



COMUNE DI SCILLA

CITTA' METROPOLITANA DI REGGIO CALABRIA



**PIANO NAZIONALE PER IL SUD - INTERVENTI NEL SETTORE DELLE BONIFICHE
PER IL SUPERAMENTO DELLA PROCEDURA D'INFRAZIONE EU 2003-2077 CAUSA
C. 135-05 - DELIBERA CIPE 60/2012
BONIFICA/MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE EX DISCARICA
LOC.TÀ SELLE AQUILE NEL COMUNE DI SCILLA**

CUP: F7251700010002

CIG:

| | | |
|--------------------------|----------------------------|---------------------------------------|
| Livello di progettazione | Progetto Esecutivo | Elaborato n. 2.a |
| Oggetto elaborato: | Relazione Geologica | |

| | | | |
|--|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Progettazione Esecutiva ATP: Capogruppo INGEAM SNC Mandanti: Arch. Carlo Muggeri Arch. Giovanni Tedesco | Ing. Antonio Barreca | Dott. Geol. Carlo Artusa | Arch. Francesco Morabito |
|  ingegneria geologia ambiente Via San Giuseppe Moscati, 89900 Vibo Valentia (VV) Tel. 0963 591253 e-mail: ingeamsnc@gmail.com pec: ingeamsnc@pec.it | Ing. Salvatore Morabito | Arch. Carlo Muggeri | Arch. Giovanni Tedesco |

| | | |
|-------------------------|-------------------|--|
| Ente appaltante: | RUP: | |
| Comune di Scilla | Arch. Bruno Doldo | |

| Commessa | Livello di progetto | Categoria dei lavori | Tipo elaborato | N. elaborato | REV | Data |
|----------|---------------------|----------------------|----------------|--------------|-----|------------|
| 2019/02 | Esecutivo | P.03 | RG | 2.a | 00 | 06/12/2019 |

SOMMARIO

| | |
|---|----|
| 1. PREMESSA..... | 2 |
| 2. UBICAZIONE E CARATTERISTICHE DEL PROGETTO | 4 |
| 3. VINCOLI PRESENTI SUL SITO | 7 |
| 4. CARATTERISTICHE GEOLOGICO STRUTTURALI DELL'ARCO CALABRO | 8 |
| 5. CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE STRUTTURALI DELL'AREA | 10 |
| 6. STORIA SISMICA DEL COMUNE DI SCILLA..... | 12 |
| 7. GEOLOGIA DELL'AREA IN ESAME E CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE | 14 |
| 7.1 SCISTI BIOTITICI (sb)..... | 15 |
| 7.2 SABBIE E SABBIE CONGLOMERATICHE (Ps2-3)..... | 15 |
| 8. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO | 16 |
| 9. CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE E IDROGEOLOGICHE..... | 19 |
| 10. INDAGINI IN SITU..... | 21 |
| 11. CATEGORIA SUOLO DI FONDAZIONE..... | 22 |
| 12. VERIFICA A LIQUEFAZIONE | 24 |
| 13. CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICO E PARAMETRI GEOTECNICI DI RIFERIMENTO | 25 |
| 14. CONCLUSIONI | 26 |

1. PREMESSA

Su incarico del Comune di Scilla, come da giusto disciplinare d'affidamento del 25.02.2019, il RTP "INGEAM" snc - Arch. Carlo Muggeri - Arch. Giovanni Tedesco" ha elaborato il progetto esecutivo per l'INTERVENTO DI BONIFICA/MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE EX DISCARICA LOC.TÀ SELLE AQUILE NEL COMUNE DI SCILLA.

Nell'ambito di tale progettazione è prevista la realizzazione di una gabbionata lungo parte del perimetro del corpo discarica, nonché la realizzazione di un capping di copertura si è reso, perciò, necessario eseguire il presente studio geologico al fine di caratterizzare da un punto di vista geologico e geotecnico il sito oggetto dell'intervento.

Scopo del presente lavoro è quello di inquadrare il sito nel giusto contesto geologico e geomorfologico ed acquisire dati sulle principali caratteristiche geotecniche dei terreni sui quali verranno operati gli interventi costruttivi in progetto, tutto ciò al fine di ottenere una modellazione geologica del sito oggetto di intervento e verificarne quindi l'idoneità.

A tal fine lo studio è stato sviluppato attraverso:

- l'acquisizione dei dati cartografici e bibliografici esistenti per l'area in esame;
- il rilevamento geologico e geomorfologico di superficie esteso ad un intorno significativo rispetto al sito di intervento;
- l'esecuzione di una prospezione sismica del tipo Masw;
- l'esecuzione di tre prove penetrometriche dinamiche del tipo DPSH;
- l'elaborazione di tutti i dati raccolti per riconoscere e valutare i lineamenti geologici e geomorfologici essenziali, finalizzata alla costruzione del modello geologico definitivo;
- la caratterizzazione geotecnica del terreno costituente il volume significativo del sottosuolo.

Il presente documento è stato redatto in osservanza alla seguente normativa:

- **D.M. 17/01/2018** *"Norme tecniche per le costruzioni 2018"*
- **O.P.C.M. 3274 del 20/03/2003** *"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"* e succ. m. e i.
- **Legge 2 febbraio 74 n.64** *"Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"* e succ. m. e i.
- **D.P.R. 21 DICEMBRE 1999 N. 554** *"Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici 11 febbraio 1994 n. 109 e successive modificazioni"*.
- **Legge Regionale 27 aprile 98 n. 7** *"Disciplina per le costruzioni ricadenti in zone sismiche. Snellimento delle procedure in attuazione dell'art. 20 della Legge 10 dicembre 1981, n. 741"*.
- **Norme di attuazione e misure di salvaguardia** del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Calabria, approvato dal Consiglio Regionale con Delibera n.115 del 28 dicembre 2001 – entrato in vigore nel marzo 2002.

- **Linee Guida** *“Studi relativi alla valutazione ed alla zonizzazione della pericolosità e del rischio di frana, studi di compatibilità geomorfologica relativo agli interventi per la mitigazione del rischio di frana”*. Regione Calabria Assessorato ai Lavori Pubblici – Autorità di Bacino. Testo licenziato dal comitato Tecnico – seduta del 15/07/2002.
- **Linee Guida** *“sulle verifiche di compatibilità idraulica delle infrastrutture interferenti con i corsi d’acqua, sugli interventi di manutenzione, sulle procedure per la classificazione delle aree di attenzione e l’aggiornamento delle aree a rischio inondazione”*. Testo licenziato dal comitato Tecnico – seduta del 15/07/2002.

2. UBICAZIONE E CARATTERISTICHE DEL PROGETTO

Il Sito si estende lungo la scarpata a valle della strada che collega l'abitato di "Melia" con quello di "Aquila" in una zona boschiva. La pendenza media del versante è elevata. Il Sito occupa la testata di due impluvi.



figura 1: individuazione dell'area su immagine satellitare data di acquisizione 2018

Le abitazioni più vicine si trovano ad una distanza di circa 50 m dai confini del Sito (150 m dall'area principale di scarico). I terreni circostanti sono aree boschive e non sono coltivati. Non è stata rilevata la presenza di pozzi nelle vicinanze del Sito.

Il Sito ricade nel Comune di Scilla riportato in catasto ai Fogli di mappa n. 22 particella n.1 e n. 23 particelle 30-44. Come indicato nel Certificato di destinazione urbanistica riportato in Appendice 1, l'area ricade in zona EC13 (struttura boschiva intensiva da valorizzare e sistemare a Parco Territoriale convenzionato - Parco Territoriale regionale montano), zona territoriale omogena di tipo E, aree destinate ad usi agricoli, agro-pastorali e boschivi.

Il sito ricade in zona ZPS IT 9350300, denominata "Costa Viola".

Le coordinate geografiche relative al Sito sono: latitudine: 38° 14' 25,63" - longitudine: 15° 44' 36,74"

Il sito è facilmente accessibile non è recintato e non è dotato di alcune opere per prevenire l'inquinamento dell'ambiente. E' caratterizzato da una serie di scarichi impropri e non autorizzati di rifiuti lungo la scarpata del versante che degrada fortemente verso il mar Tirreno e che si trova a valle di una strada realizzata in

battuto di cemento. La tipologia dei rifiuti depositati è principalmente costituita da cumuli di rifiuti solidi urbani (RSU) mineralizzati, inerti, materiali da demolizione, pneumatici ed elettrodomestici parzialmente ricoperti dalla vegetazione. Nell'area sono stati individuati parecchi rifiuti ingombranti scaricati dalla strada lungo la scarpata. Non è stata rilevata nel corso dei sopralluoghi la presenza di materiali contenenti amianto. I terreni circostanti sono aree boschive e non sono coltivati. Non è stata rilevata la presenza di pozzi nelle vicinanze.

Il Sito è stato sede di una discarica attivata con l'art.12 del DPR 915/82. La discarica non è più attiva dal 2005.

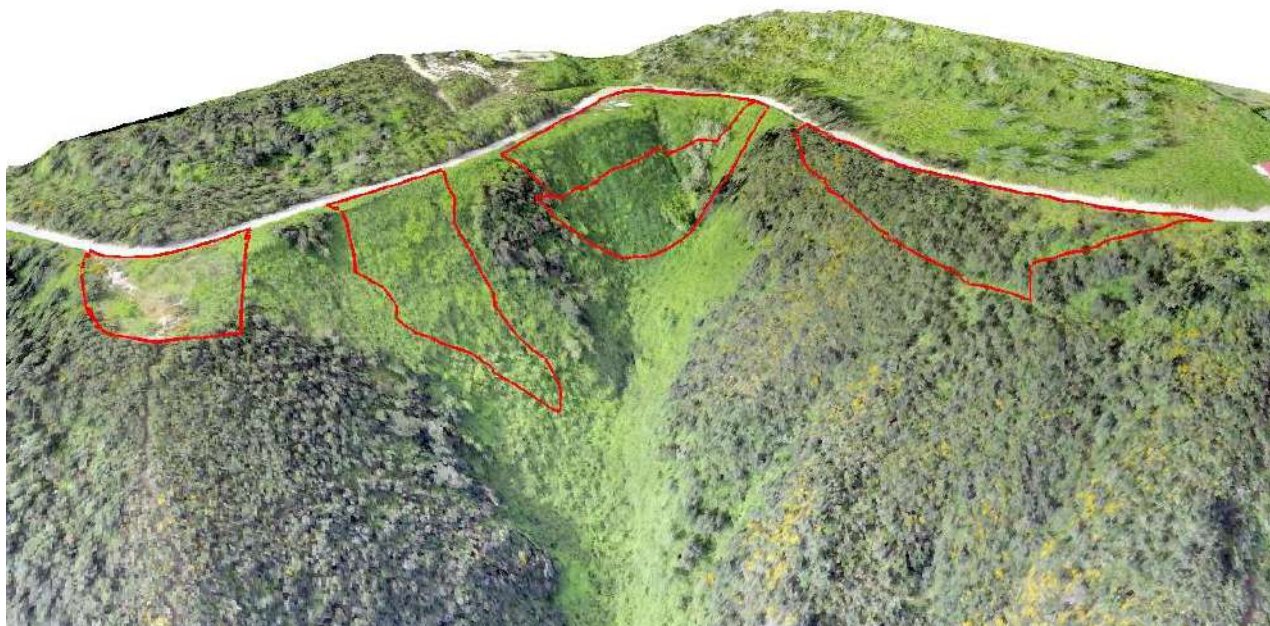


Figura 2: Ricostruzione tridimensionale mediante rilievo con drone con evidenza delle Zone di intervento

Nel suo complesso, l'area circostante il sito oggetto di bonifica risulta essere bassissima densità abitativa. Geograficamente l'area è identificata al Foglio n. 589 Sez. III "Bagnara Calabria" della Carta Topografica d'Italia (Scala 1:25.000).

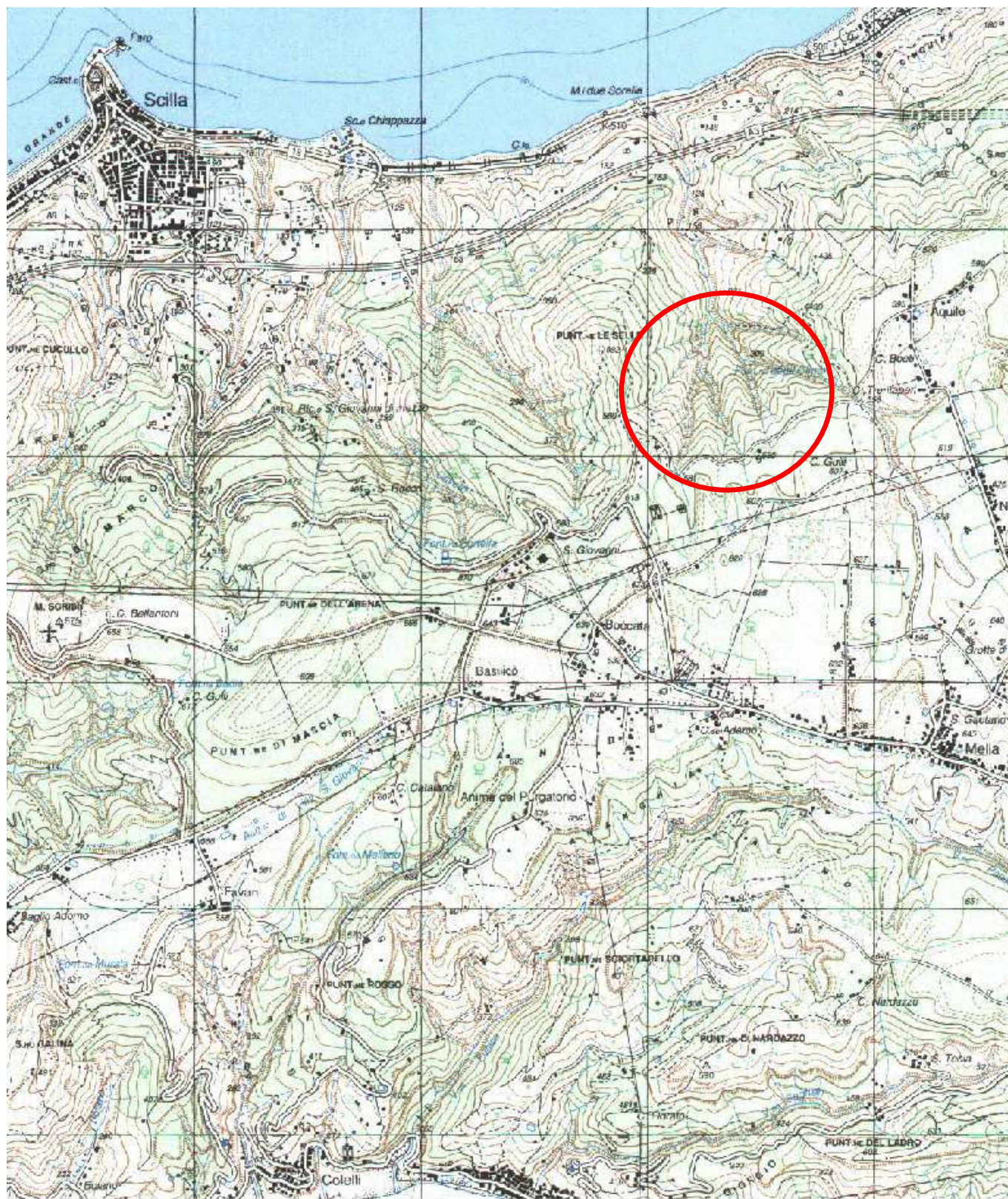


Figura 2: Stralcio Carta topografica d'Italia Scala 1:25.00 Foglio 589 Sezione III Bagnara Calabra

3. VINCOLI PRESENTI SUL SITO

Dal Certificato sui vincoli esistenti al foglio n° 22 p.lla n°1 rilasciato dal Comune di Scilla in data 07/04/2011:

- Vincolo Sismico
- Vincolo Paesaggistico
- Vincolo Idrogeologico RDL n° 3267 del 30/12/1923
- Vincolo Boschivo
- Vincolo Stradale (strada comunale)
- Vincolo Area ZPS (IT 9350300 denominata “Costa Viola”)

Inoltre, si certifica che il terreno non risulta inserito in nessun elenco dei boschi percorsi dai fuochi ai sensi della Legge 21/11/2000 n° 353.

L'intera particella n° 1 del foglio n° 22 è intestata al Comune di Scilla.

L'area d'intervento non ricade all'interno di zone ad elevato rischio frana (R3 - R4), di cui all'art. 16 e 17 e successivi delle norme tecniche d'attuazione e misure di salvaguardia, del Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) della Regione Calabria, approvato dal Consiglio Regionale con Delibera n.115 del 28 dicembre 2001 – entrato in vigore dal marzo 2002.

L'area d'intervento non ricade all'interno delle zone di attenzione di rischio idraulico, di cui dall'art. 24 e successivi delle norme tecniche d'attuazione e misure di salvaguardia, del Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) della Regione Calabria, approvato dal Consiglio Regionale con Delibera n.115 del 28 dicembre 2001 – entrato in vigore dal marzo 2002.

4. CARATTERISTICHE GEOLOGICO STRUTTURALI DELL'ARCO CALABRO

L'assetto geologico regionale della Calabria è caratterizzato da un dominio di catena comprendente l'Appennino meridionale, che presenta un andamento generale Nord Ovest-SudEst, e la Catena maghrebide, che mostra un andamento circa Ovest-Est.

Tali segmenti orogenetici, costituiti da falde di copertura, sono collegati dalla struttura fortemente arcuata dell'Arco Calabro, nel quale sono rappresentate dalle unità del basamento cristallino delle porzioni più interne dell'intero sistema orogenico.

L'Arco Calabro è costituito da una serie di unità tettoniche in cui sono rappresentate diverse porzioni di un'originaria crosta continentale con le relative coperture meso-cenozoiche (Complesso Calabride secondo Ogniben, 1969), cui si associano unità ofiolitiche del Complesso Liguride (Ogniben, 1969), caratterizzata da gradi di metamorfismo variabile e derivanti dalla deformazione di un originario dominio oceanico.

L'evoluzione e il significato dell'Arco Calabro in rapporto alle unità ofiolitiche del Complesso Liguride e ai domini delle catene appenninica e siculomaghrebide sono state oggetto di numerose e differenti interpretazioni, riconducibili a tre ipotesi principali:

1. la prima ipotesi considera le falde cristalline calabridi come frammenti derivanti dal margine europeo (Ogniben, 1969, 1973; Bouillin, 1984; Bouillin et alii, 1986; Knott, 1987));
2. la seconda ipotesi considera l'Arco Calabro come un frammento di catena alpina Europa-vergente di tipo austro alpino sovra scorsa in toto sui domini appenninici (Haccard et alii, 1972; Alvarez, 1976; Amodio-Morelli et alii, 1976; Bonardi et alii, 1982);
3. la terza ipotesi prevede che il dominio calabride rappresenti una microplacca continentale mesomediterranea interposta tra i due margini principali, coinvolta in processi collisionali dapprima con vergenza europea e successivamente a vergenza africana (Alvarez, 1976; Ogniben, 1985; Guerrera et alii, 1993).

I limiti tra l'Arco Calabro, la catena appenninica a Nord e la catena siculomaghrebide a Sud sono rappresentati da due fasce trascorrenti principali. Queste sono state identificate classicamente nella Linea di Sanginetto a Nord e nella Linea di Taormina a Sud, caratterizzate rispettivamente da movimenti sinistri e destri (Amodio-Morelli et alii, 1976; Scandone, 1982). Le informazioni di seguito fornite sono state raccolte consultando i dati di letteratura disponibili e, in particolare, nel Foglio 254 - I S.E. "Delianuova" della Carta Geologica della Regione Calabria in scala 1: 25.000, riportato di seguito, e relative note illustrative e nella Carta morfologica del versante ionico della Calabria meridionale in scala 1: 50.000.

Il sito di interesse è ubicato nel contesto regionale del versante settentrionale del Massiccio dell'Aspromonte che geograficamente occupa l'estremità meridionale della Calabria, a sud della Piana di Gioia Tauro.

L'Aspromonte rappresenta la parte centro meridionale dell'Arco Calabro Peloritano che a sua volta costituisce il tratto di catena Appenninica che raccorda l'Appennino Meridionale con la Catena maghrebide. L'Aspromonte nel complesso è costituito prevalentemente da metamorfiti di medio-alto grado, con intrusioni di masse granitiche che, da un nucleo centrale corrispondente alla zona di Montalto, affiorano verso Ovest fino alla costa tirrenica tra Villa San Giovanni e Taureana.

La tettonica dell'Aspromonte risulta estremamente complessa. Le diverse tappe del sollevamento, che ebbe inizio alla fine del Pliocene sono oggi testimoniate dai quattro livelli di terrazzi, i cosiddetti piani o campi, che ne caratterizzano soprattutto il versante tirrenico.

Tra i più famosi quelli di Zillastro, Zervò e Carmelia a nord di Delianuova. Le rocce che affiorano a monte e che comprendono il massiccio dell'Aspromonte sono rocce metamorfiche ed ignee su cui poggiano depositi continentali e marini (conglomerati rossastri). Queste rocce cristalline sono rappresentate dal granito, dagli gneiss e dai micascisti. Il granito è localizzato nel settore sud-orientale alle origini del torrente Marro sotto forma di sabbione, ora compatto ma variamente fessurato in ogni direzione. Nei pendii particolarmente acclivi il granito così caratterizzato dà origine a frane e scoscendimenti. Questa roccia riappare compatta in grossi blocchi nella zona compresa tra l'abitato di Palmi e la foce del Petrace. I micascisti, associati agli gneiss, si estendono nell'alto bacino dei Torrenti Calàbro e Duverso dalle cime più elevate sino a quota 350 m s.l.m. circa. Le formazioni del terziario sono rappresentate principalmente dai vari piani del Pliocene, con le marne del piano inferiore, le argille azzurre del medio e le sabbie del superiore riempiendo la parte in sinistra del Petrace tra la sua foce ed il corso del suo affluente Calabrò.

I terreni del quaternario (terrazzi marini) occupano parte della striscia alluvionale litoranea fino agli abitati di Cinquefrondi, Cittanova, Molochio e Oppido Mamertina nonché gli altipiani sull'Aspromonte. Nel fondo delle valli principali si hanno terreni prevalentemente argillo-silicei derivanti dalla disgregazione delle rocce e dal successivo convogliamento a valle a opera delle acque meteoriche.

Dall'esame della cartografia geologica emerge che i terreni affioranti nell'area di interesse sono rappresentati quasi esclusivamente da depositi alluvionali pliocenici sabbiosi localmente conglomeratici alla base. Il Sito in esame è localizzato in corrispondenza delle sabbie ed arenarie, molto probabilmente del Pliocene medio-superiore marino. Le sabbie si presentano con una colorazione alternativamente variabile tra il biancastro ed il giallastro e sono più o meno grossolane, alquanto addensate e talora a stratificazione incrociata. Le componenti sono prodotti di disfacimento di rocce cristalline e pochi fossili.

I materiali presentano una resistenza all'erosione che è funzione del locale grado di cementazione e una permeabilità elevata.

5. CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE STRUTTURALI DELL'AREA

La morfologia della Calabria appare profondamente controllata dalla tettonica, essenzialmente a causa dell'intenso sollevamento iniziato nel Pliocene superiore e tuttora in atto. Sollevamento che ha generato componenti normali, lungo faglie d'importanza regionale e individuato morfostrutture primarie che determinano la geometria del primo ordine nella regione (Sorriso-Valvo & Tansi 1996).

Secondo gli alcuni Autori, a scala regionale, sono riconoscibili su carta quattro settori morfostrutturali-tipo (Settori I-IV in fig.4).

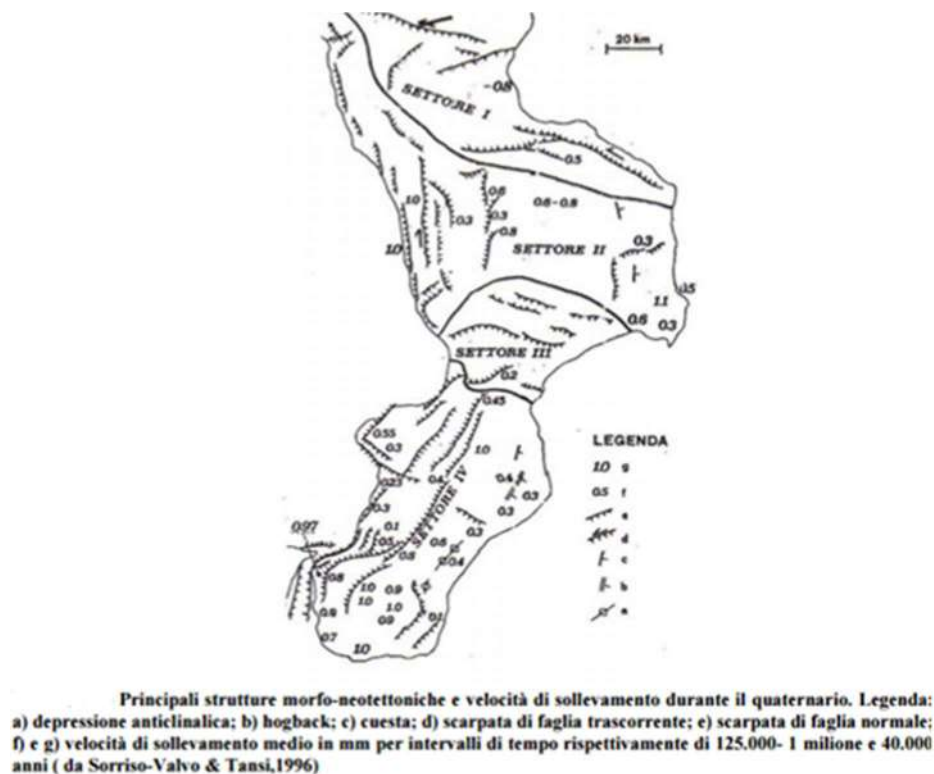


Figura 4: Principali strutture morfo-neotettoniche di sollevamento durante il quaternario

Il Settore in cui ricade il territorio Comunale di Scilla è il Settore IV, corrispondente al sistema di faglie normali NE-SO che solleva il sistema montuoso Serre-Aspromonte, rappresentato da faglie prevalentemente normali, con forti rigetti verticali. Tali faglie costituiscono un'estesa fascia di deformazione tettonica che si sviluppa dall'altezza di Monterosso Calabro fino a Reggio Calabria; il sistema costituito da faglie disposte in en-échelon con sovrapposizione destra solleva, lungo il versante occidentale del massiccio Serre – Aspromonte, le unità metamorfico-cristalline del settore meridionale dell'Arco Calabro rispetto ai depositi plio-pleistocenici. Le strutture evidenziano strutture medie intorno a N 35-40°, anche se, nella parte meridionale, il sistema tende ad assumere orientazioni intorno a N10°. Secondo il modello geologico-strutturale del Mediterraneo Centrale proposto da Van Dijk & Okkes (1991), le strutture regionali con orientazione NO-SE sono caratterizzate da meccanismi di trascorrenza sinistra; i considerevoli rigetti verticali riscontrati in gran parte di queste strutture non sono giustificabili soltanto dalle componenti normali lungo le fasce trascorrenti. I rigetti verticali potrebbero pertanto essere determinati, come già

proposto da Sorriso -Valvo & Sylvester (1993) per il bordo tirrenico della Catena Costiera, da riattivazioni passive delle strutture NO-SE, compatibilmente con il carattere cinematico regionale attualmente agente. Tortorici et al. (1995) riconoscono alle strutture normali del graben del Crati e del versante occidentale del rilievo Serre-Aspromonte caratteri di faglie sismogenetiche; ciò trova riscontro nella distribuzione degli epicentri macrosismici e strumentali (Guerra, 1986).

Dall'esame della cartografia geologica emerge che i terreni affioranti nell'area di interesse sono rappresentati da depositi alluvionali olocenici, suddivisi in alluvioni mobili e alluvioni stabilizzate dalla vegetazione, affioranti lungo gli alvei attuali dei principali corsi d'acqua e da depositi alluvionali pleistocenici sabbiosi e conglomeratico-sabbiosi di colore rossastro.

I depositi alluvionali poggiano in discordanza su depositi marini di età compresa fra il Pliocene inferiore e il Calabriano, costituiti da sabbie fini e grossolane passanti lateralmente e verticalmente a depositi argillosi siltoso sabbiosi con orizzonti di sabbie grossolane e a conglomerati con ciottoli cristallini.

I sedimenti marini pliocenici ricoprono i calcari evaporitici del Miocene superiore, che presentano sottili intercalazioni di argille e limi, e depositi del Miocene medio-superiore, costituiti da sabbie grossolane.

Al di sotto della sequenza sedimentaria marina si rinvencono i litotipi costituenti il basamento cristallino; questi litotipi affiorano in corrispondenza degli alti strutturali che circondano la Piana.

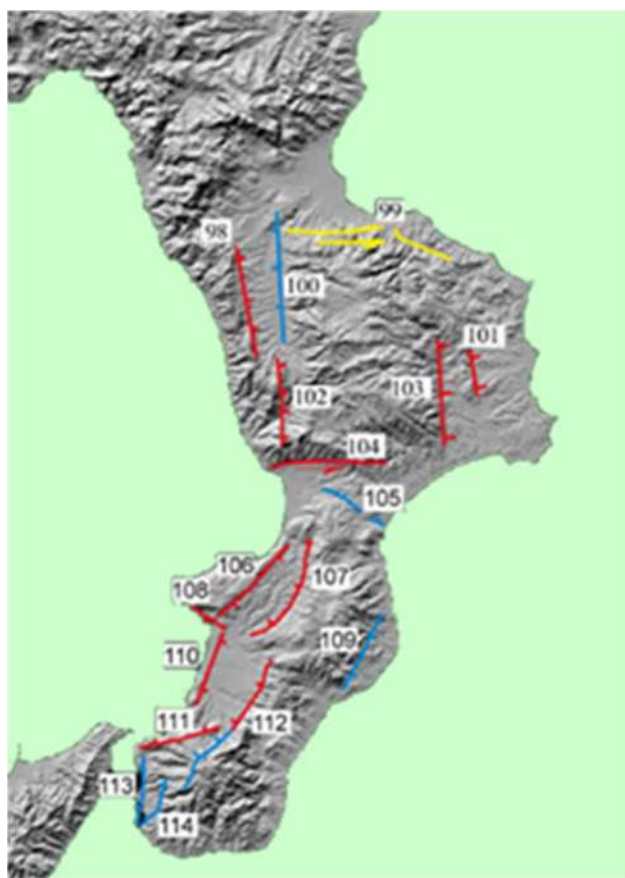


Figura 3: Carta delle faglie attive della Calabria

6. STORIA SISMICA DEL COMUNE DI SCILLA

Il primo passo per la definizione della pericolosità è la conoscenza dei dati macrosismici presenti nel Database Macrosismico Italiano la cui ultima versione è il DBMI 2011 (<http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11/>) messo a disposizione dall'INGV; all'interno del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 - Database Macrosismico Italiano 2015 e possono essere selezionati gli eventi di maggiore rilevanza che hanno interessato una data località. Nel caso di Scilla vengono evidenziati alcuni eventi di riferimento a partire dal 1894 con relativa Magnitudo di Momento (Mw) dell'epicentro della scossa.

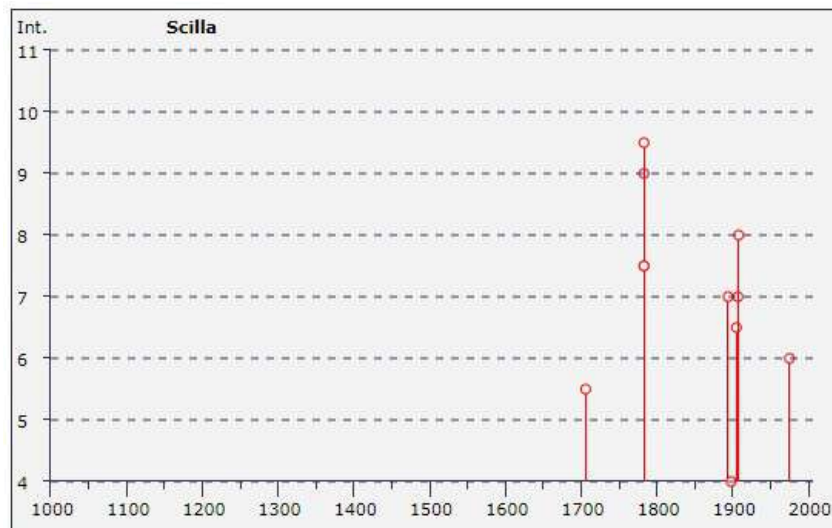


Figura 3: Elenco eventi sismici del Comune di Scilla (fonte dati INGV)

Storia sismica di Scilla [38.253, 15.717]

Numero di eventi: 15

| Effetti | In occasione del terremoto del: | | | |
|---------|---------------------------------|------------------------------|-----|------------------|
| I[MCS] | Data | Ax | Np | Io Mw |
| 5-6 | 1706 03 19 | REGGIO CALABRIA | 4 | 5-6 4.63 ±0.72 |
| 9 | 1783 02 05 12:00 | Calabria | 356 | 11 7.02 ±0.08 |
| 9-10 | 1783 02 06 00:20 | Calabria meridionale-Messina | 8 | |
| 7-8 | 1783 02 07 13:10 | Calabria | 191 | 10-11 6.62 ±0.11 |
| 7-8 | 1783 03 28 18:55 | Calabria | 323 | 11 6.98 ±0.08 |
| 7 | 1894 11 16 17:52 | Calabria meridionale | 303 | 9 6.07 ±0.10 |
| 4 | 1898 08 12 | ROMETTA | 69 | 6-7 4.89 ±0.22 |
| 6-7 | 1905 09 08 01:43 | Calabria meridionale | 895 | 7.04 ±0.16 |
| 7 | 1907 10 23 20:28 | Calabria meridionale | 274 | 8-9 5.87 ±0.25 |
| 8 | 1908 12 28 04:20 | Calabria meridionale-Messina | 800 | 11 7.10 ±0.15 |
| 6 | 1975 01 16 00:09 | Stretto di Messina | 346 | 7-8 5.20 ±0.09 |
| 3 | 1990 12 13 00:24 | Sicilia sud-orientale | 304 | 7 5.64 ±0.09 |
| NF | 1997 09 03 23:15 | Calabria meridionale | 83 | 5-6 4.55 ±0.13 |
| 3 | 1998 02 08 01:12 | ASPRMONTE | 39 | 5 4.13 ±0.17 |
| 3-4 | 2002 04 05 04:52 | Isole Eolie | 21 | 5-6 4.47 ±0.09 |

Figura 6: Grafico Intensità-arco temporale eventi sismici Comune di Scilla (fonte dati INGV)

La tabella su riportata sintetizza i terremoti di maggiore intensità che hanno interessato l'intera fascia tirrenica, con particolare riguardo al territorio comunale di Scilla, fra i quali spicca la sequenza del 1894 e gli eventi del 1905, 1907 e 1908.

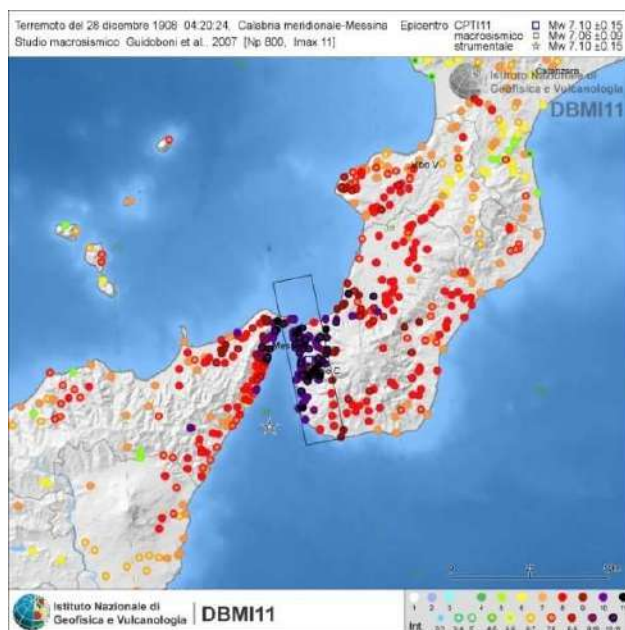
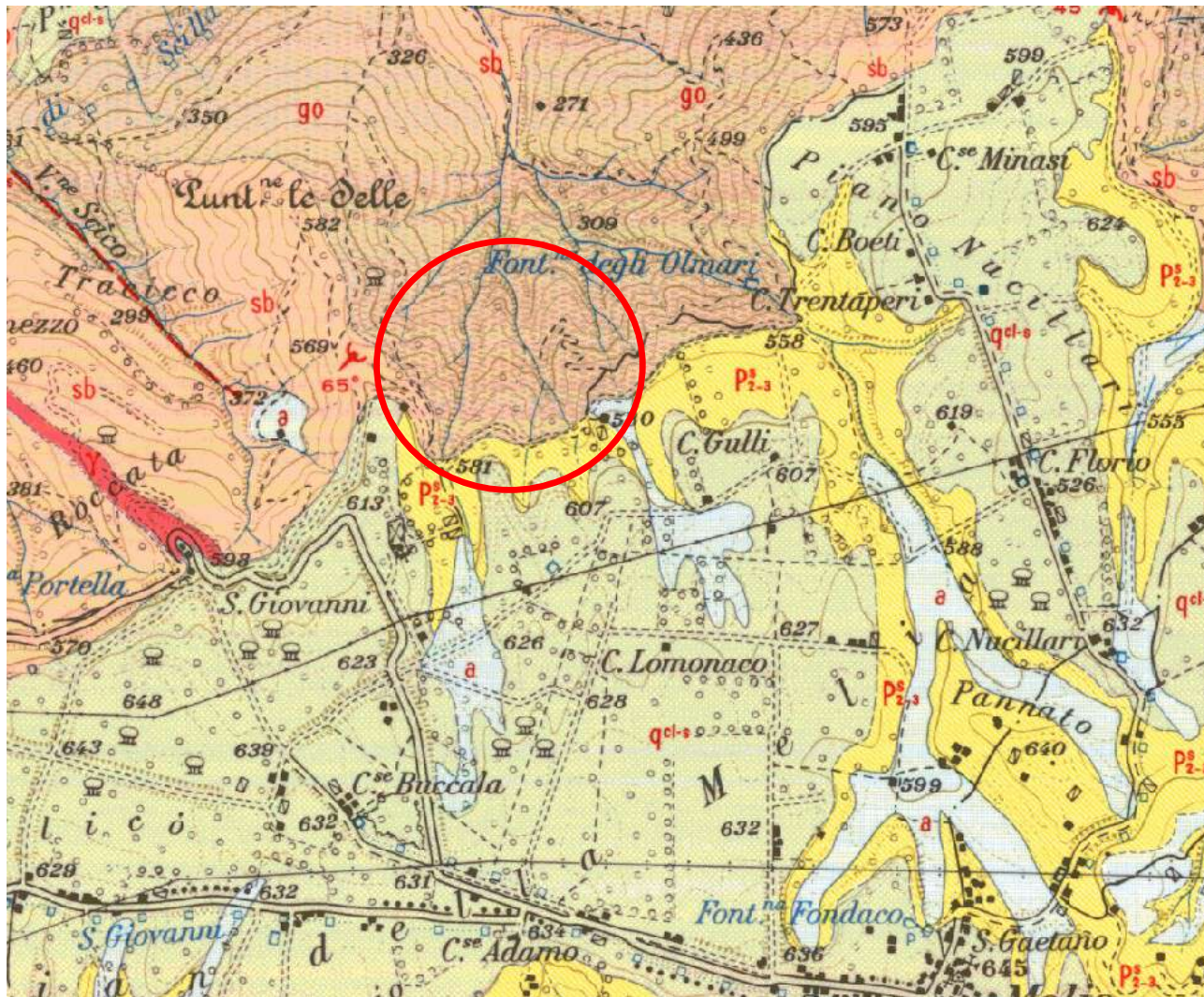


Figura 7: Distribuzione eventi sismici in Calabria (fonte dati INGV)

La nuova classificazione sismica, conseguente alla stessa disposizione di legge, integralmente recepita dalla G.R. della Calabria, classifica il territorio Comunale di Scilla come ricadente in Zona Sismica 1, definita in termini di accelerazione massima del suolo in 0.25(g).

Dall'esame della cartografia geologica emerge che i terreni affioranti nell'area d'interesse sono



14
Relazione Geologica

7.1 SCISTI BIOTITICI (sb)

Basamento paleozoico formato da gneiss e scisti biotitici (**sb**), spesso con granati visibili ad occhio nudo (**sbg**). Le rocce sono spesso zonate e presentano localmente intercalazioni di calcari cristallini non cartografabili: , anfiboliti ed anche gneiss occhiadini. Le rocce sono attraversate da vene e filoni di pegmatite e granito. La resistenza all'erosione è generalmente elevata. Permeabilità bassa, con aumento della stessa nelle zone di fratturazione. Il bedrock si riscontra, dall'analisi delle velocità delle onde di taglio Vs, a partire da -35 m dal p.c.. Da -5 m dal p.c. tale litologia si presenta fortemente alterata e fratturata.

7.2 SABBIE E SABBIE CONGLOMERATICHE (Ps2-3)

Sabbie ed arenarie tenere, bruno chiare, localmente conglomeratiche alla base. I conglomerati sono composti da ciottoli ben arrotondati di rocce ignee e metamorfiche. Le sabbie sono sporadicamente fossilifere. La resistenza all'erosione di questi depositi è funzione del locale grado di cementazione. Permeabilità elevata. Dal p.c. alla profondità di -5 m troviamo un substrato alterato e fratturato costituito da sabbie limose debolmente ghiaiose. Le proprietà geotecniche migliorano notevolmente con la profondità così come si evince dai report sulle indagini eseguite.

8. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Il territorio del comune di Scilla rientra nell'Ambito di Paesaggio Fascia costiero-collinare della Costa Viola.

L'Ambito di paesaggio è caratterizzato da un paesaggio collinare costiero costituito in massima parte da rocce metamorfiche e granitiche, consistente in una struttura allungata in direzione circa nord est-sud ovest, tra i paesaggi più interni a sud est e il mare Tirreno a nord ovest, sul quale si affaccia con una costa alta, rocciosa e articolata denominata Costa Viola. Tale fascia collinare è sovrastata da una superficie sommitale che, da piatta, diviene leggermente ondulata, la quale rappresenta terrazzamenti marini con sabbie e conglomerati. Quest'area sommitale – costituita dai Piani di Sant'Elia, della Corona tra Palmi, Seminara e Sant'Eufemia, e di Matiniti tra Campo Calabro e Villa San Giovanni – si pone come area di cerniera tra due ambiti morfologicamente ben definiti, quello costiero e quello montano.

La costa è alta e rocciosa, con cale e baie dove sono presenti spiagge in genere di piccole dimensioni; sono presenti anche piccole piane costiere, la più estesa delle quali ospita l'abitato di Bagnara Calabra, e conoidi alluvionali e deltizie (ad esempio quelle della Fiumara Favazzina).

Nel sistema costiero emerge la Rocca di Scilla, collegata ai versanti costieri da una sella che divide in due il sito dove sorge l'abitato; tale sistema è delimitato a nord dai rilievi del Sant'Elia che digradano violentemente in mare con rupi scoscese che separano, anche percettivamente, l'ambito di Bagnara da quello di Palmi.

Il reticolo idrografico è caratterizzato da brevi corsi d'acqua con pattern complessivamente parallelo e decorso medio perpendicolare alla linea di costa.

Fascia costiero collinare della Costa Viola (comprende parte del territorio di Scilla, Bagnara, Sant'Eufemia d'Aspromonte).

L'ambito è caratterizzato da un paesaggio collinare costiero con costa alta e rocciosa, con cale e baie di piccole dimensioni, denominata Costa Viola; questa è sovrastata dalla superficie sommitale dei Piani di Sant'Elia che costituiscono un'area cerniera tra l'ambito costiero e quello montano.

Le quote si sviluppano dal livello del mare a massimi di 500 m circa; la superficie sommitale dei piani si sviluppa tra i 550 ed i 700 m s.l.m.

Da un punto di vista geomorfologico il sito risulta particolarmente complesso in relazione alla molteplicità delle unità geologiche che in esso ricadono e alla presenza di importanti faglie di carattere regionale.

Queste importanti strutture tettoniche dislocano i terreni più antichi generando un substrato molto complesso geologicamente nonché la ripetizione di sequenze che danno origine a forme tipiche del rilievo.

La tettonica quaternaria presumibilmente all'inizio del Pleistocene medio ha sollevato questo tratto di crosta che durante il sollevamento si è spezzato in più blocchi, l'ultimo dei quali ad emergere è stato quello dell'attuale Piana.

Il sollevamento ha portato in emersione un fondale relativamente basso sommerso per tutto il Pleistocene medio. L'emersione che ha interessato dapprima la parte pedemontana del versante tirrenico dell'Aspromonte è testimoniata da depositi di ambiente costiero di età sempre più recente man mano che ci si approssima all'attuale spiaggia.

Questa superficie eterocrona una volta emersa è stata soggetta agli agenti esogeni e all'erosione dei corsi d'acqua provenienti dalle ripide pendici montane dell'Aspromonte che, trovandosi all'inizio di una pianura continua hanno formato ampie conoidi di depositi alluvionali.

Nella zona aspromontana compresa fra la località Selle Aquile e l'area pedemontana il territorio è caratterizzato da versanti rocciosi ripidi ed alvei incassati che debordano spianate sommitali poco estese sulle quali ricadono i centri abitati.

La morfologia dell'area è rappresentata da una fascia a est dello Stretto di Messina e a nord-ovest della catena dell'Aspromonte, nella parte sommitale e mediana del bacino del Fiume Favazzina. Il settore occidentale dell'Aspromonte mostra una struttura caratterizzata da una serie di gradoni di faglia (post-calabrianne) in discesa verso il mare. Sulle spianate comprese tra le diverse faglie si accumulano conoidi recenti dovuti all'apporto dei ripidi canali discendenti dalle scarpate delle faglie.

L'area oggetto di studio può essere considerato un impluvio morfologico presenta un'elevazione variabile tra i 600 e i 560 metri sul livello medio del mare ed è delineata dalla tettonica di età quaternaria. L'origine di tali superfici è legata alla tettonica recente ed alle conseguenti variazioni fra il livello medio marino e la superficie terrestre.

Sul sito è stato eseguito un rilievo topografico di dettaglio mediante drone (0,2*0,2 metri), teso a definire l'estensione planimetrica e la quota altimetrica dell'area oggetto di studio.

Tale rilievo ha permesso di eseguire una modellazione 3D del sito con risoluzione accuratissima

Al fine di meglio definire il sito da un punto di vista geometrico è stato eseguito un rilievo topografico che ha permesso di redigere una carta topografica di dettaglio del sito (Elaborato 3 b "Planimetria generale e rilievo topografico dello stato di fatto").

La discarica si estende su una superficie di circa 6.000 mq.

Per una migliore definizione delle dimensioni e della geometria del corpo discarica si rimanda all'elaborato ed alle figure successive e alle tavole allegate al Progetto "Rilievo planimetrico e sezioni topografiche".

Tutto ciò servirà ad individuare le aree che presentano alti gradienti morfologici e che quindi ai fini di una corretta sistemazione della copertura (capping) dovranno essere riprofilate, in modo da diminuire i gradienti morfologici elevati. In particolare, si evince che l'area principale del corpo rifiuti costituenti l'ex discarica rappresenta un terrazzo morfologico nella parte sommitale poi a valle da una scarpata morfologica che raggiunge alti gradienti, circa 35 % di inclinazione, tale scarpata rappresenta il piede della discarica.

Lateralmente l'area di ex discarica è confinata a monte da una stradina di collegamento interna.

Lateralmente all'area oggetto di studio sono stati osservati dei fenomeni di erosione superficiali intensi cosiddetti "rill erosion".

L'erosione sui pendii è generalmente elevata e legata sia alle condizioni di resistenza degli ammassi rocciosi, sia all'azione delle acque incanalate e diffuse che tendono a dilavare le coltri degradate superficiali.

I periodi di maggiore erosione coincidono con i momenti di massima piovosità in cui le acque meteoriche si concentrano lungo i dei rivoli.

I fenomeni in atto rilevanti laddove la pendenza assume valori alti; ciò è dovuto soprattutto alla scarsa cementazione e alla facile erodibilità e disgregabilità dei materiali presenti. Nei periodi di piogge intense l'azione delle acque, oltre a causare fenomeni di ruscellamento superficiale e di erosione lineare, creano una serie di fenomeni di dissesto superficiali e di piccole dimensioni.

Inoltre, è necessario identificare la categoria topografica per eventuali effetti di amplificazione del moto sismico dovuti alla topografia, in base alla seguente tabella (tab. 3.2.III NTC 2018).

| Categoria | Caratteristiche della superficie topografica |
|-----------|---|
| T1 | Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ |
| T2 | Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$ |
| T3 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$ |
| T4 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$ |

Tabella 1: Categoria topografica tab. 3.2 III NTC 2018

Pertanto, il sito oggetto di studio ricade nella classe topografica T2.

9. CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE E IDROGEOLOGICHE

I rilievi montuosi degradano generalmente con quote elevate fino in prossimità del mare. Le pianure costiere si sviluppano in corrispondenza della parte terminale dei principali corsi d'acqua;

La litologia è caratterizzata da graniti, gneiss, micascisti e filladi intensamente fratturati e profondamente alterati, determinano quindi la presenza di masse disomogenee a consistenza quasi sabbiosa, facilmente erodibili e molto franose

Il sito è allocato al compluvio tra due versanti molto acclivi (pendenza stimata con angolo dell'ordine dei 35-40 %).

I terreni circostanti sono aree boschive e non sono coltivati. Non è stata rilevata la presenza di pozzi nelle vicinanze.

A sud-ovest del Piano Zillastro, la catena montuosa dell'Aspromonte si espande assumendo la forma di un grande cubo dagli spigoli smussati, sormontato dai terrazzi morfologici dei Piani e dalla cresta della catena del Montalto che ne occupa la parte centrale. Il massiccio è solcato da profonde e scoscese valli sul versante ionico e nella parte che si affaccia sullo Stretto di Messina; a nord-ovest, è delimitato dalla gradinata di terrazzi dei Piani che digrada verso le scarpate che da M. S. Elia a Scilla disegnano la Costa Viola. Più a Nord, le scarpate che danno sulla Piana di Gioia Tauro aumentano di altezza gradualmente e si presentano piuttosto degradate

Il contesto geologico regionale e la distribuzione delle diverse formazioni litostratigrafiche determinano una serie di ambienti idrogeologici e, conseguentemente, permettono l'individuazione dei relativi acquiferi. Come distinto dal Piano di Tutela delle Acque della Regione Calabria, possono essere

individuate due macro-tipologie principali di acquiferi:

- permeabili per porosità, riconducibili agli acquiferi che interessano prevalentemente le vallate alluvionali dei corsi d'acqua e le piane costiere;
- permeabili per fessurazione, riconducibili agli ammassi rocciosi fessurati che interessano generalmente le aree più interne della regione.

Con riferimento agli acquiferi permeabili per porosità, nella generalità dei casi si tratta di acquiferi con caratteristiche di permeabilità mediamente elevate ma estremamente variabili arealmente e lungo la verticale in relazione alle modalità di deposizione dei sedimenti e, in particolare, alla potenza che assumono localmente i termini più grossolani. In taluni casi la circolazione idrica sotterranea si esplica in pressione.

Le formazioni cristalline e le rocce metamorfiche ospitano circolazioni idriche in corrispondenza degli apparati morfostrutturali interessati dall'evoluzione neotettonica, la quale ha intensificato lo stato di fratturazione degli ammassi. Questi complessi rocciosi sono costituiti da una grande varietà di rocce (graniti, gneiss, ecc.), caratterizzate però, a livello di litotipo, da un grado di permeabilità complessivamente basso, che aumenta in corrispondenza delle zone di fratturazione e/o degradazione.

In sintesi, il sistema acquifero più importante della Calabria è costituito dalle vallate alluvionali e dalle piane costiere che si aprono in corrispondenza delle foci dei principali corsi d'acqua. Tali ammassi alluvionali risultano costituiti da depositi grossolani molto permeabili e sabbie nella fascia costiera, facilmente alimentati dalle acque superficiali delle fiumare e dai ruscellamenti lungo i pendii in vallate fortemente incassate. Le scarse caratteristiche meccaniche dei litotipi affioranti unite alla morfologia del territorio e ai

fenomeni meteorici brevi ma intensi, diventano fattori predisponenti o cause innescanti di fenomeni franosi.

La pericolosità di alluvione deriva invece dalla particolare conformazione dei bacini idrografici dei corsi d'acqua a tipico regime di fiumara che in occasione di eventi meteorici eccezionali non riescono a contenere i volumi di acqua e detrito che percorrono l'alveo.

Sulla base della successione litostratigrafica che caratterizza il territorio in esame e le aree ad esso circostanti, e a completamento della descrizione del contesto territoriale di riferimento, dal punto di vista delle caratteristiche di permeabilità dei litotipi presenti, sono riconoscibili le seguenti unità idrogeologiche sovrapposte, di seguito descritte a partire dall'unità più superficiale:

- i depositi conglomeratici prevalentemente sabbiosi, e conglomeratici a piccoli ciottoli.

Questi sedimenti presentano una permeabilità generalmente elevata per porosità e potrebbero costituire un acquifero a falda libera;

- il basamento cristallino, caratterizzato da una permeabilità primaria nulla e da una permeabilità secondaria (per fessurazione) bassa, con aumento della stessa nelle zone di fratturazione.

Ad ampia scala la successione idrogeologica è caratterizzata quindi da litotipi permeabili per porosità cui seguono in profondità litotipi a permeabilità minore e di tipo secondario. Questo assetto litostratigrafico potrebbe determinare l'esistenza di una falda libera contenuta nei depositi conglomeratici sovrastanti il substrato cristallino.

A scala regionale si ritiene che la direzione di flusso della falda sia orientata verso il mare, e pertanto avente direzione nord.

Durante l'attività di caratterizzazione e i successivi sopralluoghi, fino a 15 m di profondità rispetto al p.c., non è stata rilevata la presenza di acque sotterranee.

Da un punto di vista idrogeologico, si evidenzia che il Sito è modellato su scisti fratturati e sabbione di derivazione scistosa che costituiscono la parte più superficiale e alterata del basamento cristallino. Il basamento cristallino è generalmente caratterizzato da una permeabilità primaria nulla e da una permeabilità secondaria (per fessurazione) bassa, con aumento della stessa nelle zone di fratturazione.

10. INDAGINI IN SITU

Al fine di caratterizzare i terreni e da un punto di vista geotecnico e da un punto di vista sismico e fare una ricostruzione stratigrafia dell'area è stata eseguita una campagna d'indagini geognostiche e geofisiche che è consistita nell'esecuzione di:

- Esecuzione di n° 2 prospezione sismiche del tipo Masw al fine di caratterizzare i suoli determinandone il profilo di velocità delle onde di taglio Vs, la velocità media equivalente Vs30 nei primi 30 m di terreno, la categoria sismica di suolo secondo quanto indicato dalla nuova normativa sismica italiana O.P.C.M. n. 3274/2003 e s.m.i., dal D.M. 15/09/2005 e dagli Eurocodici 7 e 8;
- Esecuzione di n° 2 prove penetrometriche dinamiche del tipo Dpsh, al fine di determinare le caratteristiche geotecniche e stratigrafiche dei terreni dell'area di studio.
- Esecuzione di n° 2 pozzetti per la misura del biogas;

La campagna d'indagini geognostiche è stata eseguita dalla Geolags s.r.l.s. con sede legale in Via San Giuseppe Moscati s.n.c. 89900 Vibo Valentia (VV) Tel. Fax 0963 94627 P.IVA 03352390797, ditta operante nei settori della geologia ambientale, della geologia applicata, della geofisica applicata, della geoarcheologia e dei monitoraggi ambientali.

Le indagini geognostiche sono state ubicate, in modo da avere un quadro quanto più esaustivo sulle caratteristiche litostratigrafiche, geotecniche dell'area e la loro ubicazione è riportata nell'Allegato n°1 "Documentazione fotografica e stralcio ortofotogrammetrico con ubicazione indagini" della relazione tecnica sulle attività d'indagine geognostica.

11. CATEGORIA SUOLO DI FONDAZIONE

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, VS. I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità VS per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al § 6.2.2. I valori di VS sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche. La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, VS, eq (in m/s), definita dall'espressione:

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

con:

- h_i spessore dell'i-esimo strato;
- $V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- N numero di strati;
- H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

In base alle grandezze sopra definite si identificano le seguenti categorie di suolo di fondazione (Tab. 3.2.II delle NTC 2018):

| Categoria | Descrizione |
|-----------|---|
| A | <i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m. |

| | |
|----------|---|
| B | <i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i> |
| C | <i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i> |
| D | <i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i> |
| E | <i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i> |

Per il calcolo delle velocità di propagazione delle onde si è fatto riferimento alle indagini sismiche di tipo Masw eseguite nell'area di nostro interesse.

Nello specifico si è registrata una velocità delle Vs30 pari **525** m/sec che ha permesso di classificare il suolo di fondazione in categoria **B**, come riportato nell'allegato n°5 "Risultati prospezione sismica tipo M.A.S.W." della relazione tecnica sulle attività d'indagine geognostica e geofisica.

12. VERIFICA A LIQUEFAZIONE

Il D.M. 17.01.2018, Par. 7.11.3.4.2, stabilisce che “il sito presso il quale è ubicato il manufatto deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate.”

Al Punto 7.11.3.4.2 viene stabilito che “La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc1N > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e $qc1N$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;

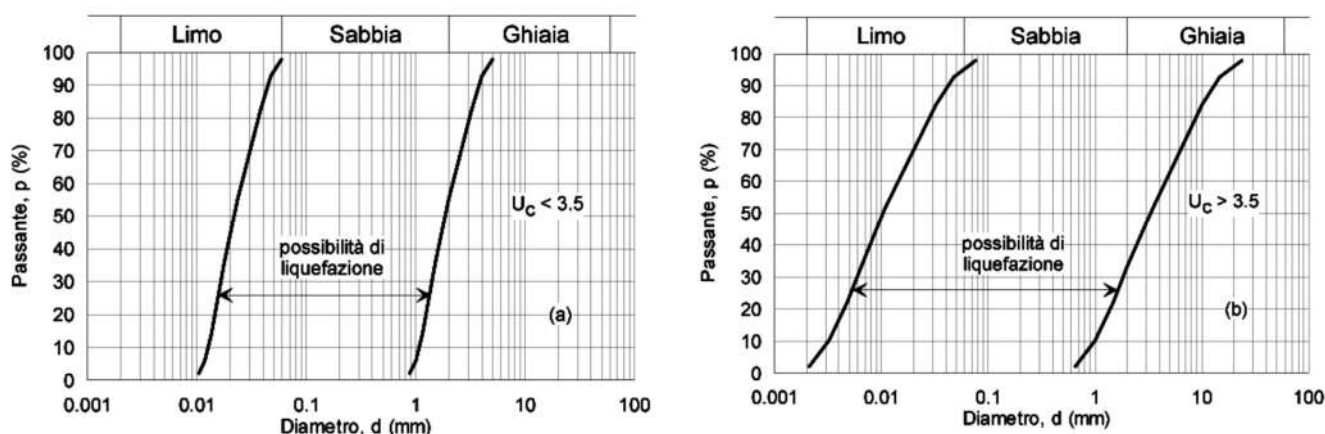


Figura 9 (a) e (b): Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione

4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 10 (a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in Fig. 10 (b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U > 3,5$. Al Punto 7.11.3.4.3. del suddetto D.M. viene stabilito che “Quando nessuna delle condizioni del § 7.11.3.4.2 risulti soddisfatta e il terreno di fondazione comprenda strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, occorre valutare il coefficiente di sicurezza alla liquefazione alle profondità in cui sono presenti i terreni potenzialmente liquefacibili.”

Nel sito in argomento si verifica la seguente condizione:

- profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;

Quindi, non sussistono le condizioni per il verificarsi di fenomeni di liquefazione e non è necessaria la verifica di suscettività alla liquefazione.

13. CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICO E PARAMETRI GEOTECNICI DI RIFERIMENTO

Per la ricostruzione litostratigrafica dei terreni costituenti il sottosuolo dell'area e per la definizione dei parametri geotecnici, sono stati consultati i dati ricavati dalle indagini eseguite in situ, ritenendoli esaustivi per ottenere un quadro stratigrafico e geotecnico del sito in esame. In particolare, sono state interpretate la colonna stratigrafica e le prove eseguite in situ vedi allegati.

Facendo riferimento al piano campagna la successione dei litotipi e i parametri geotecnici medi degli stessi sono i seguenti:

| | Prof. Strato (m) | Nspt | Angolo d'attrito (°) | Gamma (t/m ³) | Cu (KPa) | Classificazione AGI | Densità relativa % | VS m/s |
|--|------------------|-------|----------------------|---------------------------|----------|---------------------|--------------------|----------------|
| Strato 1 Terreno vegetale | 5,20 | 6,02 | 26,91 | 1,58 | -- | POCO ADDENSATO | 46,02 | 190,80 -367,51 |
| Strato 3 Alterazione sub strato roccioso | 25 | 46,62 | 37,23 | 2,23 | 3,15 | ADDENSATO | 100 | 524,49 -710,87 |

Per maggiori dettagli si rimanda all'Allegato "Risultati delle indagini geognostiche e geofisiche".

14. CONCLUSIONI

Il presente studio geologico descrive le caratteristiche geologiche, morfologiche-strutturali, idrogeologiche, litologiche, stratigrafiche nonché sismiche di un sito ubicato nel territorio comunale di Scilla (RC) ove sono previsti i lavori di “Interventi di progettazione bonifica lavori Intervento di bonifica/messa in sicurezza permanente ex discarica loc.tà Selle Aquile nel Comune di Scilla.

Il Sito si estende lungo la scarpata a valle della strada che collega l’abitato di “Melia” con quello di “Aquile” in una zona boschiva. La pendenza media del versante è elevata. Il Sito occupa la testata di due impluvi.

Geograficamente l’area è identificata al Foglio 589 III “Bagnara Calabria” della Carta Topografica d’Italia (Scala 1:25.000);

Il rilevamento di campagna, le ricerche bibliografiche la consultazione d’indagini eseguite in aree limitrofe hanno permesso di ricostruire la situazione litostratigrafica locale nonché il profilo geologico di dettaglio del sito di intervento. Il quadro che si è ottenuto si ritiene sufficientemente esaustivo per la costruzione del modello geologico definitivo che si riporta sinteticamente di seguito.

Nell’area di studio sono presenti dei depositi alluvionali misti a rifiuto di spessi circa 5 metri, si passa poi ai al substrato cristallino metamorfico.

Dal punto di vista geomorfologico l’area si sviluppa su un’area caratterizzata nella parte sommitale da un andamento sub-pianeggiante con pendenze inferiori al 5 %, bordato da una scarpata morfologica che presenta alti gradienti morfologici con pendenze paria circa 35-40%.

Per quanto riguarda la classe topografica, in base alla tabella (tab. 3.2.III NTC 2018), il sito rientra nella categoria T2.

Ad ampia scala la successione idrogeologica è caratterizzata quindi da litotipi permeabili per porosità cui seguono in profondità litotipi a permeabilità minore e di tipo secondario. Questo assetto litostratigrafico potrebbe determinare l’esistenza di una falda libera contenuta nei depositi conglomeratici sovrastanti il substrato cristallino.

A scala regionale si ritiene che la direzione di flusso della falda sia orientata verso il mare, e pertanto avente direzione nord.

Durante l’attività di caratterizzazione e i successivi sopralluoghi, fino a 15 m di profondità rispetto al p.c., non è stata rilevata la presenza di acque sotterranee.

Da un punto di vista idrogeologico, si evidenzia che il Sito è modellato su scisti fratturati e sabbione di derivazione scistosa che costituiscono la parte più superficiale e alterata del basamento cristallino. Il basamento cristallino è generalmente caratterizzato da una permeabilità primaria nulla e da una permeabilità secondaria (per fessurazione) bassa, con aumento della stessa nelle zone di fratturazione.

Dal punto di vista sismico l’OPCM n. 3274 del 20/03/03 inserisce il Comune di Scilla tra le zone di sismicità 1. Tutta via con l’entrata in vigore del D.M. 17 gennaio 2018 la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido ($V_{s30} > 800$ m/s), viene definita mediante un approccio “sito dipendente” e non più tramite un criterio “zona dipendente”.

La conoscenza geologica dei luoghi, unita ai dati provenienti dalle indagini sismiche eseguite in sito, ha permesso di inserire il suolo di fondazione del sito in esame nella categoria denominata **B** secondo quanto

dettato dalle nuove norme tecniche per le costruzioni (NTC 2018). Considerata la natura dei terreni, durante la fase esecutiva dei lavori sarà necessario verificare la validità delle ipotesi di progetto valutando, oltre ai dati raccolti in fase preliminare, anche quelli desunti dall'osservazione e dall'analisi dei terreni interessati dall'intervento, per adeguare eventualmente le opere alle situazioni riscontrate.

Durante la realizzazione dei lavori ed opere che comportino scavi e/o riporti di terreno non dovranno essere create condizioni di rischio per il verificarsi di smottamenti, od altri movimenti gravitativi.

In base al modello geologico definitivo dell'area di costruzione si può stabilire che nel sito in cui verrà realizzata l'opera prevista in progetto, sono presenti in superficie terreni poco consistenti. Un buon grado di addensamento ed una migliore resistenza geomeccanica dei terreni è stata riscontrata ad una profondità di circa 4 metri dal piano campagna. I carichi trasmessi dalle opere in oggetto non dovranno indurre deformazioni nel sottosuolo, per cui si dovrà fare riferimento alle informazioni di natura stratigrafica e geotecnica riportate nella presente relazione e nei relativi allegati.

Nel rispetto delle condizioni di cui sopra e di tutto quanto riportato nella presente relazione, si può esprimere un parere positivo di fattibilità geologica a quanto previsto in progetto.

Vibo Valentia, 09 Dicembre 2019

Il Geologo

Geol. Carlo Artusa

Allegato n° 1 Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Fondazioni e Stabilità dei pendii
Muro rigido: 0

Sito in esame.

latitudine: 38,24164
longitudine: 15,744488
Classe: 2
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

| | | | |
|------------------|--------------|--------------|-----------|
| Sito 1 ID: 44546 | Lat: 38,2623 | Lon: 15,7142 | Distanza: |
| 3501,216 | | | |
| Sito 2 ID: 44547 | Lat: 38,2610 | Lon: 15,7777 | Distanza: |
| 3612,606 | | | |
| Sito 3 ID: 44769 | Lat: 38,2110 | Lon: 15,7760 | Distanza: |
| 4382,545 | | | |
| Sito 4 ID: 44768 | Lat: 38,2123 | Lon: 15,7126 | Distanza: |
| 4290,085 | | | |

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B
Categoria topografica: T2
Periodo di riferimento: 50anni
Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
Tr: 30 [anni]
ag: 0,065 g
Fo: 2,314
Tc*: 0,278 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
Tr: 50 [anni]
ag: 0,087 g
Fo: 2,289
Tc*: 0,294 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 475 [anni]
ag: 0,260 g
Fo: 2,420
Tc*: 0,365 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 975 [anni]
ag: 0,349 g
Fo: 2,467
Tc*: 0,391 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss: 1,200
Cc: 1,420
St: 1,200
Kh: 0,019
Kv: 0,009
Amax: 0,919
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,200
Cc: 1,410
St: 1,200
Kh: 0,025
Kv: 0,013
Amax: 1,232
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,150
Cc: 1,350
St: 1,200
Kh: 0,100
Kv: 0,050
Amax: 3,515
Beta: 0,280

SLC:

Ss: 1,060
Cc: 1,330
St: 1,200
Kh: 0,124
Kv: 0,062
Amax: 4,352
Beta: 0,280

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50
Geostru

Coordinate WGS84

latitudine: 38.240599
longitudine: 15.743680



COMUNE DI SCILLA

CITTA' METROPOLITANA DI REGGIO CALABRIA



**PIANO NAZIONALE PER IL SUD - INTERVENTI NEL SETTORE DELLE BONIFICHE
PER IL SUPERAMENTO DELLA PROCEDURA D'INFRAZIONE EU 2003-2077 CAUSA
C. 135-05 - DELIBERA CIPE 60/2012
BONIFICA/MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE EX DISCARICA
LOC.TÀ SELLE AQUILE NEL COMUNE DI SCILLA**

CUP: F7251700010002

CIG:

| | | |
|--------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Livello di progettazione | Progetto Esecutivo | Elaborato n. 2.b |
| Oggetto elaborato: | Relazione indagini integrative | |

| | | | |
|--|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Progettazione Esecutiva ATP: Capogruppo INGEAM SNC Mandanti: Arch. Carlo Muggeri Arch. Giovanni Tedesco | Ing. Antonio Barreca | Dott. Geol. Carlo Artusa | Arch. Francesco Morabito |
|  Via San Giuseppe Moscati, 89900 Vibo Valentia (VV) Tel. 0963 591253 e-mail: ingeamsnc@gmail.com pec: ingeamsnc@pec.it | Ing. Salvatore Morabito | Arch. Carlo Muggeri | Arch. Giovanni Tedesco |

| | | |
|-------------------------|-------------------|--|
| Ente appaltante: | RUP: | |
| Comune di Scilla | Arch. Bruno Doldo | |

| Commessa | Livello di progetto | Categoria dei lavori | Tipo elaborato | N. elaborato | REV | Data |
|----------|---------------------|----------------------|----------------|--------------|-----|------------|
| 2019/02 | Esecutivo | P.03 | RI | 2.b | 00 | 06/12/2019 |



COMUNE DI SCILLA (RC)

OGGETTO: INTERVENTO DI BONIFICA/MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE EX DISCARICA LOC.TÀ SELLE AQUILE



**RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ
D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA**

**COMMITTENTE: INGEAM S.n.c. per conto del
Comune di Scilla (RC)**

GEOLAGS s.r.l.s.

Sede legale: Via San Giuseppe Moscati s.n.c.
89900 Vibo Valentia (VV)
Tel. Fax 0963 94627
P.IVA 03352390797
geolagssrls@gmail.com
geolagssrls@pec.it

GEOLAGS s.r.l.s.

Sede legale: Via San Giuseppe Moscati s.n.c. 89900 Vibo Valentia (VV)
Tel. Fax 0963 94627 – P.IVA 03352390797
geolagssrls@gmail.com – geolagssrls@pec.it

| | | |
|------------------|--|--|
| GEOLAGS S.r.l.s. | INTERVENTO DI BONIFICA/MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE EX DISCARICA LOC.TÀ SELLE AQUILE | INGEAM S.N.C. PER CONTO DEL COMUNE DI SCILLA (RC) |
| | <i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D' INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i> | |

INDICE

| | | |
|-----|--|---|
| 1. | PREMESSA | 3 |
| 2. | PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA SUPERPESANTE (DPSH) | 3 |
| 2.1 | STRUMENTAZIONE UTILIZZATA | 4 |
| 3. | INSTALLAZIONE SONDE BIOGAS PER C.O.V. | 4 |
| 4. | PROSPEZIONE SISMICA TIPO M.A.S.W. | 5 |
| 4.1 | STRUMENTAZIONE UTILIZZATA | 6 |

Allegati:

- *Allegato n°1 Planimetria con ubicazione delle indagini;*
- *Allegato n°2 Documentazione fotografica;*
- *Allegato n°3 Risultati prospezione sismica Tipo Masw;*
- *Allegato n°4 Risultati prove penetrometriche dinamiche DPSH;*
- *Allegato n°5 Rapporti di prova biogas*

| REV. DOCUMENTO | REDATTO | VERIFICATO | DATA |
|----------------|------------------|------------------|------------|
| 00 | Dr. Carlo Artusa | Dr. Carlo Artusa | 29/11/2019 |

| | | |
|-------------------------|--|--|
| GEOLAGS S.r.l.s. | INTERVENTO DI BONIFICA/MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE EX DISCARICA LOC.TÀ SELLE AQUILE | INGEAM S.N.C. PER CONTO DEL COMUNE DI SCILLA (RC) |
| | RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D' INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA | |

1. PREMESSA

La Geolags S.r.l.s., ditta operante nei settori della geologia applicata, della geofisica applicata, della geoarcheologia e dei monitoraggi ambientali, con sede legale a Vibo Valentia, in via San Giuseppe Moscati, s.n.c. è stata incaricata dall'INGEAM S.n.c. per conto dell'amministrazione comunale di Scilla, ad eseguire le indagini geognostiche e geofisiche per il Progetto "INTERVENTO DI BONIFICA/MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE EX DISCARICA LOC.TÀ SELLE AQUILE".

In particolare, durante la campagna sono state svolte le seguenti attività:

- n° 2 prove penetrometriche dinamiche continue superpesanti DPSH;
- n° 1 prospezioni sismica di tipo masw;
- n° 2 installazioni di sonde per il campionamento del biogas;

Di seguito vengono illustrate le metodiche di esecuzione delle diverse attività.

2. PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA SUPERPESANTE (DPSH)

Sono state eseguite n. 2 prove penetrometriche dinamiche DPSH spinta sino alla profondità massima di 5,20 metri dal piano campagna. Le coordinate dei punti di sondaggio sono elencate nella seguente tabella:

| SIGLA | Coordinate UTM – WGS84 | Profondità dal p.c. |
|--------------|--|----------------------------|
| P1 | Lat. 4232745,54 m N Long. 565083,52 m E | 2,20 m |
| P2 | Lat. 4232738,17 m N Long. 565071,26 m E | 5,20 m |

Tabella 1.1 – le coordinate sono espresse in UTM (WGS84) zona 33S.

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi) misurando il numero di colpi N necessari.

Le prove penetrometriche dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con il sondaggio geognostico per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M

| | | |
|-------------------------|--|--|
| GEOLAGS S.r.l.s. | INTERVENTO DI BONIFICA/MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE EX DISCARICA LOC.TÀ SELLE AQUILE | INGEAM S.N.C. PER CONTO DEL COMUNE DI SCILLA (RC) |
| | <i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D' INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i> | |

- altezza libera caduta H
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura)
- avanzamento (penetrazione)
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

L'ubicazione del sondaggio penetrometrico è stata concordata con la committenza prima dell'avvio dei lavori.

Gli elaborati grafici e tabellari sono riportati in allegato e contengono:

Stima dei parametri geotecnici;

Colonna stratigrafica.

2.1 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Per l'esecuzione delle indagini penetrometriche, è stato utilizzato un penetrometro tipo Emilia prodotto da Pagani Geotechnical modello TG 63-100 Kn.

| DATI TECNICI | | |
|-----------------|--------------------------------------|--------------------|
| Motore | Tipo | Benzina; 2 cil.; V |
| | Potenza [HP (kW) - RPM] | 16 (12) - 3600 |
| | Raffreddamento | Aria |
| Traslazione | Cingolato a trasmissione idrostatica | Cingolato Gommato |
| | Velocità di traslazione [km/h] | 0 ÷ 1.8 |
| | Pendenza Max % | 30 |
| Pompa Idraulica | Numero di Pompe | 2 |
| | Max. pressione operativa [bar] | 245 |
| Stabilizzatori | Numero | 3 |
| | Tipo | Idraulico |

| DIMENSIONI E PESI | | |
|---|------|---------------------------------------|
| H [mm] | 1600 | PENETROMETRO DINAMICO TG 63-100 KN |
| L [mm] | 2450 | |
| P [mm] | 1040 | |
| Peso [kg] | 910 | |
| Massa battente[kg] | 63.5 | |
| Altezza caduta (m) | 0.75 | |
| Avanzamento Δ (cm) | 20 | |
| Punta conica diametro (apertura 60°) (mm) | 50.5 | |
| Area base cono (cm ²) | 20 | |
| Lunghezza aste (m) | 1 | |
| Diametro aste (mm) | 32 | |
| Peso aste (Kg) | 6.31 | |

3. INSTALLAZIONE SONDE BIOGAS PER C.O.V.

Sono state collocate due sonde permanenti per il biogas in appositi fori predisposti tramite i sondaggi penetrometrici all'interno della zona di discarica da analizzare (GAS1-GAS2). Tali strumentazioni hanno la funzione di camere di accumulo per assorbire, convogliare e stoccare i gas che si diffondono per

| | | |
|-------------------------|--|--|
| GEOLAGS S.r.l.s. | INTERVENTO DI BONIFICA/MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE EX DISCARICA LOC.TÀ SELLE AQUILE | INGEAM S.N.C. PER CONTO DEL COMUNE DI SCILLA (RC) |
| | RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D' INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA | |

avvezione dall'area di discarica che si accumulano nel terreno all'interno del corpo di discarica, in seguito si collega alla valvola di chiusura idonea strumentazione per il campionamento ed analisi delle proprietà chimico-fisiche dei gas (es. FID, fiale colorimetriche o gascromatografi portatili, se portato in laboratorio il campione è conservato in apposito contenitore di vetro, acciaio o teflon oppure adsorbito su carboni attivi).

Le sonde sono composte da materiali non reagenti con le possibili sostanze chimiche presenti nella discarica (tubi di polipropilene PP grigio termostabilizzato alle alte temperature ed ai raggi UV). Grazie alle elevate caratteristiche di resistenza agli agenti chimici, sia i tubi che i raccordi, utilizzati normalmente a temperature tra i +5°C e + 90° C i, riescono a mantenere le proprie caratteristiche di resistenza in presenza di soluzioni acquose contenenti sali, acidi e alcali forti fino a 120° C.

L'installazione delle sonde prevede le seguenti indicazioni operative:

I tubi di PP presentano una porzione superficiale non finestrata perché servono per il tratto cieco, a cui segue in profondità una parte finestrata per l'accesso ai gas. Nella zona di misura la parete dal tubo è finestrata (filtro) per un tratto di 30 cm, l'intercapedine fra sondaggio e tubo è circondata da materiale filtrante (dreno) chimicamente inerte - ghiaietto siliceo calibrato a circa 2,5 mm. di diametro - questo ha la funzione di richiamo d'afflusso dei gas; nel fondo foro si posa uno strato di sabbia (max. 5 cm) per evitare la possibile ostruzione della sonda col terreno, si estende lo strato filtrante al di sopra della sonda per circa 10 cm, nella parte superiore si pone uno strato di bentonite (non idratata) di circa 20 cm di spessore con interposto uno strato di tessuto non tessuto fra esso ed il tetto del filtro, al di sopra della bentonite anidra un'altro strato di 30 cm almeno di bentonite idratata, sigillatura per lo spessore rimanente al piano campagna con boiacca di cemento e bentonite in polvere. Il tutto ha una idonea chiusura a tenuta stagna per i fluidi tramite un rubinetto in acciaio con valvola a sfera e leva di apertura chiusura a farfalla in alluminio.

Qui di seguito saranno indicati le coordinate delle sonde di raccolta dei Biogas:

| SIGLA | Coordinate WGS84 (m) | Profondità dal p.c. | Strumento di monitoraggio |
|----------------|--|----------------------------|----------------------------------|
| P1-GAS1 | Lat. 4232745,54 m N Long. 565083,52 m E | 1,50 m | Sonda gas |
| P2 GAS2 | Lat. 4232738,17 m N Long. 565071,26 m E | 1,50 m | Sonda gas |

Tab. 3.1 - Le coordinate sono espresse in UTM (WGS84) zona 33S.

4. PROSPEZIONE SISMICA TIPO M.A.S.W.

Sono state eseguita n.2 acquisizioni sismiche per ottenere il profilo di velocità delle onde S con i seguenti parametri:

- distanza intergeofonica 1,50 m;
- shot a 1,50 m dal primo geofono;

| | | |
|-------------------------|--|--|
| GEOLAGS S.r.l.s. | INTERVENTO DI BONIFICA/MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE EX DISCARICA LOC.TÀ SELLE AQUILE | INGEAM S.N.C. PER CONTO DEL COMUNE DI SCILLA (RC) |
| | RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA | |

- tempo di acquisizione 2 secondi;
- intervallo di campionamento 2 millisecondi.

L'ubicazione e le coordinate degli estremi, delle prove, sono riportate di seguito in tabella.

| SIGLA | Lunghezza stendimento (m) | Coordinate estremo A (m) | Coordinate estremo B (m) |
|---------------|----------------------------------|--|--|
| MASW 1 | 36 | Lat. 4232734.05 m N Long. 565067.80 m E | Lat. 4232753.19 m N Long. 565036.47 m E |
| MASW 2 | 36 | Lat. 4232756.72 m N Long. 565099.24 m E | Lat. 4232730.18 m N Long. 565075.28 m E |

Tabella 2 – le coordinate sono espresse in UTM (WGS84).

La tecnica si basa sullo studio della dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di tipo Rayleigh (R), nota in letteratura come Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW). Successivamente si è passati alla rappresentazione delle tracce sismiche su un diagramma che mette in relazione le frequenze con le velocità di fase. Su di esso s'individuano, come zone di massima ampiezza, gli allineamenti attribuibili alle onde di Rayleigh, da cui si ottiene la variazione delle velocità di queste ultime con il variare della loro frequenza, o lunghezza d'onda. Essendo la profondità di propagazione di questo tipo di onde dipendente dalla frequenza, sarà possibile correlare le velocità alle varie frequenze con le profondità. In quest'ultimo passo si ottiene mediante un processo d'inversione il profilo verticale delle velocità delle onde trasversali (Vs), posto al centro della stesa di geofoni.

Le indagini MASW sono state ubicate in accordo con la committenza.

Gli elaborati grafici sono riportati in allegato e contengono:

- la curva di dispersione della velocità di fase delle onde R in relazione alla frequenza;
- il profilo delle Vs al centro dello stendimento fino alla massima profondità di indagine;
- la tabella dei valori di Vs per orizzonti omogenei di velocità;
- il valore medio delle Vs, pesato sugli spessori, estrapolato fino a 30 metri di profondità.

4.1 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Per l'esecuzione delle prospezioni MASW è stata impiegata la seguente strumentazione:

- Sismografo PASI modello 16SG24-N a 24 Canali;
- 2 Cavi sismici a 12 tracce, con connettori NK2721C ad attacchi singoli;
- 24 Geofoni verticali PASI da 4,5 Hz;
- Geofono starter;
- Attrezzatura di energizzazione con massa battente.

I sismogrammi sperimentali sono archiviati presso i nostri uffici su supporto magnetico in formato internazionale SEG2 e rimangono a disposizione della committenza per la durata di un anno.

Vibo Valentia 29/11/2019

Il Tecnico
Dott. Carlo Artusa

| | | |
|------------------|--|--|
| GEOLAGS S.r.l.s. | INTERVENTO DI BONIFICA/MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE EX DISCARICA LOC.TÀ SELLE AQUILE | INGEAM S.N.C. PER CONTO DEL COMUNE DI SCILLA (RC) |
| | <i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D' INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i> | |

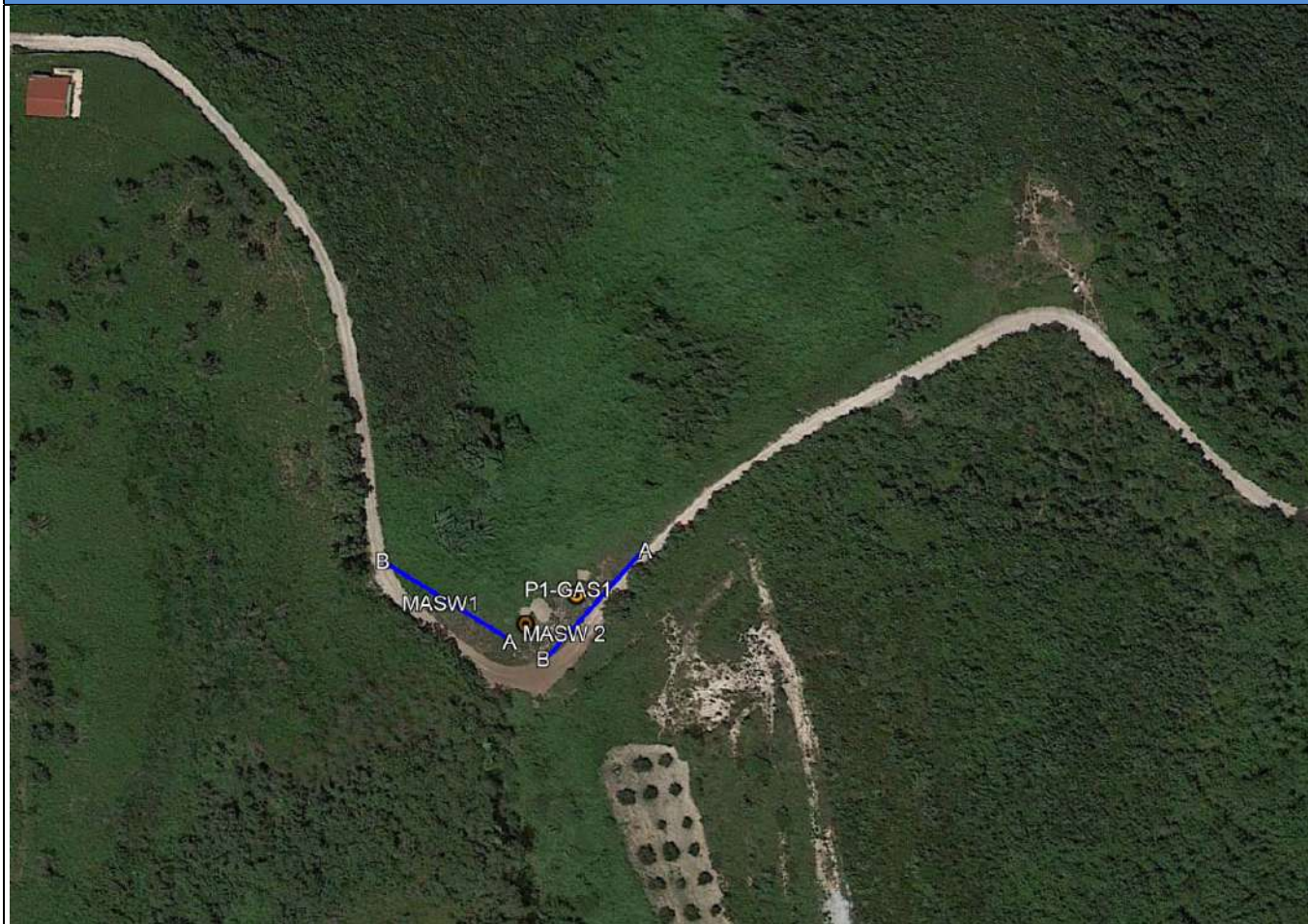
Allegato n.1

Planimetria con ubicazione delle indagini

Oggetto: *INTERVENTO DI BONIFICA/MESSA IN
SICUREZZA PERMANENTE EX DISCARICA
LOC.TÀ SELLE AQUILE*

Committente: *Ingeam s.n.c. per conto
dell'amministrazione comunale di
Scilla (RC)*

UBICAZIONE INDAGINI



STRALCIO CON UBICAZIONE INDAGINI
– SCALA 1:1.000 –

Legenda:

Prove Penetrometriche con istallazione Sonde Biogas C.O.V.

Indagine MASW

● P1- GAS

A — B

| | | |
|------------------|--|--|
| GEOLAGS S.r.l.s. | INTERVENTO DI BONIFICA/MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE EX DISCARICA LOC.TÀ SELLE AQUILE | INGEAM S.N.C. PER CONTO DEL COMUNE DI SCILLA (RC) |
| | <i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D' INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i> | |

Allegato n.2

Documentazione Fotografica

Oggetto: *INTERVENTO DI BONIFICA/MESSA IN
SICUREZZA PERMANENTE EX DISCARICA
LOC.TÀ SELLE AQUILE*

Committente: *Ingeam s.n.c. per conto
dell'amministrazione comunale di
Scilla (RC)*

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Prova penetrometrica dinamica DPSH - P1-GAS1



Prova penetrometrica dinamica DPSH – P2-GAS2”



Sonda Bigas V.O.C. – P1-GAS1



Sonda Bigas V.O.C. – P2-GAS2



Indagine sismica tipo Masw 1



Indagine sismica tipo Masw 2

| | | |
|------------------|--|--|
| GEOLAGS S.r.l.s. | INTERVENTO DI BONIFICA/MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE EX DISCARICA LOC.TÀ SELLE AQUILE | INGEAM S.N.C. PER CONTO DEL COMUNE DI SCILLA (RC) |
| | <i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i> | |

Allegato n.3

Risultati prospezione sismica Tipo Masw

Oggetto: *INTERVENTO DI BONIFICA/MESSA IN
SICUREZZA PERMANENTE EX DISCARICA
LOC.TÀ SELLE AQUILE*

Committente: *Ingeam s.n.c. per conto
dell'amministrazione comunale di
Scilla (RC)*

1 ~ Dati sperimentali Masw 1

Nome del file delle tracce\\Geolags2\pub\Area tecnica\restituzione dati\2019\Novembre\
\Scilla\processing\processing masw 1\dat masw 1\masw11melia#1.seg2

Numero di ricevitori 24

Numero di campioni temporali 3.26787e-312

Timestep di acquisizione 2ms

Numero di ricevitori usati per l'analisi 24

L'intervallo considerato per l'analisi comincia a 0ms

L'intervallo considerato per l'analisi termina a 2046ms

I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)

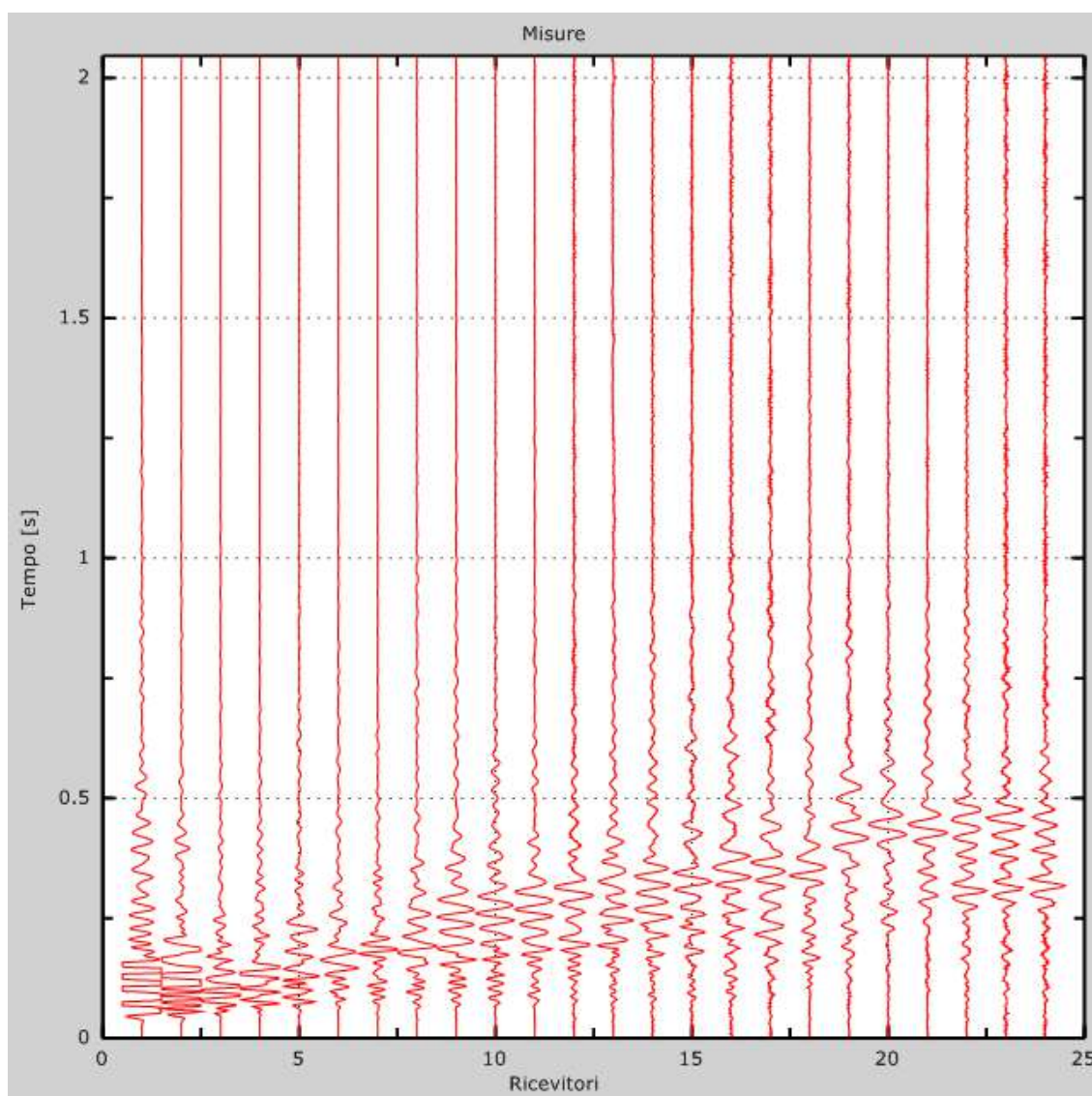


Figura 1:Tracce sperimentali

2 ~ Risultati delle analisi

Frequenza finale..... 40Hz

Frequenza iniziale2Hz

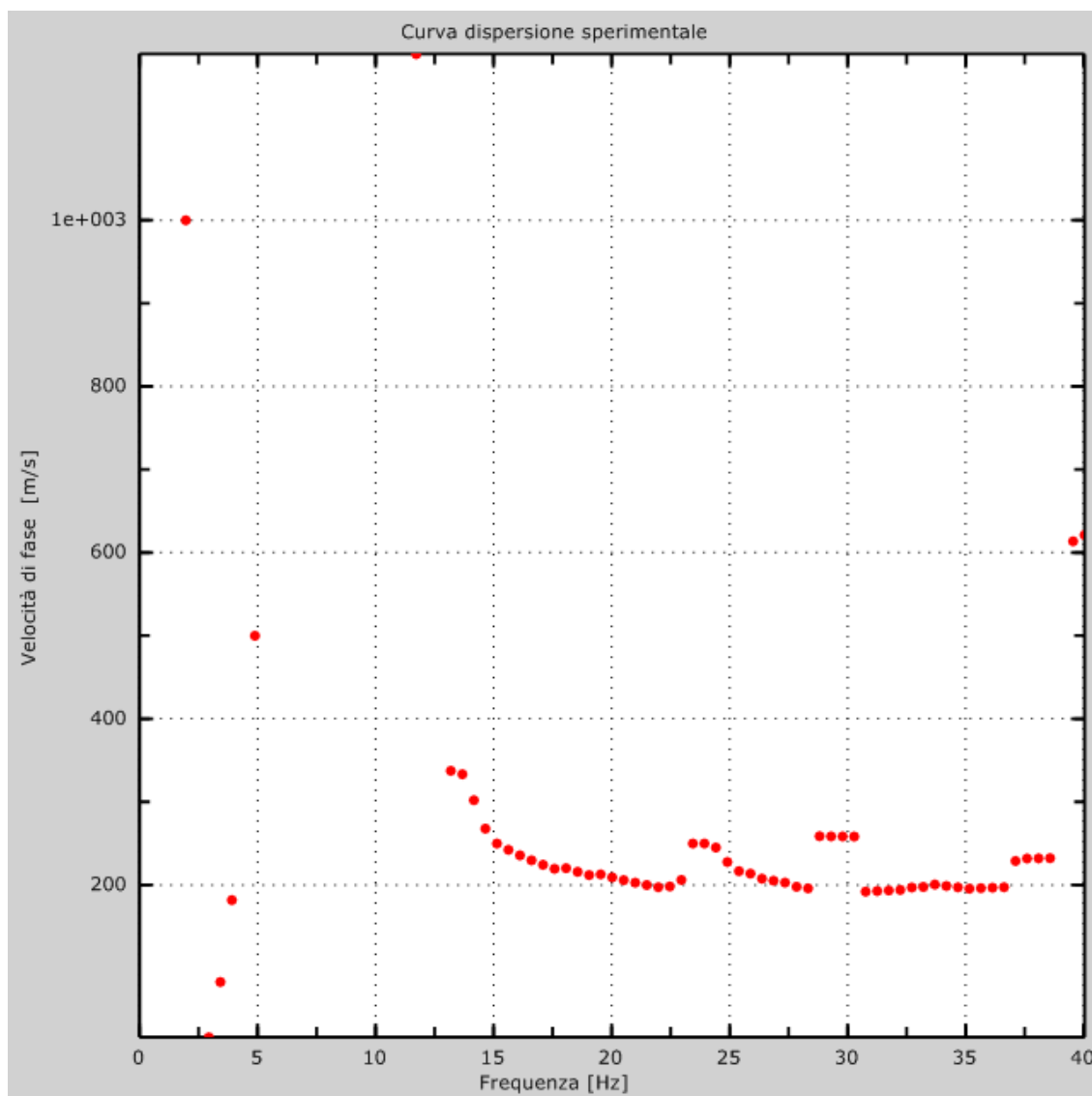


Figura 2:Curva dispersione sperimentale

3 ~ Curva di dispersione

Tabella 1: Curva di dispersione

| Freq. [Hz] | V. fase [m/s] | V. fase min [m/s] | V. fase Max [m/s] |
|------------|---------------|-------------------|-------------------|
| 2.25322 | 1022.12 | 916.414 | 1127.84 |
| 13.5254 | 334.583 | 301.125 | 368.042 |
| 15.4541 | 245.076 | 220.568 | 269.583 |
| 17.3828 | 221.451 | 199.306 | 243.596 |
| 19.3115 | 212.402 | 191.162 | 233.642 |
| 21.2402 | 201.415 | 181.274 | 221.557 |
| 23.1689 | 225.877 | 203.289 | 248.465 |
| 25.0977 | 223.274 | 200.946 | 245.601 |
| 27.0264 | 204.41 | 183.969 | 224.851 |
| 28.9551 | 258.727 | 232.854 | 284.599 |
| 30.8838 | 192.248 | 173.023 | 211.472 |
| 32.8125 | 197.182 | 177.464 | 216.9 |
| 34.7412 | 196.987 | 177.288 | 216.685 |
| 36.6699 | 200.523 | 180.471 | 220.575 |
| 38.6565 | 233.071 | 206.644 | 259.499 |

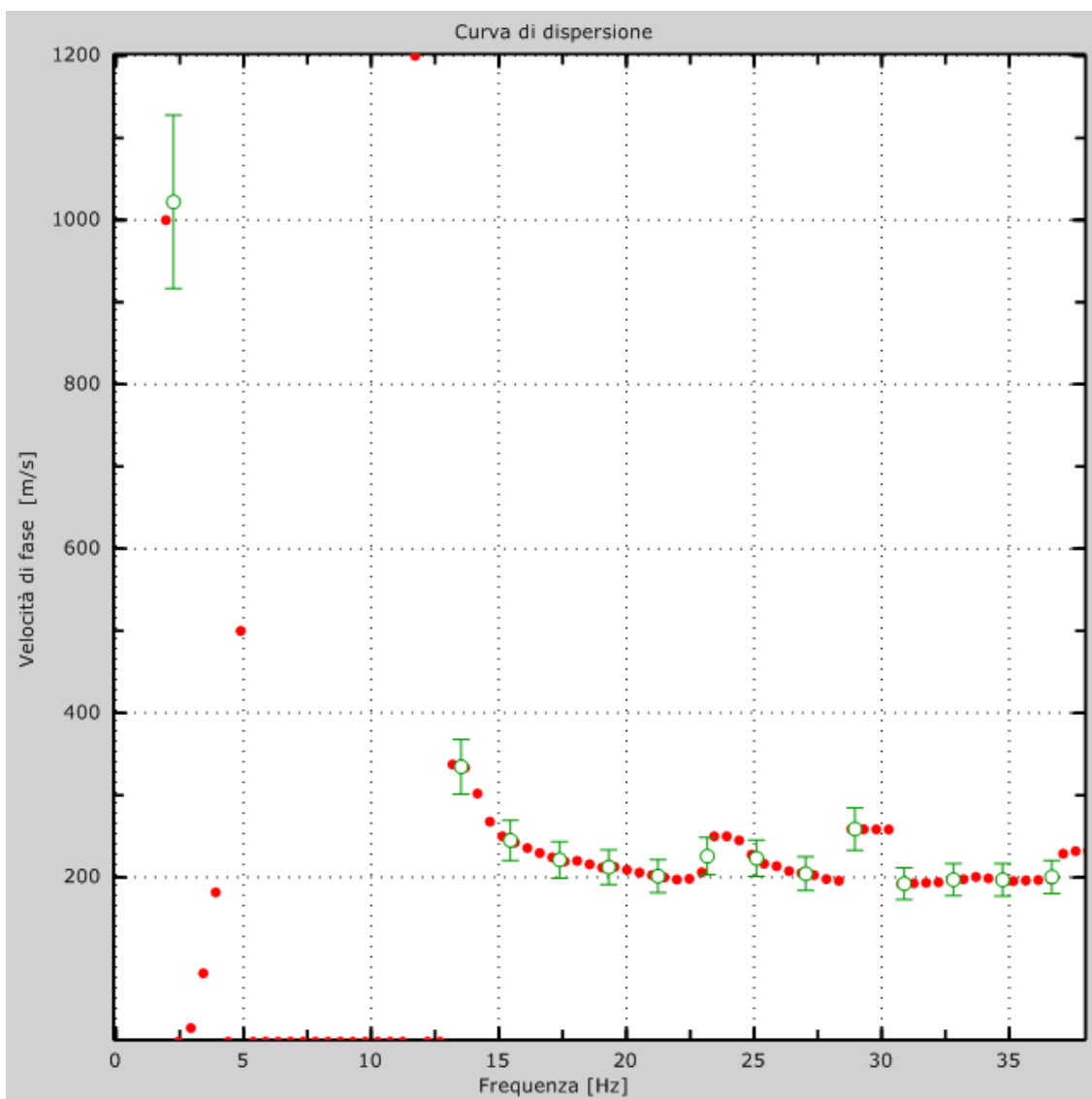


Figura 3: Curva di dispersione

| | | |
|-------------------------|--|--|
| GEOLAGS s.r.l.s. | INTERVENTO DI BONIFICA/MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE EX DISCARICA LOC.TÀ SELLE AQUILE | INGEAM S.N.C. PER CONTO DEL COMUNE DI SCILLA (RC) |
| | <i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i> | |

4 ~ Profilo in sito

Numero di strati (escluso semispazio) 9
 Spaziatura ricevitori [m] 2m
 Numero ricevitori..... 24
 Numero modi..... 1
 Numero iterazioni 5
 Massimo errore [%]..... -1717986918
 Consenti forti contrasti di rigidità tra 2 strati consecutivi

Strato 1

h [m] 2
 z [m] -2
 Densità [kg/m³] 1800
 Poisson..... 0.2
 Vs [m/s] 222.80
 Vp [m/s].....
 Vs min [m/s]..... 111.40
 Vs max [m/s] 445.61
 Falda non presente nello strato
 Strato non alluvionale
 Vs fin.[m/s] 202.838

Strato 2

h [m] 3
 z [m] -5
 Densità [kg/m³] 1800
 Poisson..... 0.2
 Vs [m/s] 248.08
 Vp [m/s].....
 Vs min [m/s]..... 124.04
 Vs max [m/s] 496.16
 Falda non presente nello strato
 Strato non alluvionale
 Vs fin.[m/s] 223.419

Strato 3

h [m] 3
 z [m] -8
 Densità [kg/m³] 1800
 Poisson..... 0.2
 Vs [m/s] 272.31
 Vp [m/s].....
 Vs min [m/s]..... 136.15
 Vs max [m/s] 544.61
 Falda non presente nello strato
 Strato non alluvionale
 Vs fin.[m/s] 339.958

| | | |
|-------------------------|--|--|
| GEOLAGS s.r.l.s. | INTERVENTO DI BONIFICA/MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE EX DISCARICA LOC.TÀ SELLE AQUILE | INGEAM S.N.C. PER CONTO DEL COMUNE DI SCILLA (RC) |
| | <i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D' INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i> | |

Strato 4

h [m] 4
 z [m] ~12
 Densità [kg/m³] 1800
 Poisson..... 0.2
 Vs [m/s] 371.76
 Vp [m/s].....
 Vs min [m/s]..... 185.88
 Vs max [m/s] 743.52
 Falda non presente nello strato
 Strato non alluvionale
 Vs fin.[m/s]..... 496.085

Strato 5

h [m] 4
 z [m] ~16
 Densità [kg/m³] 1800
 Poisson..... 0.2
 Vs [m/s] 371.76
 Vp [m/s].....
 Vs min [m/s]..... 185.88
 Vs max [m/s] 743.52
 Falda non presente nello strato
 Strato non alluvionale
 Vs fin.[m/s]..... 647.685

Strato 6

h [m] 5
 z [m] ~21
 Densità [kg/m³] 1800
 Poisson..... 0.2
 Vs [m/s] 371.76
 Vp [m/s].....
 Vs min [m/s]..... 185.88
 Vs max [m/s] 743.52
 Falda non presente nello strato
 Strato non alluvionale
 Vs fin.[m/s]..... 743.520

Strato 7

h [m] 5
 z [m] ~26
 Densità [kg/m³] 1800
 Poisson..... 0.2
 Vs [m/s] 371.76
 Vp [m/s].....
 Vs min [m/s]..... 185.88
 Vs max [m/s] 743.52
 Falda non presente nello strato

| | | |
|-------------------------|--|--|
| GEOLAGS s.r.l.s. | INTERVENTO DI BONIFICA/MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE EX DISCARICA LOC.TÀ SELLE AQUILE | INGEAM S.N.C. PER CONTO DEL COMUNE DI SCILLA (RC) |
| | <i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i> | |

Strato non alluvionale

Vs fin.[m/s] 743.520

Strato 8

h [m] 6

z [m] -32

Densità [kg/m³] 1800

Poisson 0.2

Vs [m/s] 371.76

Vp [m/s]

Vs min [m/s] 185.88

Vs max [m/s] 743.52

Falda non presente nello strato

Strato non alluvionale

Vs fin.[m/s] 743.520

Strato 9

h [m] 0

z [m] -00

Densità [kg/m³] 1800

Poisson 0.2

Vs [m/s] 1135.69

Vp [m/s]

Vs min [m/s] 567.84

Vs max [m/s] 2271.38

Falda non presente nello strato

Strato non alluvionale

Vs fin.[m/s] 1218.104

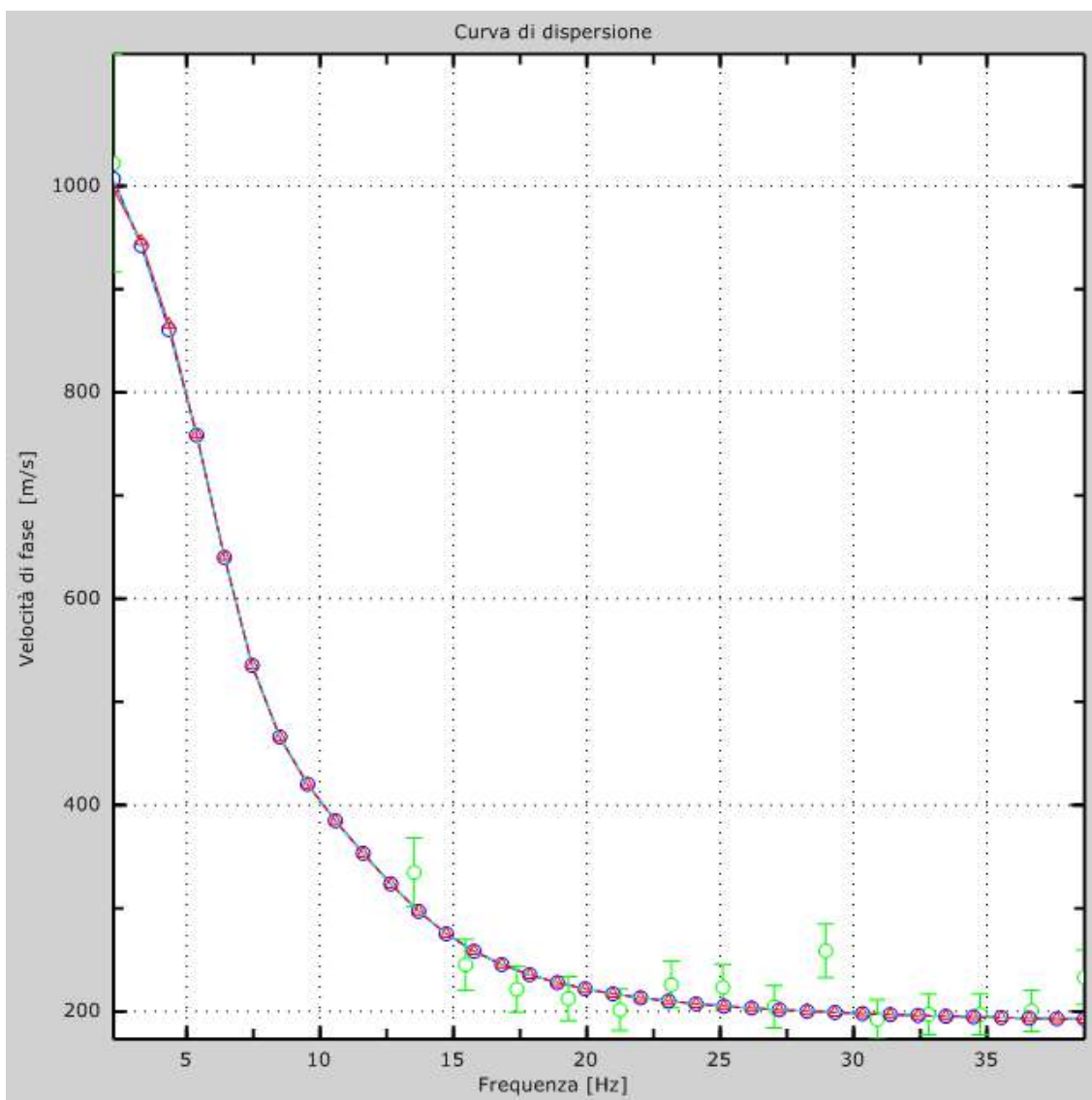


Figura 4: Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (blu),
Curva apparente(), curva numerica ()

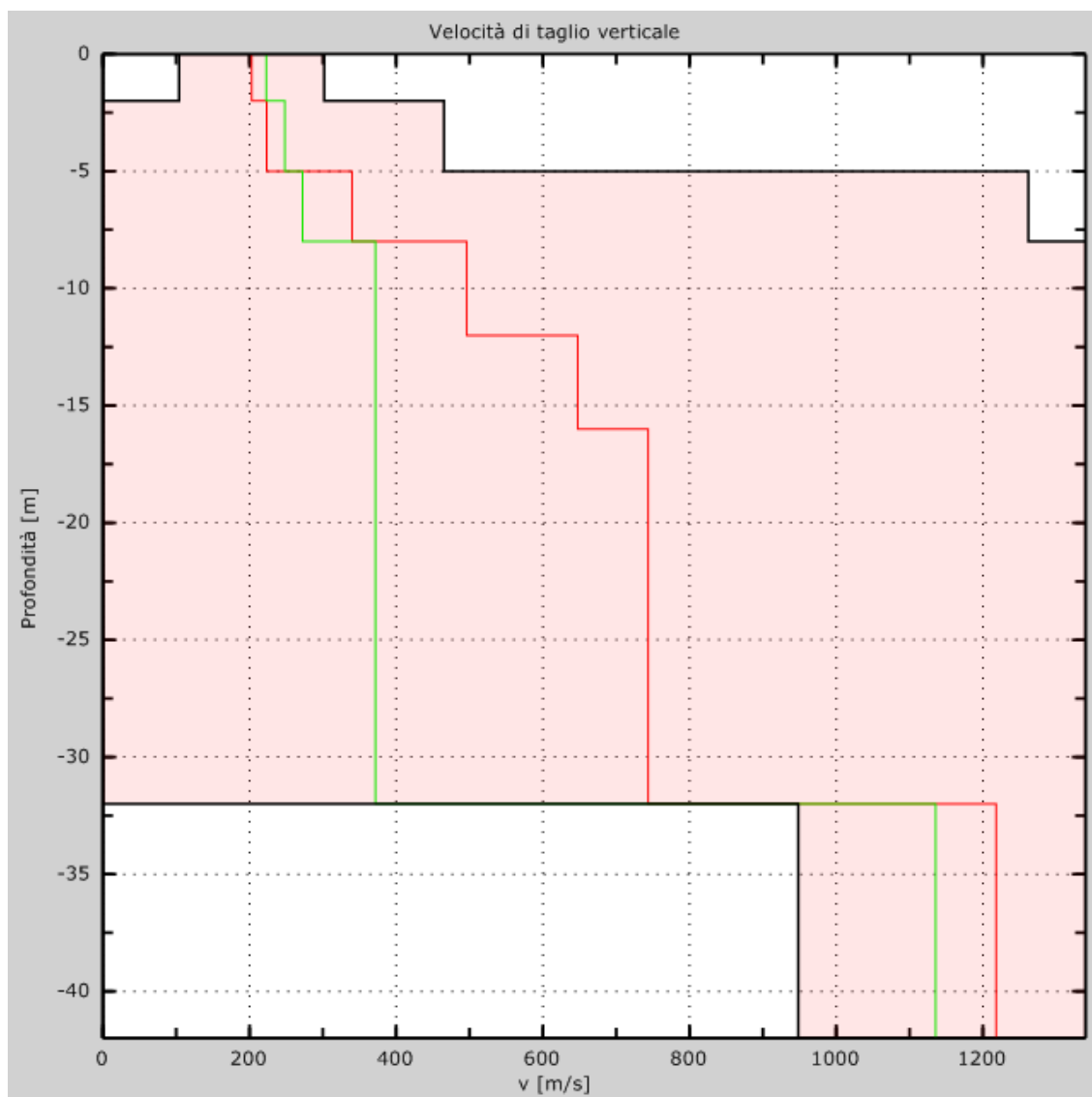


Figura 5: Velocità

5 ~ Risultati finali

Vs30 [m/s] 460

Il sito appartiene alle classi A, B, C, D, E o S1 (alluvionale, ghiaia, sabbia, limo, argilla, roccia).

Il sito non è suscettibile di liquefazione e non è argilla sensitiva.

Tipo di suolo **B**

1 ~ Dati sperimentali Masw 2

Nome del file delle tracce \\ \pub\Area tecnica\restituzione
dati\2019\Novembre\Scilla\processing\processing masw 2\dat masw 2\masw21melia#1.seg2
Numero di ricevitori 24
Numero di campioni temporali 3.26787e-312
Timestep di acquisizione 2ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi 24
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a 0ms
L'intervallo considerato per l'analisi termina a 2046ms
I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)

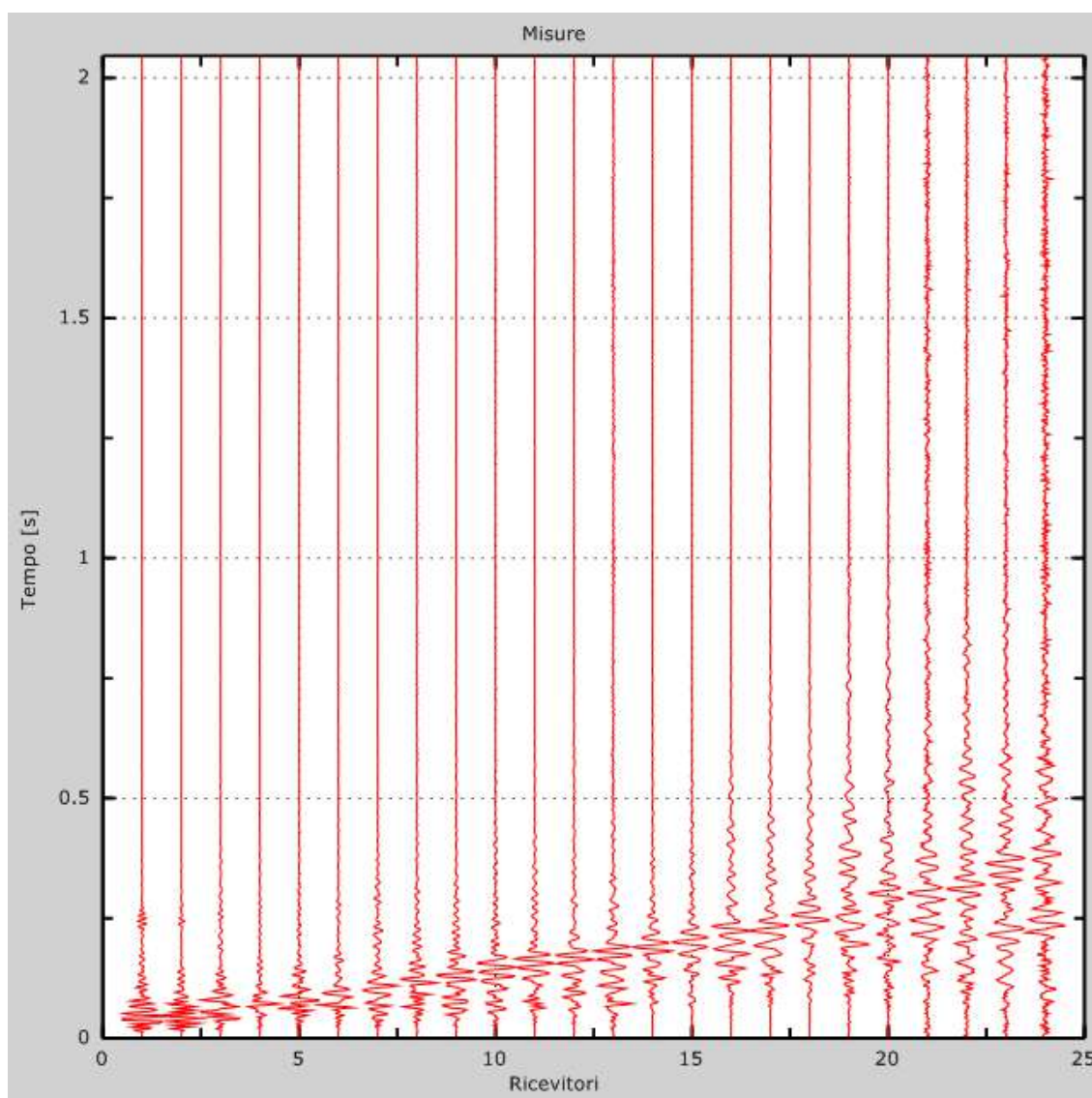


Figura 1:Tracce sperimentali

2 ~ Risultati delle analisi

Frequenza finale 50Hz

Frequenza iniziale 2Hz

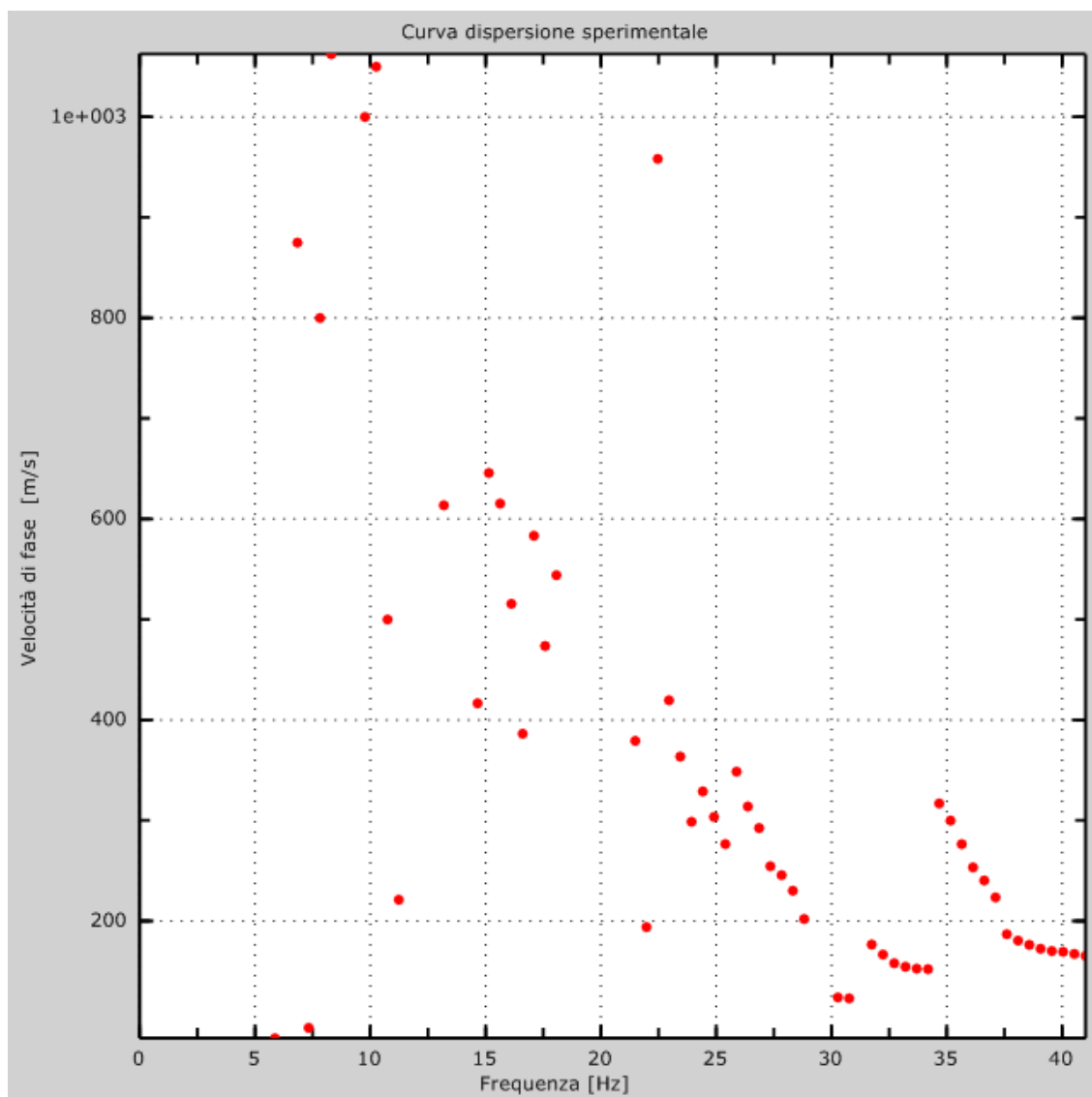


Figura 2: Curva dispersione sperimentale

3 ~ Curva di dispersione

Tabella 1: Curva di dispersione

| Freq. [Hz] | V. fase [m/s] | V. fase min [m/s] | V. fase Max [m/s] |
|------------|---------------|-------------------|-------------------|
| 6.83594 | 875 | 787.5 | 962.5 |
| 15.8668 | 582.428 | 532.286 | 632.57 |
| 21.4844 | 379.31 | 341.379 | 417.241 |
| 23.9258 | 298.78 | 268.902 | 328.659 |
| 26.3672 | 313.953 | 282.558 | 345.349 |
| 28.8086 | 202.055 | 181.849 | 222.26 |
| 33.6914 | 152.655 | 137.389 | 167.92 |
| 36.1328 | 253.425 | 228.082 | 278.767 |
| 38.5742 | 176.339 | 158.705 | 193.973 |
| 41.0156 | 165.354 | 148.819 | 181.89 |

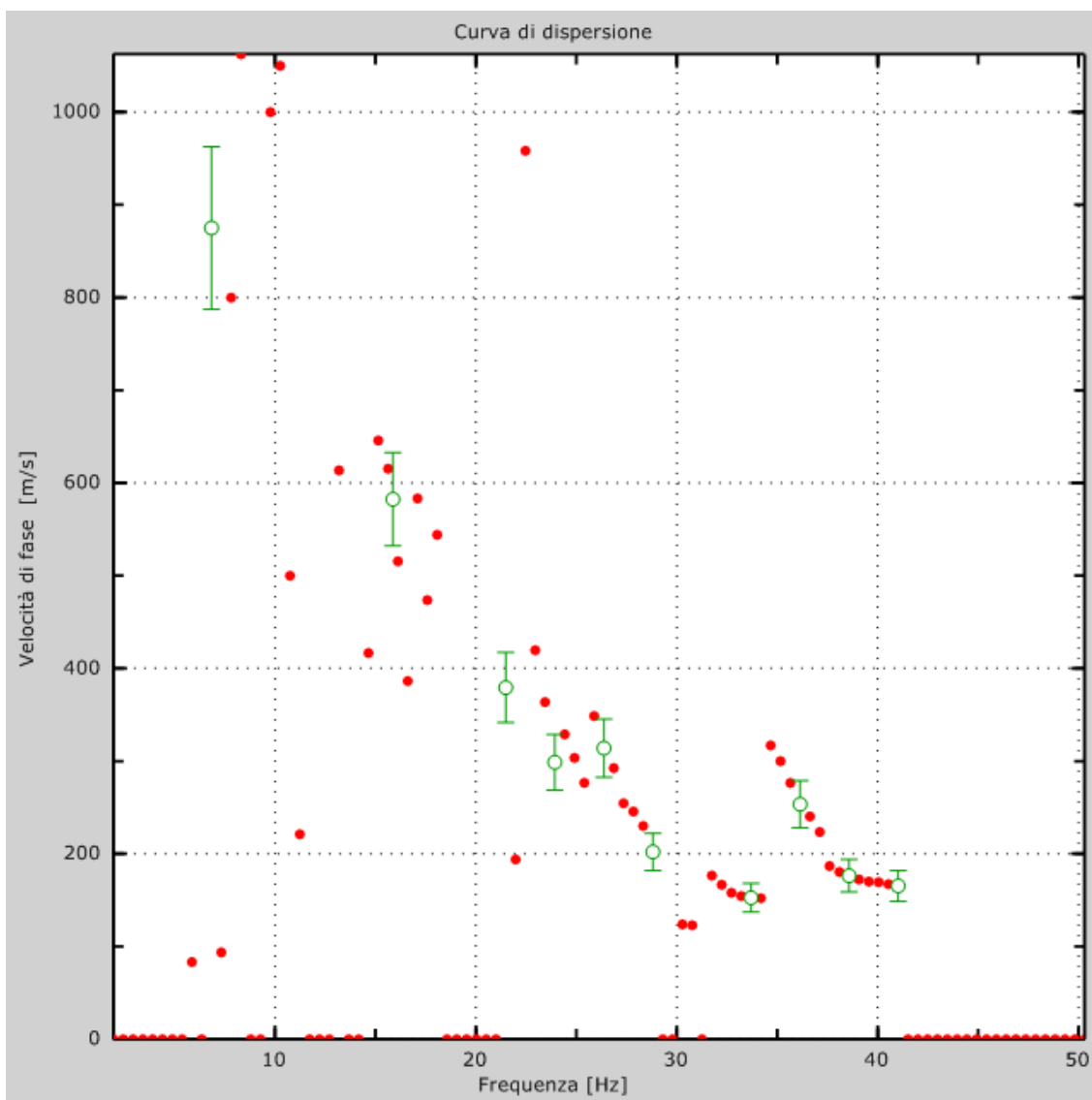


Figura 3: Curva di dispersione

| | | |
|-------------------------|--|--|
| GEOLAGS s.r.l.s. | INTERVENTO DI BONIFICA/MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE EX DISCARICA LOC.TÀ SELLE AQUILE | INGEAM S.N.C. PER CONTO DEL COMUNE DI SCILLA (RC) |
| | <i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i> | |

4 ~ Profilo in sito

Numero di strati (escluso semispazio) 9
 Spaziatura ricevitori [m] 2m
 Numero ricevitori..... 24
 Numero modi..... 3
 Numero iterazioni 5
 Massimo errore [%]..... ~1717986918
 Consenti forti contrasti di rigidità tra 2 strati consecutivi

Strato 1

h [m] 2
 z [m] ~2
 Densità [kg/m³] 1800
 Poisson..... 0.2
 Vs [m/s] 183.73
 Vp [m/s].....
 Vs min [m/s].....91.86
 Vs max [m/s] 367.45
 Falda non presente nello strato
 Strato non alluvionale
 Vs fin.[m/s] 190.802

Strato 2

h [m] 3
 z [m] ~5
 Densità [kg/m³] 1800
 Poisson..... 0.2
 Vs [m/s] 281.58
 Vp [m/s].....
 Vs min [m/s] 140.79
 Vs max [m/s] 563.17
 Falda non presente nello strato
 Strato non alluvionale
 Vs fin.[m/s] 367.517

Strato 3

h [m] 3
 z [m] ~8
 Densità [kg/m³] 1800
 Poisson..... 0.2
 Vs [m/s] 421.46
 Vp [m/s].....
 Vs min [m/s] 210.73
 Vs max [m/s] 842.91
 Falda non presente nello strato
 Strato non alluvionale
 Vs fin.[m/s] 524.491

| | | |
|-------------------------|--|--|
| GEOLAGS s.r.l.s. | INTERVENTO DI BONIFICA/MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE EX DISCARICA LOC.TÀ SELLE AQUILE | INGEAM S.N.C. PER CONTO DEL COMUNE DI SCILLA (RC) |
| | <i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i> | |

Strato 4

h [m] 4
 z [m] ~12
 Densità [kg/m³] 1800
 Poisson 0.2
 Vs [m/s] 421.46
 Vp [m/s]
 Vs min [m/s] 210.73
 Vs max [m/s] 842.91
 Falda non presente nello strato
 Strato non alluvionale
 Vs fin.[m/s] 603.037

Strato 5

h [m] 4
 z [m] ~16
 Densità [kg/m³] 1800
 Poisson 0.2
 Vs [m/s] 647.14
 Vp [m/s]
 Vs min [m/s] 323.57
 Vs max [m/s] 1294.28
 Falda non presente nello strato
 Strato non alluvionale
 Vs fin.[m/s] 640.882

Strato 6

h [m] 5
 z [m] ~21
 Densità [kg/m³] 1800
 Poisson 0.2
 Vs [m/s] 647.14
 Vp [m/s]
 Vs min [m/s] 323.57
 Vs max [m/s] 1294.28
 Falda non presente nello strato
 Strato non alluvionale
 Vs fin.[m/s] 676.586

Strato 7

h [m] 5
 z [m] ~26
 Densità [kg/m³] 1800
 Poisson 0.2
 Vs [m/s] 647.14
 Vp [m/s]
 Vs min [m/s] 323.57
 Vs max [m/s] 1294.28
 Falda non presente nello strato

| | | |
|-------------------------|--|--|
| GEOLAGS s.r.l.s. | INTERVENTO DI BONIFICA/MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE EX DISCARICA LOC.TÀ SELLE AQUILE | INGEAM S.N.C. PER CONTO DEL COMUNE DI SCILLA (RC) |
| | <i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i> | |

Strato non alluvionale

Vs fin.[m/s] 710.872

Strato 8

h [m] 6

z [m] -32

Densità [kg/m³] 1800

Poisson 0.2

Vs [m/s] 647.14

Vp [m/s]

Vs min [m/s] 323.57

Vs max [m/s] 1294.28

Falda non presente nello strato

Strato non alluvionale

Vs fin.[m/s] 740.080

Strato 9

h [m] 0

z [m] -00

Densità [kg/m³] 1800

Poisson 0.2

Vs [m/s] 972.22

Vp [m/s]

Vs min [m/s] 486.11

Vs max [m/s] 1944.44

Falda non presente nello strato

Strato non alluvionale

Vs fin.[m/s] 761.916

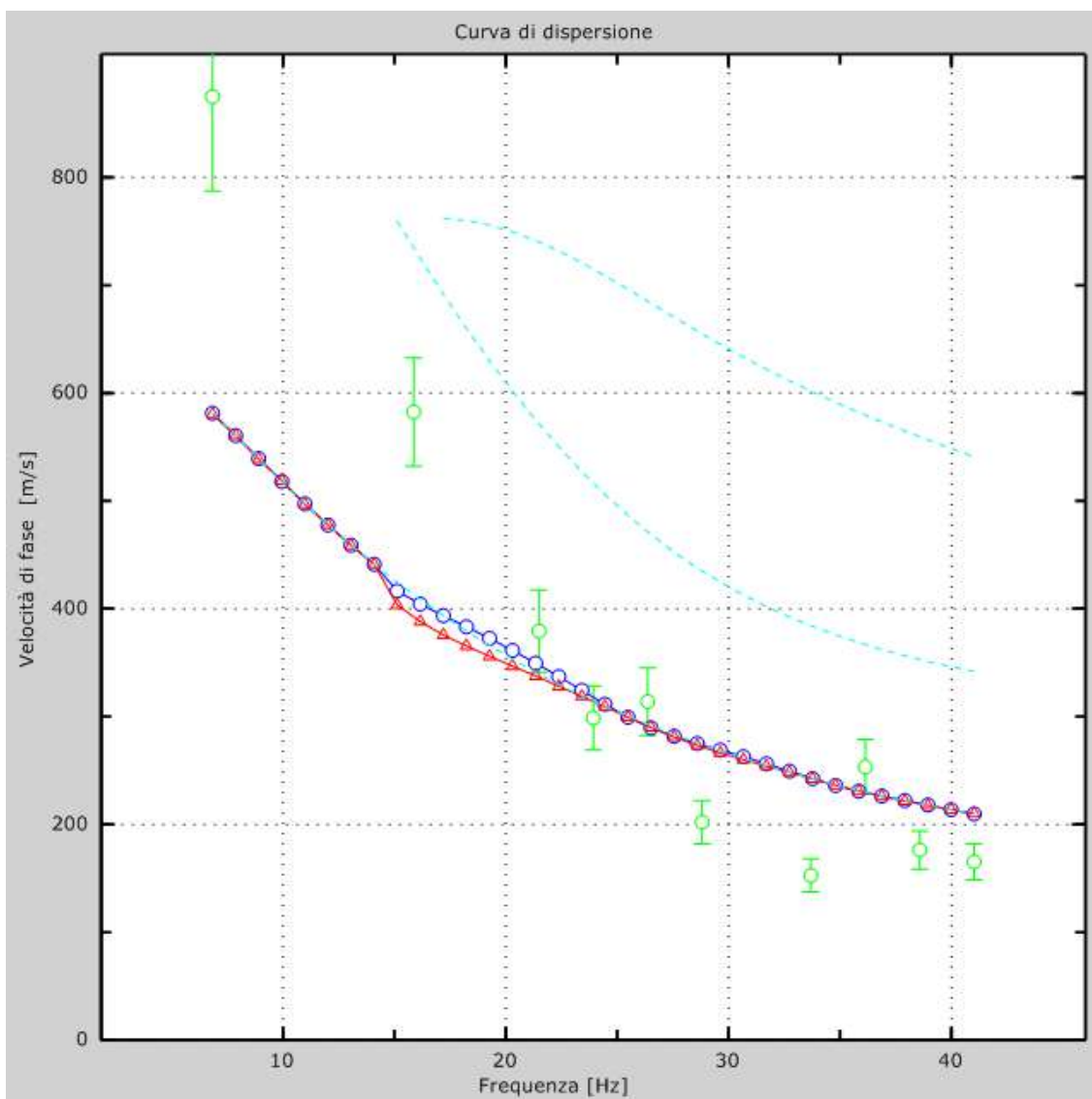


Figura 4: Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (blu),
Curva apparente(), curva numerica ()

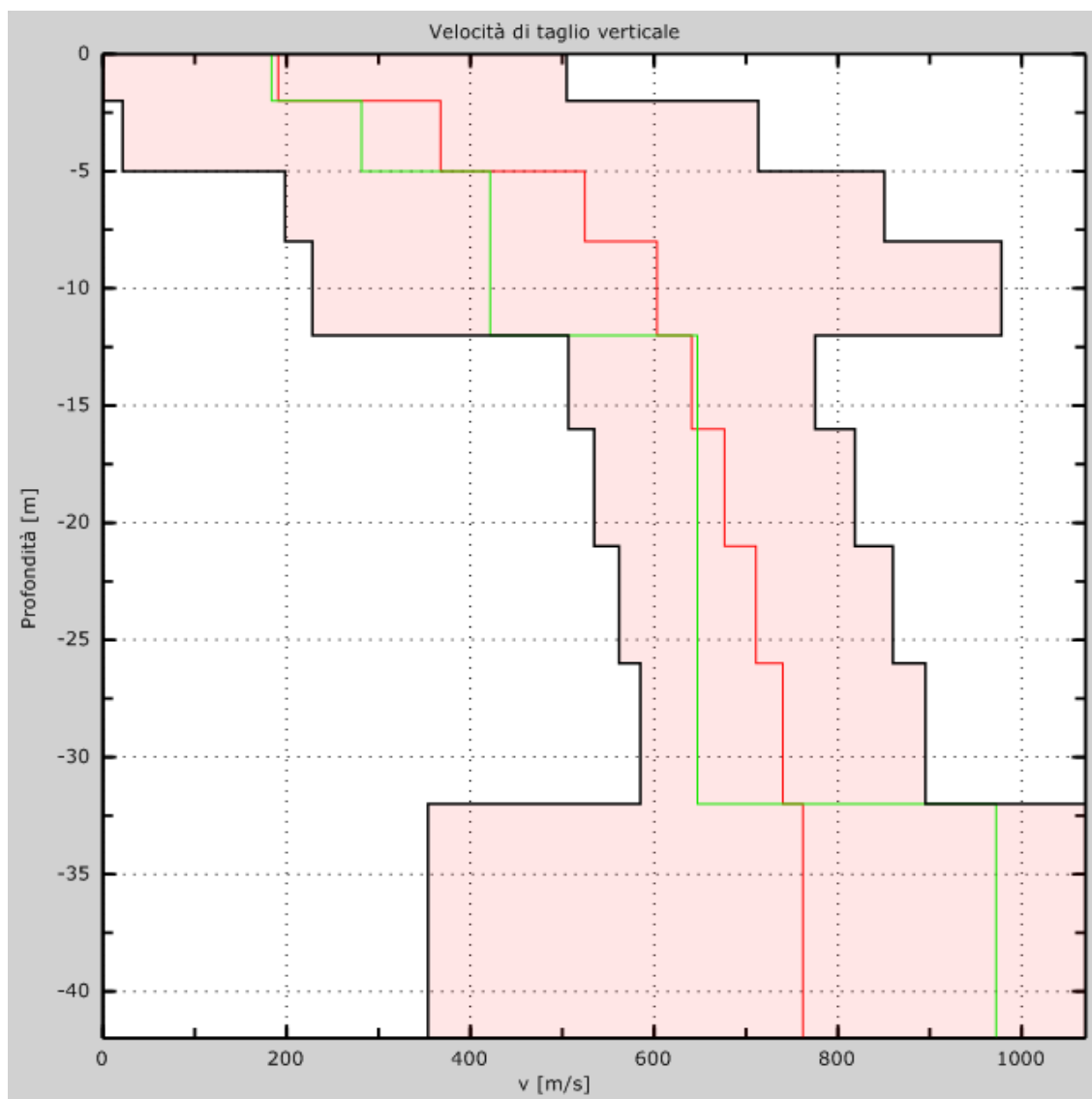


Figura 5: Velocità

5 ~ Risultati finali

Vs30 [m/s] 525

Il sito appartiene alle classi A, B, C, D, E o S1 (alluvionale, ghiaia, sabbia, limo, argilla, roccia).

Il sito non è suscettibile di liquefazione e non è argilla sensitiva.

Tipo di suolo **B**

| | | |
|------------------|--|--|
| GEOLAGS S.r.l.s. | INTERVENTO DI BONIFICA/MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE EX DISCARICA LOC.TÀ SELLE AQUILE | INGEAM S.N.C. PER CONTO DEL COMUNE DI SCILLA (RC) |
| | <i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D' INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i> | |

Allegato n.4

Risultati prove penetrometriche dinamiche DPSH

Oggetto: *INTERVENTO DI BONIFICA/MESSA IN
SICUREZZA PERMANENTE EX DISCARICA
LOC.TÀ SELLE AQUILE*

Committente: *Ingeam s.n.c. per conto
dell'amministrazione comunale di
Scilla (RC)*

| | | |
|-------------------------|--|--|
| GEOLAGS S.r.l.s. | INTERVENTO DI BONIFICA/MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE EX DISCARICA LOC.TÀ SELLE AQUILE | INGEAM S.N.C. PER CONTO DEL COMUNE DI SCILLA (RC) |
| | RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D' INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA | |

PROVA ... P1

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
Prova eseguita in data 29/11/2019
Profondità prova 2,20 mt
Falda non rilevata

| Profondità (m) | Nr. Colpi | Calcolo coeff. riduzione sonda Chi | Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²) | Res. dinamica (Kg/cm ²) | Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²) | Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²) |
|----------------|-----------|------------------------------------|---|-------------------------------------|--|--|
| 0,20 | 2 | 0,855 | 16,61 | 19,44 | 0,83 | 0,97 |
| 0,40 | 5 | 0,851 | 41,34 | 48,59 | 2,07 | 2,43 |
| 0,60 | 4 | 0,847 | 32,92 | 38,87 | 1,65 | 1,94 |
| 0,80 | 2 | 0,843 | 16,39 | 19,44 | 0,82 | 0,97 |
| 1,00 | 2 | 0,840 | 15,10 | 17,98 | 0,75 | 0,90 |
| 1,20 | 1 | 0,836 | 7,52 | 8,99 | 0,38 | 0,45 |
| 1,40 | 1 | 0,833 | 7,49 | 8,99 | 0,37 | 0,45 |
| 1,60 | 7 | 0,830 | 52,20 | 62,93 | 2,61 | 3,15 |
| 1,80 | 5 | 0,826 | 37,14 | 44,95 | 1,86 | 2,25 |
| 2,00 | 3 | 0,823 | 20,65 | 25,09 | 1,03 | 1,25 |
| 2,20 | 55 | 0,620 | 285,25 | 459,98 | 14,26 | 23,00 |

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Cu (Kg/cm ²) |
|----------|-------|------------------|---------------|--------------------------|
| Strato 2 | 82,72 | 2,20 | Terzaghi-Peck | 5,58 |

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Qc (Kg/cm ²) |
|----------|-------|------------------|------------------|--------------------------|
| Strato 2 | 82,72 | 2,20 | Robertson (1983) | 165,44 |

Modulo Edometrico

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Eed (Kg/cm ²) |
|----------|-------|------------------|--|---------------------------|
| Strato 2 | 82,72 | 2,20 | Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner | 845,49 |

Modulo di Young

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Ey (Kg/cm ²) |
|----------|-------|------------------|--------------|--------------------------|
| Strato 2 | 82,72 | 2,20 | Apollonia | 827,20 |

Classificazione AGI

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Classificazione |
|----------|-------|------------------|----------------------------|---------------------|
| Strato 2 | 82,72 | 2,20 | Classificaz. A.G.I. (1977) | ESTREM. CONSISTENTE |

Peso unità di volume

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Peso unità di volume (t/m ³) |
|----------|-------|------------------|-------------------|--|
| Strato 2 | 82,72 | 2,20 | Meyerhof ed altri | 2,50 |

Peso unità di volume saturo

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Peso unità di volume saturo (t/m ³) |
|----------|-------|------------------|--------------------------------------|---|
| Strato 2 | 82,72 | 2,20 | Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967 | 2,50 |

| | | |
|-------------------------|--|--|
| GEOLAGS S.r.l.s. | INTERVENTO DI BONIFICA/MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE EX DISCARICA LOC.TÀ SELLE AQUILE | INGEAM S.N.C. PER CONTO DEL COMUNE DI SCILLA (RC) |
| | RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D' INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA | |

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Densità relativa (%) |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|---------------|----------------------|
| Strato 1 | 4,81 | 2,00 | 4,81 | Meyerhof 1957 | 49,87 |
| Strato 2 | 82,72 | 2,20 | 82,72 | Meyerhof 1957 | 100 |

Angolo di resistenza al taglio

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Angolo d'attrito (°) |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|-----------------|----------------------|
| Strato 1 | 4,81 | 2,00 | 4,81 | Meyerhof (1965) | 26,3 |
| Strato 2 | 82,72 | 2,20 | 82,72 | Meyerhof (1965) | 40,15 |

Modulo di Young

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Modulo di Young (Kg/cm ²) |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| Strato 1 | 4,81 | 2,00 | 4,81 | Schmertmann (1978) (Sabbie) | 38,48 |
| Strato 2 | 82,72 | 2,20 | 82,72 | Schmertmann (1978) (Sabbie) | 661,76 |

Modulo Edometrico

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Modulo Edometrico (Kg/cm ²) |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|--------------|---|
| Strato 1 | 4,81 | 2,00 | 4,81 | Farrent 1963 | 34,15 |
| Strato 2 | 82,72 | 2,20 | 82,72 | Farrent 1963 | 587,31 |

Classificazione AGI

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Classificazione AGI |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| Strato 1 | 4,81 | 2,00 | 4,81 | Classificazione A.G.I. 1977 | POCO ADDENSATO |
| Strato 2 | 82,72 | 2,20 | 82,72 | Classificazione A.G.I. 1977 | MOLTO ADDENSATO |

Peso unità di volume

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Gamma (t/m ³) |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|-------------------|---------------------------|
| Strato 1 | 4,81 | 2,00 | 4,81 | Meyerhof ed altri | 1,53 |
| Strato 2 | 82,72 | 2,20 | 82,72 | Meyerhof ed altri | 2,50 |

Peso unità di volume saturo

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Gamma Saturo (t/m ³) |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| Strato 1 | 4,81 | 2,00 | 4,81 | Terzaghi-Peck 1948-1967 | 1,89 |
| Strato 2 | 82,72 | 2,20 | 82,72 | Terzaghi-Peck 1948-1967 | --- |

Modulo di Poisson

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Poisson |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|--------------|---------|
| Strato 1 | 4,81 | 2,00 | 4,81 | (A.G.I.) | 0,34 |
| Strato 2 | 82,72 | 2,20 | 82,72 | (A.G.I.) | 0,18 |

Modulo di deformazione a taglio

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | G (Kg/cm ²) |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|------------------------|-------------------------|
| Strato 1 | 4,81 | 2,00 | 4,81 | Ohsaki (Sabbie pulite) | 284,53 |
| Strato 2 | 82,72 | 2,20 | 82,72 | Ohsaki (Sabbie pulite) | 4125,41 |

| | | |
|-------------------------|--|--|
| GEOLAGS S.r.l.s. | INTERVENTO DI BONIFICA/MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE EX DISCARICA LOC.TÀ SELLE AQUILE | INGEAM S.N.C. PER CONTO DEL COMUNE DI SCILLA (RC) |
| | <i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D' INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i> | |

Modulo di reazione Ko

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Ko |
|----------|-------|---------------------|-------------------------------------|----------------------|-------|
| Strato 1 | 4,81 | 2,00 | 4,81 | Navfac 1971- 1982 | 0,94 |
| Strato 2 | 82,72 | 2,20 | 82,72 | Navfac 1971- 1982 | 11,93 |

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Qc (Kg/cm ²) |
|----------|-------|---------------------|-------------------------------------|----------------|-----------------------------|
| Strato 1 | 4,81 | 2,00 | 4,81 | Robertson 1983 | 9,62 |
| Strato 2 | 82,72 | 2,20 | 82,72 | Robertson 1983 | 165,44 |

| | | |
|-------------------------|--|--|
| GEOLAGS S.r.l.s. | INTERVENTO DI BONIFICA/MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE EX DISCARICA LOC.TÀ SELLE AQUILE | INGEAM S.N.C. PER CONTO DEL COMUNE DI SCILLA (RC) |
| | RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D' INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA | |

PROVA ... P2

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
Prova eseguita in data 29/11/2019
Profondità prova 5,20 mt
Falda non rilevata

| Profondità (m) | Nr. Colpi | Calcolo coeff. riduzione sonda Chi | Res. dinamica ridotta (Kg/cm²) | Res. dinamica (Kg/cm²) | Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²) | Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²) |
|----------------|-----------|------------------------------------|--------------------------------|------------------------|---|---|
| 0,20 | 6 | 0,855 | 49,83 | 58,31 | 2,49 | 2,92 |
| 0,40 | 4 | 0,851 | 33,07 | 38,87 | 1,65 | 1,94 |
| 0,60 | 3 | 0,847 | 24,69 | 29,15 | 1,23 | 1,46 |
| 0,80 | 8 | 0,843 | 65,56 | 77,74 | 3,28 | 3,89 |
| 1,00 | 8 | 0,840 | 60,39 | 71,92 | 3,02 | 3,60 |
| 1,20 | 6 | 0,836 | 45,11 | 53,94 | 2,26 | 2,70 |
| 1,40 | 5 | 0,833 | 37,44 | 44,95 | 1,87 | 2,25 |
| 1,60 | 2 | 0,830 | 14,92 | 17,98 | 0,75 | 0,90 |
| 1,80 | 2 | 0,826 | 14,86 | 17,98 | 0,74 | 0,90 |
| 2,00 | 14 | 0,773 | 90,53 | 117,09 | 4,53 | 5,85 |
| 2,20 | 8 | 0,820 | 54,87 | 66,91 | 2,74 | 3,35 |
| 2,40 | 4 | 0,817 | 27,34 | 33,45 | 1,37 | 1,67 |
| 2,60 | 2 | 0,814 | 13,62 | 16,73 | 0,68 | 0,84 |
| 2,80 | 3 | 0,811 | 20,36 | 25,09 | 1,02 | 1,25 |
| 3,00 | 2 | 0,809 | 12,65 | 15,64 | 0,63 | 0,78 |
| 3,20 | 1 | 0,806 | 6,30 | 7,82 | 0,32 | 0,39 |
| 3,40 | 2 | 0,803 | 12,56 | 15,64 | 0,63 | 0,78 |
| 3,60 | 1 | 0,801 | 6,26 | 7,82 | 0,31 | 0,39 |
| 3,80 | 2 | 0,798 | 12,48 | 15,64 | 0,62 | 0,78 |
| 4,00 | 5 | 0,796 | 29,22 | 36,70 | 1,46 | 1,84 |
| 4,20 | 2 | 0,794 | 11,65 | 14,68 | 0,58 | 0,73 |
| 4,40 | 2 | 0,791 | 11,62 | 14,68 | 0,58 | 0,73 |
| 4,60 | 2 | 0,789 | 11,59 | 14,68 | 0,58 | 0,73 |
| 4,80 | 2 | 0,787 | 11,56 | 14,68 | 0,58 | 0,73 |
| 5,00 | 7 | 0,785 | 38,01 | 48,42 | 1,90 | 2,42 |
| 5,20 | 55 | 0,583 | 221,80 | 380,44 | 11,09 | 19,02 |

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA P2

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Cu (Kg/cm²) |
|----------|-------|------------------|---------------|-------------|
| Strato 2 | 46,62 | 5,20 | Terzaghi-Peck | 3,15 |

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Qc (Kg/cm²) |
|----------|-------|------------------|------------------|-------------|
| Strato 2 | 46,62 | 5,20 | Robertson (1983) | 93,24 |

Modulo Edometrico

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Eed (Kg/cm²) |
|----------|-------|------------------|--|--------------|
| Strato 2 | 46,62 | 5,20 | Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner | 477,29 |

Modulo di Young

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Ey (Kg/cm²) |
|----------|-------|------------------|--------------|-------------|
| Strato 2 | 46,62 | 5,20 | Apollonia | 466,20 |

| | | |
|------------------|--|--|
| GEOLAGS S.r.l.s. | INTERVENTO DI BONIFICA/MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE EX DISCARICA LOC.TÀ SELLE AQUILE | INGEAM S.N.C. PER CONTO DEL COMUNE DI SCILLA (RC) |
| | RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D' INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA | |

Classificazione AGI

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Classificazione |
|----------|-------|------------------|----------------------------|---------------------|
| Strato 2 | 46,62 | 5,20 | Classificaz. A.G.I. (1977) | ESTREM. CONSISTENTE |

Peso unità di volume

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Peso unità di volume (t/m ³) |
|----------|-------|------------------|-------------------|--|
| Strato 2 | 46,62 | 5,20 | Meyerhof ed altri | 2,50 |

Peso unità di volume saturo

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Peso unità di volume saturo (t/m ³) |
|----------|-------|------------------|--------------------------------------|---|
| Strato 2 | 46,62 | 5,20 | Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967 | 2,50 |

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Densità relativa (%) |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|---------------|----------------------|
| Strato 1 | 6,02 | 4,80 | 6,02 | Meyerhof 1957 | 49,6 |
| Strato 2 | 46,62 | 5,20 | 46,62 | Meyerhof 1957 | 100 |

Angolo di resistenza al taglio

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Angolo d'attrito (°) |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|-----------------|----------------------|
| Strato 1 | 6,02 | 4,80 | 6,02 | Meyerhof (1965) | 26,91 |
| Strato 2 | 46,62 | 5,20 | 46,62 | Meyerhof (1965) | 37,23 |

Modulo di Young

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Modulo di Young (Kg/cm ²) |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| Strato 1 | 6,02 | 4,80 | 6,02 | Schmertmann (1978) (Sabbie) | 48,16 |
| Strato 2 | 46,62 | 5,20 | 46,62 | Schmertmann (1978) (Sabbie) | 372,96 |

Modulo Edometrico

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Modulo Edometrico (Kg/cm ²) |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|--------------|---|
| Strato 1 | 6,02 | 4,80 | 6,02 | Farrent 1963 | 42,74 |
| Strato 2 | 46,62 | 5,20 | 46,62 | Farrent 1963 | 331,00 |

Classificazione AGI

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Classificazione AGI |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| Strato 1 | 6,02 | 4,80 | 6,02 | Classificazione A.G.I. 1977 | POCO ADDENSATO |
| Strato 2 | 46,62 | 5,20 | 46,62 | Classificazione A.G.I. 1977 | ADDENSATO |

Peso unità di volume

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Gamma (t/m ³) |
|----------|-------|------------------|----------------------------------|-------------------|---------------------------|
| Strato 1 | 6,02 | 4,80 | 6,02 | Meyerhof ed altri | 1,58 |
| Strato 2 | 46,62 | 5,20 | 46,62 | Meyerhof ed altri | 2,23 |

| | | |
|-------------------------|--|--|
| GEOLAGS S.r.l.s. | INTERVENTO DI BONIFICA/MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE EX DISCARICA LOC.TÀ SELLE AQUILE | INGEAM S.N.C. PER CONTO DEL COMUNE DI SCILLA (RC) |
| | <i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D' INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i> | |

Peso unità di volume saturo

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Gamma Saturo (t/m ³) |
|----------|-------|---------------------|-------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|
| Strato 1 | 6,02 | 4,80 | 6,02 | Terzaghi-Peck 1948-1967 | 1,89 |
| Strato 2 | 46,62 | 5,20 | 46,62 | Terzaghi-Peck 1948-1967 | --- |

Modulo di Poisson

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Poisson |
|----------|-------|---------------------|-------------------------------------|--------------|---------|
| Strato 1 | 6,02 | 4,80 | 6,02 | (A.G.I.) | 0,34 |
| Strato 2 | 46,62 | 5,20 | 46,62 | (A.G.I.) | 0,26 |

Modulo di deformazione a taglio

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | G (Kg/cm ²) |
|----------|-------|---------------------|-------------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Strato 1 | 6,02 | 4,80 | 6,02 | Ohsaki (Sabbie pulite) | 351,35 |
| Strato 2 | 46,62 | 5,20 | 46,62 | Ohsaki (Sabbie pulite) | 2406,42 |

Modulo di reazione Ko

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Ko |
|----------|-------|---------------------|-------------------------------------|----------------------|------|
| Strato 1 | 6,02 | 4,80 | 6,02 | Navfac 1971- 1982 | 1,22 |
| Strato 2 | 46,62 | 5,20 | 46,62 | Navfac 1971- 1982 | 7,72 |

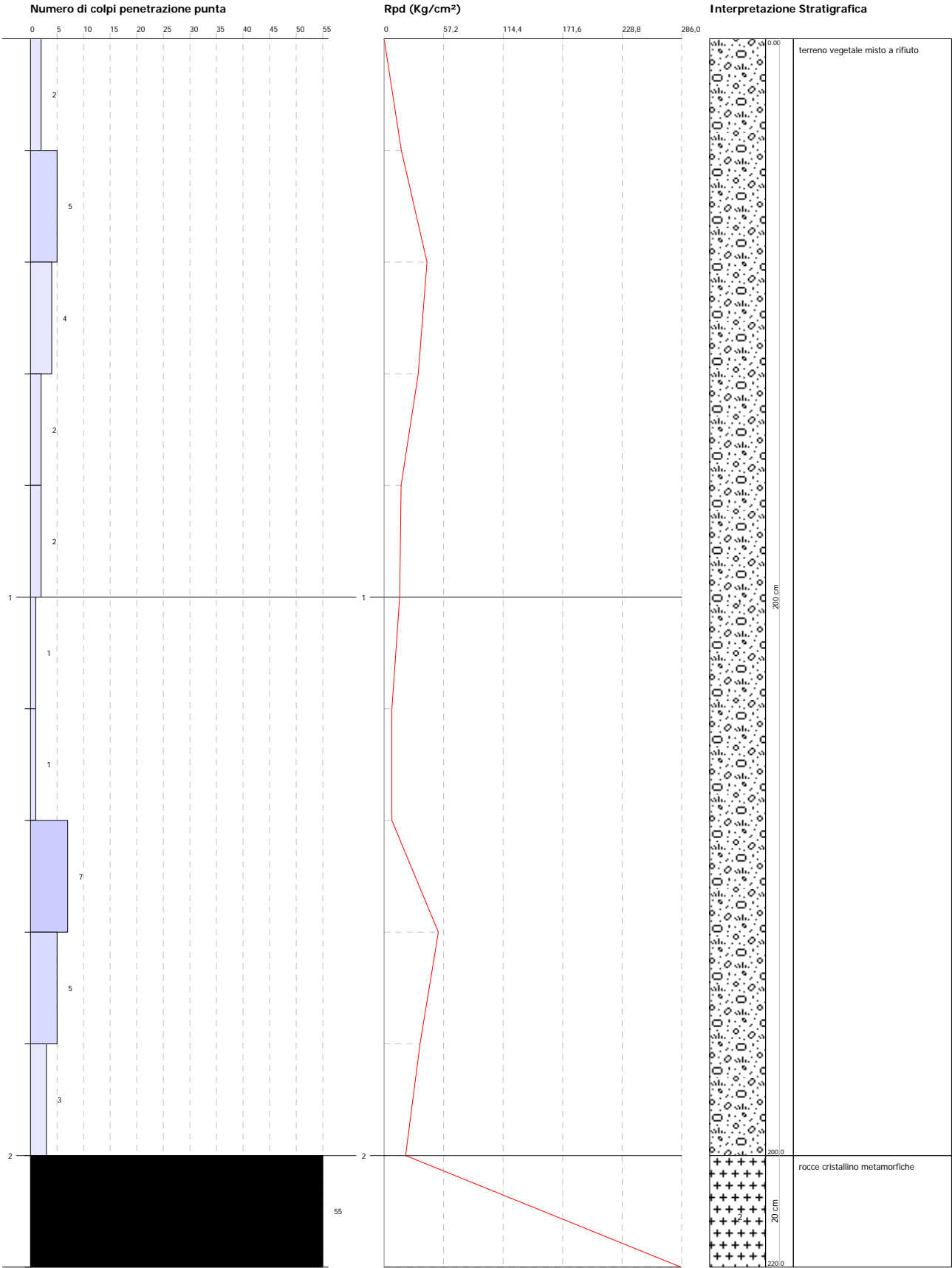
Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

| | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Qc (Kg/cm ²) |
|----------|-------|---------------------|-------------------------------------|----------------|-----------------------------|
| Strato 1 | 6,02 | 4,80 | 6,02 | Robertson 1983 | 12,04 |
| Strato 2 | 46,62 | 5,20 | 46,62 | Robertson 1983 | 93,24 |

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P1
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : Ingeam snc per conto dell'Amministrazione Comunale di Scilla
Data :29/11/2019
Cantiere : Intervento di bonifica/ messa in sicurezza permanente ex discarica località Selle Aquile - Progetto esecutivo
Località : Selle Aquile - Melia di Scilla

Scala 1:10

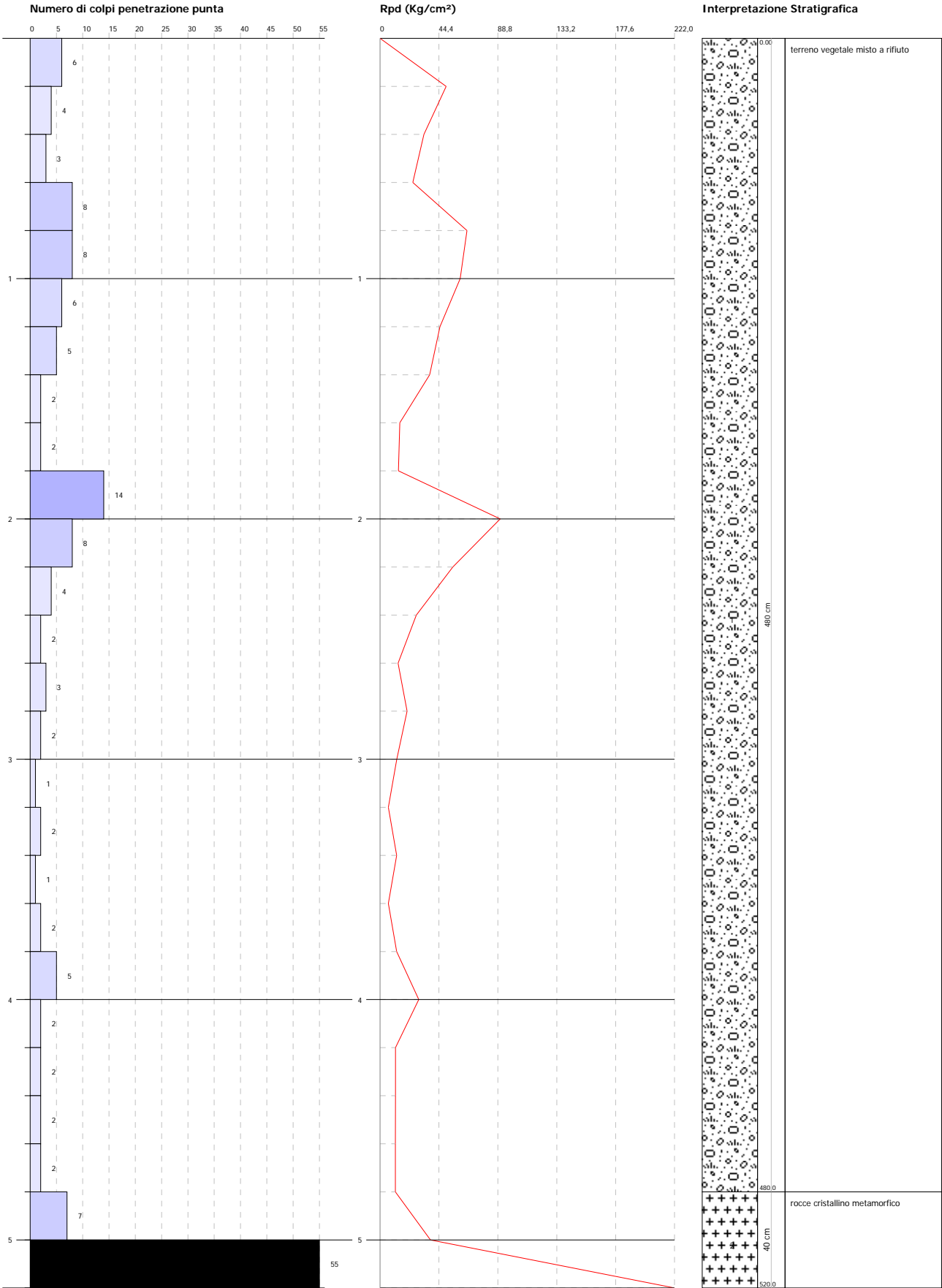


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P2
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : Ingeam snc per conto dell'Amministrazione Comunale di Scilla
Cantiere : Intervento di bonifica/ messa in sicurezza permanente ex discarica località Selle Aquile - Progetto esecutivo
Località : Selle Aquile - Melia di Scilla

Data :29/11/2019

Scala 1:23



| | | |
|------------------|--|--|
| GEOLAGS S.r.l.s. | INTERVENTO DI BONIFICA/MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE EX DISCARICA LOC.TÀ SELLE AQUILE | INGEAM S.N.C. PER CONTO DEL COMUNE DI SCILLA (RC) |
| | <i>RELAZIONE TECNICA SULLE ATTIVITÀ D'INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOFISICA</i> | |

Allegato n.5

Planimetria con ubicazione delle indagini

Oggetto: *INTERVENTO DI BONIFICA/MESSA IN
SICUREZZA PERMANENTE EX DISCARICA
LOC.TÀ SELLE AQUILE*

Committente: *Ingeam s.n.c. per conto
dell'amministrazione comunale di
Scilla (RC)*

RAPPORTO DI PROVA N° 8844 del 10/12/2019

Dati del Campionamento:

Spett.le INGEAM SNC

Metodo di campionamento: -
 Campionato e presentato da: ns. personale
 Luogo, data, ora del prelievo: ex discarica Selle Aquile - Scilla (RC) 02/12/2019 10:00
 Data ricevimento campione 02/12/2019
 Data inizio analisi 02/12/2019 Data fine analisi 10/12/2019

VIA MONSIGNOR SORBILLI, 6
89900 VIBO VALENTIA (VV)

Campione nr.: **14005/ 5761 Aria: biogas pozzetto 1 N 38° 14' 25.4" E 15° 44' 37.3"**

| Parametro ricercato | Unità di Misura | Valore | Incert. di Misura | MDL | Limiti di riferimento | | Metodo di Analisi |
|------------------------------------|--------------------|--------|-------------------|-------|-----------------------|-----|------------------------------|
| | | | | | min | max | |
| Ammoniaca | ppm | nr | | 1 | | | lettura cella elettrochimica |
| Anidride carbonica CO ₂ | % | 0,3 | | | | | lettura cella elettrochimica |
| Esplosività | % LEL | nr | | 0,1 | | | lettura all'infrarosso |
| Idrogeno solforato | ppm | nr | | 1 | | | lettura cella elettrochimica |
| CH ₄ | % | 0,1 | | | | | lettura all'infrarosso |
| Monossido di carbonio come CO | % | nr | | 0,01 | | | lettura cella elettrochimica |
| Ossigeno | % | 20,4 | | | | | lettura cella elettrochimica |
| COV | mg/Nm ³ | nr | | 0,001 | | | MIGCA004 |

** Valore Fuori Limite

° Prova affidata in subappalto a laboratorio esterno

MDL: Limite di rilevabilità del metodo; nr: non rilevato, indica un valore inferiore a MDL

Riferimento legislativo

dott.ssa Maria Caterina Viscomi

Tecnico di Laboratorio Ordine
Chimici Calabria n° 660

dott. Giovanni Notti

Direttore di Laboratorio

Documento firmato digitalmente valido a tutti gli effetti di Legge ai sensi della normativa vigente

Si dichiara che i risultati si riferiscono esclusivamente al campione di cui ai riferimenti sopra citati. I campioni analizzati sono conservati sino al termine dell'esecuzione della prova. L'eventuale ulteriore conservazione è effettuata solo su esplicita richiesta scritta. Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente né utilizzato per scopi pubblicitari senza esplicita autorizzazione della Direzione del Laboratorio e verrà conservato per 5 anni. L'incertezza riportata nel presente Rapporto di Prova è espressa come incertezza estesa per un livello di fiducia del 95%. Il livello di fiducia del 95% corrisponde ad un fattore di copertura uguale a 2.

RAPPORTO DI PROVA N° 8845 del 10/12/2019

Dati del Campionamento:

Spett.le INGEAM SNC

Metodo di campionamento: -
 Campionato e presentato da: ns. personale
 Luogo, data, ora del prelievo: ex discarica Selle Aquile - Scilla (RC) 02/12/2019 10:00
 Data ricevimento campione 02/12/2019
 Data inizio analisi 02/12/2019 Data fine analisi 10/12/2019

VIA MONSIGNOR SORBILLI, 6
89900 VIBO VALENTIA (VV)

Campione nr.: **14006/ 5761 Aria: biogas pozzetto 2 N 38° 14' 25.2" E 15° 44' 37.1"**

| Parametro ricercato | Unità di Misura | Valore | Incert. di Misura | MDL | Limiti di riferimento | | Metodo di Analisi |
|------------------------------------|--------------------|--------|-------------------|-------|-----------------------|-----|------------------------------|
| | | | | | min | max | |
| Ammoniaca | ppm | nr | | 1 | | | lettura cella elettrochimica |
| Anidride carbonica CO ₂ | % | 0,3 | | | | | lettura cella elettrochimica |
| Esplosività | % LEL | nr | | 0,1 | | | lettura all'infrarosso |
| Idrogeno solforato | ppm | nr | | 1 | | | lettura cella elettrochimica |
| CH ₄ | % | 0,1 | | | | | lettura all'infrarosso |
| Monossido di carbonio come CO | % | nr | | 0,01 | | | lettura cella elettrochimica |
| Ossigeno | % | 20,4 | | | | | lettura cella elettrochimica |
| COV | mg/Nm ³ | nr | | 0,001 | | | MIGCA004 |

** Valore Fuori Limite

° Prova affidata in subappalto a laboratorio esterno

MDL: Limite di rilevabilità del metodo; nr: non rilevato, indica un valore inferiore a MDL

Riferimento legislativo

dott.ssa Maria Caterina Viscomi

Tecnico di Laboratorio Ordine
Chimici Calabria n° 660

dott. Giovanni Notti

Direttore di Laboratorio

Documento firmato digitalmente valido a tutti gli effetti di Legge ai sensi della normativa vigente

Si dichiara che i risultati si riferiscono esclusivamente al campione di cui ai riferimenti sopra citati. I campioni analizzati sono conservati sino al termine dell'esecuzione della prova. L'eventuale ulteriore conservazione è effettuata solo su esplicita richiesta scritta. Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente né utilizzato per scopi pubblicitari senza esplicita autorizzazione della Direzione del Laboratorio e verrà conservato per 5 anni. L'incertezza riportata nel presente Rapporto di Prova è espressa come incertezza estesa per un livello di fiducia del 95%. Il livello di fiducia del 95% corrisponde ad un fattore di copertura uguale a 2.