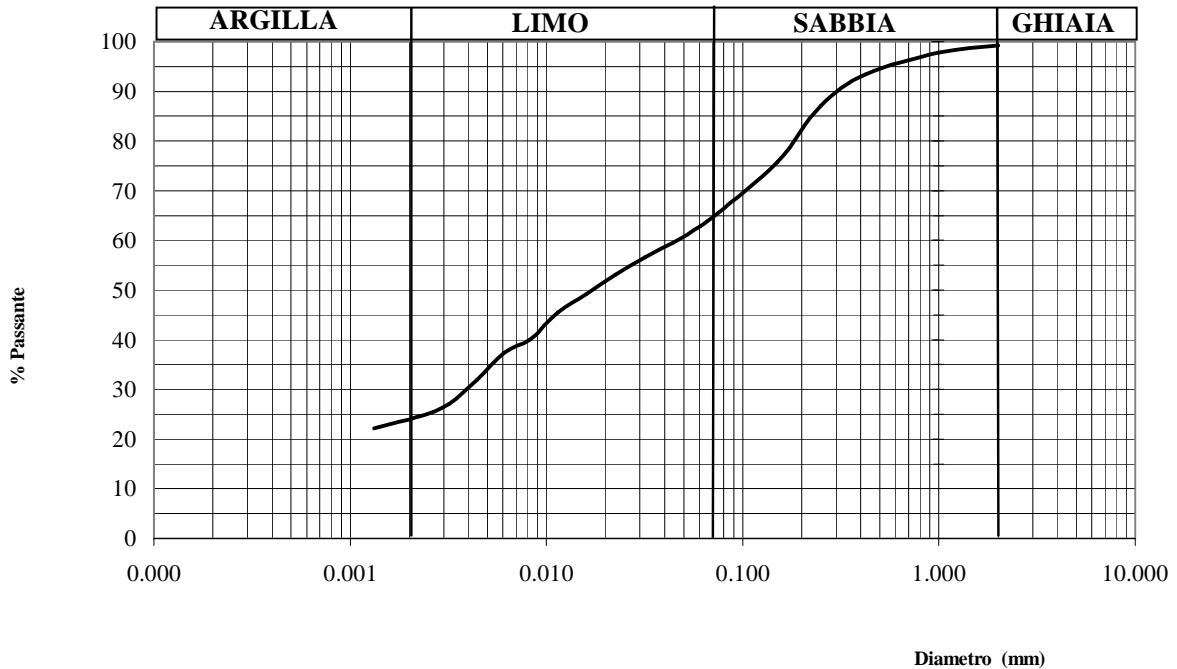
PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**

SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C5** PROFONDITA' : **29.00 m**

Data ricevimento camp: 18/3/20 Data esecuz. prova : 27/3/20 N° verb. accett.: 1/20

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: 0.75 %
Sabbia: 36.51 %
Limo: 38.88 %
Argilla: 23.85 %

Percentuale del passante al setaccio 200 (75 μ) = 65.48%

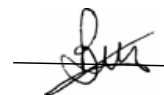
Classificazione ai sensi della norma AGI 1977: **limo argilloso con sabbia**

NOTE:

Il Direttore del laboratorio



Lo Sperimentatore





Certificato. n° 11455 del 02/04/2020 Pag 1/4

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

LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**

PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**

SONDAGGIO : **S3**

CAMPIONE : **C5**

PROFONDITA' : **29.00 m**

Data ricevimento camp: 18/3/20

Data esecuz. prova : 5/3/20

N° verb. accett.: 1/20

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)	1.310	1.900	2.270

PROVA DI TAGLIO - CD -

PROVINO	A	B	C
Velocità di deformazione (mm/min)	0.004	0.004	0.004

CARATTERISTICHE FISICHE

Provino	γ KN/m ³	γ_d KN/m ³	S (%)	ni (%)	ei	Wi (%)	Wf (%)
A	18.09	14.70	77.46	44.70	0.81	23.09	25.70
B	18.87	15.33	85.28	42.33	0.73	23.09	27.11
C	19.10	15.39	89.98	42.10	0.73	24.13	25.50

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 11455 del 02/04/2020 Pag 2/4

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

LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**

PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**

SONDAGGIO : **S3**

CAMPIONE : **C5**

PROFONDITA' : **29.00 m**

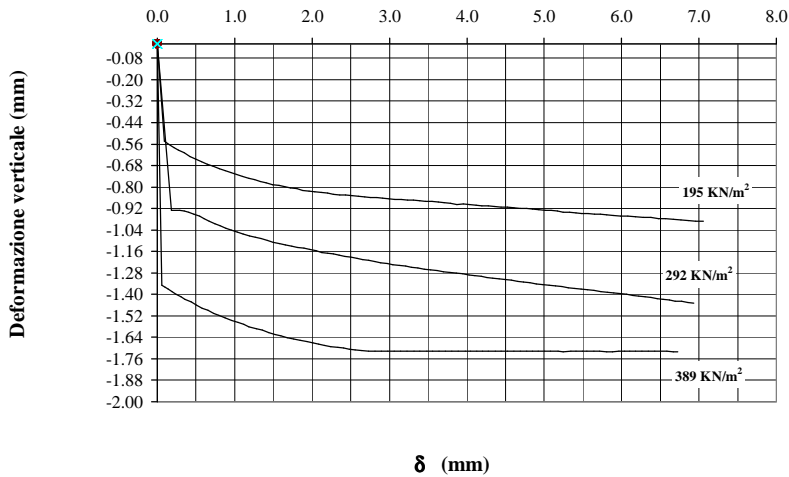
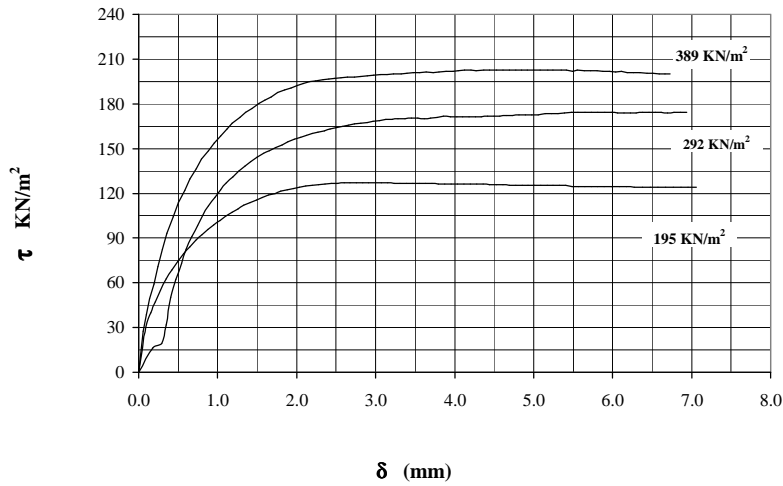
Data ricevimento camp: 18/3/20

Data esecuz. prova : 5/3/20

N° verb. accett.: 1/20

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° 11455 del 02/04/2020 Pag 3/4

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

LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**

PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**

SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C5** PROFONDITA' : **29.00 m**

Data ricevimento camp: 18/3/20 Data esecuz. prova : 5/3/20 N° verb. accett.: 1/20

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
-0.544	0.09	30.000	-0.932	0.18	16.111	-1.350	0.057	27.500
-0.562	0.151	40.000	-0.932	0.29	19.167	-1.361	0.101	38.611
-0.581	0.211	47.222	-0.933	0.35	31.944	-1.372	0.141	49.167
-0.595	0.275	55.000	-0.941	0.405	50.278	-1.385	0.193	59.167
-0.61	0.345	62.500	-0.952	0.47	62.222	-1.399	0.243	70.833
-0.629	0.418	68.611	-0.962	0.543	73.056	-1.415	0.303	82.222
-0.645	0.493	74.167	-0.978	0.602	82.500	-1.428	0.359	93.333
-0.658	0.571	79.444	-0.99	0.671	90.833	-1.443	0.438	104.167
-0.671	0.649	84.167	-1.004	0.742	98.333	-1.458	0.506	113.889
-0.685	0.723	88.611	-1.017	0.814	105.278	-1.476	0.580	121.944
-0.697	0.801	92.222	-1.029	0.887	111.667	-1.489	0.651	129.722
-0.708	0.876	95.833	-1.042	0.962	117.222	-1.505	0.730	136.667
-0.719	0.952	98.889	-1.051	1.037	122.500	-1.518	0.796	142.778
-0.729	1.027	101.944	-1.063	1.112	126.944	-1.531	0.880	148.611
-0.74	1.104	104.722	-1.072	1.189	131.111	-1.544	0.958	153.889
-0.751	1.181	107.222	-1.081	1.265	135.000	-1.556	1.039	158.611
-0.758	1.256	109.444	-1.089	1.342	138.333	-1.568	1.120	163.056
-0.768	1.333	111.944	-1.099	1.42	141.389	-1.580	1.182	166.944
-0.777	1.409	113.889	-1.109	1.498	144.167	-1.591	1.283	170.833
-0.786	1.491	115.556	-1.116	1.577	146.667	-1.601	1.354	174.167
-0.792	1.568	117.222	-1.124	1.657	148.611	-1.612	1.437	176.944
-0.798	1.645	118.889	-1.129	1.737	150.833	-1.623	1.522	180.278
-0.805	1.723	120.000	-1.136	1.814	152.500	-1.633	1.596	182.500
-0.81	1.801	121.389	-1.142	1.892	154.444	-1.641	1.679	184.722
-0.818	1.88	122.500	-1.148	1.97	156.111	-1.650	1.759	187.500
-0.822	1.959	123.333	-1.156	2.048	157.778	-1.658	1.844	189.167
-0.825	2.036	124.167	-1.165	2.125	158.889	-1.665	1.932	190.833
-0.831	2.116	125.000	-1.17	2.2	160.000	-1.672	2.014	192.222
-0.834	2.199	125.556	-1.175	2.273	161.111	-1.678	2.083	193.611
-0.84	2.276	125.833	-1.182	2.349	161.944	-1.686	2.162	195.000
-0.843	2.355	126.111	-1.188	2.424	163.056	-1.691	2.240	195.556
-0.846	2.436	126.667	-1.192	2.5	164.167	-1.697	2.334	196.111
-0.848	2.518	126.667	-1.199	2.578	165.000	-1.701	2.411	196.667
-0.852	2.598	126.944	-1.205	2.656	165.556	-1.705	2.481	196.944
-0.854	2.677	126.944	-1.21	2.734	166.389	-1.709	2.560	197.500
-0.857	2.758	126.944	-1.217	2.813	167.222	-1.713	2.639	197.778
-0.86	2.835	126.944	-1.223	2.891	167.500	-1.716	2.734	198.056
-0.864	2.913	126.944	-1.228	2.969	168.333	-1.718	2.810	198.333
-0.865	2.996	126.944	-1.234	3.048	168.611	-1.718	2.895	198.889
-0.868	3.073	126.944	-1.238	3.126	169.444	-1.718	2.976	199.167
-0.87	3.152	126.944	-1.242	3.206	169.722	-1.718	3.062	199.444
-0.873	3.231	126.667	-1.248	3.286	170.000	-1.717	3.142	199.722
-0.874	3.31	126.667	-1.252	3.368	170.000	-1.717	3.229	200.000
-0.878	3.392	126.667	-1.258	3.45	170.278	-1.717	3.320	200.000

[Handwritten signature]

Lo Sperimentatore

[Handwritten signature]

Il Direttore del laboratorio

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



Certificato. n° 11455 del 02/04/2020 Pag 4/4

COMMITTENTE : **Vamirgeoid s.r.l.**
 LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**
 PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**
 SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C5** PROFONDITA' : **29.00 m**
 Data ricevimento camp: 18/3/20 Data esecuz. prova : 5/3/20 N° verb. accett.: 1/20

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.
-0.88	3.47	126.667	-1.263	3.533	170.278	-1.717	3.395	200.556
-0.881	3.55	126.667	-1.268	3.615	170.000	-1.717	3.480	200.833
-0.885	3.631	126.667	-1.273	3.698	170.278	-1.717	3.560	201.111
-0.887	3.709	126.667	-1.277	3.78	170.833	-1.718	3.637	201.389
-0.89	3.793	126.389	-1.282	3.861	171.667	-1.717	3.726	201.111
-0.897	3.872	126.389	-1.286	3.944	171.389	-1.717	3.805	201.389
-0.896	3.954	126.389	-1.292	4.025	171.111	-1.717	3.890	201.944
-0.899	4.036	126.389	-1.296	4.105	171.389	-1.717	3.981	201.944
-0.901	4.116	126.111	-1.299	4.185	171.389	-1.718	4.046	202.222
-0.904	4.197	126.111	-1.305	4.262	171.111	-1.717	4.128	202.500
-0.906	4.281	126.111	-1.31	4.339	171.389	-1.717	4.203	202.500
-0.91	4.363	126.111	-1.313	4.417	171.944	-1.718	4.274	202.222
-0.911	4.445	125.833	-1.318	4.496	171.944	-1.719	4.369	202.500
-0.914	4.527	125.833	-1.321	4.574	171.944	-1.718	4.440	202.500
-0.916	4.609	125.833	-1.326	4.654	172.222	-1.718	4.529	202.500
-0.919	4.69	125.556	-1.33	4.734	172.222	-1.719	4.612	202.500
-0.92	4.771	125.556	-1.336	4.816	172.500	-1.719	4.689	202.500
-0.923	4.852	125.556	-1.34	4.897	172.500	-1.719	4.772	202.778
-0.927	4.931	125.556	-1.344	4.979	172.500	-1.719	4.846	202.500
-0.929	5.01	125.278	-1.349	5.061	172.778	-1.719	4.922	202.500
-0.932	5.089	125.278	-1.353	5.143	173.333	-1.719	5.002	202.500
-0.935	5.169	125.278	-1.356	5.225	173.333	-1.718	5.081	202.500
-0.94	5.248	125.278	-1.362	5.309	173.611	-1.719	5.177	202.500
-0.942	5.326	125.278	-1.366	5.392	173.889	-1.720	5.242	202.778
-0.943	5.407	125.278	-1.37	5.476	174.167	-1.719	5.348	202.778
-0.947	5.489	124.722	-1.374	5.562	174.444	-1.718	5.413	202.500
-0.949	5.568	124.722	-1.379	5.646	174.167	-1.718	5.495	201.944
-0.952	5.651	124.722	-1.383	5.73	174.167	-1.719	5.555	202.500
-0.953	5.729	124.722	-1.388	5.814	174.444	-1.719	5.644	202.222
-0.955	5.809	124.722	-1.393	5.897	174.167	-1.719	5.719	202.222
-0.959	5.893	124.444	-1.396	5.979	174.167	-1.720	5.804	202.222
-0.962	5.989	124.444	-1.4	6.062	173.889	-1.720	5.879	201.944
-0.964	6.084	124.444	-1.405	6.144	173.889	-1.719	5.961	201.667
-0.967	6.18	124.444	-1.409	6.224	173.889	-1.719	6.041	201.389
-0.971	6.276	124.167	-1.413	6.3	173.889	-1.719	6.108	201.667
-0.971	6.377	124.167	-1.418	6.378	174.167	-1.719	6.181	201.111
-0.975	6.475	124.167	-1.423	6.458	174.167	-1.719	6.262	201.111
-0.978	6.572	124.167	-1.427	6.539	174.444	-1.719	6.349	201.111
-0.979	6.668	124.167	-1.431	6.618	174.167	-1.719	6.432	200.556
-0.983	6.766	123.889	-1.437	6.696	173.889	-1.719	6.506	200.556
-0.989	6.864	123.889	-1.439	6.777	174.167	-1.719	6.586	200.278
-0.992	6.957	123.889	-1.444	6.856	174.167	-1.720	6.666	200.278
-0.992	7.059	123.889	-1.448	6.936	174.444			

[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° 11546 del 02/04/2020 Pag 1/2

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

LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**

PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**

SONDAGGIO : **S3** CAMPIONE : **C5** PROFONDITA' : **29.00 m**

Data commessa: 18/3/20 Data esecuz. prova: 5/3/20 N° verb. accett.: 1/20

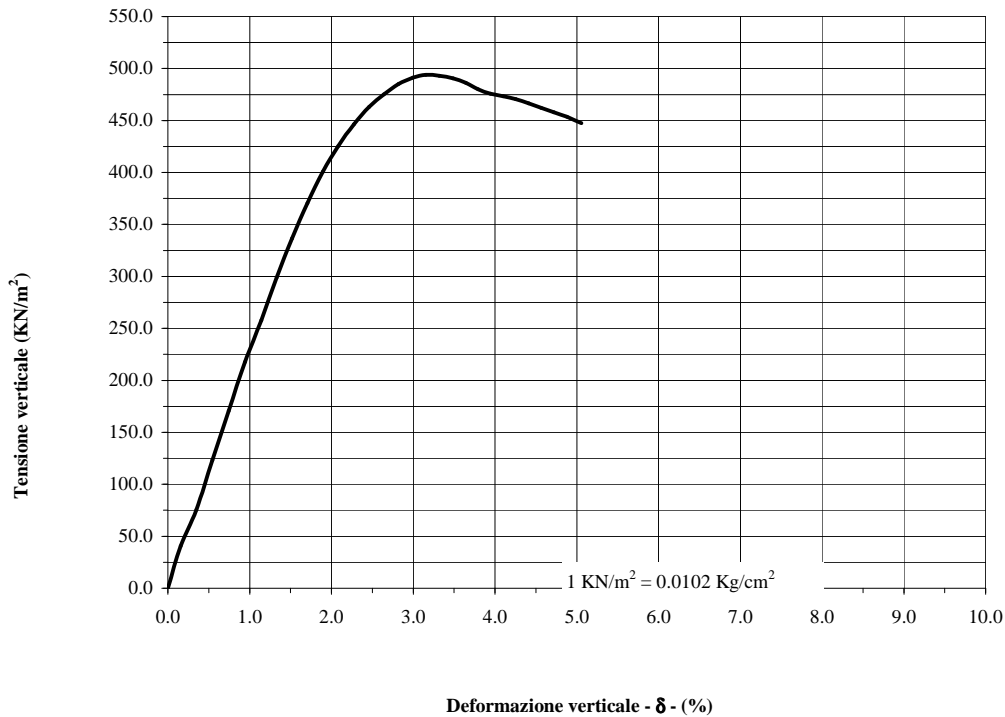
PROVA DI COMPRESSIONE NON CONFINATA (E.L.L.)

Normativa di riferimento: ASTM D-2166-00 e1:
 UNI CEN ISO/TS 17892 -7:2005

Caratteristiche iniziali del provino

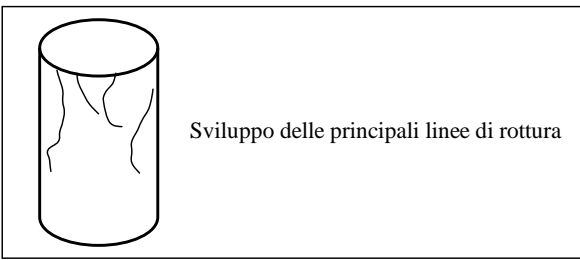
Indicazioni sulla prova eseguita

Volume (cm ³)	865.7	Velocità di avanzamento (mm/min)	2
Sezione (cm ²)	54.1	Deformaz. verticale a rottura δ (%)	3.16
Diametro (cm)	8.3	Tensione a rottura (KN/m ²)	494.01
Altezza (cm)	16.0		




 Lo Sperimentatore

 Il Direttore del laboratorio



NOTE:

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° 11457 del 02/04/2020 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Vamirgeoid s.r.l.**
LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**
PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**
SONDAGGIO : **S6** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **5.47 m**

Data ricevimento camp: 18/3/20

Data apertura camp: 10/2/20

N° verb. accett.: 1/20

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 type="checkbox"/> Inox	<input type="checkbox"/> PVC	<input type="checkbox"/> Ferro
	<input checked="" 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 Sperimentatore



Certificato. n° 11457 del 02/04/2020 Pag 2/2

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

LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**

PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**

SONDAGGIO : **S6**

CAMPIONE : **C1**

PROFONDITA' : **5.47 m**

Data commessa: 18/3/20

Data esecuz. prova : 10/02/2020

N° verb. accett.: 1/20

IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

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

		Pocket Penetrometer Test		Vane Test	
ALTO		Kg/cm ²	Kg/cm ²	DESCRIZIONE Limo sabbioso di colore marrone rossastro consistente e non plastico, a struttura scagliosa. Dall'analisi granulometrica effettuata il campione risulta costituito da ghiaia limosa con sabbia debolmente argillosa (la frazione grossolana è costituita da elementi lapidei poco tenaci di colore rossastro che non si sono disgregati dopo ripetuti lavaggi). Ident.: Identificazione del campione Gran.: Analisi granulometrica T1: Prova di taglio diretto CD E.L.L.: Prova di compressione ad espansione laterale libera	
BASSO					

Lo Sperimentatore

Il Direttore del laboratorio



Certificato. n° 11458 del 02/04/2020 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**SONDAGGIO : **S6** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **5.47 m**

Data ricevimento camp: 18/3/20 Data esecuz. prova : 24/3/20 N° verb. accett.: 1/20

DETERMINAZIONE DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

Normativa di riferimento: BS 1377-90

	Tara (gr)	Volume fustella (cm ³)	Peso umido lordo (gr)
Campione 1	81.59	57.67	196.73
Campione 2	81.59	57.67	192.05
Campione 3	81.59	57.67	192.05

	KN/m ³
γ_1	19.574
γ_2	18.778
γ_3	18.778

 γ medio: 19.043 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 : 25/2/20

	Tara (gr)	Peso umido lordo (gr)	Peso secco lordo (gr)	Wn (%)
Campione 1	11.95	444.38	330.47	35.762
Campione 2	12.04	406.83	300.25	36.980
Campione 3	7.25	369.65	275.32	35.189

Wn medio: 35.977 %

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 11459 del 02/04/2020 Pag 1/1

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

LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**

PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**

SONDAGGIO : **S6** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **5.47 m**

Data ricevimento camp: 18/3/20 Data esecuz. prova : 1/4/20 N° verb. accett.: 1/20

DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI

Normativa di riferimento: ASTM D 854-06

	P1 (gr)	P2 (gr)	P3 (gr)	P4 (gr)	T (°C)	γ_s KN/m ³
Campione 1	119.32	163.45	264.15	291.91	19	26.433
Campione 2	115.29	165.65	251.28	282.97	19	26.449

γ_s medio: 26.441 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

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 11460 del 02/04/2020 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Vamirgeoid s.r.l.**LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**SONDAGGIO : **S6** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **5.47 m**

Data ricevimento camp: 18/3/20 Data esecuz. prova : 27/3/20 N° verb. accett.: 1/20

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 (gr)	Peso umido lordo (gr)	Peso secco lordo (gr)	n° colpi	WI (%)
Campione 1	12.49	25.06	20.60	13	54.994
Campione 2	12.46	26.80	21.89	26	52.068
Campione 3	12.81	27.03	22.34	39	49.213

WI = **52.314 %****LIMITE DI PLASTICITA'**

	Tara (gr)	Peso umido lordo (gr)	Peso secco lordo (gr)	Wp (%)
Campione 1	19.89	28.91	26.83	29.971
Campione 2	2.74	22.21	17.75	29.714

Wp medio = **29.842 %**Ic = **0.727**Ip = **22.472****LIMITE DI RITIRO**

tara capsula (gr)	Volume capsula (cm ³)	P.U.L. (gr)	P.S.N. (gr)	Volume camp. Secco (cm ³)	Wn	Ws (%)

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 11461 del 02/04/2020 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**SONDAGGIO : **S6** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **5.47 m**

Data ricevimento camp: 18/3/20 Data esecuz. prova : 27/3/20 N° verb. accett.: 1/20

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 : **324.49** (gr)
P.S.N. passante 200 : **95.05** (gr)
% passante al 200 : **29.29**

ANALISI PER STACCIATURA

N° setaccio (serie ASTM)	peso trattenuto (gr)	diametro maglia (mm)	passante %
1/2	36.16	12.5	88.86
3/8	56.31	9.5	82.65
4	98.18	4.75	69.74
10	148.90	2	54.11
18	177.51	1	45.30
40	201.66	0.425	37.85
60	211.01	0.25	34.97
100	219.40	0.15	32.39
200	229.44	0.075	29.29

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

Tempo (minuti)	lettura al densimetro	diametro (mm)	passante %
0.5	1.0285	0.0615	27.88
1	1.0262	0.0446	25.36
2	1.025	0.0321	24.05
4	1.024	0.0227	22.96
8	1.022	0.0162	20.77
16	1.02	0.0116	18.58
32	1.0166	0.0085	14.86
60	1.014	0.0064	12.02
120	1.013	0.0046	10.93
240	1.011	0.0033	8.74
480	1.01	0.0023	7.65
1440	1.009	0.0014	6.55

(1 gr = 9,8 mN)

NOTE:

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 11461 del 02/04/2020 Pag 2/2

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

LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**

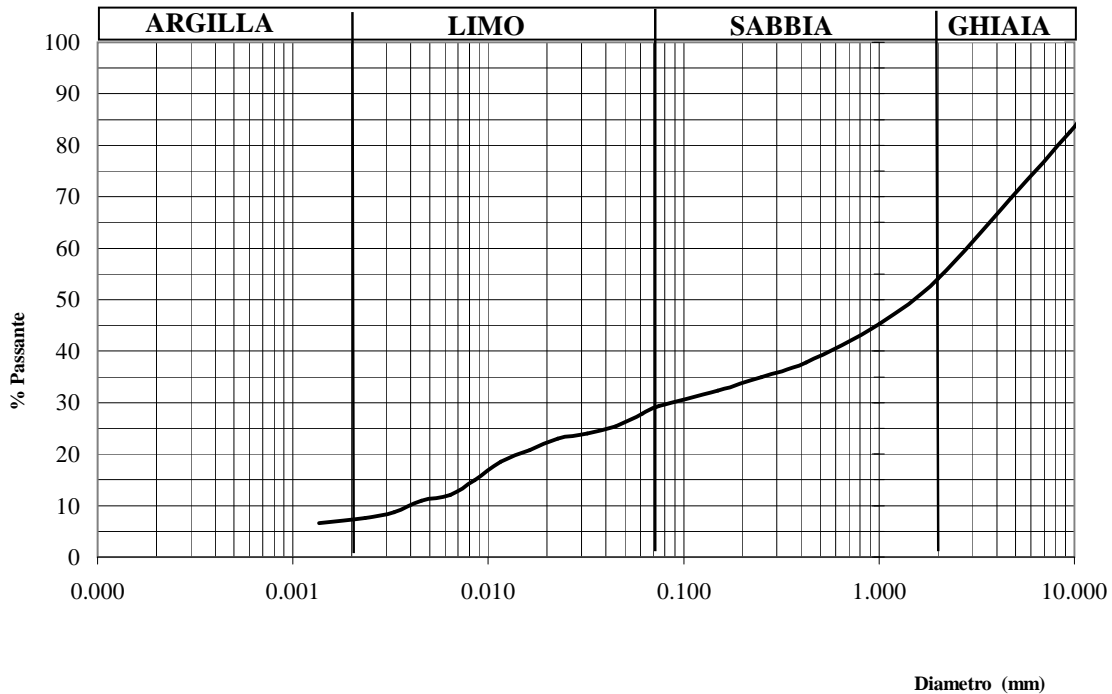
PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**

SONDAGGIO : **S6** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **5.47 m**

Data ricevimento camp: 18/3/20 Data esecuz. prova : 27/3/20 N° verb. accett.: 1/20

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: 45.89 %
Sabbia: 26.46 %
Limo: 20.39 %
Argilla: 7.26 %

Percentuale del passante al setaccio 200 (75 μ) = 29.29%

Classificazione ai sensi della norma AGI 1977: **ghiaia limosa con sabbia debolmente argillosa**

NOTE:

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 11462 del 02/04/2020 Pag 1/4

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

LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**

PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**

SONDAGGIO : **S6**

CAMPIONE : **C1**

PROFONDITA' : **5.47 m**

Data ricevimento camp: 18/3/20

Data esecuz. prova : 24/3/20

N° verb. accett.: 1/20

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)	1.000	2.120	2.550

PROVA DI TAGLIO - CD -

PROVINO	A	B	C
Velocità di deformazione (mm/min)	0.005	0.005	0.005

CARATTERISTICHE FISICHE

Provino	γ KN/m ³	γ_d KN/m ³	S (%)	ni (%)	ei	Wi (%)	Wf (%)
A	19.57	14.48	100.00	45.24	0.83	35.19	39.80
B	18.78	13.98	100.00	47.12	0.89	34.31	38.69
C	18.78	13.84	100.00	47.64	0.91	35.63	39.04

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 11462 del 02/04/2020 Pag 2/4

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

LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**

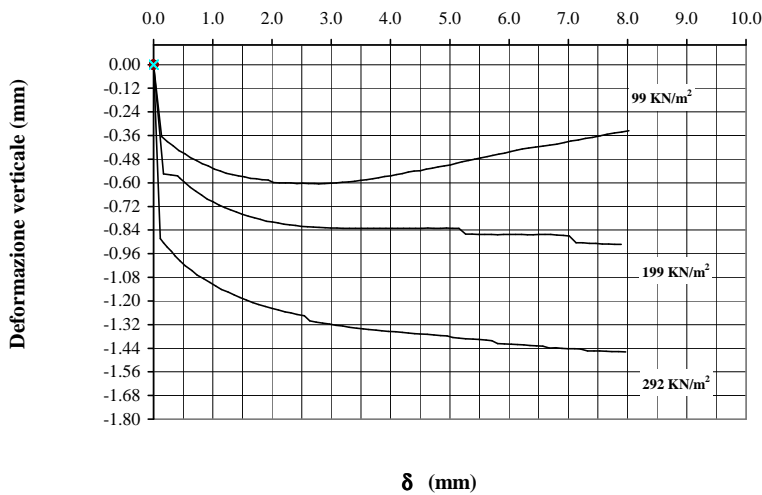
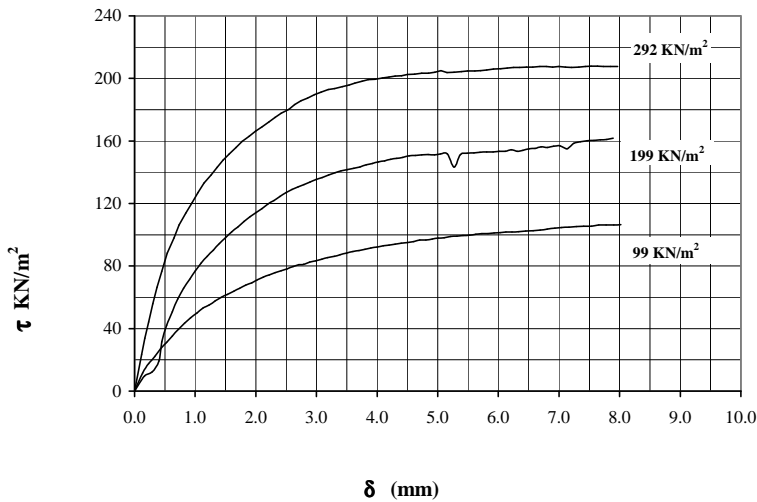
PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**

SONDAGGIO : **S6** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **5.47 m**

Data ricevimento camp: 18/3/20 Data esecuz. prova : 24/3/20 N° verb. accett.: 1/20

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° 11462 del 02/04/2020 Pag 3/4

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**
 LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**
 PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**
 SONDAGGIO : **S6** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **5.47 m**
 Data ricevimento camp: 18/3/20 Data esecuz. prova : 24/3/20 N° verb. accett.: 1/20

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
-0.365	0.133	11.550	-0.555	0.166	9.625	-0.884	0.116	23.420
-0.391	0.234	17.645	-0.560	0.290	12.191	-0.905	0.168	33.686
-0.412	0.332	22.137	-0.565	0.403	19.249	-0.928	0.234	44.273
-0.436	0.429	26.949	-0.577	0.451	31.440	-0.949	0.300	55.823
-0.452	0.527	31.120	-0.599	0.529	42.028	-0.973	0.367	66.410
-0.472	0.622	35.290	-0.624	0.621	50.690	-0.997	0.448	76.676
-0.486	0.723	39.461	-0.643	0.713	59.031	-1.022	0.536	88.226
-0.503	0.823	43.311	-0.662	0.809	65.768	-1.046	0.650	97.850
-0.515	0.923	46.840	-0.683	0.906	71.543	-1.068	0.735	106.192
-0.530	1.027	50.048	-0.697	1.003	76.997	-1.087	0.845	113.892
-0.540	1.127	52.936	-0.713	1.100	81.809	-1.106	0.951	120.629
-0.551	1.229	55.181	-0.726	1.198	86.301	-1.124	1.046	127.045
-0.559	1.330	57.748	-0.737	1.298	90.151	-1.141	1.148	133.141
-0.564	1.431	59.994	-0.749	1.399	94.321	-1.155	1.260	138.274
-0.570	1.532	61.919	-0.760	1.499	98.171	-1.170	1.362	143.086
-0.577	1.637	63.843	-0.770	1.601	101.700	-1.183	1.458	147.578
-0.580	1.734	65.768	-0.778	1.702	104.909	-1.196	1.565	151.748
-0.584	1.832	67.693	-0.786	1.804	108.438	-1.208	1.676	155.919
-0.586	1.932	69.297	-0.795	1.905	111.646	-1.218	1.772	159.769
-0.599	2.026	71.222	-0.798	2.005	114.212	-1.228	1.888	162.977
-0.600	2.125	72.826	-0.803	2.103	116.779	-1.238	1.997	166.185
-0.600	2.224	74.431	-0.810	2.199	119.666	-1.246	2.107	169.073
-0.601	2.319	75.714	-0.814	2.298	121.912	-1.255	2.220	172.281
-0.603	2.418	76.997	-0.817	2.397	124.479	-1.261	2.318	175.168
-0.602	2.516	78.280	-0.822	2.497	127.045	-1.269	2.420	177.735
-0.603	2.613	79.564	-0.823	2.596	128.970	-1.275	2.544	180.302
-0.603	2.711	80.847	-0.825	2.696	130.574	-1.301	2.638	183.189
-0.606	2.789	81.168	-0.827	2.795	132.178	-1.307	2.746	185.756
-0.604	2.889	82.451	-0.828	2.894	133.782	-1.312	2.852	187.360
-0.602	2.987	83.414	-0.830	2.994	135.387	-1.318	2.969	189.605
-0.600	3.087	84.376	-0.829	3.096	136.670	-1.323	3.080	191.209
-0.597	3.186	85.338	-0.831	3.199	138.274	-1.327	3.192	192.814
-0.595	3.292	86.301	-0.832	3.304	139.557	-1.333	3.301	193.455
-0.592	3.392	87.263	-0.832	3.407	140.841	-1.338	3.428	194.739
-0.588	3.496	88.226	-0.831	3.513	141.803	-1.342	3.536	195.701
-0.584	3.599	89.188	-0.832	3.616	142.445	-1.345	3.633	196.984
-0.579	3.700	89.830	-0.831	3.719	143.407	-1.348	3.753	198.268
-0.574	3.799	90.792	-0.832	3.821	144.690	-1.351	3.854	199.230
-0.568	3.899	91.434	-0.832	3.924	145.653	-1.354	3.966	199.551
-0.564	4.002	92.076	-0.832	4.025	146.615	-1.357	4.088	200.192
-0.559	4.100	93.038	-0.832	4.122	147.257	-1.360	4.197	200.834
-0.554	4.198	93.359	-0.831	4.222	148.219	-1.363	4.298	201.476
-0.546	4.300	94.001	-0.832	4.323	148.861	-1.366	4.406	201.797
-0.541	4.399	94.642	-0.831	4.425	149.503	-1.368	4.498	202.438

[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° 11463 del 02/04/2020 Pag 1/2

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

LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**

PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**

SONDAGGIO : **S6** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **5.47 m**

Data commessa: 18/3/20 Data esecuz. prova : 19/2/20 N° verb. accett.: 1/20

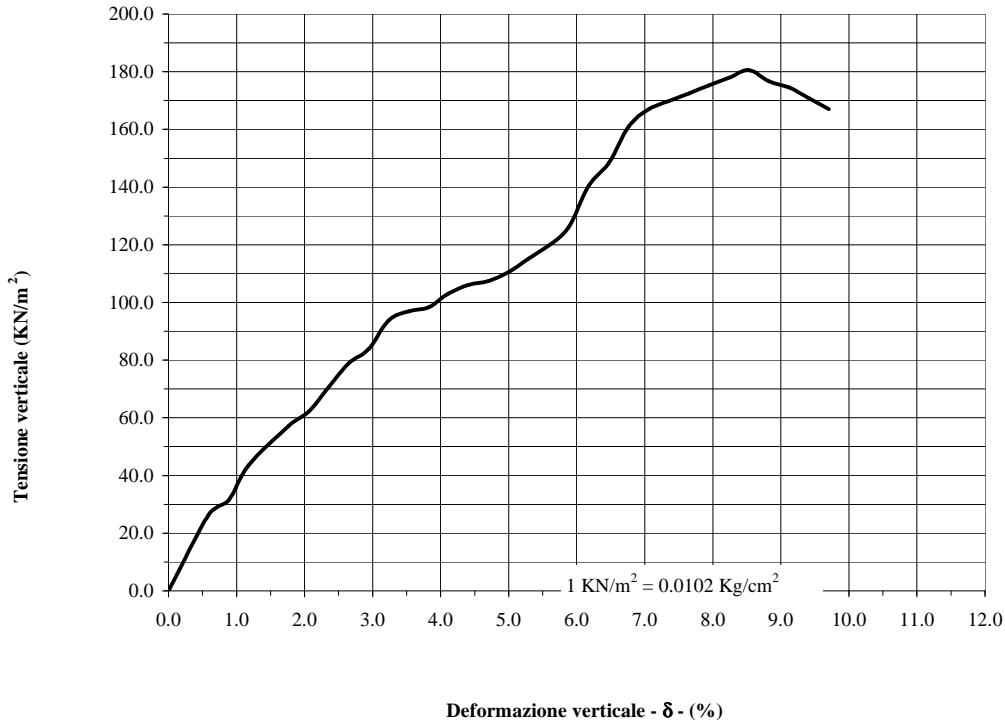
PROVA DI COMPRESSIONE NON CONFINATA (E.L.L.)

Normativa di riferimento: ASTM D-2166-00 e1:
UNI CEN ISO/TS 17892 -7:2005

Caratteristiche iniziali del provino

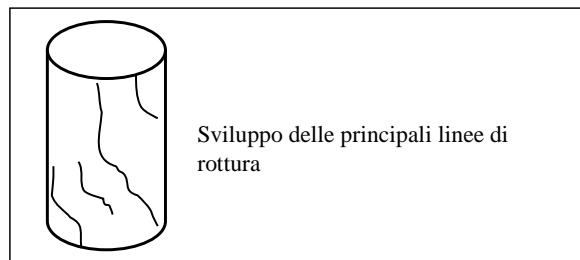
Indicazioni sulla prova eseguita

Volume (cm ³)	964.7	Velocità di avanzamento (mm/min)	2
Sezione (cm ²)	56.7	Deformaz. verticale a rottura δ (%)	8.53
Diametro (cm)	8.5	Tensione a rottura (KN/m ²)	180.54
Altezza (cm)	17.0		



Lo Sperimentatore

Il Direttore del laboratorio



NOTE:

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



geocima

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° 11464 del 02/04/2020 Pag 1/2

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

LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**

PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**

SONDAGGIO : **S6** CAMPIONE : **CR3** PROFONDITA' : **20.00 m**

Data ricevimento camp: 18/3/20

Data apertura camp: 19/3/20

N° verb. accett.: 1/20

DATI DICHIARATI

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

VERIFICA CAMPIONI

Contenitore del campione	<input type="checkbox"/> Inox	<input type="checkbox"/> PVC	<input type="checkbox"/> Ferro
	<input checked="" 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 type="checkbox"/> Indisturbato	<input checked="" 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 Sperimentatore



Certificato. n° 11464 del 02/04/2020 Pag 2/2

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

LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**

PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**

SONDAGGIO : **S6** CAMPIONE : **CR3** PROFONDITA' : **20.00 m**

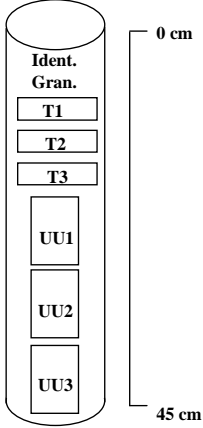
Data commessa: 18/3/20


Data esecuz. prova : 19/03/2020


N° verb. accett.: 1/20

IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

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

		DESCRIZIONE	
		Pocket Penetrometer Test	Vane Test
		Kg/cm²	Kg/cm²
ALTO			
BASSO			
			Argilla sabbiosa di colore rossastro consistente e plastica, con bande di natura limo sabbiosa di colore grigiastro. Dall'analisi granubmetrica effettuata il campione risulta costituito da argilla con limo e con sabbia.
			Ident.: Identificazione del campione Gran.: Analisi granulometrica T1: Prova di taglio diretto CD UU1: Prova di compressione triassiale


Lo Sperimentatore


Il Direttore del laboratorio



Certificato. n° 11465 del 02/04/2020 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**SONDAGGIO : **S6** CAMPIONE : **CR3** PROFONDITA' : **20.00 m**

Data ricevimento camp: 18/3/20 Data esecuz. prova : 20/3/20 N° verb. accett.: 1/20

DETERMINAZIONE DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

Normativa di riferimento: BS 1377-90

	Tara (gr)	Volume fustella (cm ³)	Peso umido lordo (gr)
Campione 1	81.59	57.67	189.32
Campione 2	81.59	57.67	189.18
Campione 3	81.59	57.67	186.39

	KN/m ³
γ_1	18.314
γ_2	18.290
γ_3	17.816

 γ medio: **18.140 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 : 19/3/20

	Tara (gr)	Peso umido lordo (gr)	Peso secco lordo (gr)	Wn (%)
Campione 1	11.79	433.52	321.50	36.169
Campione 2	12.15	457.40	333.92	38.375
Campione 3	12.37	285.47	210.01	38.181

Wn medio: **37.575** %

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 11466 del 02/04/2020 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**SONDAGGIO : **S6** CAMPIONE : **CR3** PROFONDITA' : **20.00 m**

Data ricevimento camp: 18/3/20 Data esecuz. prova : 30/3/20 N° verb. accett.: 1/20

DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI

Normativa di riferimento: ASTM D 854-06

	P1 (gr)	P2 (gr)	P3 (gr)	P4 (gr)	T (°C)	γ_s KN/m ³
Campione 1	119.32	162.39	264.26	291.56	17	26.784
Campione 2	115.29	161.44	251.39	280.54	17	26.618

 γ_s medio: 26.701 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

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 11467 del 02/04/2020 Pag 1/1

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

LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**

PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**

SONDAGGIO : **S6** CAMPIONE : **CR3** PROFONDITA' : **20.00 m**

Data ricevimento camp: 18/3/20 Data esecuz. prova : 27/3/20 N° verb. accett.: 1/20

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 (gr)	Peso umido lordo (gr)	Peso secco lordo (gr)	n° colpi	WI (%)
Campione 1	12.80	30.02	23.85	16	55.837
Campione 2	12.83	25.03	21.19	25	45.933
Campione 3	12.71	25.13	21.82	38	36.334

WI = 47.203 %

LIMITE DI PLASTICITA'

	Tara (gr)	Peso umido lordo (gr)	Peso secco lordo (gr)	Wp (%)
Campione 1	21.06	29.71	27.53	33.694
Campione 2	2.58	17.98	14.11	33.565

Wp medio = 33.629 %

Ic = 0.709

Ip = 13.573

LIMITE DI RITIRO

tara capsula (gr)	Volume capsula (cm ³)	P.U.L. (gr)	P.S.N. (gr)	Volume camp. Secco (cm ³)	Wn	Ws (%)

NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 11468 del 02/04/2020 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Vamirgeoind s.r.l.**LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**SONDAGGIO : **S6** CAMPIONE : **CR3** PROFONDITA' : **20.00 m**

Data ricevimento camp: 18/3/20 Data esecuz. prova : 27/3/20 N° verb. accett.: 1/20

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 : **285.18** (gr)
P.S.N. passante 200 : **209.61** (gr)
% passante al 200 : **73.50**

ANALISI PER STACCIATURA

N° setaccio (serie ASTM)	peso trattenuto (gr)	diametro maglia (mm)	passante %
10	7.70	2	97.30
18	12.16	1	95.74
40	22.95	0.425	91.95
60	35.98	0.25	87.38
100	54.65	0.15	80.84
200	75.57	0.075	73.50

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE

Tempo (minuti)	lettura al densimetro	diametro (mm)	passante %
0.5	1.0287	0.0610	70.65
1	1.0275	0.0441	67.35
2	1.026	0.0318	63.22
4	1.025	0.0224	60.47
8	1.0243	0.0157	58.55
16	1.0236	0.0111	56.62
32	1.022	0.0080	52.22
60	1.021	0.0059	49.47
120	1.0195	0.0043	45.35
240	1.018	0.0031	41.23
480	1.017	0.0022	38.48
1440	1.015	0.0013	32.98

(1 gr = 9,8 mN)

NOTE:

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 11706 del 02/04/2020 Pag 2/2

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

LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**

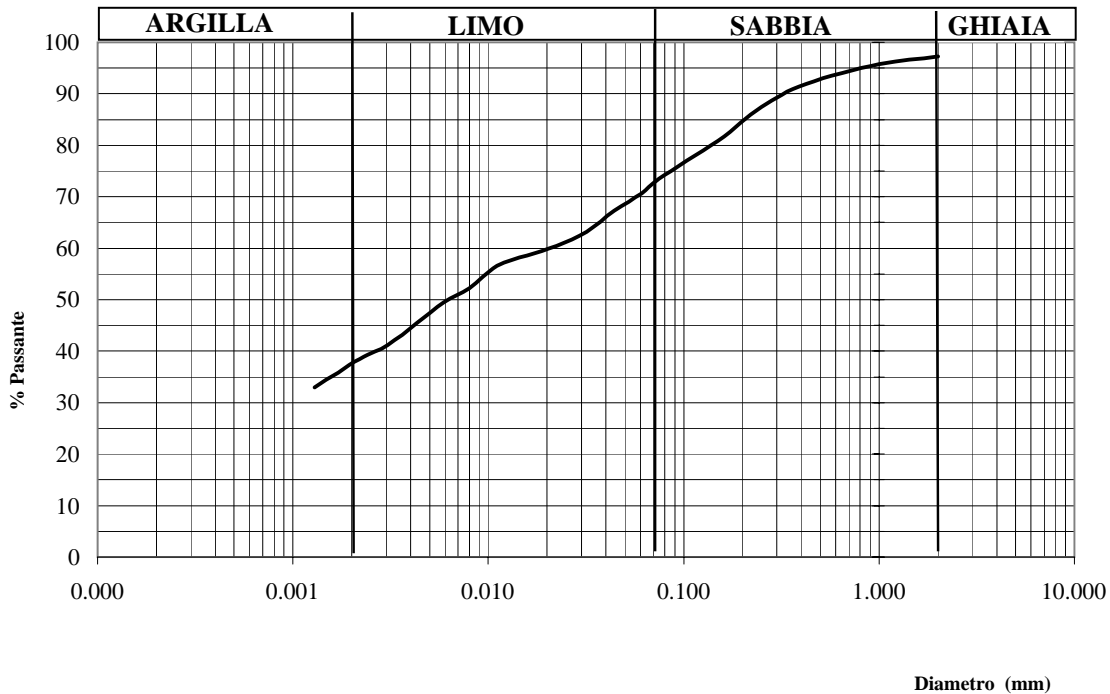
PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**

SONDAGGIO : **S6** CAMPIONE : **CR3** PROFONDITA' : **20.00 m**

Data ricevimento camp: 18/3/20 Data esecuz. prova : 27/3/20 N° verb. accett.: 1/20

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:	2.70	%
Sabbia:	26.85	%
Limo:	33.14	%
Argilla:	37.31	%

Percentuale del passante al setaccio 200 (75 μ) = 73.50%

Classificazione ai sensi della norma AGI 1977 **argilla con limo e con sabbia**

NOTE:

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 11469 del 02/04/2020 Pag 1/5

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

LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**

PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**

SONDAGGIO : **S6** CAMPIONE : **CR3** PROFONDITA' : **20.00 m**

Data ricevimento camp: 18/3/20 Data esecuz. prova : 20/3/20 N° verb. accett.: 1/20

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)	0.960	1.630	1.970

PROVA DI TAGLIO - CD -

PROVINO	A	B	C
Velocità di deformazione (mm/min)	0.004	0.004	0.004

CARATTERISTICHE FISICHE

Provino	γ KN/m ³	γ_d KN/m ³	S (%)	ni (%)	ei	Wi (%)	Wf (%)
A	18.31	13.56	98.51	49.21	0.97	35.05	39.59
B	18.29	13.52	98.61	49.38	0.98	35.31	36.82
C	17.82	13.14	93.94	50.80	1.03	35.61	36.42

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore



Certificato. n° 11469 del 02/04/2020 Pag 2/5

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

LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**

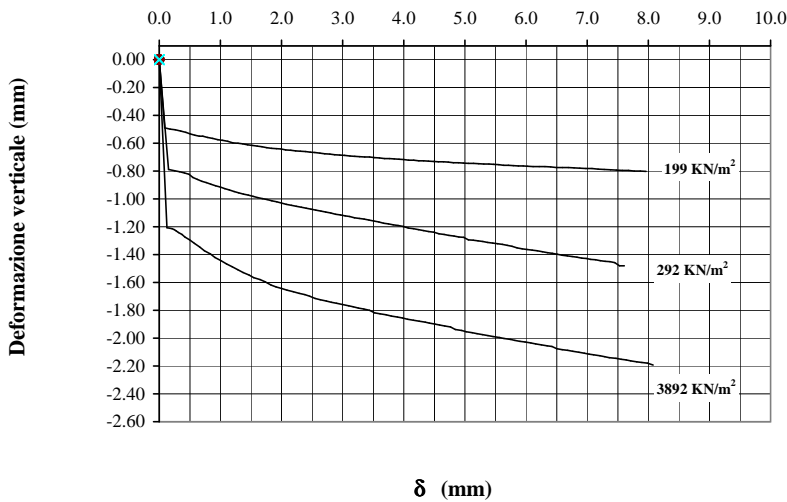
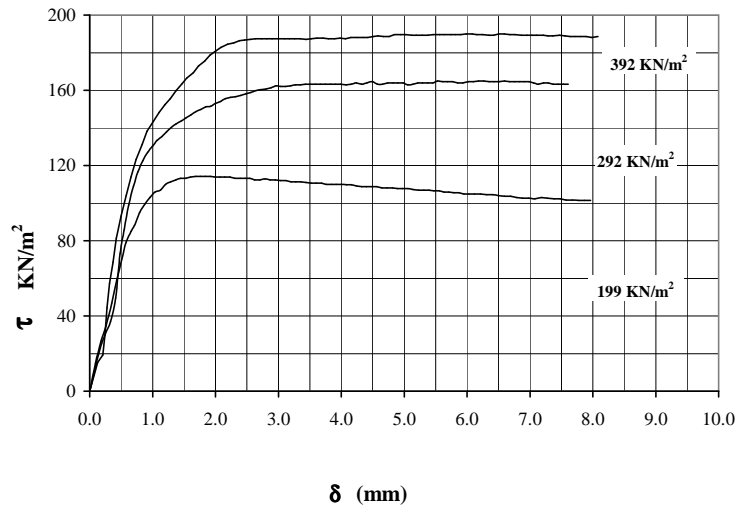
PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**

SONDAGGIO : **S6** CAMPIONE : **CR3** PROFONDITA' : **20.00 m**

Data ricevimento camp: 18/3/20 Data esecuz. prova : 20/3/20 N° verb. accett.: 1/20

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° 11469 del 02/04/2020 Pag 3/5

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

LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**

PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**

SONDAGGIO : **S6** CAMPIONE : **CR3** PROFONDITA' : **20.00 m**

Data ricevimento camp: 18/3/20 Data esecuz. prova : 20/3/20 N° verb. accett.: 1/20

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
-0.488	0.090	14.758	-0.787	0.153	21.174	-1.207	0.127	15.399
-0.499	0.177	26.307	-0.798	0.249	30.478	-1.213	0.211	19.249
-0.503	0.261	34.649	-0.803	0.331	36.894	-1.219	0.245	30.478
-0.511	0.353	46.840	-0.814	0.411	49.406	-1.229	0.277	44.273
-0.522	0.432	59.352	-0.822	0.485	73.147	-1.241	0.316	57.427
-0.532	0.507	69.939	-0.846	0.549	85.980	-1.254	0.371	68.656
-0.542	0.582	79.243	-0.859	0.622	99.134	-1.272	0.421	81.168
-0.548	0.655	85.018	-0.872	0.695	109.079	-1.294	0.498	93.038
-0.549	0.714	88.226	-0.882	0.770	116.779	-1.318	0.578	103.946
-0.557	0.793	94.963	-0.894	0.845	122.554	-1.344	0.659	113.892
-0.565	0.876	99.455	-0.906	0.922	127.045	-1.371	0.740	123.195
-0.573	0.956	102.984	-0.914	0.999	130.253	-1.396	0.837	131.216
-0.579	1.038	105.871	-0.926	1.074	133.462	-1.420	0.912	138.274
-0.585	1.123	106.833	-0.935	1.147	135.387	-1.443	1.011	143.407
-0.596	1.205	110.042	-0.947	1.223	137.953	-1.466	1.102	148.219
-0.599	1.286	111.325	-0.956	1.299	140.199	-1.488	1.195	152.390
-0.604	1.367	112.287	-0.964	1.376	142.124	-1.507	1.284	155.598
-0.611	1.446	113.250	-0.972	1.454	143.728	-1.528	1.373	159.769
-0.615	1.527	113.250	-0.980	1.532	145.332	-1.547	1.470	163.619
-0.619	1.604	113.892	-0.989	1.610	146.936	-1.564	1.544	166.506
-0.625	1.683	114.212	-0.998	1.687	148.540	-1.580	1.649	169.394
-0.631	1.759	114.212	-1.005	1.765	149.824	-1.595	1.731	172.923
-0.635	1.837	114.212	-1.013	1.843	151.107	-1.617	1.828	175.489
-0.638	1.918	114.212	-1.021	1.923	151.428	-1.631	1.912	178.697
-0.641	1.993	113.892	-1.030	2.001	153.032	-1.644	2.004	180.943
-0.647	2.070	113.892	-1.038	2.081	153.994	-1.655	2.088	182.868
-0.649	2.150	113.892	-1.045	2.160	155.598	-1.667	2.192	184.472
-0.654	2.231	113.892	-1.053	2.241	156.240	-1.678	2.289	185.114
-0.657	2.311	113.250	-1.060	2.322	156.561	-1.688	2.380	186.397
-0.660	2.391	113.250	-1.065	2.402	157.202	-1.698	2.462	186.718
-0.663	2.469	113.250	-1.072	2.482	158.165	-1.715	2.552	187.039
-0.666	2.546	113.250	-1.080	2.562	158.807	-1.724	2.635	187.360
-0.670	2.626	112.287	-1.087	2.643	159.769	-1.734	2.731	187.360
-0.674	2.705	112.287	-1.094	2.723	160.411	-1.743	2.816	187.360
-0.677	2.789	112.929	-1.101	2.804	160.731	-1.750	2.903	187.360
-0.682	2.871	112.287	-1.109	2.884	161.373	-1.759	3.000	187.360
-0.685	2.951	112.287	-1.115	2.963	162.336	-1.767	3.097	187.360
-0.687	3.031	111.967	-1.121	3.040	162.015	-1.775	3.174	187.360
-0.692	3.120	111.967	-1.126	3.116	162.015	-1.783	3.259	187.360
-0.693	3.199	111.325	-1.134	3.194	162.336	-1.791	3.348	187.360
-0.695	3.279	111.325	-1.140	3.272	162.977	-1.800	3.439	187.039
-0.697	3.360	111.325	-1.144	3.351	162.977	-1.817	3.523	187.360
-0.699	3.440	111.004	-1.152	3.431	163.298	-1.825	3.615	187.680
-0.703	3.522	110.683	-1.159	3.510	163.298	-1.833	3.711	187.680

[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° 11469 del 02/04/2020 Pag 4/5

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

LOCALITA' : **Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**

PROGETTO : **Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**

SONDAGGIO : **S6** CAMPIONE : **CR3** PROFONDITA' : **20.00 m**

Data ricevimento camp: 18/3/20 Data esecuz. prova : 20/3/20 N° verb. accett.: 1/20

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.
-0.705	3.603	110.683	-1.165	3.590	163.298	-1.840	3.795	187.360
-0.709	3.685	110.683	-1.173	3.670	163.298	-1.848	3.895	187.360
-0.710	3.763	110.042	-1.178	3.748	163.298	-1.855	3.981	187.680
-0.712	3.843	110.042	-1.186	3.828	163.298	-1.863	4.065	187.360
-0.714	3.920	110.042	-1.191	3.908	163.298	-1.871	4.155	188.001
-0.716	4.001	110.042	-1.198	3.989	163.298	-1.878	4.249	188.001
-0.720	4.081	109.721	-1.209	4.075	162.977	-1.885	4.351	188.001
-0.721	4.164	109.721	-1.213	4.158	163.298	-1.892	4.420	188.001
-0.725	4.245	109.079	-1.220	4.241	163.940	-1.899	4.509	188.643
-0.725	4.324	108.758	-1.227	4.326	163.298	-1.906	4.585	188.964
-0.728	4.404	108.758	-1.233	4.409	163.940	-1.913	4.670	188.643
-0.731	4.487	108.758	-1.238	4.494	164.581	-1.919	4.763	188.643
-0.733	4.567	108.758	-1.250	4.577	163.298	-1.938	4.843	189.605
-0.733	4.648	108.117	-1.254	4.659	163.298	-1.945	4.947	189.605
-0.735	4.730	108.117	-1.261	4.740	163.940	-1.953	5.023	189.605
-0.739	4.812	108.117	-1.266	4.822	163.940	-1.960	5.118	189.285
-0.739	4.894	107.796	-1.272	4.902	163.940	-1.967	5.197	189.285
-0.742	4.976	107.796	-1.276	4.981	163.940	-1.974	5.286	189.285
-0.744	5.059	107.796	-1.293	5.060	162.977	-1.981	5.375	189.285
-0.744	5.142	107.154	-1.296	5.138	163.298	-1.989	5.460	189.605
-0.747	5.226	106.833	-1.301	5.217	163.940	-1.995	5.564	189.605
-0.748	5.311	106.833	-1.305	5.295	163.940	-2.001	5.640	189.605
-0.749	5.395	106.833	-1.311	5.374	163.940	-2.009	5.747	189.605
-0.751	5.473	106.513	-1.316	5.453	163.940	-2.015	5.816	189.605
-0.754	5.556	106.513	-1.321	5.533	164.902	-2.022	5.898	189.605
-0.757	5.634	105.871	-1.327	5.612	164.581	-2.028	5.985	189.926
-0.757	5.712	105.871	-1.332	5.691	164.581	-2.035	6.081	189.926
-0.759	5.790	105.550	-1.339	5.772	164.581	-2.041	6.155	189.605
-0.763	5.872	105.550	-1.352	5.854	163.940	-2.047	6.251	189.605
-0.763	5.951	104.909	-1.358	5.935	163.940	-2.054	6.344	189.285
-0.765	6.028	104.909	-1.362	6.018	164.581	-2.060	6.424	189.285
-0.766	6.117	104.909	-1.368	6.100	164.581	-2.075	6.504	189.926
-0.768	6.214	104.909	-1.373	6.183	164.902	-2.082	6.592	189.926
-0.768	6.308	104.588	-1.379	6.267	164.902	-2.087	6.682	189.605
-0.770	6.405	104.588	-1.386	6.349	164.581	-2.094	6.765	189.605
-0.773	6.499	103.946	-1.391	6.430	164.581	-2.101	6.864	189.285
-0.774	6.595	103.625	-1.397	6.511	164.581	-2.107	6.953	189.285
-0.774	6.692	103.625	-1.403	6.593	164.902	-2.114	7.031	189.285
-0.777	6.787	102.984	-1.408	6.676	164.581	-2.120	7.103	189.285
-0.778	6.879	102.663	-1.414	6.755	164.581	-2.127	7.212	189.285
-0.780	6.981	102.663	-1.419	6.832	164.581	-2.133	7.288	188.964
-0.780	7.077	102.342	-1.424	6.910	164.581	-2.139	7.362	188.964
-0.785	7.180	102.984	-1.428	6.986	164.581	-2.145	7.473	189.285
-0.787	7.279	102.663	-1.433	7.060	163.940	-2.152	7.556	188.964
-0.789	7.382	102.342	-1.437	7.137	163.298	-2.157	7.641	188.643



Lo Sperimentatore



Il Direttore del laboratorio

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

**COMMITTENTE:** Vamirgeoind s.r.l.**CANTIERE:** Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**LOCALITA':** Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**VERBALE ACCETTAZIONE:** 1/20**CERTIFICATO PROVA:** 11670**SONDAGGIO:** S6**CAMPIONE:** CR3**PROF., m:** 20.60**TRIASSIALE U.U. Norma Triassiale UU**

Provino		1	2	3
Contenuto in acqua	%	36.15	35.86	36.26
Peso di volume	kN/m ³	18.29	18.27	18.28
Densità secca	kN/m ³	13.44	13.45	13.42
Indice dei vuoti	-	0.99	0.98	0.99
Grado di saturazione	%	99.80	99.21	99.84
Peso specifico dei granuli	-	2.72*	2.72*	2.72*

* Valore del peso dei granuli assegnato

FASE DI COMPRESSIONE

Altezza	Diametro	Press. Cella	ControPress.	$\sigma_1 - \sigma_3$	def., rottura	pori, rottura	Dv/v0, rottura
cm	cm	kPa	kPa	kPa	%	kPa	%
7.60	3.80	200.00	-	304.37	3.58	-	-
7.60	3.80	300.00	-	444.32	6.86	-	-
7.60	3.80	400.00	-	479.97	5.99	-	-

TIPO DI CAMPIONE:

Velocità di avanzamento, mm/min= 0.500000

NOTA:

Data ricevimento campione: 18/03/2020

Data esecuzione prova: 23/03/2020

DATA: 02/04/2020

Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio

**COMMITTENTE:** Vamirgeoind s.r.l.**CANTIERE:** Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"**LOCALITA':** Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)**VERBALE ACCETTAZIONE:** 1/20**CERTIFICATO PROVA:** 11670**SONDAGGIO:** S6**CAMPIONE:** CR3**PROF., m:** 20.60**TRIASIALE U.U. Norma Triassiale UU**

PROVINO N. 1		PROVINO N. 2		PROVINO N. 3	
def.	F	def.	F	0.23	79.00
mm	N	mm	N	0.48	237.00
				0.74	334.00
				0.99	392.00
				1.23	432.00
0.21	52.00	0.21	87.00	1.47	461.00
0.44	68.00	0.44	138.00	1.71	485.00
0.67	133.00	0.68	213.00	1.95	502.00
0.91	188.00	0.92	274.00	2.2	519.00
1.16	225.00	1.16	325.00	2.46	531.00
1.42	263.00	1.40	368.00	2.72	542.00
1.68	296.00	1.66	403.00	2.99	550.00
1.95	322.00	1.92	431.00	3.26	557.00
2.22	339.00	2.18	452.00	3.54	562.00
2.48	352.00	2.44	470.00	3.81	569.00
2.72	358.00	2.70	483.00	4.07	573.00
2.98	352.00	2.96	493.00	4.31	577.00
3.22	343.00	3.21	501.00	4.55	579.00
3.45	328.00	3.44	508.00	4.79	580.00
3.70	313.00	3.69	514.00	5.03	580.00
3.96	304.00	3.93	520.00	5.28	581.00
4.22	297.00	4.17	526.00	5.53	581.00
4.49	290.00	4.43	530.00	5.79	583.00
		4.68	534.00	6.06	583.00
		4.95	537.00	6.33	584.00
		5.21	541.00	6.6	587.00
		5.48	541.00	6.87	590.00
		5.75	541.00	7.12	592.00
		6.01	540.00	7.37	594.00
		6.25	539.00	7.61	594.00
		6.48	538.00	7.85	593.00
		6.72	537.00	8.08	590.00
		6.96	536.00	8.33	586.00
		7.20	534.00	8.59	583.00
		7.46	531.00	8.85	581.00
		7.72	529.00	9.12	579.00
		7.99	525.00	9.4	580.00
				9.67	582.00

NOTA:

Data ricevimento campione: 18/03/2020

Data esecuzione prova: 23/03/2020

DATA: 02/04/2020

Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio



COMMITTENTE: Vamirgeoind s.r.l.

CANTIERE: Realizzazione del Parco Eolico "ALAS"

LOCALITA': Ittiri (SS) e Villanova Monteleone (SS)

VERBALE ACCETTAZIONE: 1/20

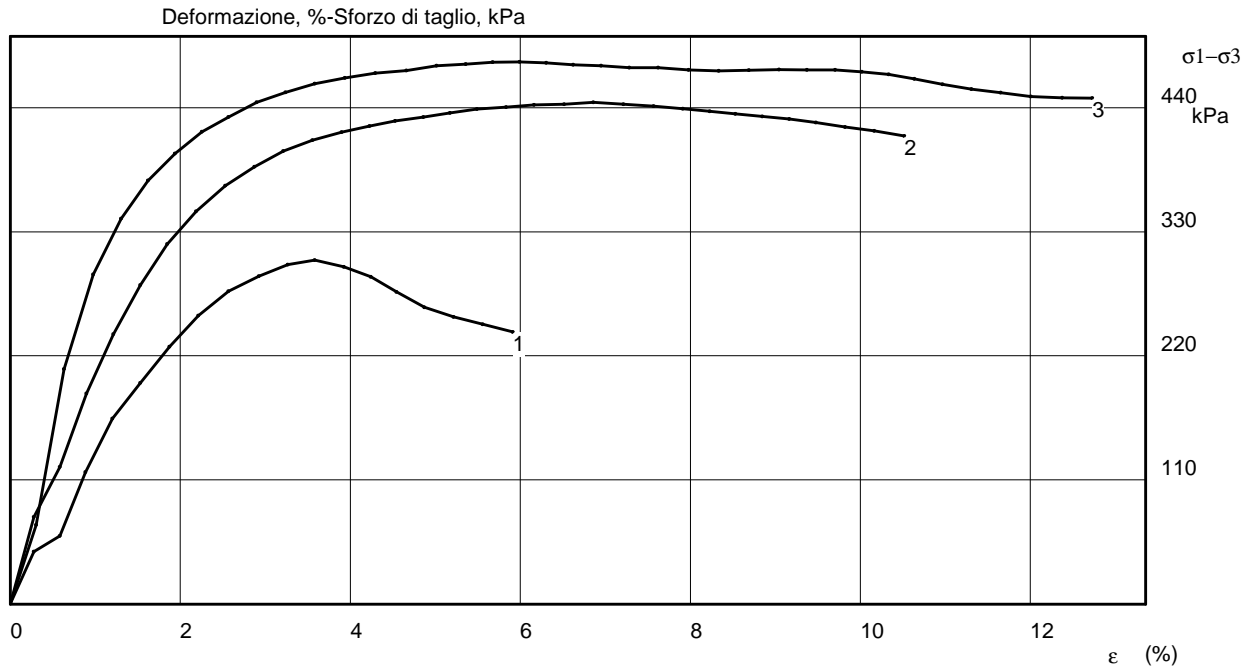
SONDAGGIO: S6

CAMPIONE: CR3

PROF., m: 20.60

CERTIFICATO PROVA: 11670

TRIASSIALE U.U. Norma Triassiale UU



NOTA:

Data ricevimento campione: 18/03/2020

Data esecuzione prova: 23/03/2020

DATA: 02/04/2020

Lo Sperimentatore

Il Direttore di laboratorio