

| EMISSIONE | DATA | MODIFICHE |
|---|------------|-------------------|
| A | 2017.11.10 | PRIMA EMISSIONE |
| B | 2018.06.15 | SECONDA EMISSIONE |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| <p align="center">COMUNE DI CATANIA</p> | | |
| <p align="center">Completamento del Piano di Risanamento del Rione S. Berillo</p> <p align="center">Convenzione urbanistica del 16/11/2012 tra Comune di Catania e Istica s.p.a. - C.E.Co.S. s.r.l. - Risanamento San Berillo s.r.l.</p> | | |
| <p align="center">OPERE DI URBANIZZAZIONE PRIMARIA - PARCHEGGI PUBBLICI INTERRATI CON SOVRASTANTE E ATTIGUA AREA A VERDE ATTREZZATO Vp1-Vp2</p> | | |
| <p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p> | | |
| <p>RELAZIONE GEOLOGICA E NOTE TECNICHE</p> | | Tav: R01 |
| | | |
| <div align="right">  </div> | | |

- INDICE -

| | |
|---|----|
| 1. PREMESSE | 1 |
| 1.1 BIBLIOGRAFIA GEOLOGICA..... | 5 |
| 1.2 BREVI CENNI SUL PAI..... | 11 |
| 1.3 Formazione "Pietracannone" | 15 |
| 3. CENNI GEOMORFOLOGICI..... | 8 |
| 4. BREVI CENNI SUL PAI..... | 11 |
| 5. ASSETTO GEOLOGICO..... | 14 |
| Formazione "Pietracannone"..... | 15 |
| 6. IDROGEOLOGIA | 17 |
| 7. INDAGINI PRECEDENTI | 19 |
| 8. TETTONICA E SISMICITA' DELL'AREA | 28 |
| 9. CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE..... | 40 |
| CONTENIMENTO DEGLI SCAVI..... | 56 |
| 10. VIBRAZIONI NEL CORSO DI REALIZZAZIONE DELLE OPERE DI SCAVO | 60 |
| 11. CONCLUSIONI | 66 |
| <i>All.1 : Corografia (scala 1:10.000);</i> | |
| <i>All.2: Carta geologica (scala 1:10.000);</i> | |
| <i>All.3: Ubicazione delle indagini pregresse (scala 1:2.000);</i> | |
| <i>All.3/a : Corografia con Ubicazione dei sondaggi eseguiti (scala 1:10.000);</i> | |
| <i>All.4: Sezioni geologica (sondaggi da studi precedenti) scala 1:400;</i> | |
| <i>All.5: Stratigrafia sondaggio 1 FCE (2005);</i> | |
| <i>All.5A: Indagini geognostiche e geofisiche "Mercato Aperto" (2008) report 01</i> | |
| <i>All.6: Indagini geofisiche tratta metropolitana G.nni XXII – Stesicoro anno 2006 report 02</i> | |
| <i>All.7: Indagini geognostiche dirette 18/09/2017 Doc. 34/17 SGM S.r.l report 03</i> | |
| <i>All.8 : Sezioni litostratigrafiche Scala 1.200;</i> | |
| <i>All.9 : Tabella risultati prove ufficiali compressione semplice su provini di roccia – LASPEDIL S.r.l.</i> | |

1. Premessa

La presente viene redatta a seguito dell'istruttoria condotta dal RINA Check s.r.l. (commessa n° P0006765.18) in relazione al progetto Esecutivo per il "Completamento del Piano di Risanamento del rione S. Berillo in Catania - Convenzione urbanistica del 16/11/2012 tra Comune di Catania e Istica S.p.a. – C.E.Co.S. s.r.l. - Opere di Urbanizzazione primaria per i parcheggi pubblici e attigua area a verde attrezzato Vp1 – Vp2".

In particolare, le argomentazioni di seguito svolte mirano a fornire chiarimenti in merito alle osservazioni contenute nel RED 04 – Quadro B riferite al codice Elaborato R01 emesso in data 10/11/2017 Rev. A.

Dopo la verifica svolta dal RINA Check, e le proposte di chiarimento fornite è attivo lo status (h) per integrazioni e chiarimenti. In considerazione delle osservazioni recepite è stato ritenuto opportuno, come già esposto nelle controdeduzioni dei progettisti, una nuova emissione di questo documento come Rev. B con esplicito riferimento alle "azioni correttive" dei punti indicati nel RED 04 mirate alla conformità della documentazione progettuale.

Le indicazioni di carattere geologico, idrogeologico e stratigrafico dell'elaborato R01 Rev. A sono state integrate con la trattazione dei seguenti argomenti afferenti alle osservazioni di seguito riportate:

Punto 1) Il documento pur essendo stato redatto in data 10/11/2017 fa riferimento a campagne di indagini non esplicitamente effettuate per gli scopi progettuali e non tiene conto delle investigazioni condotte nell'area di specifico interesse dal 07 al 13/09/2017;

Punto 2) la caratterizzazione geotecnica dei terreni di sedime non è ricavata dai risultati delle prove di laboratorio effettuate nel Settembre del 2017, ma si basa su dati di precedenti determinazioni i cui estremi esecutivi non sono riportati;

Punto 3) la caratterizzazione sismica del sito si basa su dati di un'indagine sismica espletata nel 2008 in un sito a circa 250 metri di distanza dall'area di interesse: non è chiaro come da esse possa essere stato ricavato il modello di risposta sismica del sito di intervento;

Punto 4) il capitolo riguardante le verifiche di stabilità dei fronti di scavo si fonda su considerazioni puramente qualitative, certamente dettate dall'esperienza dell'estensore e non supportate da verifiche

puntuali, seppur su sezioni tipo : ciò inficia, tra l'altro, le raccomandazioni in merito alle opere provvisionali indicate, che risultano non basate su dati quantitativi;

Punto 5) non risultano disponibili le certificazioni di laboratorio a supporto dei risultati delle caratterizzazioni geotecniche dei terreni effettuate sui campioni estratti nel corso della campagna di indagini effettuata nel Settembre 2017.

Si sottolinea che per un “ unicum ” organico della trattazione sono stati riproposti gli argomenti già esposti nel documento R01 Rev. A inserendo con adeguati richiami gli approfondimenti richiesti nei sopracitati punti.

Le note che formano oggetto della presente relazione sono state redatte allo scopo di evidenziare le condizioni geologiche, giaciture, litologiche ed idrogeologiche dei terreni affioranti, o sub-superficiali e profondi, siti in corrispondenza di un'area destinata a “Parcheggio pubblico a standard”, facente parte del “Completamento del Piano di Risanamento del rione S. Berillo, nel Comune di Catania.

Tale settore ricade all'interno del tessuto urbano della città di Catania, in particolare in un'area ubicata tra Piazza della Repubblica e via Don Luigi Sturzo, quindi all'interno di una zona intensamente antropizzata.

In particolare le aree degli interventi cui ai Vp1 – Vp2 è per gran parte compresa entro una depressione antropica, in cui per anni è stato insediato il cantiere ex SIGENCO per la realizzazione della tratta metropolitana Giovanni XXIII – Stesicoro, seguita in tutti le sue fasi progettuali dallo scrivente.

Lo studio geologico è stato redatto in ottemperanza alle seguenti normative vigenti al momento dell'emissione del documento R01 Rev. A:

- D.M. LL.PP 11/03/1988 “ Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate...” e successive modifiche ed integrazioni
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274/2003 modificata dall'O.P.C.M. 3431 del 03/05/2005
- T.U. - D.M. 14/01/2008 “Norme Tecniche per le Costruzioni”, in particolare al cap.

6.2.1 in esso contenuto e successiva Circolare Applicativa del 02/02/2009 n°617 “Istruzioni per le applicazioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni” e successive modifiche ed integrazioni .

Al fine di pervenire ad un’adeguata conoscenza dell’area entro cui ricade l’opera in oggetto, si farà riferimento alle caratteristiche geomorfologiche, geologico-strutturali, idrogeologiche, sismiche e fisico-meccaniche del terreno di fondazione.

Per definire tali caratteristiche è stato eseguito un rilievo di dettaglio dell’area in esame, sono stati consultati lavori eseguiti precedentemente in aree limitrofe, fonti di letteratura specialistica disponibili, nonché i documenti del Piano Straordinario per l’Assetto Idrogeologico dell’Area Territoriale tra i Bacini del F. Alcantara e del F. Simeto (095).

Al fine di valutare e verificare la natura e le condizioni generali dell’ammasso giacente in profondità ed affiorante nella ristretta area di interesse, pur essendo in sedime superficiale ben esposto, sono stati consultati i risultati emersi da indagini geognostiche eseguite in passato relativi al progetto “Mercato Coperto” e ai lavori in fase di progettazione della metropolitana della città di Catania nella tratta Stazione Giovanni XXIII – Stazione Stesicoro.

La natura dei terreni sub-superficiali e profondi e le relative condizioni di giacitura in profondità sono state anche verificate attraverso lo studio di numerosi pozzi gravanti nell’area realizzati, in passato, per ricerche d’acqua e per la dispersione delle acque reflue nel sottosuolo. Inoltre, ci si è avvalsi dei risultati, delle numerosissime indagini effettuate in passato all’interno dell’abitato e nelle aree circostanti, contenuti nel “Progetto Catania” (Consiglio Nazionale delle Ricerche – Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti – Progetto Esecutivo 1996 – Sub-obiettivo 2.1).

Nella sezione “Indagini geognostiche” saranno esposte compiutamente le indagini afferenti al progetto in esame come richiesto al Punto 1 delle osservazioni cui al RED 04.

Va, in premesse, evidenziato che l’area di stretto interesse non è soggetta ad instabilità potenziali o in atto e ciò sia per la morfologia (debolmente acclive o pianeggiante) sia per la natura dei terreni affioranti e/o posti in profondità. L’ammasso superficiale, a parte un modesto strato, variamente spesso, di riporto antropico e di pavimentazione stradale, è rappresentato da quella porzione del complesso vulcanico etneo definito “colate laviche recenti”, che racchiude una serie di prodotti ascrivibili al ciclo eruttivo del “Mongibello recente”.

Si allegano al presente studio i seguenti elaborati:

All.1 : Corografia (scala 1:10.000);

All.2: Carta geologica (scala 1:10.000);

All.3: Ubicazione delle indagini pregresse (scala 1:2.000);

All.3/a : Corografia con Ubicazione dei sondaggi eseguiti (scala 1:10.000);

All.4: Sezioni geologica (sondaggi da studi precedenti) scala 1:400;

All.5: Stratigrafia sondaggio 1 FCE (2005);

All.5A: Indagini geognostiche e geofisiche "Mercato Aperto" (2008) report 01

All.6 : Indagini geofisiche tratta metropolitana G.nni XXIII – Stesicoro anno 2006 report 02

All.7: Indagini geognostiche dirette 18/09/2017 Doc. 34/17 SGM S.r.l report 03

All.8 : Sezioni litostratigrafiche Scala 1.200;

All.9 : Tabella risultati prove compressione semplice su provini di roccia – LASPEDIL S.r.l.

Laboratorio autorizzato all'esecuzione prove sui materiali da costruzione con D.M.8451/2009, art.20 L.1086/71 e art. 59 D.P.R. 380/2001

sede operativa: Zona Ind.le Ovest ASI Belpasso, fraz. Piano Tavola, Belpasso (CT)

sede legale: via Don Minzoni n°14, Misterbianco (CT)

1.1 BIBLIOGRAFIA GEOLOGICA

Lo studio dei terreni presenti all'interno dell'area urbana di Catania, ossia inerente eventi succedutisi in tempi "geologici" (s.l.), è relativo ad eventi sviluppatisi non in milioni di anni bensì verificatisi in alcune centinaia e/o migliaia di anni. Ed allora, particolare interesse assumono i dati storici tramandatici da molti autori, scrittori, scienziati del passato che con le loro descrizioni ci hanno consentito, in qualche modo, di conoscere con buona attendibilità la data di "messa in posto" di alcune colate laviche e le loro caratteristiche, all'interno della città di Catania.

Numerose notizie sono state da noi attinte da studi recenti; citiamo in particolare:

Cocuzza Silvestri (1949) che descrive dettagliatamente i fenomeni di "plesioclasti" riscontrati nelle argille, nei suoli vegetali e nei tufi venuti a diretto contatto con le lave incandescenti ritrovate nei dintorni di Catania. L'Autore si sofferma su alcune colate, ma in particolare, su quella del "1669" che, essendo la più recente, mette bene in mostra i marcati fenomeni di "plesioclasti".

Carmelo Sturiale (1960) descrive in una delle sue numerose pubblicazioni le lave “del basso versante meridionale dell’Etna”, corredandone la descrizione con una carta geologica del comprensorio e con studi petrografici dei materiali.

Zizzo (1960) ha studiato in modo molto accurato il percorso e le caratteristiche petrografiche delle lave del 1381 e dei suoi prodotti.

Luigi Torino (1963) sulla scorta di tutti gli studi precedenti in suo possesso elabora una “carta geologica della città di Catania” descrivendo le fonti storiche di provenienza e descrivendo, con un approfondito studio petrografico, le singole colate.

Consiglio Nazionale delle Ricerche (1977) pubblica una “Carta Geologica del Monte Etna” supportato da una accurata e puntuale descrizione delle colate succedutesi nei tempi, riportata sulle “Memorie della Società Geologica Italiana” (1982).

CNR – Gruppo Nazionale Difesa Terremoti (GNDT) - PROGETTO CATANIA (1996) riportante la caratterizzazione geotecnica del territorio comunale a fini sismici con dati e notizie sulle profondità e caratteristiche dei terreni ed un elenco dettagliato delle indagini e sondaggi presenti, comprendenti sia la successione litostratigrafica che notizie sulla eventuale esistenza e profondità della falda.

Università di Catania – Comune di Catania (1999) In una “Carta Geologica dell’Area Urbana di Catania”, con allegate carte tematiche e profili geolitologici vengono riportate preziose informazioni circa la successione delle colate laviche che hanno interessato la città.

E’ tuttavia indubbio che di fondamentale importanza ai fini della delimitazione e della datazione delle singole colate siano stati gli studi di molti autori che in passato o hanno citato dati storici o hanno trattato dal punto di vista l’evoluzione della città e il succedersi delle singole colate.

La prima delle colate dell’Etna che interessò Catania sembra risalga (secondo la tavola cronologica di “Rome de l’Isle”) all’incirca al 1500 a.C.- Racconta Diodoro che nel 1470 a.C. i Sicani che erano venuti a stabilirsi su “lidi orientali della Trinacria”, impauriti dai fuochi vulcanici dovettero rifugiarsi nelle parti occidentali dell’Isola.- Per la qual cosa si ritiene che anche in quell’anno avvenne qualche violenta eruzione sul versante Sud-orientale del Vulcano.

La lava detta dei “Fratelli Pii” su cui è fabbricata la parte settentrionale di Catania, sgorgò forse dal monte Pelicere nei pressi di Nicolosi, nel 693 a.C.- Aristotile, Plutarco, Pausania, Valerio, Massimo, Seneca, Claudiano, Cornelio e Severio accennarono a questa colata.

Sul cono di eruzione si hanno pareri discordi.- Il Gemmellaro lo assegna a sei Km da Catania nel campo Pio (“Pompiù”) in vicinanza di Monte S. Sofia.- Il Somma assegna, invece, il cratere Monte Peliere.- Addirittura il Recupero suppose il cratere di eruzione, l’alto morfologico di S. Marta.- Da studi condotti in passato e di recente sulla collina di S. Marta, non sembra che ciò sia stato possibile, anche per la mancanza di scorie, sabbia vulcanica e lapilli di entità significativa.

Tucidide si sofferma su tre eruzioni; una incerta, avvenuta il 737 a.C., la seconda nel 475 a.C. avvenuta ai tempi della battaglia di Platea.- La terza nel 426 a.C. che devastò l’accampamento dei catanesi.

Aristotile, ancora, parla di una eruzione avvenuta nel 394 a.C. nella quale una grande “corrente di materia infuocata discese fino al mare”.- Altre due eruzioni sono attestate, da Giulio Ossequente senza però dettagli precisi l’una nel 141 e l’altra nel 135 a.C.

Orosio ne cita una avvenuta nel 126 a.C. “durante la quale morirono molti pesci del mare”; un’altra abbondantissima per volume di magma eruttato avvenne nel 122 a.C. dove “sabbia e ceneri vulcaniche vennero eruttati in quantità e bruciarono e fecero crollare i tetti delle case di Catania”.- Il Senato Romano, per tale calamità, dispensò i catanesi dai tributi per 10 anni.

Il Bembo (1729) fu uno dei primi ad interessarsi delle colate laviche dell’Etna e si sforzò di descrivere i caratteri e soprattutto di datare i rispettivi periodi di eruzione.

Il Recupero (1818) descrive in modo estremamente particolareggiato “gli incendi dell’Etna” dai più antichi ai più moderni, soffermandosi sulle lave che interessarono Catania, descrivendone i percorsi ed i caratteri microscopici.

Il Ferrara (1818) parla anch’esso di vari incendi e li elenca descrivendo, fra l’altro, i prodotti delle eruzioni e facendo un elenco delle colate compatte a secondo del loro colore.- L’Alessi (1829) dilungandosi maggiormente sulle colate e sulla loro data, si associa alle descrizioni del Recupero.

Pure il Fazello (1830) nella sua “Storia di Sicilia” parla di varie colate; ne fa solo menzione, trascurando l’epoca delle singole eruzioni.

Interlenghi-Sirugo (1839) in una descrizione dei terreni che circondano Catania accenna alle lave dell’Etna soffermandosi in modo particolare sui prodotti lavici e sulla loro composizione.

Altre notizie ci vengono tramandate dal Somma (1839) che si dilunga in ampie descrizioni delle colate, criticando le conclusioni a cui erano giunti molti autori del passato.

Il Gemmellaro (1858) descrive nella “Vulcanologia dell’Etna” le varie eruzioni cercando di ricostruire l’epoca ed il percorso, le associazioni dei cristalli delle varie colate, la tettonica e si sforza di spiegare, scientificamente, i fenomeni delle eruzioni.

Lo Sciuto Patti (1872) nella riunione dei Naturalisti Italiani (sezione di Geologia) tenuta in Catania nell’Agosto 1869 presenta, in bozza, una prima stesura della “Carta geologica della città di Catania”.- Una carta definitiva con ampi commenti la “comunica” ufficialmente nella seduta del Settembre 1872.- Tale lavoro è certamente quello maggiormente dettagliato e completo e seguito da tutti gli studiosi che lo hanno seguito.

Il Silvestri (1876) e poi il Sartorius Von Waltershausen (1880) distinguono, come lo Sciuto Patti, le diverse colate di Catania descrivendole capillarmente.

Il De Lorenzo (1907) descrive le formazioni del basamento etneo, con le varie sovrastanti colate, distinguendo i materiali basaltici da quelli doleritici citando, fra l’altro, eventuali variazioni andesitiche di alcuni prodotti. Descrive, anche, un “focolare vasto e profondo immune da ogni azione differenziatrice e metamorfica” dal quale provengono le varie colate laviche.-

Il Ponte (1909) descrive l’Etna con le sue eruzioni e con i vari suoi prodotti, comprese le esalazioni del vulcano. Esso si sofferma soprattutto su alcune colate storiche recenti personalmente seguite dallo stesso. La “Carta Geologica del Vulcano Etna” (2011), pubblicata dall’I.N.G.V. Osservatorio etneo – Sezione di Catania, dall’ISPRA, dal C.N.R. e dal Dipartimento di Scienze Geologiche dell’Università degli Studi di Catania in scala 1:50.000, ci ha consentito di esporre una più esatta datazione dei singoli eventi vulcanici.

2. CENNI GEOMORFOLOGICI

Il sito in esame è ubicato nel centro urbano di Catania, tra Piazza della Repubblica e via Don Luigi Sturzo, ad una quota di circa 20 metri s.l.m.. Cartograficamente ricade nel Fg. 270 Quadrante IV SE, denominata “Catania”, dell’ I.G.M.I. (All. 1) e nella sezione 634060, denominata “Catania” della Carta Tecnica Regionale (All.2). Il sito di progetto come accennato in premessa ricade all’interno di una fossa di natura antropica dapprima utilizzata come parcheggio e successivamente come area di cantiere / discenderia della ex SIGENCo società assuntrice dei lavori per la costruzione della tratta metropolitana Giovanni XXIII – Stesicoro in esercizio.

Le coordinate geografiche(da Geostru PS) del sito sono le seguenti:

| Coordinate WGS84 | | Coordinate ED50 | |
|------------------|-------------|-----------------|-------------|
| Latitudine | Longitudine | Latitudine | Longitudine |
| 37,507159 | 15,091293 | 37,508218 | 15,092107 |

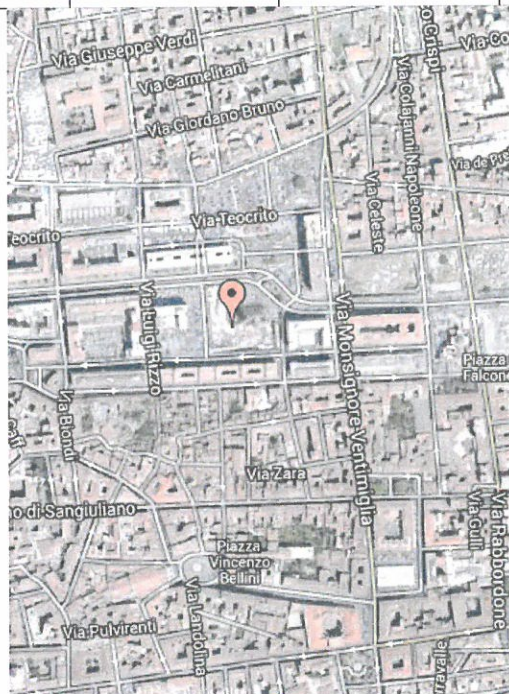


Fig. 1

L'area in studio è ubicata nella porzione orientale del centro urbano della città di Catania, tra la fascia costiera ed il margine esterno orientale della città vecchia. Il susseguirsi di eventi eruttivi in epoca preistorica e storica ha fatto sì che le colate, con fronti più o meno ampi, giungessero fino al mare.

Risulta difficile lo studio di queste lave, specialmente per quanto riguarda l'epoca delle loro eruzioni, fatte eccezioni per alcune come quelle del 1318 e del 1669 per le quali esistono dati storici certi che facilitano la loro interpretazione.

Le caratteristiche morfologiche generali dell'area sono quindi legate principalmente alle numerose colate laviche derivanti dall'attività vulcanica etnea che, nel tempo, di sono succedute.

L'elevato grado antropico raggiunto da tutta l'area in esame ha completamente obliterato tutte le forme e rilievi originari che sono tipiche dei terreni lavici etnei, ad eccezione di alcuni relitti, testimonianze di interventi estrattivi e di livellamenti stradali.

Il tipico motivo morfologico delle basse pendici dell'Etna è caratterizzato da versanti scarsamente irregolari degradanti verso sud-est, interrotti localmente da modesti dossi e depressioni generati da accumuli lavici e dalla sovrapposizione di diverse colate che, nelle parti più

periferiche, assumono un andamento tabulare.

Una tale evoluzione ha determinato, per l'area in esame, un assetto topografico sub-orizzontale con una debole inclinazione della superficie verso SE, che non eccede i 3-4°.

Data la natura litologica dotata di buona competenza e considerando le condizioni morfologiche dell'area, non si rilevano fenomeni di instabilità di tipo gravitativo di nessuna natura, per cui la stessa è da considerarsi geomorfologicamente stabile.

La complessa evoluzione tettonica e vulcanica dell'area etnea è legata alla sua particolare posizione geostrutturale.

Infatti, il vulcano Etna si colloca nella zona di transizione tra la piattaforma carbonatica iblea (a sud) e l'area di corrugamento alpino dell'Arco Calabro-Peloritano (a nord). Le principali strutture tettoniche dell'edificio a falde sono allungate secondo la direzione E-W e vengono troncate e ribassate verso S-E da un sistema di faglie a "gradinata con andamento sub-parallelo al tratto di costa compreso tra Catania e Messina.

Dal punto di vista idrografico non si rileva la presenza di incisioni o linee di deflusso superficiale; il drenaggio delle acque meteoriche è fortemente influenzato dal grado di antropizzazione ed urbanizzazione del territorio che ha comportato l'aumento delle aree impermeabilizzate (strade, tetti, ecc.), incrementando di conseguenza l'entità delle acque di ruscellamento.

Va sottolineato ai fini della sicurezza e delle prossime attività di cantiere che l'area al contorno trovandosi inserita in un contesto urbano è dotata di sistemi di raccolta e drenaggio delle acque superficiali derivanti dalle piattaforme stradali e dalle sovrastrutture in genere.

Tuttavia, sono state predisposte adeguate misure mitigative atte a ridurre ulteriormente eventuali interferenze tra queste aliquote di derivazione meteorica e l'area di progetto.

Nella fig. 2 l'inquadratura dell'area Vp1 – Vp2 nel contesto urbano.



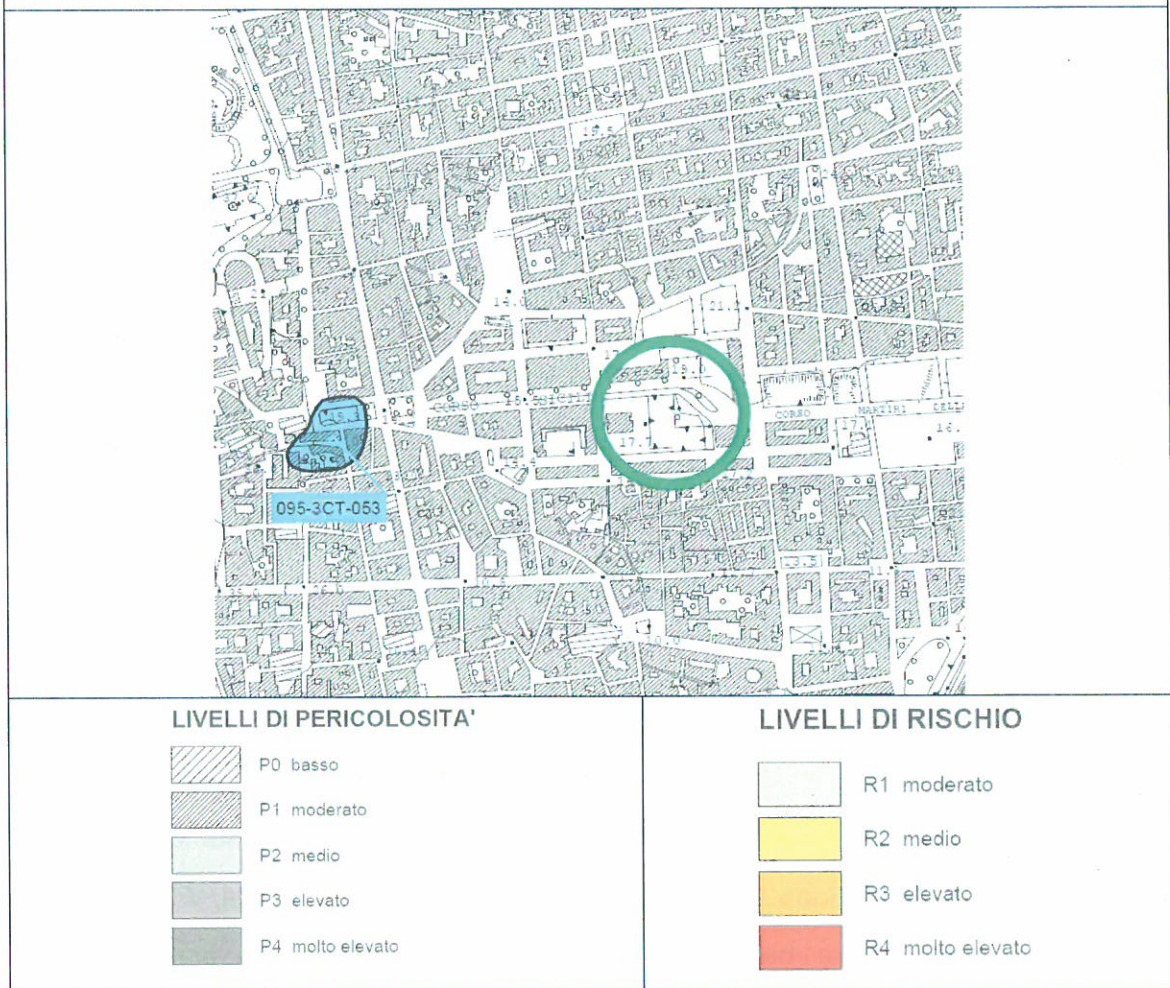
Fig. 2

1.2 BREVI CENNI SUL PAI

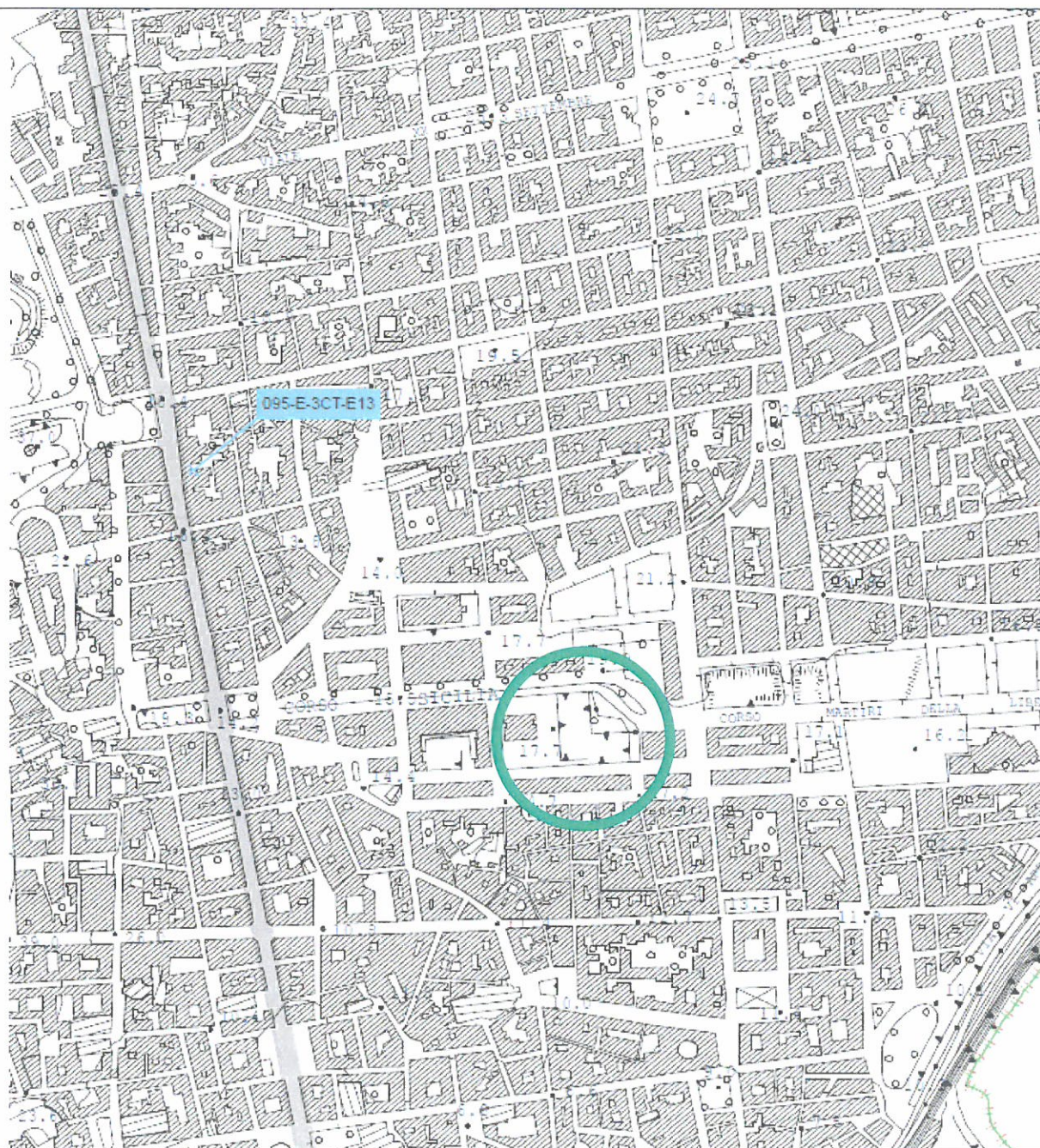
Di seguito si riportano i risultati scaturiti dalla verifica effettuata in merito al rischio e pericolosità geomorfologica e idraulica secondo il “Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico” (P.A.I.), istituito con l’art. 1 D.L. 180/98 e convertito con modifiche attraverso la L. 267/98 e recepito dalla Regione Siciliana mediante il D.A. 298/41 del 04/07/2000 e ss.mm.ii., relativa all’Area Territoriale tra i bacini del F. Simeto e del F. Alcantara (num. di rif. 095).

Attraverso la suddetta verifica, effettuata mediante l’analisi e il confronto con gli elaborati cartografici allegati al P.A.I., si evince, dagli stralci della “carta dei dissesti” e dalle carte delle pericolosità e rischio geomorfologico e idraulico, che nell’area in oggetto, destinata a parcheggio, non sono state perimetrate aree caratterizzate da dissesti, pericolosità e rischio geomorfologico, né criticità relative alla pericolosità e rischio idraulico.

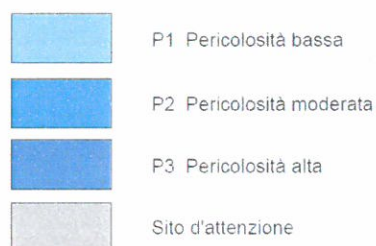
Stralcio della Carta della Pericolosità e del Rischio Geomorfologico (P.A.I.)



Stralcio della Carta della Pericolosità idraulica per fenomeni di esondazione (P.A.I.)



VALORI DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA



3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Nella zona rilevata affiorano principalmente terreni di natura vulcanica derivanti dall'intensa attività del vulcano Etna, i cui prodotti, nel tempo, hanno ricoperto la morfologia preesistente, obliterando il substrato sedimentario. Nello specifico essi sono rappresentati da lave e prodotti piroclastici associati riferibili, secondo la letteratura geologica, al Distretto Vulcanico del Monte Etna, Sistema Il Piano, Vulcano Mongibello.

Nel contesto urbano catanese sono altresì presenti, accumulatisi nel tempo e con distribuzione variabile, depositi di natura antropica costituiti prevalentemente da materiale di riporto e di scarto edilizio, scarti archeologici e materiale derivante da crolli di edifici storici. Tali depositi sono costituiti prevalentemente da materiale di varia natura, prevalentemente vulcanica, e presentano spessori molto variabili nei vari settori in cui sono presenti.

Al fine di sintetizzare i risultati ottenuti da studi bibliografici e dai sopralluoghi effettuati, è stata redatta una carta geologica (All. 2) in scala 1:10.000.

Le manifestazioni eruttive etnee presentano un carattere prevalentemente effusivo; le colate laviche, con direzione di flusso prevalentemente da NW-SE, hanno invaso in tempi preistorici e storici il territorio, ricoprendo quasi completamente il substrato dell'area urbana di Catania. Tali colate si sono sovrapposte nel tempo definendo geometrie irregolari, spesso colmando le depressioni preesistenti del substrato sedimentario. Alle diverse colate, generalmente massive e variamente compatte, si interpongono livelli scoriacei e, alla base e al tetto, si presentano scoriacee e intensamente fratturate.

Le lave nell'area in esame sono quasi interamente obliterate dalla spinta antropizzazione che caratterizza il centro urbano di Catania. Al fine di definire le caratteristiche geologiche della formazione vulcanica ci si è avvalsi dell'estesa bibliografia specialistica disponibile per l'area in esame. In particolare sono state considerate le Carte Geologiche ufficiali (Carta Geologica del Vulcano Etna, AA.VV, 2011 e Carta Geologica D'Italia, foglio 634-Catania, AA.VV, 2002-2003), i contenuti del "Progetto Catania" (CNR-Gruppo Nazionale Difesa Terremoti, 1996), alcune indagini realizzate nel corso della progettazione della linea metropolitana della F.C.E., nonché la campagna geognostica "Mercato coperto" (anno 2008).

La Carta geologica del Vulcano Etna (AA.VV., 2011) propone una riclassificazione dei prodotti vulcanici etnei, attraverso una suddivisione in unità sistemiche, ossia “corpi geologici definiti e identificati sulla base delle discontinuità che li limitano”, e Unità litostratigrafiche, ovvero le “formazioni”.

La datazione delle varie formazioni è stata ricavata da numerose analisi petrografiche, geochemiche, radiometriche arche-magnetiche; tali analisi hanno, inoltre, permesso di definire in modo più preciso i rapporti stratigrafici delle varie formazioni e di fornire conoscenze più approfondite sulle proprietà litologiche dei diversi prodotti vulcanici.

In base a tali considerazioni, i prodotti vulcanici che affiorano nell'area appartengono al Sintema “Il Piano” (Vulcano Mongibello), formazione “Pietracannone”, membro inferiore, prodotti vulcanici del Larmisi.

3.1 Formazione “Pietracannone”

Essa rappresenta una complessa successione lavica formatasi tra la caldera dell'Ellittico e quella del Piano e viene distinta in cinque membri. I membri superiore e inferiore includono colate laviche, bastioni e coni di scorie e depositi piroclastici di caduta. Gli altri membri sono costituiti da una successione di livelli piroclastici di caduta alternati a depositi eolici (membro Cubania), da depositi di debris avalanche (membro Milo) e da depositi vulcanoclastici (membro Chiancone).

Nell'area in oggetto affiorano in larga prevalenza le “lave del Larmisi”. Tale colata è stata attribuita al membro Inferiore della F.ne Pietracannone che include i prodotti vulcanici compresi nell'intervallo temporale tra il post-caldera Ellittico (15 ka) e il litoorizzonte FS (3930 ±60 a).

Le Lave del Larmisi rappresentano la più antica ed estesa manifestazione eruttiva presente nell'area di Catania, avvenuta in tempi preistorici; si estende da zona Barriera del Bosco fino alla costa con giacitura sub-orizzontale affiorando nel sito di progetto.

Macroscopicamente la lava appare di colore grigio chiaro con fenocristalli di plagioclasio, augite e olivina.

I limiti di siffatta colata, su cui risulta edificata tutta la parte orientale della moderna Catania, sono ancor oggi recuperabili. Risultano ubicate su di essa una parte della Via Vittorio Emanuele II^a, parte della Via A. di Sangiuliano, Via Umberto, Corso Italia ed il Corso Sicilia, di recente costruzione.

Esaminando siffatta colata, ben visibile lungo la costa (dal Porto a “Guardia Ognina”), in qualche tratto si rileva che la direzione lungo la quale scese è N.W. - S.E..

Il suo corso, per l'intero sviluppo, è estremamente difficile da seguire a causa sia degli insediamenti abitativi che per la presenza di più recenti colate che l'hanno ricoperta. Ove affiora presenta una giacitura tipica, formata da grossi lastroni sub-orizzontali che ricalcano le originarie linee di flusso. Questa scorre ad oriente della collinetta di "S. Sofia" interrompendo, verso occidente la dorsale collinare sedimentaria di età pleistocenica dei dintorni di Catania.

Si presume che essa sia precedente alla venuta dei primi abitanti che, successivamente, l'avrebbero liberata dalla copertura scoriacea e spianata, in parte, come risulta dall'assenza di scorie, rinvenibili, invece, nelle adiacenti colate.

La disposizione topografica e la sua giacitura la fanno supporre posteriore alla colata di "S. Sofia" "messa in posto" intorno al 4500 prima di Cristo. Il suo spessore (desunto dalle numerose perforazioni), variabile evidentemente da punto a punto, dovrebbe aggirarsi, in corrispondenza del Corso Sicilia, intorno ai 25 ÷ 35 metri.-

Alcuni sondaggi meccanici hanno consentito di verificare che le rocce vulcaniche poggiano, in discordanza, sui sottostanti sedimenti terrigeni del substrato relativo, rappresentato dalle “sabbie” e dalla porzione superficiale alterata e degradata delle “Argille limose grigio-azzurre” del pleistocene.-

4. IDROGEOLOGIA DELL'AREA

Le modalità di circolazione delle acque nel sottosuolo sono strettamente collegate alla natura dei terreni presenti ed alle caratteristiche strutturali dell'area. La permeabilità è tra le proprietà dei terreni affioranti e del sottosuolo che maggiormente influenza il comportamento delle risorse idriche sotterranee. In generale, nei diversi settori "etnei", sono funzione dei seguenti fattori quali lo spessore della coltre lavica, la presenza di livelli scoriacei e di formazioni sedimentarie, nonché la geometria del substrato impermeabile.

Le lave di Larmisi, secondo i dati di letteratura, appartengono al complesso idrogeologico noto come "Complesso delle vulcaniti storiche e recenti", che è sede di falde di un certo interesse per l'elevata permeabilità per fessurazione.

Le acque di precipitazione infatti vengono assorbite dai terreni vulcanici, alimentando le falde acquifere che trovano sede dove le condizioni morfologiche del substrato sedimentario favoriscono la concentrazione dei deflussi (presenza di substrato impermeabile).

Si considera comunque che il sito si trova all'interno del centro abitato ed essendo completamente urbanizzato, la presenza della rete idrica fognaria urbana fa sì che le acque superficiali vengono convogliate nella rete idrica comunale e l'intensa cementificazione impedisce alle acque meteoriche d'infiltrarsi nel sottosuolo.

La presenza di frequenti discontinuità, collegate in parte alla fessurazione dovuta ai processi di contrazione della massa magmatica ed in parte alla fratturazione, implica valori di permeabilità generalmente elevati in relazione alla distribuzione delle discontinuità stesse.

Tali valori di permeabilità sono inoltre da imputare ai prodotti piroclastici, costituiti da sabbie e scorie intercalati alle lave, caratterizzati da elevata porosità che rende la permeabilità finale più importante.

Nei terreni vulcanici il coefficiente di permeabilità risulta molto variabile, oscillando nel seguente intervallo

$$10^{-4} \leq k \leq 10^{-2} \text{ cm/sec}$$

Nell'area oggetto di studio il livello statico della falda, ricostruito in base ai pozzi presenti e ai risultati emersi dai sondaggi geognostici considerati, può porsi tra 1 e 2 m s.l.m.

V'è poi da rilevare che nell'area di stretto interesse sono stati realizzati numerosi pozzi allo scopo di disperdere in falda le acque reperite in seguito allo scavo della galleria FCE. Tale scavo è stato realizzato al di sotto del livello statico delle acque, stabilizzato, come precedentemente riportato, alcuni metri sul livello del mare; pur ricorrendo ad interventi di consolidamento e impermeabilizzazione, ciò ha reso particolarmente difficoltosi i lavori di avanzamento in sotterraneo.

Le acque presenti nel corso degli scavi sono risultate di portata prossima ai 200 l/s con valori massimi fino ad oltre 500 l/s. Per tale motivo, con un numero di fori da spingere a circa 10 metri al di sotto della piezometrica sarà possibile emungere portate costanti e considerevoli, di entità anche superiori ai 200 l/s.

Educendo siffatte portate, in considerazione della vastissima zona di alimentazione, i livelli dinamici non subiranno significativi abbassamenti.

Nel corso della campagna di indagini del settembre 2017 spinte sino a 6 – 7 metri al di sotto del fondo della “fossa” esistente non sono state rinvenute acque essendo noto che la piezometrica risale procedendo verso P.zza Stesicoro.

5. INDAGINI PRECEDENTI

In questa sezione saranno trattati gli argomenti finalizzati a chiarire quanto osservato nel **RED 04 Punto 1)** : *“Il documento pur essendo stato redatto in data 10/11/2017 fa riferimento a campagne di indagini non esplicitamente effettuate per gli scopi progettuali e non tiene conto delle investigazioni condotte nell'area di specifico interesse dal 07 al 13/09/2017”.*

Gli elementi raccolti e di seguito citati con le relative fonti di riferimento concorrono alla definizione del Modello Geologico di Riferimento (MGR) necessario per la progettazione strutturale e che, per come previsto dalla normativa vigente all'epoca NTC_08 al paragrafo 6.2 hanno come obiettivo la “modellazione geologica del sito”.

Riteniamo, ed è una valutazione ovvia, che il sito in argomento, trattandosi di una depressione antropica, ha una successione stratigrafica già ben esposta e non necessita di indagini specifiche. Pur tuttavia, sono state condotte nel recente anno 2017 ulteriori indagini mirate a conoscere la continuità latero verticale e le caratteristiche geomeccaniche delle rocce di imposta delle fondazioni dirette affioranti al “nucleo” della depressione antropica.

Quindi, nel rispetto della conoscenza del MGR tutte le fonti citate (vedi mercato all'aperto anno 2008 – All.5a report 01 e quelle della FCE sondaggio S2e) sono state indicate con riferimento all'area di progetto specifica con la sigla S1 (all. 5) nel pieno intento di fornire un quadro che riconducesse ad una visione globale del MGR.

Da considerare che il progetto dell'ISTICA ha vissuto negli anni numerose rivisitazioni e modifiche con varianti che riguardavano il complesso degli interventi. E' chiaro che i dati geognostici anche se non direttamente eseguiti nel sito di progetto, ma nelle immediate vicinanze (a 200 metri), sono state svolte nel quadro del progetto di cui in argomento, e concorrono, lo ribadiamo, ad aggiungere informazioni sulle caratteristiche delle rocce vulcaniche affioranti nella vasta area assimilabili tra loro perché appartengono alla medesima colata. Pertanto, queste verticali o indagini geofisiche, anche se non ricadenti direttamente nell'area di sedime non possono essere considerate avulse o superate, atteso che la loro esecuzione ha richiesto un impegno economico non trascurabile e come tale va considerata sempre e comunque in un contesto più ampio.

Del resto per quanto trattato ed esposto esistono altre indagini riferite a progetti importanti - FCE metropolitana di Catania - che pur non essendo stati eseguiti all'interno dell'area Vp2

sede dell'intervento di maggiore rilevanza strutturale, ma a breve distanza (66,0 metri S1e) in P.zza della Repubblica non possono essere ignorate per eseguirne delle altre solo perché poco distanti dal sito in esame.

Va rilevato che oltre alle recenti indagini dirette del settembre 2017, eseguite anche per procedere ad una stima delle classi di roccia da scavare, era stata esposta nella Rev A del documento R01 già una messe di informazioni adeguate e copiosa per sviluppare quanto richiesto dalla committenza.

Al fine di meglio comprendere i rapporti stratigrafici tra le formazioni affioranti, poter definire il modello geologico e geotecnico del sottosuolo, si reiterano i risultati degli studi precedenti eseguiti nell'area di progetto ivi compresi i dati geognostici di pozzi per ricerche d'acqua e per la dispersione di acque reflue provenienti da edifici posti proprio nel centro abitato. Va rimarcato che lo scrivente ha eseguito tutte le fasi scavo per la costruzione della tratta metropolitana della FCE tra stazione Stesicoro e Stazione G.nni XXIII, raccogliendo informazioni che vanno oltre gli spazi della sola area che sarà occupata dal Vp1 – Vp2.

Di seguito si riporta una sintesi delle più rappresentative campagne d'indagini considerate, la cui ubicazione è indicata nell'allegato 3. Inoltre in calce alla presente relazione si riportano le stratigrafie e i risultati emersi dalle indagini qui considerate (Allegati 5 e 5A).

In ultimo, si integrano le conoscenze già disponibili con i dati relativi alla campagna geognostica del settembre 2017 curata dalla SGM S.r.l.

Progetto Catania

I sondaggi geognostici riportati nel "Progetto Catania" (Consiglio Nazionale delle Ricerche- Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti- Progetto Esecutivo-1996 – Sub-Obiettivo 2.1) ubicati in corrispondenza e nelle vicinanze dell'area destinata a parcheggio, sono riferiti principalmente agli stabili recentemente edificati in vicinanza di Viale Martiri della Libertà. Di seguito vengono riportati i risultati emersi da tali sondaggi e la legenda delle unità geotecniche, così come esposto nella relazione del "Progetto Catania".

| |
|---------------------------|
| UNITA' GEOTECNICHE |
|---------------------------|

| | |
|---------------|--|
| R - Dt | Terreni vegetali e riporti (R); materiali detritici e frane |
| M | Depositi di spiaggia (sabbie) |
| Alf | Depositi alluvionali fini (limosi e argillosi con intercalazioni sabbioso limose lentiformi nettamente subordinate) |
| Alg | Depositi alluvionali grossolani (sabbiosi-ghiaiosi-ciottolosi) |
| X | Lave scoriacee, lave a blocchi, rifusa, vulcanoclastiti |
| E | Lave da poco fratturate a fratturate, con subordinate intercalazioni di lave scoriacee, lave a blocchi, rifusa e vulcanoclastiti |
| P | Piroclastiti (tufi e tufiti) |
| SG | Sabbie quarzose gialle o brune, ghiaie e conglomerati poligenici. Intercalazioni piroclastiche |
| ASg | Argille e limi sabbiosi giallastri o bruni, con alternanza di sabbie. Intercalazioni piroclastiche |
| Aa | Argille limose e argille marnose grigio-azzurre, con intercalazioni sabbiose nettamente subordinate |
| Ai | Intercalazioni argillose lentiformi nell'unità Cc |
| Cc | Calcareniti e calcareniti a blocchi; calcari mamosi e alternanze calcareo-marnose |

Completamento del Piano di Risanamento del rione S. Berillo in Catania - Convenzione urbanistica del 16/11/2012 tra Comune di Catania e Istica S.p.a. – C.E.Co.S. s.r.l.

Opere di Urbanizzazione primaria progetto Esecutivo parcheggi pubblici interrati e attigua area a verde attrezzato Vp1 – Vp2.

| Numero | Località | Quota | Prof(m) | Long | Lat | Falda | Unità'1 | Prof1 | Unità'2 | Prof2 | Unità'3 | Prof3 | Unità'4 | Prof4 | Unità'5 | Prof5 |
|--------|-------------------------------------|-------|---------|---------|---------|-------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| 209 | Via Puccini | 15 | 11 | 2527835 | 4151135 | 5,5 | E | 11,0 | | | | | | | | |
| 210 | C.so Sicilia - Banca D'Italia | 18,5 | 23 | 2528199 | 4151134 | 11,1 | E | 23,0 | | | | | | | | |
| 223 | Via Luigi Rizzo | 17 | 28,1 | 2527981 | 4151128 | 9,3 o 16,2 | E | 15,2 | P | 18,2 | SG | 28,1 | | | | |
| 224 | P.zza Della Repubblic a | 17 | 30 | 2528032 | 4151150 | 12,8 o 16,6 | E | 21,9 | P | 24,5 | SG | 30,0 | | | | |
| 225 | P.zza Della Repubblic a | 19,8 | 15,3 | 2528171 | 4151194 | 11 o 19,2 | E | 15,3 | | | | | | | | |
| 226 | Via Luigi Rizzo - Teocrito | 16,9 | 21 | 2527927 | 4151222 | 12,4 o 15,9 | E | 15,0 | SG | 21,0 | | | | | | |
| 342 | P.zza Della Repubblic a | 17 | 15,6 | 2528039 | 4151204 | | E | 8,0 | X | 11,8 | E | 15,6 | | | | |
| 343 | Via Puccini | 15 | 32 | 2527862 | 4151163 | | E | 14,5 | X | 18,5 | E | 22,8 | P | 28,7 | ASg | 32,0 |
| 1248 | Corso Sicilia | 15 | 25 | 2527904 | 4151186 | | E | 21,0 | P | 25,0 | | | | | | |
| 1249 | Corso Sicilia- Vent. | 16,25 | 25 | 2528239 | 4151176 | | E | 23,0 | ASg | 25,0 | | | | | | |

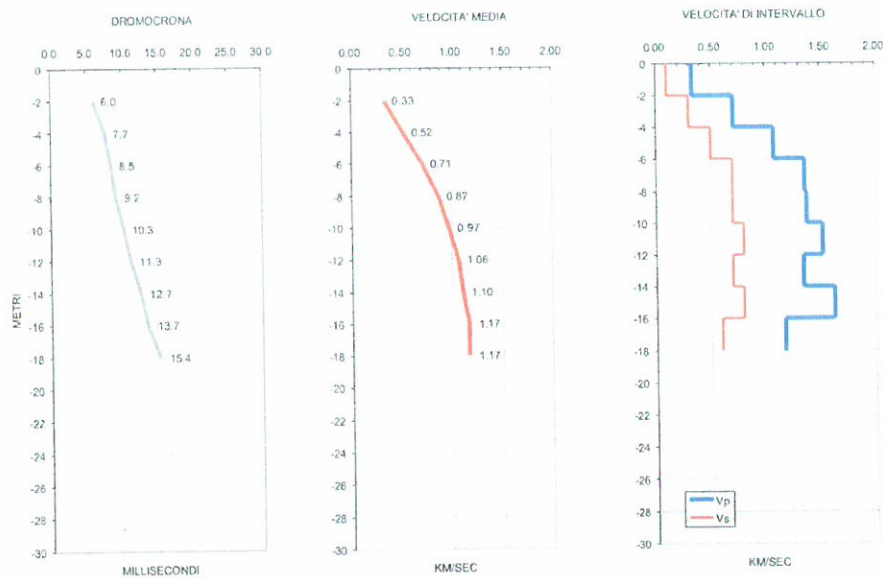
Sondaggio meccanico FCE (appalto integrato esecutivo)

Sono stati considerati i risultati del sondaggio meccanico eseguito nella campagna geognostica tra il 2005 e il 2006, in fase di progettazione della Metropolitana della città di Catania, ricadente nell'area in oggetto.

Sondaggio 1 (p.zza della Repubblica – q.ta m 19.43 s.l.m.)

da 00.00 a m 01.60: Riporto lavico e brecce eterometriche;
da 01.60 a m 06.30: Lave vacuolari grigie con fratture subverticali e patine di ossidazione;
da 06.30 a m 08.20: Lave grigie compatte con fratture a 45° ed a 45°;
da 08.20 a m 10.10: Lave fratturate grigie molto fratturate;
da 10.10 a m 12.40: Lave grigie compatte microcristalline a plagioclasti – poco fratturate;
da 12.40 a m 13.50: Lave molto fratturate vacuolari con fratture beanti;
da 13.50 a m 14.60: Lave grigie compatte poco vacuolari;
da 14.60 a m 15.30: Lave porose nerastre vacuolari con fatturazione suborizzontale;
da 15.30 a m 15.80: Cavità;
da 15.80 a m 23.00: Lave nerastre vacuolari a tratti con cavità da degassazione – piani di fatturazione a 45° e subverticali;
da 23.00 a m 26.00: lave grigie poco vacuolari massive a plagioclasti – fratturate;
da 26.00 a m 26.70: Lave vacuolari con diffuse microcavità da degassazione;
da 26.70 a m 27.50: Lave grigie nerastre vacuolari – molto fratturate;
da 27.50 a m 28.00: Lave molto fratturate con vacuoli e fratture beanti;
da 28.00 a m 29.20: Lave compatte vacuolari poco fratturate.-

Durante l'esecuzione del sondaggio che negli elaborati allegati è indicato come S2 in relazione al progetto esecutivo della PROGIN S.p.a. è stata osservata la presenza abbondante di acqua a 17.2 m sotto il p.c. L'indagine è ubicata a 66,0 metri di distanza dalla fossa del Vp2 e dalle relative aree a verde attrezzato Vp1. Durante l'esecuzione di tale sondaggio è stata eseguita un'indagine geofisica in foro tipo down-up hole, con la quale è stato possibile determinare la velocità di propagazione delle onde sismiche (Vp e Vs), come mostrano i grafici sottostanti. L'indagine è seguita dalla GEOSTAR del Dott. C. Gaudioso che si allega come report 02 All.7.



In particolare da tale indagine è possibile, individuare che i valori di Vs nel caso specifico sono risultati risultato pari a 580 m/s, ricavare la categoria di sottosuolo come stabilito nelle NTC-08.

Indagini geognostiche e geofisiche “Mercato Coperto” All. 5A Report 01

Nell’anno 2008, in funzione delle indicazioni progettuali furono eseguite le indagini geognostiche e geofisiche, per incarico della ISTICA SpA, a supporto del “Progetto di completamento del piano risanamento Rione San Berillo”, in corrispondenza dell’area destinata a Mercato coperto, oggi invece occupato da l Vp4 area verde attrezzato. Va sottolineato, giusto per chiarire le scelte circa l’ubicazione delle indagini, che l’area di indagine era stata indicata come mercato all’aperto modifiche successive hanno mutato le destinazioni e le scelte progettuali precedenti. Esse per come determinato tramite GOOGLE Earth con ortofoto che si allega, distano dal Vp1 – Vp2 ad una distanza compresa tra 150 - 200 metri dal sito occupato dagli interventi di progetto ma che a nostro giudizio hanno una valenza progettuale e forniscono un contributo alle conoscenze in aggiunta ai dati disponibili.

Sondaggio S. 1 “Mercato coperto” - q.ta m 16.1 s.l.m.

da 00.00 a m 01.00: Terreno di riporto costituito da materiale terrigeno;
da 01.00 a m 05.20: Lave grigie prevalentemente vacuolari da molto a poco fratturate;
da 05.20 a m 06.00: Breccie vulcanoclastiche;
da 06.00 a m 10.90: Lave grigio-brune da vacuolari a massive, mediamente fratturate, con patine di ossidazione;
da 10.90 a m 11.00: Breccie vulcanoclastiche;
da 11.00 a m 12.00: Cavità;
da 12.00 a m 12.50: Breccie vulcanoclastiche;
da 12.50 a m 18.00: Lave grigio-brune vacuolari e massive, molto fratturate;
da 18.00 a m 25.00: Lave grigio-brune prevalentemente vacuolari, mediamente fratturate.-

Durante l'esecuzione del sondaggio è stata osservata la presenza di acqua a 15.0 m sotto il p.c.

Sondaggio S. 2 “Mercato coperto” - q.ta m 20.6 s.l.m.

da 00.00 a m 01.80: Terreno di riporto costituito da materiale terrigeno e breccie vulcaniche;
da 01.80 a m 05.50: Lave grigie prevalentemente vacuolari da poco a molto fratturate;
da 05.50 a m 06.00: Breccie vulcanoclastiche;
da 06.00 a m 09.50: Lave grigio brune da vacuolari a massive mediamente fratturate, con patine di ossidazione;
da 09.50 a m 11.00: Breccie vulcanoclastiche;
da 11.00 a m 12.70: Lave grigio brune prevalentemente vacuolari, molto fratturate;
da 12.70 a m 25.00 Lave grigio-brune massive a tratti vacuolari, fratturate.

Durante l'esecuzione del sondaggio è stata osservata la presenza di acqua a 18 m sotto il p.c.

Sondaggio S. 3 “Mercato coperto” - q.ta m 21.5 s.l.m.

da 00.00 a m 02.00: Terreno di riporto costituito da materiale terrigeno e breccie vulcaniche e laterizi;
da 02.00 a m 04.50: Lave grigie prevalentemente vacuolari da molto a poco fratturate;
da 04.50 a m 05.00: Breccie vulcanoclastiche;
da 05.00 a m 09.40: Lave grigio brune da vacuolari a massive mediamente fratturate con patine di ossidazione;
da 09.40 a m 10.00: Cavità;
da 10.00 a m 16.10: Lave grigio-brune prevalentemente vacuolari molto fratturate;
da 16.10 a m 20.50: Lave brune massive a tratti vacuolari, mediamente fratturate;
da 20.50 a m 25.00: Lave grigio-brune vacuolari poco fratturate.-

Durante l'esecuzione del sondaggio è stata osservata la presenza di acqua a 19 m sotto il p.c.

All'interno dell'area in cui è prevista la realizzazione del mercato coperto sono state inoltre eseguite delle indagini geofisiche, nello specifico n. 1 MASW-passiva e n. 2 tomografie elettriche, i cui risultati vengono riportati in calce alla presente relazione.

La sismica passiva utilizzando un'analisi multicanale delle onde superficiali ha permesso di stimare il valore della velocità di propagazione delle onde di taglio (V_s) fino alla profondità di 30 m a partire dal p.c., fornendo un valore di V_{s30} come stabilito dalle NTC.

Le tomografie elettriche eseguite hanno permesso l'investigazione del sottosuolo, tramite il valore di resistività, per profondità massime di 10,7 m (CT2) e di 16 m (CT1).

L'interpretazione dei risultati ottenuti da tale indagine geofisica ha permesso di attribuire i valori di resistività misurati ai litotipi vulcanici; in particolare, valori estremamente variabili indicano una notevole eterogeneità dell'ammasso lavico, a cui si alternano livelli di vulcanoclastiti.

Le informazioni ed i dati ricavati dalle campagne geognostiche eseguite in precedenza e qui considerate hanno permesso di valutare, con estrema buona attendibilità:

- lo spessore della coltre superficiale;
- lo spessore dell'ammasso lavico e le sue caratteristiche;
- in taluni casi la profondità del tetto della Formazione argillo-limosa;
- l'eventuale presenza di acque sotterranee ed il loro andamento;

Tali risultati hanno permesso di evidenziare l'esclusiva presenza di terreni lavici (banconi lavici e vulcanoclastiti) per profondità superiori ai 28 m. A tale profondità alcuni sondaggi del Progetto Catania rinvenivano sabbie quarzose e, oltre queste, la formazione argilloso-limosa.

I termini vulcanici sono rappresentati, in generale, da lave compatte e fratturate con interstrati di materiali scoriacei. Le sequenze laviche attraversate sono caratterizzate da una elevata variabilità litologica e tessiturale, come emerge dalle alternanze di lave compatte, lave mediamente fratturate e fratturate e prodotti lavici scoriacei parzialmente risalati.

Gli orizzonti francamente vulcanoclastici sono contraddistinti da una giacitura irregolare e sovente lenticolare. I componenti clastici sono rappresentati da blocchi lavici sostenuti da una matrice, anch'essa di natura vulcanica, dimensionalmente assimilabile a ghiaie e sabbie eterogranulari.

I banconi lavici a consistenza litica sono spesso intersecati e separati da sistemi di fratture e fessure, connesse alle modalità di messa in posto delle masse laviche.

Le fratture, spesso beanti, raggiungono dimensioni dell'ordine del decimetro con una frequenza di distribuzione alquanto elevata, come indicano i valori della percentuale di recupero modificata di carotaggio. Il valore riscontrato della R.Q.D. (Rock Quality Designation), a causa delle fessure e fratture interessanti la roccia è sempre di numero molto modesto (inferiore al 70%).

Indagini geognostiche Vp1 – Vp2 All. 7 Report 03

Nel settembre 2017 per incarico dell'ISTICA S.p.a. la SGM s.r.l. ha eseguito all'interno della "fossa" che sarà occupata dall'edificio del Vp2 n° 07 sondaggi meccanici con recupero corretto del carotaggio da cui i valori di RQD riportati nelle diagrafie dei sondaggi allegati nel report 03 All.07 in calce alla presente. Nel corso dei sondaggi sono stati prelevati n° 16 campioni di roccia che successivamente sono stati sottoposti presso i laboratori ufficiali della LASPEDIL s.r.l. a prove di compressione semplice. Sulle carote estratte nel corso dei sondaggi sono state eseguite delle rilevazioni geomeccaniche con martello di SCHMIDT per la stima del coefficiente JCS e con il pettine di Burton per la valutazione del coefficiente JRC per la rugosità del giunto, necessarie nella valutazioni geomeccanica di seguito esposta.

6. TETTONICA E SISMICITA' DELL'AREA

L'area oggetto di studio si colloca nel contesto tettonico particolarmente attivo dell'area etnea, che ricade in una zona di transizione tra la piattaforma iblea e l'area di corrugamento orogenetico alpino dei Monti Nebrodi-Peloritani. Nell'area i diversi segmenti di faglia, immergenti verso il mare Ionio, sono orientati NNE-SSO nel basso versante nord-orientale (Sistema di Piedimonte) e NNO-SSE nel basso versante sud-orientale (Sistema di Acireale-S. Alfio), dove mostrano una certa componente laterale destra di movimento, correlata ad estensione orientata ONO-ESE. Tali sistemi di faglie risultano tuttora sismicamente attivi e ad essi è imputabile la maggior parte degli eventi sismici dell'area.

Nell'area in oggetto non si osservano dislocazioni tettoniche visibili in superficie, essendo quelle del substrato praticamente nascoste dal ricoprimento lavico, a sua volta obliterato dagli insediamenti antropici e dalle opere di urbanizzazione.

Tutto il settore etneo, viste le caratteristiche tettonico-strutturali dell'intera area, rientra in una zona a rischio sismico, che così come definito dal Decreto 15 gennaio 2004 "Individuazione, formazione ed aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche ed adempimenti connessi al recepimento ed all'attuazione dell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003, n. 3274", aggiornata nel 2006 con le comunicazioni delle regioni, viene identificata come "Zona Sismica 2", ovvero zona a pericolosità sismica media dove possono verificarsi terremoti abbastanza forti cui corrisponde un valore di a_g (accelerazione orizzontale massima) pari a 0,25g

Nei riguardi dell'azione sismica le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2008) adottano un approccio prestazionale per il controllo del livello di danneggiamento della costruzione a fronte dei terremoti che possono verificarsi nel sito di costruzione.

Le azioni sismiche di progetto con le quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica" del sito di costruzione definita in termini di:

- accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A);
- ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_V nella vita di riferimento V_R .

Per il calcolo della “pericolosità sismica” occorre conoscere le aree sismogenetiche (aree riconosciute responsabili della generazione di terremoti), la sismicità di tali aree (distribuzione spaziale dei terremoti), ed il loro modello di attenuazione (variazione degli effetti dei terremoti in funzione della distanza).

Per la definizione delle aree sismogenetiche è stata utilizzata la recente pubblicazione dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) in cui è riportata la zonazione sismogenetica chiamata ufficialmente SZ9. Tale zonazione è costituita da 42 zone-sorgente identificate da un numero che va da 901 a 936 o con una lettera da A ad F. La delimitazione fra le diverse zone dipende essenzialmente da informazioni geologico strutturali e/o da caratteristiche della sismicità. In Fig. 3 è riportata la zonazione della Sicilia e della Calabria meridionale.

La Calabria è stata suddivisa in due zone, una sul lato tirrenico della regione (zona 929) e una sul lato ionico (zona 930). Queste due distinzioni sono state effettuate in base alla diversa sismicità registrata, infatti i terremoti con più alta magnitudo sono stati registrati nella zona 929, ed hanno interessato il bacino del Crati, del Savuto e del Mesima fino allo stretto di Messina. Tra gli eventi a maggiore magnitudo ricordiamo la sequenza del 1783, ed i terremoti del 1905 e 1908. Nella zona tirrenica (930) viceversa, si sono verificati solo quattro terremoti con magnitudo superiore a 6, e tra questi il terremoto del 1638 è il più forte in magnitudo.

La Sicilia è stata suddivisa in 5 zone che verranno di seguito sinteticamente descritte.

La zona 932, che si estende dal settore settentrionale etneo fino alle isole eolie, include le strutture che segmentano il Golfo di Patti, e le faglie legate allo “svincolo” che consente l'arretramento dell'arco calabro. Un'ulteriore zona (933) di “svincolo”, nota in letteratura come linea Monte Kumeta-Alcantara, caratterizza l'area compresa tra l'Etna ed i Monti di Palermo. In tale zona, a carattere prevalentemente trascorrente, sono stati localizzati gli epicentri di alcuni terremoti storici medio-forti, quali ad esempio quelli del 1726, 1823, 1940 ed il terremoto del settembre del 2002, che ha provocato danni non trascurabili a Palermo. La zona 934 è caratterizzata da un'unica grande sequenza sismica, quella del terremoto del Belice del 1968. La zona 935 delimita il settore sud-orientale ed è caratterizzata da un settore ionico dove i terremoti raggiungono magnitudo di circa 7.0, e da un settore interno con terremoti di magnitudo $M_s < 5.5$. Lungo il settore ionico di tale zona si trova la Scarpata di Malta che è considerata la sorgente dei grandi terremoti del 1169, 1693, e 1818. Il settore interno del plateau ibleo è attraversato dalla

linea di Scicli, che si estende circa 100 km dallo Stretto di Sicilia fino al margine settentrionale del Plateau, ed ad essa sono attribuiti i terremoti del 1698, 1818, 1895, 1949, 1980 ed il recente terremoto di S. Lucia del 1990.

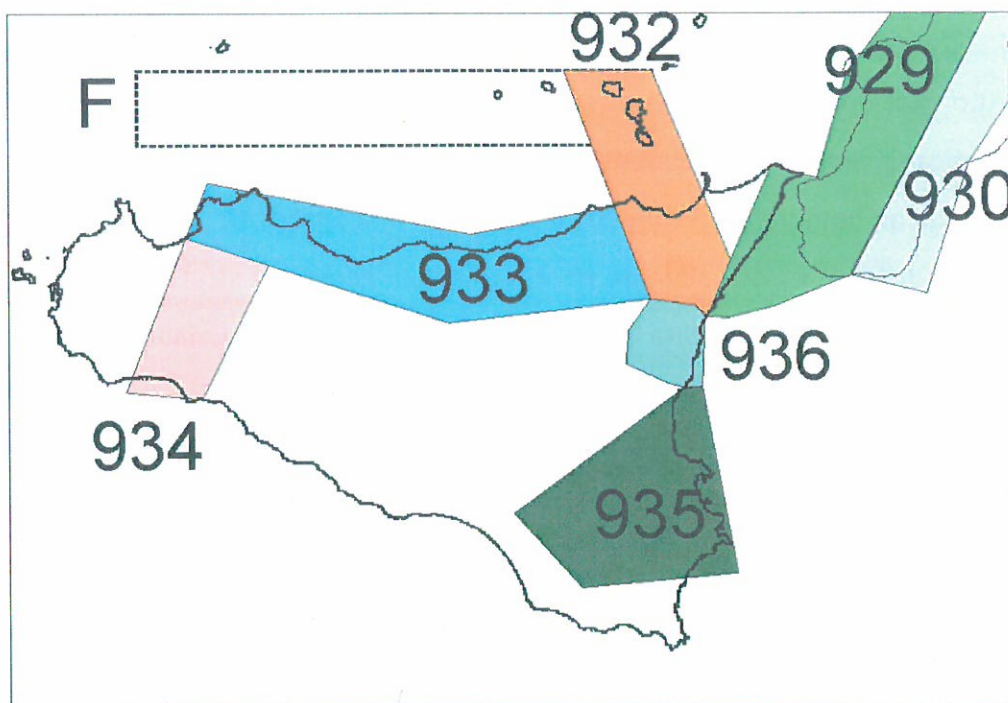


Fig. 3. Zonazione sismica SZ9 della Sicilia e Calabria meridionale.

La zona 936 attualmente ingloba l'intera area etnea senza alcun riferimento ai sistemi tettonici presenti. Sono state riconosciute strutture sismogenetiche individuali, tra cui quelle responsabili degli eventi maggiormente distruttivi dell'area (per esempio la faglia di S.Tecla per il terremoto del 1914, e la faglia di Moscatello per gli eventi del 1865 e 1911). Le recenti analisi paleosismologiche hanno evidenziato che la struttura a maggior potenziale sismogenetico di quest'area è la faglia della Pernicana, con elevati tassi di scorrimento (1.5 – 3 mm/a) ed una dinamica prevalentemente a scatti.

Allo scopo di disporre di idonei elementi di giudizio per valutare il livello di sismicità ed il relativo modello di attenuazione, è stata eseguita un'indagine rivolta all'individuazione dei terremoti più importanti e le relative intensità per il comune di Catania.

Storia sismica di Catania [37.502, 15.087]

Numero di eventi: 128

Effetti

In occasione del terremoto del:

| I [MCS] | Data | Ax | Np | Io Mw |
|---------|------------------|--------------------------|-----|-----------------|
| 10 | 1169 02 04 07:00 | Sicilia orientale | 10 | 10 6.41 ±0.34 |
| 7-8 | 1352 01 25 | Catania | 1 | 7-8 5.35 ±0.34 |
| 6-7 | 1536 03 23 | CATANIA | 1 | |
| 5-6 | 1537 05 | CATANIA | 1 | 5-6 4.51 ±0.34 |
| 5 | 1542 11 30 18:40 | Val di Noto | 3 | 5 4.30 ±0.34 |
| 8 | 1542 12 10 15:15 | Siracusano | 32 | 10 6.77 ±0.32 |
| 4-5 | 1635 08 12 | MESSINA | 2 | 5-6 4.51 ±0.34 |
| 5 | 1669 03 10 23:25 | Nicolosi | 18 | 8-9 4.84 ±0.26 |
| 8 | 1693 01 09 21:00 | Val di Noto | 30 | 8-9 6.21 ±0.31 |
| 5-6 | 1693 01 11 08:00 | Val di Noto | 8 | |
| 10 | 1693 01 11 13:30 | Sicilia orientale | 185 | 11 7.41 ±0.15 |
| 6 | 1693 04 01 07:50 | Sicilia orientale | 4 | 4.72 ±0.34 |
| 5 | 1693 07 08 17:50 | Monti Iblei | 7 | 6 4.94 ±0.64 |
| 5-6 | 1694 05 16 | Acireale | 7 | 5-6 4.51 ±0.34 |
| 7-8 | 1698 01 01 | Vizzini | 6 | 7-8 5.86 ±0.71 |
| 7 | 1716 12 01 | CATANIA | 2 | 6 4.72 ±0.34 |
| 3-4 | 1727 01 07 | NOTO | 14 | 6-7 4.83 ±0.35 |
| 5-6 | 1780 03 28 22:15 | Taormina | 8 | 7-8 5.55 ±0.64 |
| 5 | 1783 02 05 12:00 | Calabria | 356 | 11 7.02 ±0.08 |
| 7 | 1818 02 20 18:15 | Catanese | 128 | 9-10 6.23 ±0.12 |
| 6 | 1818 03 01 02:45 | Monti Iblei | 24 | 7-8 5.51 ±0.65 |
| 4 | 1823 03 05 16:37 | Sicilia settentrionale | 107 | 6.47 ±0.15 |
| NF | 1842 11 18 01:15 | BELPASSO | 5 | 6 3.71 ±0.26 |
| 6 | 1846 04 22 19:45 | Catanese | 9 | 6 5.02 ±0.62 |
| 7 | 1848 01 11 12:00 | Golfo di Catania | 41 | 7-8 5.45 ±0.39 |
| 3-4 | 1850 01 01 11:00 | VERSANTE SUD-OCCIDENTALE | 3 | 7-8 4.39 ±0.26 |
| NF | 1865 07 19 01:00 | FONDO MACCHIA | 32 | 9 5.06 ±0.26 |

Completamento del Piano di Risanamento del rione S. Berillo in Catania - Convenzione urbanistica del 16/11/2012 tra Comune di Catania e Istica S.p.a. - C.E.Co.S. s.r.l.

Opere di Urbanizzazione primaria progetto Esecutivo parcheggi pubblici interrati e attigua area a verde attrezzato Vp1 – Vp2.

| | | | | |
|-----|------------------|------------------------------|-----|----------------|
| 3-4 | 1878 10 04 00:46 | Mineo | 7 | 5-6 4.39 ±0.65 |
| 4 | 1879 06 17 06:50 | BONGIARDO | 25 | 8-9 4.84 ±0.26 |
| 4 | 1883 03 22 00:15 | NICOLOSI | 7 | 8 4.61 ±0.26 |
| 4-5 | 1883 04 05 08:58 | NICOLOSI | 11 | 6 3.71 ±0.26 |
| RS | 1886 03 06 | COSENTINO | 11 | 7-8 5.55 ±0.60 |
| 4 | 1886 06 05 11:13 | S. VENERINA | 21 | 6-7 3.94 ±0.26 |
| 2-3 | 1889 12 25 17:23 | S. M. AMMALATI | 25 | 7-8 4.39 ±0.26 |
| 3 | 1892 03 16 12:38 | ALICUDI | 28 | 7 5.29 ±0.31 |
| 3 | 1893 04 01 07:09 | ZAFFERANA ETNEA | 8 | 6 3.71 ±0.26 |
| 3 | 1893 04 22 03:20 | MONTALBANO | 33 | 6-7 4.87 ±0.28 |
| 4 | 1894 08 07 12:58 | ZERBATE | 12 | 6 3.71 ±0.26 |
| 4 | 1894 08 08 05:16 | MAZZASETTE | 45 | 8-9 4.84 ±0.26 |
| 4-5 | 1894 11 16 17:52 | Calabria meridionale | 303 | 9 6.07 ±0.10 |
| 4 | 1894 12 27 | FILICUDI | 12 | 6 5.18 ±0.34 |
| 2 | 1895 04 13 15:01 | Vizzini | 32 | 6-7 4.89 ±0.45 |
| RS | 1896 07 02 00:30 | CANALE DI SICILIA | 10 | 4 4.21 ±0.56 |
| 4 | 1898 05 14 04:45 | S. M. LICODIA | 35 | 7-8 4.39 ±0.26 |
| 3 | 1898 08 12 | ROMETTA | 69 | 6-7 4.89 ±0.22 |
| 3 | 1899 09 23 22:11 | FOSSA DELL'ACQUA | 8 | 5-6 3.49 ±0.26 |
| 2-3 | 1901 05 11 11:10 | NICOLOSI | 15 | 7 4.16 ±0.26 |
| NF | 1901 05 11 18:20 | NICOLOSI | 13 | 6 3.71 ±0.26 |
| 2 | 1903 02 10 08:04 | NOTO | 10 | 5-6 4.58 ±0.62 |
| 3 | 1903 11 20 09:57 | VIAGRANDE | 19 | 6 3.71 ±0.26 |
| RS | 1905 08 25 20:41 | SUIMONA | 39 | 6 5.16 ±0.26 |
| 5 | 1905 09 08 01:43 | Calabria meridionale | 895 | 7.04 ±0.16 |
| RS | 1905 11 26 06:48 | Irpinia | 136 | 7-8 5.21 ±0.13 |
| 3-4 | 1907 10 23 20:28 | Calabria meridionale | 274 | 8-9 5.87 ±0.25 |
| 2-3 | 1907 12 07 21:28 | FIANDACA | 24 | 7-8 4.39 ±0.26 |
| 3 | 1908 05 26 16:47 | VERSANTE ORIENTALE | 15 | 5-6 3.49 ±0.26 |
| 2 | 1908 12 10 06:20 | NOVARA DI SICILIA | 64 | 7 5.13 ±0.26 |
| 6-7 | 1908 12 28 04:20 | Calabria meridionale-Messina | 800 | 11 7.10 ±0.15 |
| NF | 1909 07 01 06:24 | CALABRO MESSINESE | 35 | |

Completamento del Piano di Risanamento del rione S. Berillo in Catania - Convenzione urbanistica del 16/11/2012 tra Comune di Catania e Istica S.p.a. - C.E.Co.S. s.r.l.

Opere di Urbanizzazione primaria progetto Esecutivo parcheggi pubblici interrati e attigua area a verde attrezzato Vp1 – Vp2.

| | | | | |
|-----|------------------|--------------------|------|----------------------|
| RS | 1909 08 25 00:22 | MURLO | 283 | 7-8 5.37 ± 0.10 |
| 3 | 1909 10 21 16:48 | S. G. BOSCO | 13 | 7 4.16 ± 0.26 |
| 3 | 1911 10 15 08:52 | FONDO MACCHIA | 48 | 8-9 4.84 ± 0.26 |
| RS | 1912 01 30 21:40 | ALIMENA | 12 | 5-6 4.69 ± 0.25 |
| 4 | 1914 05 07 17:36 | FIANDACA | 11 | 6 3.71 ± 0.26 |
| 5 | 1914 05 08 18:01 | LINERA | 82 | 9-10 5.29 ± 0.26 |
| NF | 1915 01 13 06:52 | Avezzano | 1041 | 11 7.00 ± 0.09 |
| 3 | 1924 08 17 21:40 | MONTI IBLEI | 22 | 5 4.73 ± 0.24 |
| 3 | 1926 08 17 | ISOLA DI SALINA | 44 | 7-8 5.41 ± 0.23 |
| 5 | 1928 03 07 10:55 | CAPO VATICANO | 30 | 7-8 5.83 ± 0.26 |
| RS | 1930 04 27 01:46 | SALERNITANO | 30 | 7 4.76 ± 0.28 |
| 3 | 1932 05 22 17:01 | MESSINA | 11 | 5 5.15 ± 0.07 |
| 5 | 1934 09 11 01:19 | MADONIE | 28 | 5-6 4.95 ± 0.24 |
| 3 | 1935 06 30 03:25 | S. G. BOSCO | 6 | 6-7 3.94 ± 0.26 |
| 3 | 1936 10 08 08:04 | Patti | 16 | 4.84 ± 0.20 |
| NF | 1940 01 15 13:19 | Golfo di Palermo | 60 | 7-8 5.28 ± 0.20 |
| 5-6 | 1949 10 08 03:08 | NOTO | 32 | 7 5.20 ± 0.27 |
| 3 | 1952 03 01 12:29 | ROCCA D'API | 22 | 6-7 3.94 ± 0.26 |
| 3 | 1952 03 02 14:14 | ROCCA D'API | 20 | 6-7 3.94 ± 0.26 |
| 3 | 1957 03 03 09:27 | ZAFFERANA ETNEA | 18 | 6 3.71 ± 0.26 |
| 3 | 1959 11 14 20:38 | ZAFFERANA ETNEA | 2 | 6 3.71 ± 0.26 |
| 6 | 1959 12 23 09:29 | PIANA DI CATANIA | 108 | 6-7 5.29 ± 0.20 |
| 3 | 1961 03 24 10:36 | ASPROMONTE | 59 | 5-6 4.79 ± 0.28 |
| 4 | 1967 10 31 21:08 | Monti Nebrodi | 60 | 8 5.46 ± 0.19 |
| 2-3 | 1968 01 15 02:01 | Valle del Belice | 163 | 10 6.33 ± 0.13 |
| F | 1968 06 16 13:03 | MILITELLO | 4 | 4.89 ± 0.22 |
| 3-4 | 1973 08 03 19:49 | S. M. AMMALATI | 35 | 7 4.16 ± 0.26 |
| 2-3 | 1973 08 18 22:38 | GUARDIA | 18 | 7 4.16 ± 0.26 |
| F | 1974 03 26 22:30 | SCIARA | 2 | 6 3.71 ± 0.26 |
| 2 | 1975 01 16 00:09 | Stretto di Messina | 346 | 7-8 5.20 ± 0.09 |
| 4-5 | 1978 04 15 23:33 | Golfo di Patti | 332 | 6.06 ± 0.09 |
| 2-3 | 1980 01 23 21:21 | MODICA | 122 | 5-6 4.58 ± 0.14 |

Completamento del Piano di Risanamento del rione S. Berillo in Catania - Convenzione urbanistica del 16/11/2012 tra Comune di Catania e Istica S.p.a. - C.E.Co.S. s.r.l.

Opere di Urbanizzazione primaria progetto Esecutivo parcheggi pubblici interrati e attigua area a verde attrezzato Vp1 – Vp2.

| | | | | |
|-----|------------------|--------------------------|-----|---------------------|
| NF | 1980 09 16 02:30 | C.DA TRIGONA | 22 | 6 3.71 ± 0.26 |
| NF | 1980 09 28 15:04 | C.DA INCHIUSO | 27 | 6 3.71 ± 0.26 |
| NF | 1980 11 26 01:38 | FORNAZZO | 21 | 6 3.71 ± 0.26 |
| NF | 1981 09 01 23:32 | S. M. AMMALATI | 44 | 5-6 3.49 ± 0.26 |
| 2-3 | 1981 09 13 04:49 | S. M. AMMALATI | 56 | 6-7 3.94 ± 0.26 |
| 2-3 | 1982 07 06 14:37 | C.DA ALGERAZZI | 150 | 6-7 3.94 ± 0.26 |
| 4-5 | 1983 07 20 22:03 | VIAGRANDE | 106 | 7 4.16 ± 0.26 |
| 2-3 | 1984 04 15 03:10 | VALLONE LICODIA | 19 | 6-7 3.94 ± 0.26 |
| 2-3 | 1984 06 19 15:19 | FIANDACA | 46 | 7 4.16 ± 0.26 |
| 2-3 | 1984 10 19 17:43 | ZAFFERANA ETNEA | 124 | 7 4.16 ± 0.26 |
| NF | 1985 06 13 21:18 | ADRANO | 57 | 5-6 4.51 ± 0.34 |
| 3 | 1985 10 10 19:26 | LINERA | 39 | 5-6 3.49 ± 0.26 |
| 2-3 | 1986 01 12 23:37 | S. VENERINA | 53 | 6-7 3.94 ± 0.26 |
| 2-3 | 1986 01 18 00:16 | DAGALA | 35 | 5-6 3.49 ± 0.26 |
| 2-3 | 1986 01 29 09:07 | NICOLOSI | 27 | 6 3.71 ± 0.26 |
| 2-3 | 1986 02 02 16:10 | S. G. BOSCO | 63 | 7 4.16 ± 0.26 |
| 2-3 | 1986 10 29 23:18 | PIANO PROVENZANA | 74 | 7 4.16 ± 0.26 |
| 2-3 | 1987 08 13 07:22 | MALETTTO | 35 | 5-6 3.49 ± 0.26 |
| 2-3 | 1989 01 29 07:30 | CODAVOLPE | 78 | 7 4.16 ± 0.26 |
| 6 | 1990 12 13 00:24 | Sicilia sud-orientale | 304 | 7 5.64 ± 0.09 |
| 2-3 | 1993 06 14 05:13 | BALLO | 46 | 5-6 3.49 ± 0.26 |
| 2-3 | 1996 12 02 13:01 | C.DA LUMINARIA | 42 | 6 3.71 ± 0.26 |
| 3 | 1998 01 10 08:45 | VERSANTE SUD-OCCIDENTALE | 44 | 6 3.71 ± 0.26 |
| 3-4 | 1999 02 14 11:45 | Patti | 101 | 4.69 ± 0.09 |
| 3 | 1999 08 05 14:57 | VERSANTE SUD-OCCIDENTALE | 35 | 5-6 3.49 ± 0.26 |
| NF | 1999 12 26 14:19 | C.DA ILICE | 43 | 5-6 3.49 ± 0.26 |
| 4 | 2001 01 09 02:51 | ZAFFERANA ETNEA | 104 | 6 3.71 ± 0.26 |
| 4 | 2001 07 13 03:15 | VERSANTE MERIDIONALE | 25 | 6 3.71 ± 0.26 |
| 3 | 2001 10 28 09:03 | S. M. AMMALATI | 67 | 6 3.71 ± 0.26 |
| 3 | 2002 03 24 23:05 | VERSANTE ORIENTALE | 40 | 5-6 3.49 ± 0.26 |
| 2 | 2002 04 05 04:52 | Isole Eolie | 21 | 5-6 4.47 ± 0.09 |
| 4 | 2002 09 06 01:21 | PALERMO | 132 | 5.94 ± 0.09 |

| | | | | | |
|-----|------------------|--------------------------|----|-----|-----------------|
| 4-5 | 2002 10 29 10:02 | BONGIARDO | 38 | 8 | 4.61 ± 0.26 |
| 3 | 2002 10 29 17:14 | MILO | 17 | 7 | 4.16 ± 0.26 |
| 3-4 | 2004 07 22 02:11 | VERSANTE ORIENTALE | 34 | 6 | 3.71 ± 0.26 |
| 3-4 | 2005 10 31 00:02 | TRECASTAGNI | 32 | 6 | 3.71 ± 0.26 |
| 3 | 2006 05 20 07:05 | VERSANTE SUD-OCCIDENTALE | 27 | 5-6 | 3.49 ± 0.26 |

Tab.1

Sul sito web del progetto nazionale S1 (<http://esse1-gis.mi.ingv.it>) sono disponibili le informazioni, per la valutazione della pericolosità sismica dell'area di studio, e tra i vari prodotti messi a disposizione si trovano i valori di accelerazione di picco e di accelerazione spettrale a_g per diversi periodi di oscillazione e periodi di ritorno.

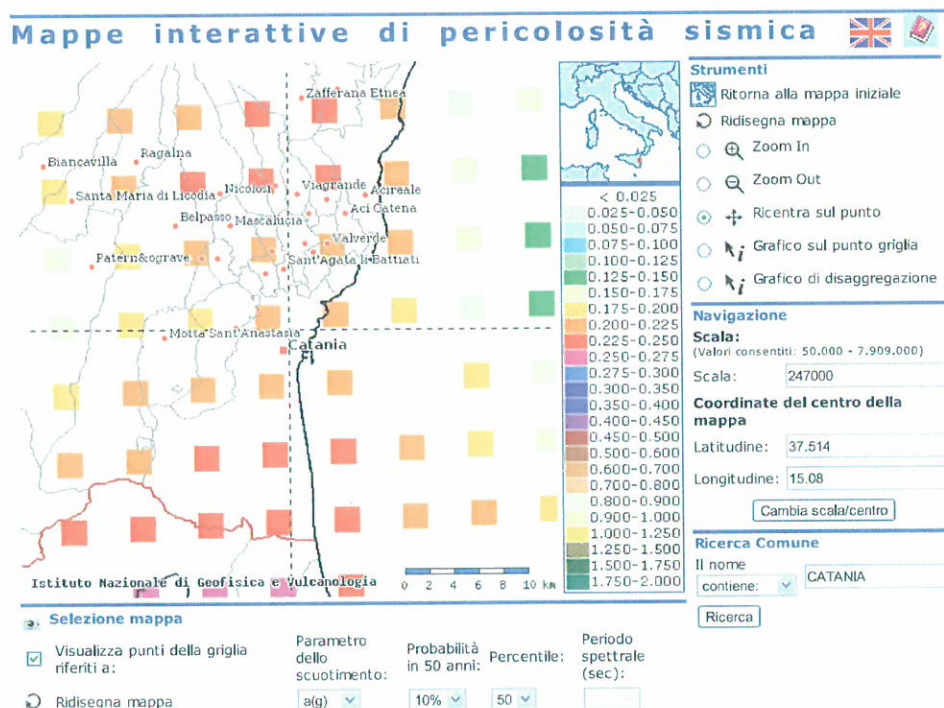


Fig. 5. Mappa di pericolosità sismica del comune di Catania.

Per la caratterizzazione della risposta sismica locale e la definizione degli spettri di risposta relativi ad un particolare Stato Limite, occorre quindi prima individuare la pericolosità del sito (sulla base dei risultati del progetto S1 - INGV), poi scegliere la strategia di progettazione, ed infine determinare l'azione di progetto, in modo da tenere conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo, e dalla morfologia della superficie.

La nuova normativa sismica italiana, D.M. 14/01/2008 "Norme Tecniche sulle Costruzioni", definisce l'azione sismica di progetto a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito

considerato, definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido su superficie topografica orizzontale.

Per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento. Il D.M. 14/01/2008 definisce l'azione sismica di progetto basandosi sulla categoria sismica di suolo su cui verrà realizzata l'opera. La classificazione del suolo è convenzionalmente eseguita sulla base della velocità media equivalente di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 metri di profondità (V_{s30}); tale velocità viene calcolata con la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

Essa rappresenta la media ponderata della velocità delle onde S negli strati fino a 30 metri di profondità dal piano di posa delle fondazioni ed è definita al punto 3.2.2 delle NTC-08.

Sulla base del suddetto valore vengono individuate cinque categorie di suolo di fondazione, che vengono riassunte nella seguente tabella:

| CATEGORIA | DESCRIZIONE | V_{s30} (m/sec) | $N_{SPT,30}$ | C_u (kPa) |
|-----------|---|----------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| A | Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione con spessore massimo pari a 3 m. | > 800 | / | / |
| B | Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità. | 360÷800 | > 50 In terreni a grana grossa | > 250 In terreni a grana fina |
| C | Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità. | 180÷360 | 15÷50 | 70÷250 |
| D | Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente, consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità. | < 180 | < 15 | < 70 |
| E | Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento. | 150÷360 | / | / |
| S1 | Terreni che includono uno strato di almeno 8 mt. di terreni a grana fina di bassa consistenza oppure che includono almeno 3 m. di torba o di argille altamente organiche. | < 100 | / | 10÷20 |
| S2 | Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti | | | |

Punto 3) la caratterizzazione sismica del sito si basa su dati di un'indagine sismica espletata nel 2008 in un sito a circa 250 metri di distanza dall'area di interesse: non è chiaro come da esse possa essere stato ricavato il modello di risposta sismica del sito di intervento.

In relazione alle osservazioni cui al punto 3 del RED 04 si fa rilevare quanto segue:

La documentazione contenuta nel documento R01 Rev. A fa esplicito riferimento al sondaggio S1 (S2 della documentazione progetto metropolitana FCE cui all'all.to 7 Report 02) in cui il DH con implementazione di uno stendimento di superficie ha indicato valori di $V_s = 0,58 \text{ km} \times \text{sec}^{-1}$. Questo dato ricavato ad una distanza di appena 66 metri dal sito di progetto del Vp1 – Vp2 indica che la **categoria di suolo è di tipo "B"** in accordo con le informazioni fornite al progettista delle opere strutturali. Del resto, anche la MASW eseguita nel mercato all'aperto (anno 2008) a circa 220 metri dal Vp2 aveva indicato valori di $V_{s30} = 351 \text{ m}$ di poco inferiori a quelli di campo dei suoli del tipo "B", ma i dati determinati altrettanto sperimentalmente nei DH eseguiti sia ad est che ad ovest dell'area del Vp2 ben esposti e documentati nell'All.7 confermano che la categoria di suolo è del tipo "B". In entrambi i casi dette prove geofisiche in foro e di superficie hanno fornito valori di $V_{s30} > 360 \text{ m}$ confermando l'appartenenza delle rocce vulcaniche alla categoria di suolo del tipo "B". Si sottolinea come le rocce vulcaniche affioranti nell'area sono ascritte alla medesima formazione, come descritto in precedenza e pertanto assimilabili tra loro per omogeneità litologica come da MGR sia sotto il profilo litologico che geotecnico e di risposta sismica locale.

Infatti, si ribadisce che per la determinazione della categoria di sottosuolo si fa riferimento all'indagine geofisica in foro di tipo down-up hole eseguita a 66.0 metri di distanza dal sito di interesse cui la presente, durante la campagna geognostica del 2005 in fase di progettazione esecutiva della Metropolitana della città di Catania.

Essa, avendo fornito un valore di V_s pari a 580 m/s, ha permesso di attribuire ai terreni presenti la categoria "B" della predetta normativa che definisce tali terreni come: "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s".

Per la categoria topografica del territorio in esame, riferita a configurazioni geometriche superficiali semplici, che dovrà essere considerata nella definizione dell'azione sismica, si fa

riferimento alla seguente classificazione (Tab. 3.2.IV delle NTC-08)

| CATEGORIA | CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA |
|-----------|---|
| T1 | Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$ |
| T2 | Pendii con inclinazione media $> 15^\circ$ |
| 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 $> 30^\circ$ |

Nel caso in esame, tenuto conto della morfologia dell'area, si fa riferimento alla categoria "T1".

7. CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE DELLE ROCCE

Punto 2) *la caratterizzazione geotecnica dei terreni di sedime non è ricavata dai risultati delle prove di laboratorio effettuate nel Settembre del 2017, ma si basa su dati di precedenti determinazioni i cui estremi esecutivi non sono riportati;*

Nel merito l'osservazione contenuta al punto 2) è stata affrontata nel documento R01 rev. A sulla base di esperienze e dati di letteratura geotecnica.

A seguito delle prove di compressione uni assiale esperite su n° 16 campioni di roccia nel Settembre 2017 a cura del laboratorio LASPEDIL S.r.l. con il conforto delle verifiche in situ di carattere geomeccanico per la determinazione sperimentale dei parametri JCS con sclerometro per roccia e con il pettine di Barton per la stima della rugosità dei giunti cui il parametro JRC si è proceduto al calcolo del valore di Q.

Per la caratterizzazione geomeccanica dei terreni rocciosi sono stati utilizzati i risultati emersi dall'esecuzione delle perforazioni geognostiche eseguite in passato, verificati con osservazioni dirette sui fronti di scarpate naturali e/o antropiche costituite dalla stessa formazione lavica. Le stratigrafie ricavate dai sondaggi geognostici indicano, per profondità superiori a 20 metri a partire dal p.c., la presenza di terreni vulcanici e vulcanoclastici. Le lave si presentano da vacuolari a massive e sono variamente fratturate.

Dal punto di vista meccanico l'ammasso roccioso vulcanico, in genere, è strettamente legato, oltre che alle caratteristiche intrinseche, anche al grado di fratturazione e alla giacitura delle discontinuità. Quindi nella valutazione dei parametri geotecnici, l'ammasso roccioso fratturato si considera come un insieme di elementi di forma prismatica combacianti e giustapposti, le cui caratteristiche risultano inferiori a quelle del singolo blocco lapideo e dipendono strettamente dai lineamenti strutturali. A questo sistema di fessurazione si aggiungono, inoltre, livelli vulcanoclastici intercalati che ne rendono ancor più anisotropo il comportamento.

Utilizzando il criterio proposto da Barton (1973) è possibile fissare i valori minimi dei parametri geotecnici riferibili alle zone più fratturate che certamente risultano cautelativi se considerati rappresentativi del comportamento meccanico dell'insieme.

Il criterio proposto tiene conto degli sforzi che si mobilitano lungo i piani di discontinuità. Seguendo un approccio analitico si considera la relazione:

$$\tau = \sigma_n * \tan(\phi_0 + i)$$

dove:

τ è la resistenza al taglio mobilitata;

σ_n è la tensione normale;

ϕ_0 è l'angolo di attrito di base;

i è l'angolo d'inclinazione delle asperità

Affinché la relazione sia valida si deve assumere che le tensioni normali siano relativamente basse, ossia $\sigma_n < 50 \text{ Kg/cm}^2$, tali da non causare la rottura di asperità lungo i piani che costituiscono la discontinuità.

L'angolo di attrito di base ϕ_0 è funzione unicamente della natura della roccia; esso rappresenta l'angolo di attrito di una discontinuità con superfici perfettamente lisce e costituite dallo stesso materiale. Per tale parametro si assegnano cautelativamente valori di 24° che in genere sono riferiti a sabbie e calcareniti.

Relativamente all'angolo d'inclinazione delle asperità (i) si considera la seguente espressione:

$$i = \text{JRC} * \lg(\text{JCS} / \sigma_n)$$

dove:

JRC (*Joint Roughness Coefficient*) è il coefficiente di rugosità della discontinuità. Esso si determina per confronto con profili standard proposti da Barton & Choubey (1977); ciascun profilo è caratterizzato da un range di valori JRC che varia da 0 (superficie liscia) fino a 20 (discontinuità rugose ondulate) compreso in un range tra 8 – 12 dalle prove con pettine di Barton eseguite dalla SGM s.r.l.

JCS (*Joint Coefficient Strength*) è un coefficiente che rappresenta la resistenza del materiale che costituisce la discontinuità e viene espressa convenzionalmente con la resistenza a compressione monoassiale. Se le pareti della discontinuità non hanno subito alterazioni, tale resistenza è uguale a quella della roccia integra. L'alterazione delle pareti della discontinuità può ridurre la resistenza a compressione monoassiale delle pareti fino a $\frac{1}{4}$ della resistenza della roccia integra. Dalle prove con martello di SCHMIDT in situ JCS è pari a 26.478 kN/mq (limite inferiore).

Il criterio di rottura di Barton proposto per gli ammassi rocciosi è concettualmente confrontabile con quello di Mohr-Coulomb per le terre, per cui si può assumere:

$$\varphi_r = \varphi_0 + i$$

$$\sigma_n = 5,73 \text{ N/mm}^2 \rightarrow 57.360 \text{ kN/m}^2$$

Da cui si ottiene che :

$$\text{per } i = 23^\circ \quad \varphi = \varphi_0 + i = 24^\circ + 23^\circ = 47^\circ$$

$$\text{per } i = 35^\circ \quad \varphi = \varphi_0 + i = 24^\circ + 35^\circ = 59^\circ$$

$$\tau = \sigma_n * \tan(\varphi_0 + i) = 504 \text{ MPa}$$

Si consideri inoltre che il peso specifico delle lave compatte è di circa 3.0 t/m³; tuttavia, la presenza di vuoti, di fratture beanti e di materiale scoriaceo ad esse associate riduce tale valore a circa 2.0 – 2,2 t/m³. (nella tabella di prove della LASPEDIL S.r.l. cui all'all.9 il valore di γ è sempre maggiore di quello assunto). Per quanto riguarda la coesione, il suo contributo alla resistenza al taglio può essere considerato nullo. Mentre per il coefficiente di sottofondo (K_w) può essere considerato un range di valori compreso tra 8-12 kg/cm³.

| RISULTATI DELLA PROVA | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---------------------------------------|------------|------|-----|-----------------------------|-----------|----------------------------------|------------------------|---|---------|
| id | carotaggio | dimensioni | | | Stress resistente MPa | Peso (kg) | peso volume kg/m ³ | Carico d'urto kN | Resistenza a compressione N/mm ² | Recliv. |
| 1 | Scalagge 1 - C1 - prof. 0,00 - 2,85 m | 82,0 | 82,0 | 1,0 | 5,11 | 1,22 | 218,7 | 190,0 | 99,5 | 51 |
| 2 | Scalagge 1 - C2 - prof. 2,80 - 2,90 m | 82,2 | 85,5 | 1,0 | 5,50 | 3,20 | 247,1 | 111,0 | 57,5 | 51 |
| 3 | Scalagge 1 - C3 - prof. 2,80 - 4,00 m | 82,4 | 85,2 | 1,0 | 5,15 | 1,80 | 228,4 | 140,0 | 71,2 | 51 |
| 4 | Scalagge 1 - C4 - prof. 3,25 - 3,85 m | 82,8 | 82,5 | 1,0 | 5,15 | 1,70 | 242,4 | 117,0 | 61,2 | 51 |
| 5 | Scalagge 2 - C1 - prof. 4,80 - 4,90 m | 81,4 | 81,4 | 1,0 | 5,15 | 1,84 | 219,5 | 111,0 | 57,5 | 51 |
| 6 | Scalagge 2 - C2 - prof. 4,80 - 5,50 m | 82,1 | 84,0 | 1,0 | 5,15 | 1,80 | 222,1 | 119,0 | 60,8 | 51 |
| 7 | Scalagge 3 - C1 - prof. 5,40 - 5,50 m | 82,0 | 80,4 | 1,0 | 5,15 | 1,24 | 201,7 | 80,0 | 40,8 | 51 |
| 8 | Scalagge 3 - C2 - prof. 4,30 - 4,50 m | 78,4 | 78,1 | 1,1 | 4,50 | 1,00 | 219,4 | 111,0 | 57,5 | 51 |
| 9 | Scalagge 3 - C3 - prof. 4,30 - 4,45 m | 82,2 | 82,5 | 1,1 | 5,00 | 1,14 | 200,6 | 89,0 | 44,5 | 51 |
| 10 | Scalagge 3 - C4 - prof. 4,30 - 5,50 m | 82,0 | 82,0 | 1,1 | 5,00 | 1,15 | 200,6 | 111,0 | 57,5 | 51 |
| 11 | Scalagge 3 - C5 - prof. 4,30 - 5,50 m | 82,8 | 84,5 | 1,1 | 5,00 | 1,45 | 209,4 | 241,0 | 120,5 | 51 |
| 12 | Scalagge 4 - C2 - prof. 4,40 - 4,45 m | 82,0 | 82,8 | 1,1 | 5,00 | 1,15 | 200,6 | 89,0 | 44,5 | 51 |
| 13 | Scalagge 5 - C1 - prof. 2,40 - 2,45 m | 82,0 | 80,8 | 1,1 | 5,15 | 1,10 | 212,8 | 110,0 | 55,0 | 51 |
| 14 | Scalagge 5 - C2 - prof. 2,40 - 2,45 m | 84,1 | 83,0 | 1,1 | 5,00 | 1,14 | 200,6 | 111,0 | 57,5 | 51 |
| 15 | Scalagge 7 - C1 - prof. 3,20 - 3,40 m | 82,4 | 80,4 | 1,1 | 5,00 | 1,10 | 210,7 | 111,0 | 57,5 | 51 |
| 16 | Scalagge 7 - C2 - prof. 3,20 - 3,40 m | 82,0 | 82,0 | 1,1 | 5,00 | 1,10 | 210,7 | 111,0 | 57,5 | 51 |

Tabella valori di σ_c determinati sulle carote estratte nel settembre 2017 all'interno area Vp2

Sempre ai fini della caratterizzazione geotecnica come richiesto al Punto 2 delle osservazioni del RED 04, trattandosi di rocce si è fatto ricorso alle valutazioni di geomeccanica applicata agli ammassi rocciosi. L'approccio metodologico per la caratterizzazione geotecnica e meccanica dei terreni presenti nel lotto del Vp1 – Vp2 in argomento, prende spunto da una approfondita ricerca bibliografica e di letteratura che ha fornito alcuni spunti ed argomenti di verifica.

I sistemi di classificazione degli ammassi rocciosi sono molteplici e svolgono un ruolo importante nella valutazione qualitativa, e non semplicemente descrittiva, degli ammassi rocciosi secondo dei coefficienti numerici che contribuiscono a determinare i caratteri tenso – deformativi e di resistenza dello stesso.

Si è proceduto alla verifica con sistemi di classificazione così distinti:

- Q – System BARTON;
- CSIR – RMR di BIENIAWSKI;

Per procedere ad una caratterizzazione geomeccanica sono stati presi in esame i sondaggi eseguiti in numero di sette all'interno della "fossa" in cui verrà realizzato il parcheggio pubblico e verde attrezzato, come riportati nell'allegato 7 Report 03.

Inoltre, ulteriori dati sono riferibili ai sondaggi riportati nella sezione precedente e quelli a Nord della P.zza Giovanni XXIII, eseguiti lungo la tratta metropolitana che procede verso P.zza Galatea, è stato esaminato e considerato ai fini stratigrafici e geomeccanici anche il sondaggio S1 spinto alla profondità di 21,0 metri circa dal piano campagna.

Inoltre, il sito di progetto ospitava la discenderia per l'accesso ai due tratti di galleria naturale già realizzati e precisamente Stesicoro – Giovanni XXIII. Quindi, i terreni lavici di cui si tratterà sono ben esposti lungo le scarpate in naturale.

I logs stratigrafici presi in esame con i diagrammi dei valori di RQD rilevati dall'osservazione delle carote lapidee estratte con $L \geq 10$ cm. sono riportati **nell'allegato 7** alla presente. Dall'esame svolto, si ricava un quadro locale delle variazioni dei valori di RQD in funzione delle condizioni strutturali delle rocce vulcaniche presenti nelle pareti del Vp2 che possono essere riassunti nella seguente tabella:

- ✓ Classe A) RQD : 35 Molto scadente - Scadente
- ✓ Classe B) RQD : 50 – 72 Mediocre

Per la valutazione dei parametri di resistenza delle rocce campionate nei sondaggi in argomento sottoposti a prove di compressione uniassiale (rif.to All.9 a cura della LASPEDIL S.r.l. Laboratorio Ufficiale) su roccia integra, si è fatto riferimento ai risultati indicati nella precedente tabella e compiegata nell'All.9.

Sulla scorta dei parametri di resistenza a compressione monoassiale e di deformabilità vengono utilizzati anche per definire sistemi di classificazione della roccia in questione (ISRM, Deere & Miller)

| Classe | Descrizione | σ_c (MPa) |
|--------|----------------------------------|------------------|
| A | Res. ^{za} molto alta | >200 |
| B | Res. ^{za} alta | 100-200 |
| C | Res. ^{za} media | 50-100 |
| D | Res. ^{za} bassa | 25-50 |
| E | Res. ^{za} , molto bassa | >25 |

Le rocce laviche in affioramento e profonde mostrano un valore di resistenza “medio” (Classe C), con una tendenza per pochi record alla resistenza “alta” (Classe B).

A - Metodo del Q - System

Una prima valutazione mirata alla valutazione delle caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso lavico affiorante nelle pareti ed attraversato da sondaggi limitrofi S1e per tutta l'altezza, utile anche al fine di un dimensionamento degli interventi di sicurezza e sostegno, è stata conseguita con il metodo di classifica del Q-System proposto da BARTON, LIEN e LUNDE, la cui validità sperimentale è stata riconosciuta come nel caso in specie, per masse rocciose non omogeneamente stratificate, quali si incontrano nelle condizioni stratigrafiche in esame.

Il metodo consiste nel definire l'indice di qualità Q della massa rocciosa, sulla scorta di parametri che scaturiscono da una valutazione della roccia sulla base di osservazioni oggettive dell'ammasso lavico sia lungo le verticali di indagine, che sulle sezioni rappresentative in affioramento. I giunti possono essere definiti come rotture di natura geologica legati a campi di stress e lungo le quali non c'è un evidente scorrimento. Un gruppo di giunti costituisce una famiglia di giunti, una serie di famiglie di giunti costituisce quello che definiamo un “sistema di

giunti”

Dal punto di vista della meccanica delle rocce, le discontinuità hanno in comune la proprietà di essere dotate di caratteristiche meccaniche (resistenza, deformabilità, etc.) molto più scadenti di quelle della matrice rocciosa e tali da condizionare in modo determinante il comportamento meccanico dell'ammasso nel suo insieme.

La classificazione proposta da Barton et Alii (1976) e da Barton (1979), si basa sui seguenti sei parametri:

- *RQD "Rock quality designation" il noto parametro funzione dello stato di suddivisione della massa rocciosa e della spaziatura dei giunti;*
- *Jn "joint set number" funzione del numero di famiglie strutturali complanari;*
- *Jr "joint roughness number" funzione della scabrezza dei giunti più sfavorevolmente orientati (valutabile speditivamente con c.d. "pettine di Barton");*
- *Ja "joint alteration number" funzione delle condizioni di alterazione dei giunti;*
- *Jw "joint water number" funzione delle condizioni idrogeologiche al contorno, ovvero delle portate e degli afflussi;*
- *SRF "stress reduction factor" un parametro che dipende dalla presenza di maggiori discontinuità strutturali, dal carico geostatico in rapporto alla resistenza del materiale roccioso, dalla possibilità che si manifestino fenomeni di "squeezing" o di rigonfiamento.*

L'indice della qualità Q deriva dalla seguente relazione:

$$Q = (RQD/Jn) * (Jr/Ja) * (Jw/SRF)$$

E' evidente che i valori più elevati di Q si riferiscono ad ammassi rocciosi intersecati da fratture ben serrate, di scarsa continuità ma ravvicinate, considerate le famiglie di giunti associate alle fratture secondarie.

I valori inferiori sono invece pertinenti a tratti in cui la roccia assume un comportamento più o meno diffusamente disarticolato, in prossimità delle fasce di alterazione e disgregazione della roccia, laddove lo stato tensionale della struttura appare più evidente.

Dal rapporto tra i parametri Jr e Ja si può ricavare un valore indicativo dell'angolo d'attrito comprensivo del contributo della coesione, secondo il criterio di Barton:

$$\varphi_B = \arctan (Jr/Ja);$$

I valori dell'indice Q vengono utilizzati nelle applicazioni più comuni per la definizione e previsione del sistema di sostegno / consolidamento di gallerie, grandi opere in sotterraneo e

versanti. Per la definizione delle opere di sostegno BARTON distingue 38 diverse categorie di roccia sulla base di diversi valori dell'indice "Q". Il diagramma di riferimento presenta in ascissa il fattore "Q" ed in ordinata il valore della dimensione equivalente (SPAN/ESR), sul quale è possibile individuare in funzione delle 38 categorie di rocce gli interventi di sostegno più idonei. Nel caso di versanti / fronti di scavo il diagramma di Barton verrà inserito in calce a questa parte di trattazione.

Classe A) Lave scoriacee e brecce vulcanoclastiche

Valore di RQD (35 %)

| | |
|---------|----|
| RQD [%] | 35 |
|---------|----|

Jn - Numero di sistemi o discontinuità

| Tipologia | Rating |
|-----------------------|--------|
| Roccia massiva | 0.5 |
| Un sistema | 2.0 |
| Due sistemi | 4.0 |
| Tre sistemi | 9.0 |
| Quattro o più sistemi | 15.0 |
| Roccia frantumata | 20.0 |

| | |
|-------------|-----|
| Tre sistemi | 9.0 |
|-------------|-----|

Jr - Scabrezza delle discontinuità

| Tipologia | Rating |
|-------------------------------|--------|
| Giunti discontinui | 30 |
| Scabri e ondulati | 25 |
| Lisci e ondulati | 20 |
| Scabri e planari | 10 |
| Lisci e planari | 5 |
| Discontinuità con riempimento | 5 |

| | |
|------------------|----|
| Lisci e ondulati | 20 |
|------------------|----|

Ja - Riempimento e alterazione dei lembi delle fratture

Completamento del Piano di Risanamento del rione S. Berillo in Catania - Convenzione urbanistica del 16/11/2012 tra Comune di Catania e Istica S.p.a. – C.E.Co.S. s.r.l.

Opere di Urbanizzazione primaria progetto Esecutivo parcheggi pubblici interrati e attigua area a verde attrezzato Vp1 – Vp2.

| Tipologia | Rating |
|-------------------------------|--------|
| Senza riempimento | 0.75 |
| Solo ossidazione | 1.00 |
| Patina limosa | 3.00 |
| Patina argillosa | 4.00 |
| Sabbia o breccia cataclastica | 4.00 |
| Argilla dura < 5 mm | 6.00 |
| Argilla soffice < 5 mm | 8.00 |
| Argilla rigonfiante < 5 mm | 12.00 |
| Argilla dura > 5 mm | 10.00 |
| Argilla soffice > 5 mm | 15.00 |
| Argilla rigonfiante > 5 mm | 20.00 |
| Sabbia o breccia cataclastica | 4.0 |

Jw - Condizioni idrauliche

| Tipologia | Rating |
|--|--------|
| Secco | 1.000 |
| Venute medie | 0.660 |
| Venute elevate (giunti senza riempimento) | 0.500 |
| Venute elevate (giunti con riempimento dilavati) | 0.330 |
| Venute elevate (giunti con riempimento e flusso discontinuo elevato) | 0.150 |
| Venute elevate (giunti con riempimento e flusso continuo elevato) | 0.075 |
| Secco | 1.0 |

SRF - Fattore di riduzione per le condizioni di carico litostatico

| Tipologia | Rating |
|--|--------|
| Roccia sciolta con fratture riempite di argilla | 10.0 |
| Roccia sciolta con fratture aperte | 5.0 |
| Condizione di bassa copertura (< 50 m) con argilla nelle fratture | 2.5 |
| Roccia con fratture serrate e condizioni medie di carico litostatico | 1.0 |

| | |
|--|-----|
| Roccia con fratture serrate e condizioni medie di carico litostatico | 1.0 |
|--|-----|

Indice Q (Barton)

| Valore | Rating |
|--------------------------|----------------|
| Eccezionalmente scadente | <0.01 |
| Estremamente scadente | 0.01-0.10 |
| Molto scadente | 0.10-1.00 |
| Scadente | 1.00-4.00 |
| Discreta | 4.00-10.00 |
| Buona | 10.00-40.00 |
| Molto buona | 40.00-100.00 |
| Estremamente buona | 100.00-400.00 |
| Eccezionalmente buona | 400.00-1000.00 |

Indice Q (Barton) = 19.44

| | |
|-------|-------------|
| Buona | 10.00-40.00 |
|-------|-------------|

PARAMETRI BIENIAWSKI

Resistenza a compressione monoassiale della roccia intatta (Co)

| Is (MPa) | Co (MPa) | Rating |
|----------|----------|--------|
| >10 | >250 | 15 |
| 4-10 | 100-250 | 12 |
| 2-4 | 50-100 | 7 |
| 1-2 | 25-50 | 4 |
| - | 5-25 | 2 |
| - | 1-5 | 1 |
| - | <1 | 0 |

Qualità della massa rocciosa mediante l'indice di recupero (RQD)

| RQD(%) | Rating |
|--------|--------|
|--------|--------|

Completamento del Piano di Risanamento del rione S. Berillo in Catania - Convenzione urbanistica del 16/11/2012 tra Comune di Catania e Istica S.p.a. – C.E.Co.S. s.r.l.

Opere di Urbanizzazione primaria progetto Esecutivo parcheggi pubblici interrati e attigua area a verde attrezzato Vp1 – Vp2.

| | |
|---------|----|
| 90-100% | 20 |
| 75-90% | 17 |
| 50-75% | 13 |
| 25-50% | 8 |
| <25% | 3 |

| | |
|--------|---|
| 25-50% | 8 |
|--------|---|

Spaziatura delle discontinuità (If)

| If (m) | Rating |
|----------|--------|
| >2 | 20 |
| 0.6-2 | 15 |
| 0.2-0.6 | 10 |
| 0.06-0.2 | 8 |
| <0.06 | 5 |

| | |
|----------|---|
| 0.06-0.2 | 8 |
|----------|---|

Condizioni delle discontinuità (natura delle pareti, separazione, riempimento)

| Condizione | Rating |
|---|--------|
| Molto scabre, non continue, non separate, lembi duri | 30 |
| Debolmente scabre con separazione < 1 mm, lembi duri | 25 |
| Debolmente scabre con separazione < 1 mm, lembi soffici | 20 |
| Levigate o riempimento < 5 mm o giunti aperti 1-5 mm continui | 10 |
| Riempimento di debole resistenza > 5 mm o giunti aperti > 5 mm continui | 0 |

| | |
|---|----|
| Debolmente scabre con separazione < 1 mm, lembi soffici | 20 |
|---|----|

Venute d'acqua

| Q (l/min) | Press./sigma v max | Condizioni generali | Rating |
|-----------|--------------------|---------------------|--------|
|-----------|--------------------|---------------------|--------|

| | | | |
|--------|---------|--------------------------|----|
| 0 | 0.0 | Secco | 15 |
| <10 | 0.1 | Acqua interstiziale | 10 |
| 10-25 | 0.1-0.2 | Bagnato | 7 |
| 25-125 | 0.2-0.5 | Acqua in pressione bassa | 4 |
| >125 | >0.5 | Problemi dovuti a venute | 0 |

| | | | |
|---|-----|-------|----|
| 0 | 0.0 | Secco | 15 |
|---|-----|-------|----|

Giacitura delle discontinuità in rapporto alla direzione di scavo

| Valutazione | Rating Gallerie | Rating Fondazioni | Rating Pendii |
|----------------------------|-----------------|-------------------|---------------|
| Molto favorevole | 0 | 0 | 0 |
| Favorevole | -2 | -2 | -5 |
| Discreta | -5 | -7 | -25 |
| Non favorevole | -10 | -15 | -50 |
| Decisamente non favorevole | -12 | -25 | -60 |

| | | | |
|----------|-----|-----|-----|
| Discreta | --- | --- | -25 |
|----------|-----|-----|-----|

Indice RMR (Bieniawski) = 33

| | |
|----------|-------|
| Scadente | 20-40 |
|----------|-------|

Indice GSI (Geological Strength Index) = 53

$$\varphi_B = \arctan (J_r/J_a) = 45^\circ$$

Classe B) Lave compatte poco fratturate e massive

| | |
|---------|----|
| RQD [%] | 70 |
|---------|----|

J_n - Numero di sistemi o discontinuità

| Tipologia | Rating |
|----------------|--------|
| Roccia massiva | 0.5 |
| Un sistema | 2.0 |

| | |
|-----------------------|------|
| Due sistemi | 4.0 |
| Tre sistemi | 9.0 |
| Quattro o più sistemi | 15.0 |
| Roccia frantumata | 20.0 |

| | |
|-------------|-----|
| Due sistemi | 4.0 |
|-------------|-----|

Jr - Scabrezza delle discontinuità

| Tipologia | Rating |
|-------------------------------|--------|
| Giunti discontinui | 30 |
| Scabri e ondulati | 25 |
| Lisci e ondulati | 20 |
| Scabri e planari | 10 |
| Lisci e planari | 5 |
| Discontinuità con riempimento | 5 |

| | |
|------------------|----|
| Scabri e planari | 10 |
|------------------|----|

Ja - Riempimento e alterazione dei lembi delle fratture

| Tipologia | Rating |
|-------------------------------|--------|
| Senza riempimento | 0.75 |
| Solo ossidazione | 1.00 |
| Patina limosa | 3.00 |
| Patina argillosa | 4.00 |
| Sabbia o breccia cataclastica | 4.00 |
| Argilla dura < 5 mm | 6.00 |
| Argilla soffice < 5 mm | 8.00 |
| Argilla rigonfiante < 5 mm | 12.00 |
| Argilla dura > 5 mm | 10.00 |
| Argilla soffice > 5 mm | 15.00 |
| Argilla rigonfiante > 5 mm | 20.00 |

| | |
|------------------|-----|
| Solo ossidazione | 1.0 |
|------------------|-----|

Jw - Condizioni idrauliche

| Tipologia | Rating |
|--|--------|
| Secco | 1.000 |
| Venute medie | 0.660 |
| Venute elevate (giunti senza riempimento) | 0.500 |
| Venute elevate (giunti con riempimento dilavati) | 0.330 |

| | |
|--|-------|
| Venute elevate (giunti con riempimento e flusso discontinuo elevato) | 0.150 |
| Venute elevate (giunti con riempimento e flusso continuo elevato) | 0.075 |

| | |
|-------|-----|
| Secco | 1.0 |
|-------|-----|

SRF - Fattore di riduzione per le condizioni di carico litostatico

| Tipologia | Rating |
|--|--------|
| Roccia sciolta con fratture riempite di argilla | 10.0 |
| Roccia sciolta con fratture aperte | 5.0 |
| Condizione di bassa copertura (< 50 m) con argilla nelle fratture | 2.5 |
| Roccia con fratture serrate e condizioni medie di carico litostatico | 1.0 |

| | |
|--|-----|
| Roccia con fratture serrate e condizioni medie di carico litostatico | 1.0 |
|--|-----|

Indice Q (Barton)

| Valore | Rating |
|--------------------------|----------------|
| Eccezionalmente scadente | <0.01 |
| Estremamente scadente | 0.01-0.10 |
| Molto scadente | 0.10-1.00 |
| Scadente | 1.00-4.00 |
| Discreta | 4.00-10.00 |
| Buona | 10.00-40.00 |
| Molto buona | 40.00-100.00 |
| Estremamente buona | 100.00-400.00 |
| Eccezionalmente buona | 400.00-1000.00 |

Indice Q (Barton) = 175.00

| | |
|--------------------|---------------|
| Estremamente buona | 100.00-400.00 |
|--------------------|---------------|

$$\varphi_B = \arctan (J_r/J_a) = 84^\circ$$

B) Classifica CSIR – RMR

Fra i metodi di classificazione sopra enunciati, l'approccio proposto da Bieniawski (1973-1989) determina il valore di RMR (Rock Mass Rating) sulla base di 5 + 1 parametri dell'ammasso desunti da ricognizioni analitiche eseguite su fronti di scavo. In seguito il valore

di RMR è stato utilizzato non solo per proporre le metodologie di intervento per rendere stabili gli scavi medesimi, ma anche per valutare il modulo di deformabilità e gli involucri di resistenza degli ammassi stessi.

Esso si basa sul rilievo di sei parametri cui corrispondono altrettanti indici:-

- R1 – resistenza a compressione uniassiale;
- R2 – RQD (Rock Quality Designation);
- R3 – Spaziatura delle discontinuità;
- R4 – condizioni dei giunti (scabrezza, alterazione, apertura, grado di riempimento);
- R5 – Condizioni idrauliche (previsione di afflusso d'acqua in galleria, pressione interstiziale);
- R6 – Fattore correttivo dell'R.M.R. funzione dell'orientazione dei giunti.

Per quanto attiene l'indice generale di classificazione RMR nel caso di fronti di scavo BIENIAWSKI assegna i valori a ciascun parametro ne definisce due tipi:

- ✓ $RMR_{base} = R1 + R2 + R3 + R4 + R5$
- ✓ $RMR_{corr.} = RMR_{base} + R6$

I parametri sono raggruppati in cinque intervalli di valori la cui somma consente di suddividere gli ammassi rocciosi in altrettante classi di " qualità ".

Per la stima dei parametri da R1 ad R4 BIENIAWSKI (1979) presenta una serie di grafici di correlazione che consentono di determinare con più accuratezza i singoli parametri aumentando allo stesso tempo la differenziazione tra ammassi appartenenti a classi uguali o limitrofe.

L'indice R.M.R. viene utilizzato soprattutto per la valutazione della qualità della roccia attraversata dallo scavo di opere in sotterraneo ovvero nei fronti e scarpate in roccia, in tal senso, si correla alla classifica una tabella di progettazione nella quale in funzione delle informazioni raccolte (circa lo stato fisico della roccia) si adottano delle tecniche di sostegno di I^a fase e definitive.

Dopo la valutazione delle caratteristiche di resistenza dell'ammasso roccioso e la classificazione di questo, secondo gli indici R.M.R., si procede con la determinazione dei parametri di resistenza (C , ϕ) e deformabilità (E_d). Questi parametri fisici della roccia sono specifici dell'ammasso e rappresentano le caratteristiche intrinseche del " mezzo geologico " indipendenti, quindi, dalla giacitura (orientazione ed immersione) delle superfici di discontinuità.

Se ne deduce, che la stima dei parametri fisici viene fatta utilizzando l'indice R.M.R.base.

Tuttavia, recenti osservazioni e verifiche dei dati sperimentali portano a considerare, ai fini della stima dei parametri geomeccanici di resistenza, l'indice R.M.R.corr anche se ciò comporta, nel caso di valori R_6 estremamente negativi, una penalizzazione dell'ammasso con parametri cautelativi.

Pertanto, la coesione e l'angolo di attrito di picco per le rocce con $RQD = 35$ risultano definiti dalla relazione:

- $C = 5 * RMR_b$ (Kpa)
- $\phi = 5 + RMR_b / 2$

Da cui si ricava:

$$C = 290 \text{ kPa}$$

$$\phi = 34^\circ$$

Le caratteristiche di deformabilità E_d possono essere ricavate mediante le relazioni proposte da BIENIAWSKI (1978) e SERAFIM & PEREIRA (1983):

$$E_d = 10 (RMR_c - 10) / 40 \quad \text{per } RMR_{base} < 50$$

$$E_d = 2 RMR_b - 100 \quad \text{per } RMR_{base} > 50$$

$$E_d \text{ (GPa)} = 116 - 100 = 16.0 \text{ GPa}$$

Classe B) Lave compatte poco fratturate e massive
Resistenza a compressione monoassiale della roccia intatta (Co)

| Is (MPa) | Co (MPa) | Rating |
|----------|----------|--------|
| >10 | >250 | 15 |
| 4-10 | 100-250 | 12 |
| 2-4 | 50-100 | 8 |
| 1-2 | 25-50 | 4 |
| - | 5-25 | 2 |
| - | 1-5 | 1 |
| - | <1 | 0 |

| | | |
|-----|--------|---|
| 2-4 | 50-100 | 8 |
|-----|--------|---|

Qualità della massa rocciosa mediante l'indice di recupero (RQD)

| RQD(%) | Rating |
|---------|--------|
| 90-100% | 20 |
| 75-90% | 17 |
| 50-75% | 13 |
| 25-50% | 8 |
| <25% | 3 |

| | |
|--------|----|
| 50-75% | 13 |
|--------|----|

Spaziatura delle discontinuità (If)

| If (m) | Rating |
|----------|--------|
| >2 | 20 |
| 0.6-2 | 15 |
| 0.2-0.6 | 10 |
| 0.06-0.2 | 8 |
| <0.06 | 5 |

| | |
|----------|---|
| 0.06-0.2 | 8 |
|----------|---|

Condizioni delle discontinuità (natura delle pareti, separazione, riempimento)

| Condizione | Rating |
|---|--------|
| Molto scabre, non continue, non separate, lembi duri | 30 |
| Debolmente scabre con separazione < 1 mm, lembi duri | 25 |
| Debolmente scabre con separazione < 1 mm, lembi soffici | 20 |
| Levigata o riempimento < 5 mm o giunti aperti 1-5 mm continui | 10 |
| Riempimento di debole resistenza > 5 mm o giunti aperti > 5 mm continui | 0 |

| | |
|--|----|
| Debolmente scabre con separazione < 1 mm, lembi duri | 25 |
|--|----|

Venute d'acqua

| Q (l/min) | Press./sigma v max | Condizioni generali | Rating |
|-----------|--------------------|--------------------------|--------|
| 0 | 0.0 | Secco | 15 |
| <10 | 0.1 | Acqua interstiziale | 10 |
| 10-25 | 0.1-0.2 | Bagnato | 7 |
| 25-125 | 0.2-0.5 | Acqua in pressione bassa | 4 |
| >125 | >0.5 | Problemi dovuti a venute | 0 |

| | | | |
|---|-----|-------|----|
| 0 | 0.0 | Secco | 15 |
|---|-----|-------|----|

Giacitura delle discontinuità in rapporto alla direzione di scavo

| Valutazione | Rating Gallerie | Rating Fondazioni | Rating Pendii |
|----------------------------|-----------------|-------------------|---------------|
| Molto favorevole | 0 | 0 | 0 |
| Favorevole | -2 | -2 | -5 |
| Discreta | -5 | -7 | -25 |
| Non favorevole | -10 | -15 | -50 |
| Decisamente non favorevole | -12 | -25 | -60 |

| | | | |
|------------|-----|-----|----|
| Favorevole | --- | --- | -5 |
|------------|-----|-----|----|

$$\text{Indice RMR (Bieniawski)} = 63$$

| | |
|-------|-------|
| Buona | 60-80 |
|-------|-------|

$$\text{Indice GSI (Geological Strength Index)} = 63$$

$$- C = 5 * \text{RMR}_b \text{ (Kpa)}$$

$$- \varphi = 5 + \text{RMR}_b / 2$$

Da cui si ricava:

$$C = 340 \text{ kPa}$$

$$\varphi = 39,5^\circ$$

Le caratteristiche di deformabilità E_d possono essere ricavate mediante le relazioni proposte da BIENIAWSKI (1978) e SERAFIM & PEREIRA (1983):

$$E_d = 10^{(\text{RMR}_c - 10)/40} \quad \text{per } \text{RMR}_{\text{base}} < 50$$

$$E_d = 2 \text{RMR}_b - 100 \quad \text{per } \text{RMR}_{\text{base}} > 50$$

$$E_d \text{ (GPa)} = 138 - 100 = 38.0 \text{ GPa}$$

Le osservazioni definite nel Red 04 al **Punto 2)** per cui " la caratterizzazione geotecnica dei terreni di sedime non è ricavata dai risultati delle prove di laboratorio effettuate nel Settembre del 2017, ma si basa su dati di precedenti determinazioni i cui estremi esecutivi non sono riportati " sono state affrontate sviluppando un' analisi delle caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso, utilizzando anche alcuni parametri ricavati dalle prove del Settembre 2017. Questi valori che costituiscono uno dei rating (Is) si riferiscono alla resistenza per compressione uniassiale σ_c , che se presi singolarmente, non forniscono indicazioni tali da permettere di ricavare soltanto con essi i parametri geotecnici che, invece, vanno calcolati utilizzando le relazioni che attengono alla meccanica delle rocce. Si evidenzia che le prove di compressione citate del settembre 2017 sono riportate nell'allegato 9 unitamente alla presente.

8. CONTENIMENTO DEGLI SCAVI

Nel documento R01 Rev. A è presente il capitolo che tratta delle metodologie di contenimento dei fronti di scavo e degli interventi di I fase per evitare la loro decompressione.

A tal proposito al punto **Punto 4)** del RINA Check si osserva che : " il capitolo riguardante le verifiche di stabilità dei fronti di scavo si fonda su considerazioni puramente qualitative, certamente dettate

dall'esperienza dell'estensore e non supportate da verifiche puntuali, seppur su sezioni tipo : ciò inficia, tra l'altro, le raccomandazioni in merito alle opere provvisionali indicate, che risultano non basate su dati quantitativi".

Sul punto si richiama quanto trattato nel capitolo precedente sui temi di geomeccanica ed in particolare, si fa riferimento al metodo del Qsystem di BARTON (1973) che fornisce delle indicazioni relative all'ammasso roccioso non soltanto in termini qualitativi ma numerici, che vanno oltre l'esperienza maturata nella valutazione di fronti in rocce dotate di valori di RQD apprezzabili. Da rilevare che le pareti in roccia della "fossa" in cui verrà realizzato il parcheggio pubblico Vp2 e le aree a verde attrezzato ha una stabilità elevata che è stata già in passato oggetto di valutazioni di carattere geomeccanico nel corso degli studi della formazione vulcanica attraversata in sotterraneo dalla galleria di linea della tratta metropolitana Stesicoro – Giovanni XXIII.

Richiamando le valutazioni svolte per la valutazione del Qsystem nel caso delle due tipologie di rocce distinte da due valori di RQD abbiamo:

- A - rocce fratturate con RQD = 35 Indice Q di Barton = 19,44
- B - rocce poco fratturate tenaci con RQD = 70 Indice Q di Barton = 175

Questi valori dell'indice Q vengono utilizzati nelle applicazioni più comuni per la definizione e previsione del sistema di sostegno / consolidamento di gallerie, grandi opere in sotterraneo e versanti. Per la definizione delle opere di sostegno BARTON distingue 38 diverse categorie di roccia sulla base di diversi valori dell'indice "Q". Il diagramma di riferimento presenta in ascissa il fattore "Q" ed in ordinata il valore della dimensione equivalente (SPAN/ESR), sul quale è possibile individuare in funzione delle 38 categorie di rocce gli interventi di sostegno più idonei.

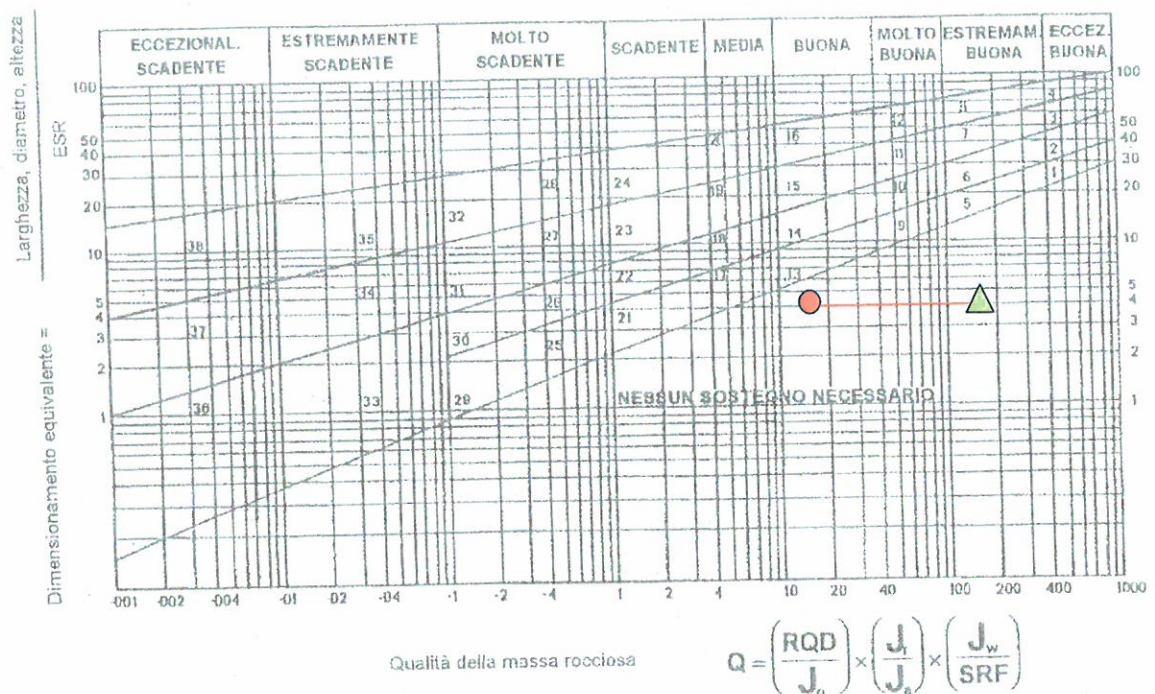


Fig. 6 - Diagramma di correlazione tra i valori di Q e la dimensione equivalente del fronte in scavo

● Rocce categoria A

▲ Rocce categoria B

Quindi, gli argomenti di geomeccanica riferita alle rocce presenti nella zona di progetto, hanno consentito di valutare la tipologia di intervento, se necessario, per conferire maggiore stabilità ai fronti in roccia vulcanica già scavati e profilati che contornano la “fossa” antropica al cui interno verrà realizzato il parcheggio pubblico Vp2 con le relative aree a verde attrezzato di pertinenza.

Nella Fig. 6 è riportato il diagramma di Barton(1973) che definisce in funzione del tipo di intervento in materiali rocciosi la tipologia di sostegno più idonea (es: chiodature, betoncino proiettato, rete, e/o la combinazione di questi) a seconda del minore o maggiore valore di Q che esprime numericamente la qualità della roccia.

Sulle ordinate è presente la relazione che correla la larghezza, diametro del cavo, altezza del fronte con un coefficiente ESR che trattandosi di un fronte lapideo stabile può porsi pari a ESR = 3 utilizzato per pareti in scavo in miniere (temporanei) e per stabilità a breve termine (valore cautelativo considerato che queste pareti in roccia hanno la medesima stabilità da oltre un ventennio). Quindi per un fronte di altezza pari a 12.0 metri il valore di Equivalent Support Ratio è pari a 3 quindi sull’asse delle ordinate il rapporto Altezza fronte /

ESR = 4 .

All'interno dei due estremi si individua il campo a tratto rosso che ricade nell'intervallo in cui in funzione dei valori di Q e delle dimensioni dell'intervento non è ritenuto necessario alcun tipo di intervento provvisorio, del resto, secondo una analisi storica dei fronti, lo ribadiamo, essi mantengono inalterato il loro profilo ed equilibrio geostatico da oltre un ventennio. Il nostro campo di interesse che riflette la qualità geomeccanica dei fronti nell'area del Vp1 - Vp2 è compresa tra gli estremi del segmento A – B rappresentativi delle due categorie di rocce presenti in parete come sopra classificati. Tuttavia, ai fini della sicurezza nel documento R01 Rev. A erano stati suggeriti degli interventi da eseguire in relazione alle fasi di avanzamento degli scavi e/o degli lavorazioni da eseguire. La prima fase degli scavi, che riguarda la parte superficiale costituita da vulcaniti decomprese e/o riporto, verrà eseguita senza ricorrere a particolari opere di protezione grazie alla disponibilità di ampi spazi.

Gli scavi che interesseranno le porzioni più profonde, fino a profondità di 8-12 metri, caratterizzate prevalentemente da litotipi lavici tenaci e compatti, dovranno essere realizzati con scarpate verticali e/o pseudo-verticali. Dove ritenuto necessario tali scarpate dovranno essere protette con sistema costituito da rete (p.e. ϕ 4 x 10 x 10), spritz-beton ed eventuali chiodi.

Relativamente alle opere di sbancamento in terreni analoghi (con resistenza alla compressione semplice prossima a 1.100 Kg/cm², relativamente all'80% dell'ammasso lavico e del 20% dei restanti terreni molto fratturati, scoriacei e/o sciolti), le esperienze già maturate consigliano di porre particolare attenzione alle vibrazioni che i mezzi impiegati possono produrre sui manufatti e gli edifici vicini.

Tali opere dovranno, in ogni caso, essere costantemente "monitorate".

A conclusione di questa sezione si riportano i parametri geotecnici assunti per la valutazione, mediante calcolo geotecnico, della stabilità dei fronti di scavo presenti in terreni vulcanici, i cui range sono certamente compresi tra quelli ricavati secondo i criteri della meccanica delle rocce sopra esposti.

| Id | γ t/mc | ϕ | C Kg/cm ² |
|---------------------------------|---------------|--------|----------------------|
| Unità LVr – Strati superficiali | 1,90 | 41° | 0.0 |
| Unità LVa – Strati inferiori | 2,60 | 56° | 1.0 |

9. VIBRAZIONI NEL CORSO DI REALIZZAZIONE DELLE OPERE DI SCAVO

Nel presente paragrafo si riportano considerazioni circa le problematiche derivanti dalle vibrazioni prodotte durante le opere di scavo per la realizzazione del parcheggio in oggetto. Facendo riferimento alle normative tecniche esistenti è possibile fornire delle indicazioni sulla trasmissione delle vibrazioni attraverso il terreno e sulle strutture degli edifici.

Relativamente ai terreni lavici si evidenzia che nel corso dei lavori effettuati nei medesi terreni ed in analoghe condizioni locali, si è stabilito di considerare la velocità di picco delle particelle di terreno alla base delle strutture o quella in corrispondenza dei muri di fondazione come il parametro più significativo che potesse essere correlato con l'insorgere dei danni e come criterio di sicurezza dei valori limite di tale velocità in prossimità dei manufatti.

Tale considerazione è scaturita da un esame delle normative vigenti; in particolare, poiché ad oggi in Italia sono ancora assenti atti legislativi (leggi o decreti) relativamente ai criteri di valutazione e ai limiti delle vibrazioni per quanto riguarda gli effetti sugli edifici, si fa riferimento alle diverse normative tecniche esistenti e cioè:

- UNI 9614:1990 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo";
- UNI 9916:2004 "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici";
- DIN 4150-3 "Effects of vibration on structures" (Normativa tedesca);
- ISO 4866:1996 "Mechanical vibration and shock – Vibration of buildings – Guidelines for the measurement of vibration and evaluation of their effects on buildings".

Nella tabella sottostante si riporta inoltre una sintesi delle normative emanate da organismi nazionali e internazionali con i relativi parametri attenzionati, che costituiscono un utile riferimento per la valutazione di eventuali insorgenze di danni negli edifici interessati da fenomeni di vibrazione.

| Normativa | Nazionalità | Parametri | | | | | | | |
|-------------------|-------------|-----------|---------------|---------------------|-----------------|----------------|----------|--------------|-----------------|
| | | frequenza | Valore limite | Durata del fenomeno | Tipo di terreno | Stato Edificio | Attività | Tipo fondaz. | Analisi segnale |
| ISO 4866 | | x | | x | x | x | | x | x |
| UNI 9916 (2004) | Italia | x | P.CP.V. | x | | x | | x | x |
| AFTES | Francia | x | P.P.V. | x | x | x | | | |
| CIRC AMB MIN 93 | | x | P.P.V. | x | | x | x | | |
| BS 7385-2 (1193) | G.Bretagna | x | P.P.V. | x | | x | | | x |
| DIN 4150-3 (1999) | Germania | x | P.CP.V. | x | | x | | | x |
| SN 640312 (1992) | Svizzera | x | P.P.V. | x | | x | | | x |
| USBRM 1984 | USA | x | P.CP.V. | x | | x | | | |
| OSMRE | | x | P.CP.V. | x | | x | x | | |

La Norma UNI 9916-2004 fornisce “criteri e metodologie atti a valutare la potenzialità delle vibrazioni a causare danni di tipo architettonico e fornisce valori indicativi di riferimento, i quali non possono essere tuttavia considerati come limiti assoluti di accettabilità o non accettabilità”. Tale norma si struttura sulla ISO 4866 ed è in sostanziale accordo con i contenuti tecnici della DIN 4150-parte 3 e della BS 7385. Queste ultime fanno riferimento alla “peak component particle velocity”, ossia al picco nel tempo della singola componente di velocità, p.c.p.v., definita nella norma UNI9916:2004 come il valore massimo del modulo di una delle tre componenti ortogonali misurate simultaneamente in un punto o ottenute tramite integrazione. Nel caso in cui il valore di riferimento fornito dalle norme, con il quale la p.c.p.v. deve essere confrontata, varia con la frequenza, si rende necessaria l’individuazione delle frequenze dominanti.

Esse definiscono i valori di riferimento solo per effetti diretti delle vibrazioni (non considerano effetti indiretti, quali per esempio la compattazione del terreno a seguito di vibrazioni, che devono essere considerati a parte) e prevedono la misurazione e il controllo del livello di vibrazione sia in fondazione che ai piani superiori.

Intervalli di frequenza caratteristici delle sorgenti di vibrazione

| Sorgente di vibrazioni | Gamma di frequenza [Hz] |
|---|-------------------------|
| Traffico (su strada e su rotaia) | Da 1 a 300 |
| Esplosioni | Da 1 a 300 |
| Battitura di pali | Da 1 a 100 |
| Demolizioni (caduta edificio) | Da 1 a 20 |
| Macchine esterne all'edificio | Da 1 a 300 |
| Macchine interne all'edificio | Da 1 a 300 |
| Attività umane (movimento di persone all'interno dell'edificio) | Da 0,1 a 100 |
| Vento | Da 0,1 a 2 |

Intervalli di frequenza caratteristici delle sorgenti di vibrazione

I valori di riferimento sopra riportati sono quelli al di sotto dei quali, salvo casi particolari, è ragionevole presumere che non vi siano danni; il superamento degli stessi non implica necessariamente il verificarsi del danno, ma un segnale della necessità di analisi più approfondite.

Di seguito si riportano i valori soglia per la valutazione degli effetti delle vibrazioni indicati dalle DIN4150 e BS 7385, contenuti in appendice D della norma UNI 9916:2004.

Essi fanno riferimento a tre classi che rappresentano i tipi di strutture:

| CLASSI | TIPI DI STRUTTURE |
|--------|--|
| 1 | Edifici commerciali, industriali e simili |
| 2 | Edifici residenziali e simili |
| 3 | Strutture particolarmente sensibili alle vibrazioni, non rientranti nelle categorie precedenti e di grande valore intrinseco |

Per quanto riguarda il fenomeno vibratorio, esso può essere classificato come:

- Transitorio (se la durata del fenomeno è minore di 5τ); si tratta di vibrazioni di breve durata, tali cioè da escludere problemi di amplificazioni dovute a risonanza nella struttura interessata.
- Continuo (se la durata del fenomeno è maggiore di 5τ); si tratta di vibrazioni permanenti che possono indurre fenomeni di fatica o amplificazioni dovute a risonanza nella struttura interessata.

dove τ è il tempo caratteristico della struttura, ossia la costante di tempo associata alla frequenza di risonanza più bassa dell'edificio.

In base a tali considerazioni, si riportano di seguito i valori di riferimento forniti dalle norme sopracitate, sia per vibrazioni continue che transitorie.

| Classe | Tipo di edificio | Valori di riferimento per la velocità di vibrazione p.c.p.v in mm/s | | | |
|--|---|---|---|--|------------------------|
| | | Fondazioni | | | Piano alto |
| | | Da 1 Hz fino a 10 Hz | Da 10 Hz fino a 50 Hz | Da 50 Hz fino a 100 Hz ^{*)} | Per tutte le frequenze |
| 1 | Costruzioni industriali, edifici industriali e costruzioni strutturalmente simili | 20 | Varia linearmente da 20 ($f=10$ Hz) fino a 40 ($f=50$ Hz) | Varia linearmente da 40 ($f=50$ Hz) fino a 50 ($f=100$ Hz) | 40 |
| 2 | Edifici residenziali e costruzioni simili | 5 | Varia linearmente da 5 ($f=10$ Hz) fino a 15 ($f=50$ Hz) | Varia linearmente da 15 ($f=50$ Hz) fino a 20 ($f=100$ Hz) | 15 |
| 3 | Costruzioni che non ricadono nelle classi 1 e 2 e che sono degne di essere tutelate (per esempio monumenti storici) | 3 | Varia linearmente da 3 ($f=10$ Hz) fino a 8 ($f=50$ Hz) | Varia linearmente da 8 ($f=50$ Hz) fino a 10 ($f=100$ Hz) | 8 |
| *) Per frequenze oltre 100 Hz possono essere usati i valori di riferimento per 100 Hz. | | | | | |

(Norme DIN 4150 e BS 7385)

Valori di riferimento per la velocità di vibrazione (p.c.p.v.) per la valutazione dell'azione sulle costruzioni delle vibrazioni di BREVE DURATA.

Per la componente verticale dei singoli solai viene fornito un valore di riferimento per la p.c.p.v. di 20 mm/s limitatamente alle prime due classi di edifici; tale valore è indipendente dal contenuto in frequenza del segnale.

| Classe | Tipo di edificio | Valori di riferimento per la velocità di vibrazione p.c.p.v. in mm/s (per tutte le frequenze) |
|--------|---|---|
| 1 | Costruzioni industriali, edifici industriali e costruzioni strutturalmente simili | 10 |
| 2 | Edifici residenziali e costruzioni simili | 5 |
| 3 | Costruzioni che non ricadono nelle classi 1 e 2 e che sono degne di essere tutelate (per esempio monumenti storici) | 2,5 |

(Norme DIN 4150 e BS 7385)

Valori di riferimento per le componenti orizzontali della velocità di vibrazione (p.c.p.v.) per la valutazione dell'azione sulle costruzioni delle vibrazioni CONTINUE.

Per la componente verticale dei singoli solai viene fornito un valore di riferimento per la p.c.p.v. di 10 mm/s limitatamente alle prime due classi di edifici.

Per le vibrazioni permanenti, sia la componente verticale (solo per le prime due classi) che quella orizzontale (per le tre classi) sono indipendenti dal contenuto in frequenza del segnale.

| Classe | Tipo di edificio | "Peak component particle velocity" nell'intervallo di frequenza dell'impulso predominante | | |
|---|--|---|---|-------------------|
| | | Da 4 Hz a 15 Hz | Da 15 Hz a 40 Hz | Da 40 Hz a 250 Hz |
| 1 | Strutture a telaio o rinforzate. Edifici industriali e commerciali | 50 mm/s | | |
| 2 | Strutture non rinforzate. Edifici residenziali o piccoli edifici commerciali | Varia linearmente da 15 mm/s ($f=4$ Hz) fino a 20 mm/s ($f=15$ Hz) | Varia linearmente da 20 mm/s ($f=15$ Hz) fino a 50 mm/s ($f=40$ Hz) | 50 mm/s |
| <p>Nota 1 I valori indicati sono alla base dell'edificio.</p> <p>Nota 2 Per la classe 2, a frequenze minori di 4 Hz, non si deve superare uno spostamento massimo di 0,6 mm (da zero al picco).</p> | | | | |

(Norma BS 7385-PARTE 2)

Valori di riferimento per la velocità di vibrazione (p.c.p.v.) per la valutazione dell'azione sulle costruzioni delle vibrazioni TRANSITORIE **trasmesse dal terreno e generate all'esterno delle strutture considerate.**

Tali valori sono utilizzabili solo per edifici fino a 3 tre piani e, in caso di risonanza, essi dovranno essere ridotti del 50%.

| Classe | Tipo di costruzione | Esposizione | Valori di riferimento per la velocità di vibrazione p.p.v. in mm/s | | |
|---|---|--|--|--|--|
| | | | Posizioni di misura ^{*)} | | |
| | | | Da 8 Hz fino a 30 Hz ^{*)} | Da 30 Hz fino a 60 Hz | Da 60 Hz fino a 150 Hz |
| A | Costruzioni molto poco sensibili (per esempio ponti, gallerie, fondazioni di macchine) | Occasionale Frequente Permanente | Fino a tre volte i valori corrispondenti alla classe C | Fino a tre volte i valori corrispondenti alla classe C | Fino a tre volte i valori corrispondenti alla classe C |
| B | Costruzioni poco sensibili (per esempio edifici industriali in cemento armato o metallici) costruiti a regola d'arte e con manutenzione adeguata | Occasionale Frequente Permanente | Fino a due volte i valori corrispondenti alla classe C | Fino a due volte i valori corrispondenti alla classe C | Fino a due volte i valori corrispondenti alla classe C |
| C | Costruzioni normalmente sensibili (per esempio edifici d'abitazione in muratura di cemento, cemento armato o mattoni, edifici amministrativi, scuole, ospedali, chiese in pietra naturale o mattoni intonacati) costruiti a regola d'arte e con manutenzione adeguata | Occasionale Frequente Permanente | 15 6 3 | 20 8 4 | 30 12 6 |
| D | Costruzioni particolarmente sensibili (per esempio monumenti storici e soggetti a tutela) case con soffitti in gesso, edifici della classe C nuovi o ristrutturati di recente | Occasionale Frequente Permanente | Valori compresi tra quelli previsti per la classe C e la loro metà | Valori compresi tra quelli previsti per la classe C e la loro metà | Valori compresi tra quelli previsti per la classe C e la loro metà |
| *) Le posizioni di misura devono essere scelte sugli elementi rigidi della struttura portante o dove sono attesi i maggiori effetti delle vibrazioni. | | | | | |

(Norma SN 640312)

Valori di riferimento per la velocità di vibrazione (p.p.v.) per la valutazione dell'azione sulle costruzioni delle vibrazioni TRANSITORIE (con frequenza maggiore di 8 Hz) **provocate da scoppi, da attività di macchine di cantiere e dal traffico su strada e ferroviario.**

Secondo questa norma la grandezza di riferimento è la "peak particle velocity", ossia il picco nel tempo del modulo del vettore velocità; i valori di riferimento sono forniti in funzione della frequenza dominante della vibrazione.

In conclusione si evidenzia che i valori di riferimento riportati, se rispettati, non solo garantiscono pochissime eventualità che si verifichino danni "architetonici" alle costruzioni (alterazione estetica o funzionale dell'edificio senza che si comprometta la stabilità strutturale o la sicurezza degli occupanti), ma evitano inoltre disturbi agli abitanti delle zone più prossime al fronte di scavo. Per contro l'inosservanza dei valori indicati, oltre alla probabilità di provocare

danni ai manufatti, crea situazioni di incompatibilità tra le attività di cantiere ed il quieto vivere della popolazione residente.

Punto 5) non risultano disponibili le certificazioni di laboratorio a supporto dei risultati delle caratterizzazioni geotecniche dei terreni effettuate sui campioni estratti nel corso della campagna di indagini effettuata nel Settembre 2017.

In relazione a quanto osservato al punto sopra riportato i risultati delle prove di compressione uni assiale eseguiti presso i laboratori LASPEDIL S.r.l. ** sui provini di roccia estratti nel corso della campagna di indagine del Settembre 2017 essi sono stati allegati sotto l'All.9 unitamente alle foto dei provini dopo la preparazione e squadratura.

** Laboratorio autorizzato all'esecuzione prove sui materiali da costruzione con D.M.8451/2009, art.20 L.1086/71 e art. 59 D.P.R. 380/2001

sede operativa: Zona Ind.le Ovest ASI Belpasso, fraz. Piano Tavola, Belpasso (CT)
sede legale: via Don Minzoni n°14, Misterbianco (CT)

10. CONCLUSIONI

Dallo studio geologico eseguito nell'area interessata dalla realizzazione di parcheggi pubblici interrati con sovrastante ed attiguo verde attrezzato, facente parte del "Completamento del Piano di Risanamento del rione S. Berillo in Catania - Convenzione urbanistica del 16/11/2012 - Progetto delle opere di urbanizzazione" è emerso che:

- I terreni affioranti sono rappresentati da colate laviche etnee, in particolare al Sintema "Il Piano" (Vulcano Mongibello), formazione "Pietracannone", membro inferiore, prodotti vulcanici del Larmisi. L'esclusiva presenza di litotipi di natura vulcanica (banconi lavici e vulcanoclastiti) per profondità superiori a 28 m. è confermata dai numerosi sondaggi geognostici eseguiti in passato nell'area in oggetto.
- Dal punto di vista morfologico, l'area di interesse non presenta fenomeni di instabilità di tipo gravitativo, essendo sub-pianeggiante e costituita da terreni di buona competenza, né mostra superficialmente dissesti in atto. Ciò è confermato dai documenti del P.A.I. che non

evidenziano nell'area di interesse criticità di natura geomorfologica e idraulica.

- Dal punto di vista tettonico e vulcano-tettonico, non sono presenti strutture attive che interferiscono con le opere esistenti.
- In base alle caratteristiche idrogeologiche riscontrate, nell'area di stretto interesse e nelle zone ad essa limitrofe, il livello statico della falda, ricostruito in base ai pozzi presenti e ai risultati emersi dai sondaggi geognostici considerati, può porsi tra 1 e 2 m s.l.m..
- Con riferimento al T.U. - D.M. 14/01/08 e ss. mm. e ii. - dai risultati emersi da un'indagine geofisica in foro di tipo down-up hole durante la campagna geognostica eseguita nel 2005 in fase di progettazione della Metropolitana della città di Catania - al sito in questione è attribuita la categoria "B", ossia a "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s".
- I parametri geotecnici attribuiti ai terreni lavici affioranti presentano i seguenti valori:

| | |
|--------------------------|----------------------------------|
| Peso specifico | $\gamma = 2,0-2,2 \text{ t/m}^3$ |
| Angolo d'attrito interno | $\varphi = 35^\circ-40^\circ$ |
| Coesione | $c = 0 \text{ t/m}^2$ |
| Coeff. di sottofondo | $K_w = 8-12 \text{ Kg/cm}^3$ |

- Relativamente alle fasi di scavo per la realizzazione del parcheggio in oggetto, dopo le verifiche geomeccaniche svolte e trattate nella presente, sarà opportuno ricorrere, ove necessario, ed a fronte di un controllo continuo dei fronti in lavorazione, ad adeguati presidi e porre particolare attenzione alle vibrazioni che i mezzi impiegati possono produrre sui manufatti e gli edifici vicini. Tali opere dovranno, in ogni caso, essere costantemente "monitorate".

Giugno 2018





Copyright da *Tecnogeo S.A.* -Catania

Scala 1:10.000

LEGENDA



Area di interesse



Copyright da **Tecnogeo S.A.** -Catania

Scala 1:10.000

LEGENDA



Area d'interesse



Depositi antropici.
materiale di riporto e di scarto edilizio.

DISTRETTO VULCANICO DEL MONTE ETNA

**Formazione Pietracannone - Membro inferiore
(colate dell'intervallo 15 ka - 3,9 ka)**



Prodotti vulcanici di Larmisi
(Banconi lavici e vulcanoclastiti scoriacee).



MASW/PA

Tomografia Elettrica

CT2



● 221

● S1 (25)

COROGRAFIA CON L'UBICAZIONE DEI SONDAGGI ESEGUITI



Copyright da *Tecnogeo S.A.* - Catania

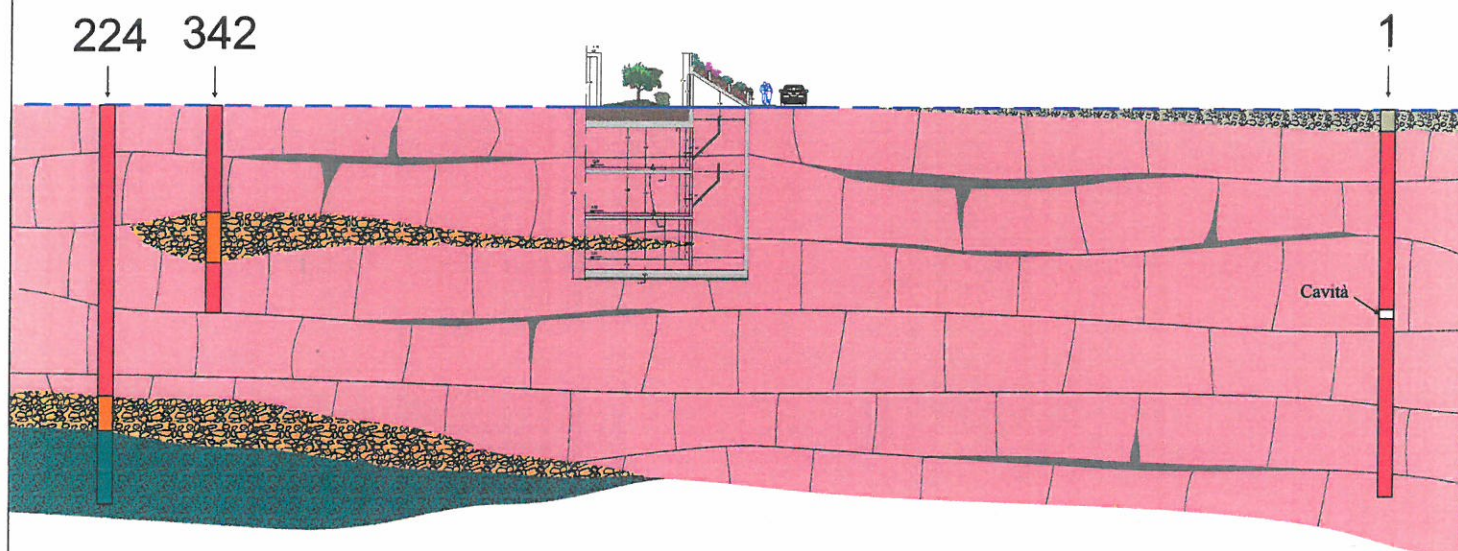
Scala 1:10.000

LEGENDA





- Aree di progetto
- Sondaggio geognostico

SEZIONE GEOLOGICA

scala 1:400

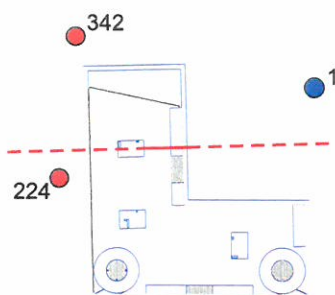





Successione stratigrafica (da sondaggi a c.c.)

-  Terreno di riporto lavico e brecce vulcaniche decementate
-  Lave vacuolari o compatte variamente fratturate
-  Vulcanoclastiti
-  Sedimentario
(Sabbie quarzose gialle o brune, ghiaie e conglomerati poligenici, intercalazioni piroclastiche)

UBICAZIONE DEI SONDAGGI E DELLA TRACCIA SEZIONE GEOLOGICA

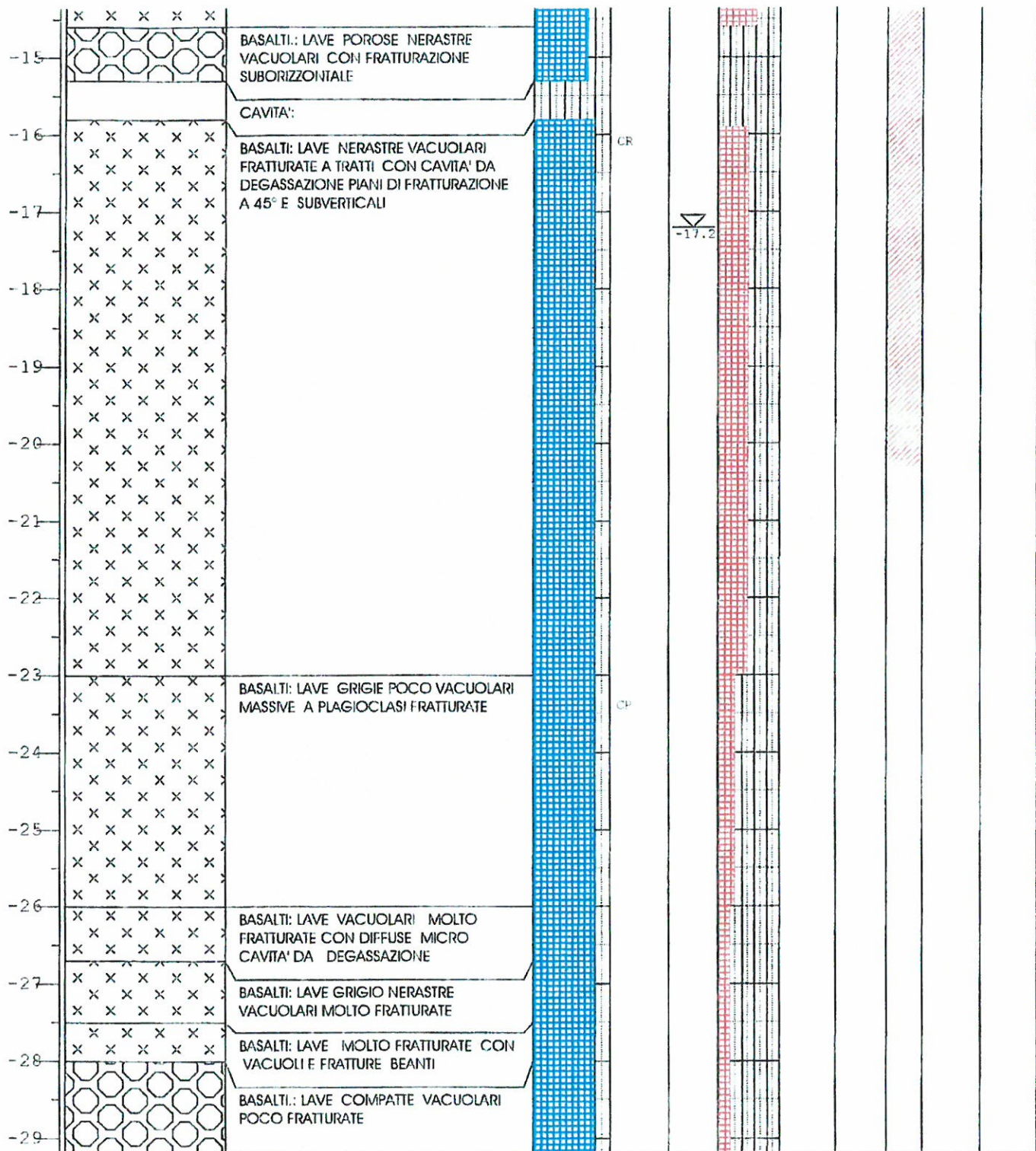
scala 1:2.000



-  1 Sondaggio meccanico FCE (2005)
con prova sismica in foro tipo down-up hole
-  224 Sondaggio meccanico Progetto Catania
-  Ubicazione traccia sezione geologica

ALLEGATO 5

Stratigrafia sondaggio 1 FCE (2005)



ALL. 5A REPORT 01

Indagini geognostiche e geofisiche "Mercato Aperto" (2008)

COMUNE DI CATANIA

VII DIREZIONE URBANISTICA E GESTIONE DEL TERRITORIO UFFICIO SPECIALE COMPLETAMENTO PIANO RISANAMENTO RIONE SAN BERILLO

1 PREMESSA

Su incarico della ISTICA Spa (Istituto Immobiliare di Catania), nel mese di ottobre 2008 sono state eseguite delle indagini geognostiche e geotecniche e geofisiche atte a definire le caratteristiche litologiche, strutturali e geotecniche dei terreni interessati dal "progetto di completamento del piano risanamento Rione San Berillo.

Sono state pertanto effettuate indagini di tipo diretto, mediante sondaggi meccanici eseguiti a carotaggio continuo ed indagini geofisiche.

Di seguito vengono riportati i dati emersi nel corso dei lavori e i seguenti allegati:

Fotografie sondaggi

Sezioni Stratigrafiche

Indagini geofisiche

2 SONDAGGI GEOGNOSTICI

Si è proceduto all'esecuzione di n. 3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, spinti alle profondità indicate nella tabella che segue, ubicati secondo le indicazioni della Direzione Lavori.

| Sondaggio | Profondità (m) | DH |
|-----------|----------------|----|
| S1 | 25 | |
| S2 | 25 | |
| S3 | 25 | |

I materiali estratti nel corso del sondaggio (carote), sono stati sistemati in apposite cassette catalogatrici, opportunamente siglate e numerate, e sottoposte alla visione della Direzione Lavori e consegnate alla committenza.

2.1 ATTREZZATURA UTILIZZATA E METODOLOGIA DI ESECUZIONE

La perforazione è stata eseguita mediante sonda del tipo Soil Tek S9 matricola n° 129-04 cingolata, ad avanzamento oleodinamico, operante a rotazione a circolazione diretta, adottando la tecnica della conservazione del nucleo per tutto lo spessore indagato, utilizzando carotieri di diametro 101 mm.

La stabilizzazione delle pareti del foro, è stata ottenuta mediante l'uso di tubazione di rivestimento d'acciaio di diametro 127 mm di spessore sottile, al fine di garantire, oltre la stabilità del foro, il minimo disturbo del terreno.

La tecnica del carotaggio continuo è stata applicata utilizzando tutte le cautele imposte dai litotipi attraversati: manovre corte, corretta pressione di spinta, adeguata velocità di rotazione, etc.

2.2 ELABORAZIONE DEI DATI STRATIGRAFICI

Le descrizioni dei litotipi sono basate, per i sondaggi a carotaggio continuo, sull'esame delle carote estratte che successivamente sono state riposte in apposite cassette catalogatrici etichettate e fotografate.

Negli appositi moduli stratigrafici, riportati in All. 1, sono indicati, in dettaglio, tutti i dati relativi ai sondaggi geognostici eseguiti.

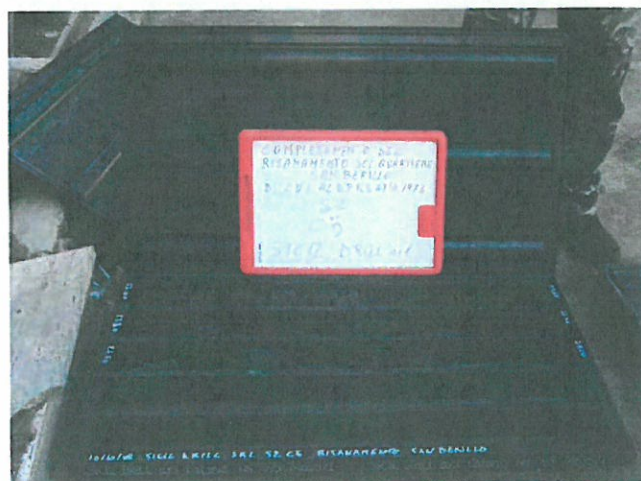
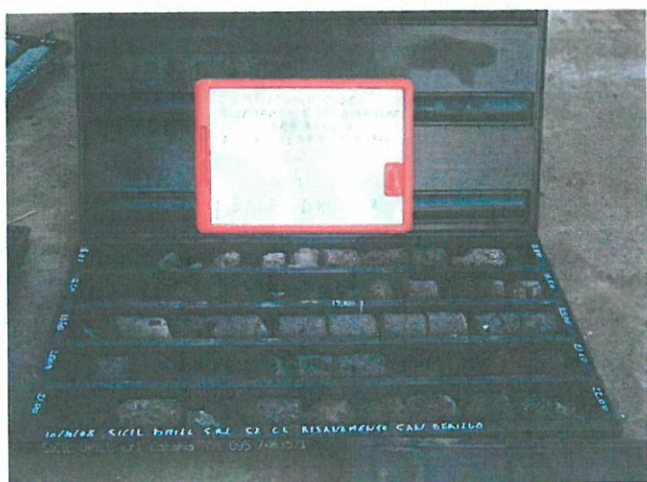
Nel foro di sondaggio S1 è stata rilevata presenza di falda ad una profondità 12 metri dal piano campagna

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

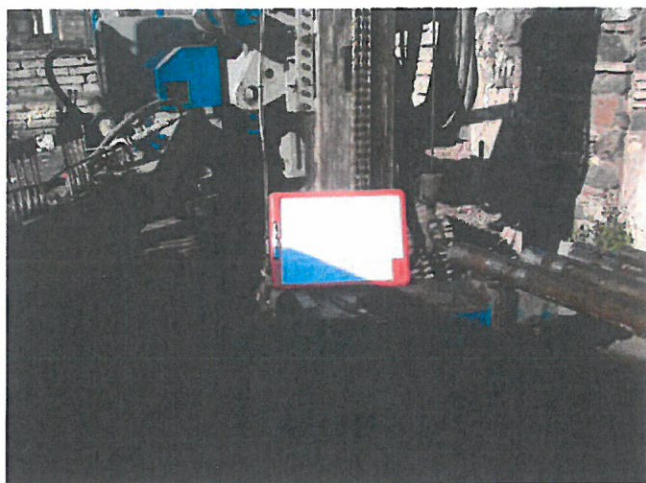
SONDAGGIO 1



SONDAGGIO 2



SONDAGGIO 3



Sondaggi geognostici



Progetto: Risanamento quartiere S.Berillo
Committente: ISTCA s.p.a.
Cantiere: Via Castiglione
U.T.M.
Attrezzatura: Soiltek S9 matr 129
rif. int.: S1

Sondaggio S1

m.s.l.m. 16.1

SICIL DRILL

CATANIA Via Francesco Crispi 33

tel/fax 39 095 7463571

sd@sicildrill.com www.sicildrill.com

| STRATIGRAFIA | | | | CAMPIONI | | | | SPT | RQD | Carotaggio | Vane | instal. geotec. | NOTE | |
|--------------|---------|---|------------------|----------|---------|--------------|-------------|-----------|-----|------------|------|-----------------|------|-------|
| Prof. (m) | Simbolo | Descrizione | h/quota (m.l.m.) | n. | simbolo | Campionatore | SPT / 30 cm | N / 30 cm | % | % | 1 2 | falda | | |
| | | | | | | | | 1 | 2 | 1 | 2 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | Poket |
| 20 | 60 | 100 | 20 | 60 | 100 | 20 | 60 | 100 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | |
| 1 | | Terreno di riporto costituito da materiale terrigeno. | 1 | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | 15.1 | | | | | | | | | | | |
| 3 | | Lave grigie, prevalentemente vacuolari, da molto a poco fratturate. | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | 5.292 | | | | | | | | | | | |
| 6 | | Brecce vulcanoclastiche | 10.81 | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | 10.1 | | | | | | | | | | | |
| 8 | | Lave grigio bruno da vacuolari a massive, mediamente fratturate, con patine di ossidazione. | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | 10.8 | | | | | | | | | | | |
| 11 | | Brecce vulcanoclastiche | 5.3 | | | | | | | | | | | |
| 12 | | Cavità | 12 | | | | | | | | | | | |
| 13 | | Brecce vulcanoclastiche. | 12.5 | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | 3.6 | | | | | | | | | | | |
| 15 | | Lave grigio bruno da vacuolari a massive, molto fratturate. | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | 18 | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | -1.9 | | | | | | | | | | | |
| 20 | | Lave grigio bruno prevalentemente vacuolari, mediamente fratturate. | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | Fine Sondaggio | 25 | | | | | | | | | | | |
| | | | -8.9 | | | | | | | | | | | |

Inizio perforazione: 08/10/2008

Profondita'(m): 25

Fine perforazione: 08/10/2008

"Geologia Di Istituto Geologico"

Progetto: Risanamento quartiere S.Berillo
Committente: ISTCA s.p.a.
Cantiere: Via Carmelo Sciuto Patti
U.T.M.
Attrezzatura: Soiltek S9 matr 129
rif. int.: S2

Sondaggio S2

m.s.l.m. 20.6

SICIL DRILL

CATANIA Via Francesco Crispi 33
tel/fax 39 095 7463571

sd@sicildrill.com www.sicildrill.com

| STRATIGRAFIA | | | | CAMPIONI | | | | SPT N / 30 cm | RQD % | Carotaggio % | Vane g/cm 1 2 Poker g/cm 1 3 5 7 9 | instal. geotec. falda | NOTE |
|--------------|---------|---|----------------------|----------|---------|--------------|-------------|------------------|----------|-----------------|---|---------------------------------|------|
| Prof. (m) | Simbolo | Descrizione | h/ quota (m.l.m.) | n. | simbolo | Campionatore | SPT / 30 cm | | | | | | |
| 1 | | Terreno di riporto costituito da materiale terrigeno e brecce vulcaniche. | 1.795 | | | | | | | | | | |
| 2 | | | 18.81 | | | | | | | | | | |
| 3 | | Lave grigie, prevalentemente vacuolari, da molto a poco fratturate. | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | 5.5 | | | | | | | | | | |
| 6 | | Brecce vulcanoclastiche | 15.1 | | | | | | | | | | |
| 7 | | | 14.6 | | | | | | | | | | |
| 8 | | Lave grigio bruno da vacuolari a massive, mediamente fratturate, con patine di ossidazione. | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | 9.5 | | | | | | | | | | |
| 10 | | Brecce vulcanoclastiche. | 11.1 | | | | | | | | | | |
| 11 | | | 11 | | | | | | | | | | |
| 12 | | Lave grigio bruno prevalentemente vacuolari, molto fratturate. | 9.6 | | | | | | | | | | |
| 13 | | | 12.69 | | | | | | | | | | |
| 14 | | | 7.912 | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | Lave grigio bruno massive a tratti vacuolari, fratturate. | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | 25 | | | | | | | | | | |
| | | Fine Sondaggio | -4.4 | | | | | | | | | | |

Inizio perforazione: 08/10/2008

Fine perforazione: 09/10/2008

Profondita'(m): 25

Il geologo: Dr. Luciano Fanciulli

Progetto: Risanamento quartiere S.Berillo
Committente: ISTCA s.p.a.
Cantiere: Via Ventimiglia
U.T.M.
Attrezzatura: Soiltek S9 matr 129
rif. int.: S3

Sondaggio S3

m.s.l.m. 21.5

SICIL DRILL

CATANIA Via Francesco Crispi 33

tel/fax 39 095 7463571

sd@sicildrill.com www.sicildrill.com

| STRATIGRAFIA | | | | CAMPIONI | | | | SPT | RQD | Carotaggio | Vane | instal. geotec. | NOTE |
|--------------|---------|---|-------------------|----------|---------|--------------|-------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------------|------|
| Prof. (m) | Simbolo | Descrizione | h/ quota (m.l.m.) | n. | simbolo | Campionatore | SPT / 30 cm | N / 30 cm | % | % | 1 2 | falda | |
| | | | | | | | | 20 60 100 | 20 60 100 | 20 60 100 | 1 3 5 7 9 | | |
| 1 | | Terreno di riporto costituito da materiale terrigeno e breccie vulcaniche e laterizzi. | 2 | | | | | | | | | | |
| 2 | | | 19.5 | | | | | | | | | | |
| 3 | | Lave grigie, prevalentemente vacuolari, da molto a poco fratturate. | 4.5 | | | | | | | | | | |
| 4 | | | 17 | | | | | | | | | | |
| 5 | | Breccie vulcanoclastiche | 16.5 | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | Lave grigio bruno da vacuolari a massive, mediamente fratturate, con patine di ossidazione. | 9.4 | | | | | | | | | | |
| 8 | | | 12.1 | | | | | | | | | | |
| 9 | | | 10 | | | | | | | | | | |
| 10 | | Cavità | 11.5 | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | Lave grigio bruno prevalentemente vacuolari, molto fratturate. | 16.1 | | | | | | | | | | |
| 14 | | | 5.4 | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | Lave grigio bruno massive a tratti vacuolari, mediamente fratturate. | 20.5 | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | Lave grigio bruno vacuolari poco fratturate. | 25 | | | | | | | | | | |
| 22 | | | -3.5 | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | Fine Sondaggio | | | | | | | | | | | |

Inizio perforazione: 13/10/2008

Profondita'(m): 25

Fine perforazione: 13/10/2008

Geologo: Dr. Luciano Fenucci

Committente:

SICILDRILL s.r.l.

Oggetto:

**Indagini geofisiche a supporto del
progetto di "Completamento del risanamento
del Quartiere San Berillo
di cui D.P.R.S. 47/A del 1973"**

Elaborato:

TESTO

Indagini Geofisiche

SICILDRILL s.r.l.

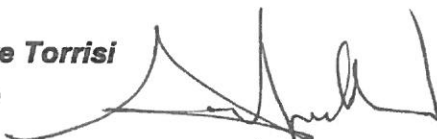
**Indagini geofisiche a supporto del progetto di
"Completamento del risanamento del Quartiere San Berillo
di cui D.P.R.S. 47/A del 1973"**

INDAGINI GEOFISICHE

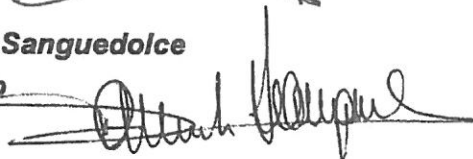
VERIFICA DOCUMENTO

N° Progetto: 03602008 Stato di progetto: Rev. 0 Data: 14 ott. 2008

Redazione: Salvatore Torrisi
Geologo



Approvazione: Daniele Sanguedolce
Geologo



Revisioni

| Revisione | Data | Descrizione | Redazione | Revisione | Approvazione |
|-----------|----------|-------------|-----------|-----------|--------------|
| 0 | 14/10/08 | INDAGINI | ST | DS | DS |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Il presente documento è stato redatto da X-Geo Engineering s.r.l. in conformità al contratto stipulato con il Committente al quale questo documento è destinato. X-Geo Engineering non è responsabile, nei confronti del Committente o di terzi, rispetto ad eventuali usi per scopi diversi da quelli sottesi dal presente lavoro.

Il contenuto del presente documento non dovrà essere riprodotto o trasmesso in alcuna forma senza il consenso, per iscritto, dell'Amministratore unico di X-Geo Engineering s.r.l. Via Macello n° 80, 95037 San Giovanni La Punta (CT)

INDICE

| | | |
|------------|-----------------------------|---------------|
| 1.0 | PREMESSA | pag. 2 |
| 2.0 | MASW-PASSIVA | pag. 3 |
| 3.0 | TOMOGRAFIA ELETTRICA | pag. 9 |

SICILDRILL s.r.l.

1.0 PREMESSA

Su incarico della Sicildrill s.r.l. nella persona dell'Amministratore Dott. Vincenzo Pennini, è stata eseguita una campagna di indagini geofisiche articolata nell'esecuzione di N. 1 analisi multicanale delle onde superficiali di tipo MASW-passiva e N.2 sezioni di Tomografia elettrica, a supporto del progetto di "Completamento del risanamento del Quartiere San Berillo di cui D.P.R.S. 47/A del 1973".

2. MASW-PASSIVA

La metodologia d'indagine MASW è una tecnica non invasiva per la definizione del profilo stratigrafico in termini di propagazione delle onde Vs. Essa è basata sulla registrazione delle onde superficiali di Rayleigh (nel dominio del tempo) e la successiva analisi nel dominio della frequenza.

In un semispazio omogeneo (come ad esempio nel caso terreno-aria), si generano onde di superficie e sono costituite essenzialmente dalle onde di Rayleigh e dalle onde di Love (con moto polarizzato nella direzione orizzontale e perpendicolari alla direzione di propagazione).

Nel metodo MASW-Passivo (o dei "Refraction Microtremor" di Louie, 2001) l'acquisizione dei segnali sismici è ottenuta attraverso la registrazione in continuo del rumore ambientale (o microtremori) per un determinato intervallo di tempo. Il segnale registrato, in particolare, è costituito dai microtremori di origine antropica quali: passaggio di mezzi di trasporto, martelli pneumatici ecc.

Lo scopo dell'indagine è quello di conoscere il valore della velocità delle onde S (onde di taglio) fino ad una profondità di almeno – 30 m dal p.c.

SICILDRILL s.r.l.

2.1 Equipaggiamento e strumentazione

La strumentazione utilizzata è costituita da un sismografo per rifrazione multi traccia DAQlink II 24 ch., 24 bit, per la ricezione delle onde superficiali (di tipo Rayleigh) sono stati utilizzati geofoni OYO a bassissima frequenza (4,5 Hz).

Il *processing* dell'indagine MASW-passiva è stato svolto usando il programma di calcolo "SurfSeis" vers. 2.0 della Kansas Geological Survey.

2.2 le Onde di Rayleigh

Lungo l'interfaccia di un semispazio omogeneo si generano onde di Rayleigh (Rayleigh, 1885), attraverso l'interazione tra le onde di compressione (P) e la componente verticale delle onde di taglio (S_v). Nella vibrazione delle particelle di questo tipo di onda di superficie, le componenti orizzontale e verticale sono sfasate di 90° e la risultante del moto descrive una ellisse retrograda rispetto al verso di propagazione. Esse sono caratterizzate da un'ampiezza rapidamente decrescente fino ad una profondità di $\sim 1 \div 2 \lambda$ e da una velocità non dipendente dalla frequenza.

La velocità di propagazione delle onde di Rayleigh (V_r) e delle onde di taglio (V_s) sono fortemente dipendenti e sono legati dalla relazione (Richart *et al.* 1970; Achenbach, 1999):

$$V_r^6 - 8V_s^2 V_r^4 + (24 - 16 V_s^2/V_p^2) V_s^4 V_r^2 + (16 V_s^6/V_p^6 - 1) V_s^6 = 0 \quad (1)$$

ovvero

$$V_r = (0,862 + 1,14\nu / 1 + \nu) V_s^{(1)} \quad (2)$$

¹ ν = Coefficiente di Piosson.

SICILDRILL s.r.l.

che significa, in altri termini, che la variare di v , la v_r è inferiore rispetto alla v_s di un valore compreso tra 0,862 e 0,955 con un valore medio di pari a 0,91 (con un errore massimo, quindi, inferiore al 5%).

2.3 “Curva di dispersione”

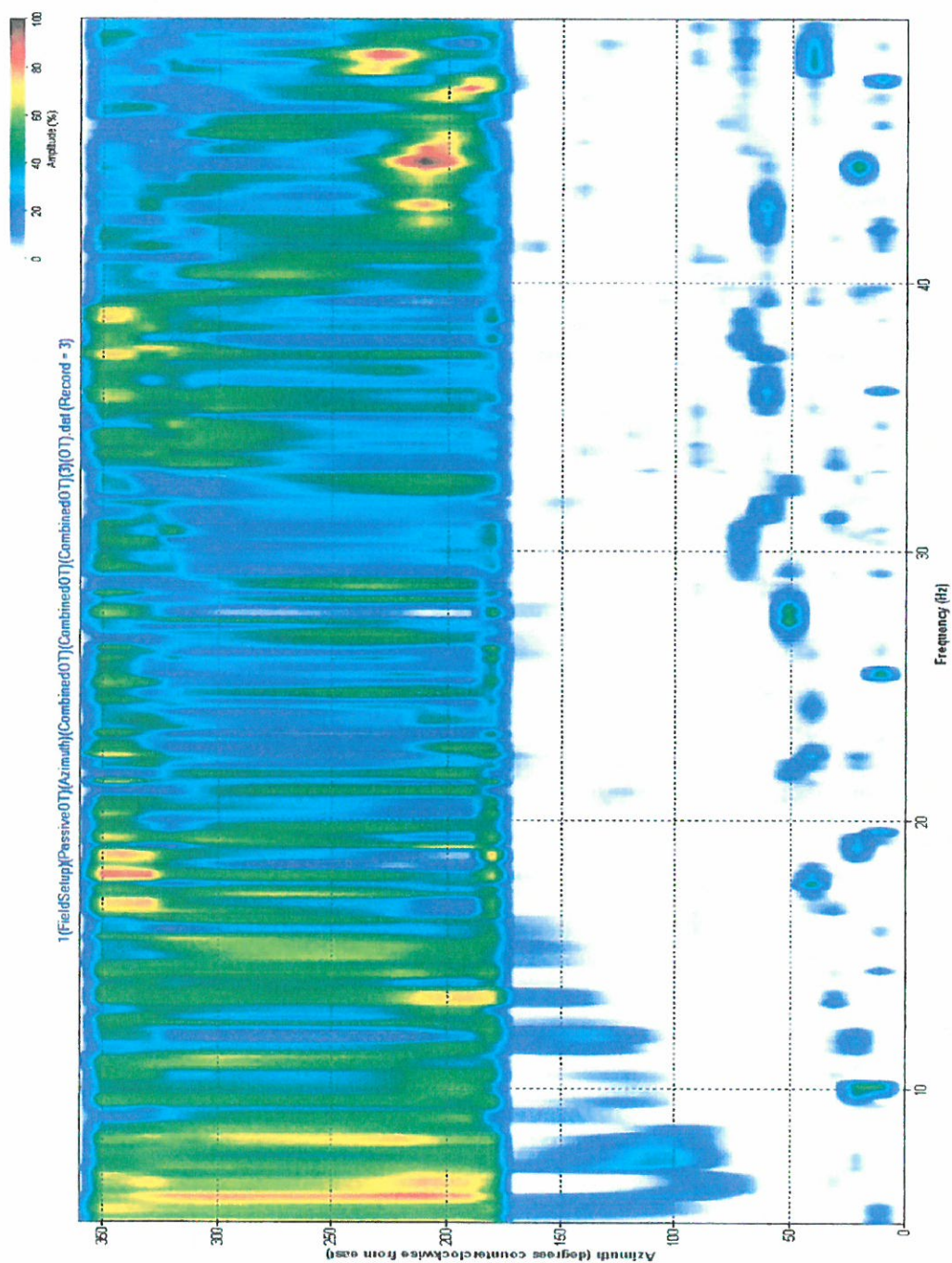
La “Curva di dispersione” si ottiene da un’analisi spettrale del sismogramma (doppia trasformata di Fourier) che trasforma il moto misurato, dal dominio spazio-tempo al dominio frequenza-numero d’onda e parallelamente al dominio velocità di fase-frequenza. Il risultato dell’analisi spettrale è un diagramma velocità di fase (m/sec) / frequenza (Hz) dove sono riportate, in scala cromatica, le ampiezze delle onde di Rayleigh.

2.4 Inversione della curva di dispersione

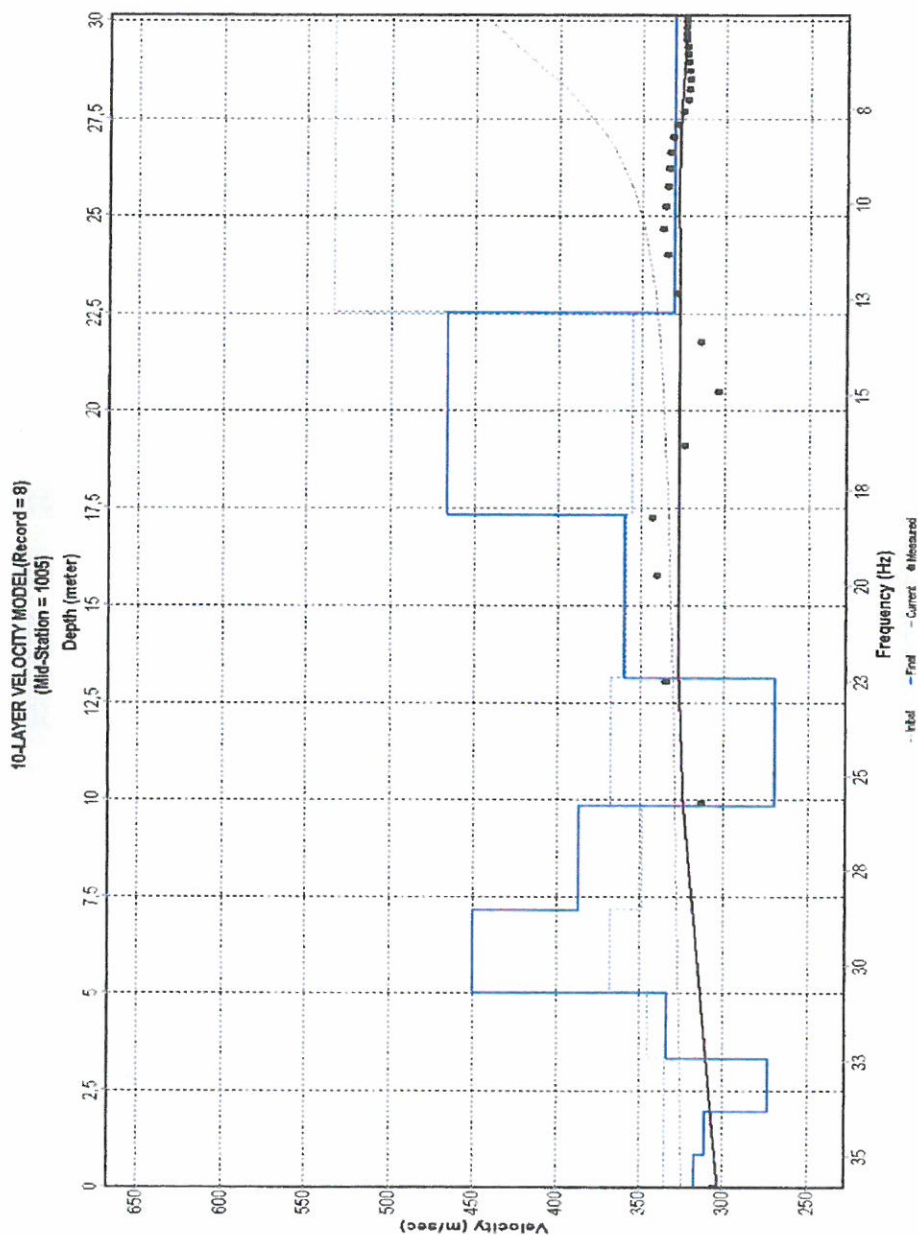
Successivamente si passa alla ricostruzione del modello sperimentale (velocità V_s /profondità). Questo passaggio si concretizza applicando un algoritmo di inversione. Il prodotto conclusivo è un diagramma che esprimerà valori delle velocità delle onde di taglio (S) associati a spessori e profondità di un mezzo stratificato.

SICILDRILL s.r.l.

2.5 Curva di Dispersione



2.6 Profilo delle velocità delle onde di Taglio (V_s)



SICILDRILL s.r.l.

2.7 Risultati dell'indagine MASW-passiva

Il processing di laboratorio dei dati acquisiti ha prodotto il seguente risultato in termini di velocità di propagazione delle onde di taglio:

Indagine A

| N. strato | Profondità (m) | Spessore (m) | Vs (m/sec) |
|------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------|
| 1 | - 0.8 | 0.8 | 317 |
| 2 | - 1.9 | 1.1 | 310 |
| 3 | - 3.3 | 1.4 | 273 |
| 4 | - 5.0 | 1.7 | 333 |
| 5 | - 7.1 | 2.1 | 453 |
| 6 | - 9.8 | 2.7 | 386 |
| 7 | - 13.1 | 3.3 | 270 |
| 8 | - 17.3 | 4.2 | 360 |
| 9 | - 22.5 | 5.2 | 467 |
| 10 | - 30.0 | 7.5 | 333 |

Tab. 1

Ai sensi della nuova normativa sismica di cui al Decreto 14.09.2005 (Norme tecniche sulle costruzioni), in assenza di specifici studi di risposta sismica locale la definizione dell'azione sismica indotta dalle condizioni litologiche locali può essere definita attraverso una classificazione del substrato

SICILDRILL s.r.l.

dell'opera basata sulla stima dei valori della velocità media delle onde sismiche di taglio valutata in funzione del parametro Vs30.

Per Vs30 s'intende la media pesata delle velocità delle onde S negli strati fino a 30 metri di profondità dal piano campagna, calcolata secondo la relazione 3.2.1 del DM 14.09.2005 come di seguito riportata:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{si}}}$$

Adottando i valori numerici forniti dalla prova MASW eseguita, come riepilogati in Tab.1, si ottiene il valore:

$$\mathbf{Vs30 = 351m/s}$$

Per una più ampia conoscenza e descrizione della metodologia si rimanda alla lettura della pubblicazione scientifica: **Torrì et al., (2008) - Indagini sismiche con il metodo MASW. Boll. Ord. Geologi Sicilia 2/08, 20-27**

3.0 TOMOGRAFIA ELETTRICA

La tomografia elettrica è un'indagine indiretta. Questa indagine sfrutta la proprietà dei terreni di farsi attraversare dalle correnti elettriche, questo permette di calcolare la resistività apparente presente nel terreno attraverso la relazione:

$$\rho_a = (\Delta V / I) \cdot K$$

dove:

ρ = resistività apparente (Ω m)

ΔV = differenza di potenziale rilevata tra gli elettrodi di corrente (V)

I = corrente immessa nel terreno (A)

K = coefficiente geometrico relativo al sondaggio utilizzato.

La tomografia elettrica viene realizzata misurando i valori della derivata del campo elettrico in corrispondenza di una fila di elettrodi di misura equispaziati. Il campo elettrico viene generato da un polo di corrente posto all'interno della linea di misura, che viene spostato all'interno di questa con passo regolare.

Principi fisici delle prospezioni geoelettriche, si basano sulla misura delle caratteristiche elettrolitiche della roccia dovute essenzialmente dall'acqua interstiziale contenuta nell'unità di volume. La misura del contenuto è funzione dei seguenti fattori:

- la resistività dei granelli solidi all'interno della roccia;
- porosità, intesa come forma dei pori, delle fratture e/o cavità della roccia;
- natura della roccia;

- resistività dell'acqua, e quindi dalla quantità di sali disciolti.

La corrente elettrica passa attraverso il terreno in due modi principali, la conduzione elettronica (o metallica, se la corrente è costituita da elettroni) ed elettrolitica (o ionica, se la corrente è costituita da ioni). Nel caso della conduzione elettronica, il flusso di corrente avviene attraverso elettroni liberi, come avviene nei metalli. Nel caso della conduzione elettrolitica, la corrente passa grazie al movimento degli ioni nell'acqua di falda.

Per misurare la resistività (ρ) del terreno, si posizionano gli elettrodi secondo la disposizione del metodo utilizzato. La corrente è indotta attraverso gli elettrodi di corrente, **A** e **B**. Di seguito, viene misurata la differenza di potenziale (ΔV) in superficie creata dalla corrente tra i due elettrodi di potenziale, **M** e **N**.

Il potenziale elettrico di un punto M distante r_1 dall'elettrodo sarà:

$$V_M = \int_{r_1}^{\infty} dV = \frac{\rho I}{4\pi r_1}$$

3.1 Metodologia

La Tomografia Elettrica si basa sull'acquisizione di un elevato numero di misure elettriche, effettuate n-elettrodi posizionati sul terreno, lungo un profilo. La ricostruzione tomografica della sezione verticale del profilo di terreno investigato viene effettuata tramite appositi software di elaborazione che utilizzano generalmente il Metodo degli Elementi Finiti (**FEM**). Il terreno al di sotto degli elettrodi viene così suddiviso idealmente in un numero finito di maglie o celle ("elementi finiti"), ciascuna di resistività omogenea ed

SICILDRILL s.r.l.

incognita. La forma degli elementi è generalmente quadrata o rettangolare e le loro dimensioni sono determinate in base alla distanza tra gli elettrodi.

3.2 Tipo di stendimento

In considerazione della profondità di investigazione, la sensitività dello stendimento ai cambiamenti di resistività in senso orizzontale piuttosto che verticale, la copertura orizzontale e l'intensità del segnale, è stata scelta per la presente indagine una geometria tipo Wenner.

Le caratteristiche geometriche dei singoli stendimenti sono:

| Profilo | N. elettr. | Distan. Elet. (m) | Lunghezza profilo (m) | Profond. (m) | Direzione | Errore (%) |
|---------|------------|----------------------|--------------------------|-----------------|-----------|---------------|
| CT1 | 24 | 3 | 69 | 16 | W-E | 4.4 |
| CT2 | 24 | 2 | 46 | 10.7 | N-S | 3.9 |

3.3 L'INVERSIONE DEL DATO

Il programma di inversione utilizzato nel presente lavoro è RES2DINV, che sfrutta un algoritmo basato sulla suddivisione dello spazio indagato in celle o blocchi, i cui parametri di modello sono le resistività delle celle, mentre i dati sono le resistività apparenti misurate. Il collegamento matematico tra i parametri di modello e la risposta del modello è fornito dagli algoritmi agli elementi finiti o alle differenze finite.

In tutti i metodi di ottimizzazione si ha un modello iniziale che viene modificato iterativamente in modo tale che le differenze tra la risposta di modello e i dati osservati si riducano.

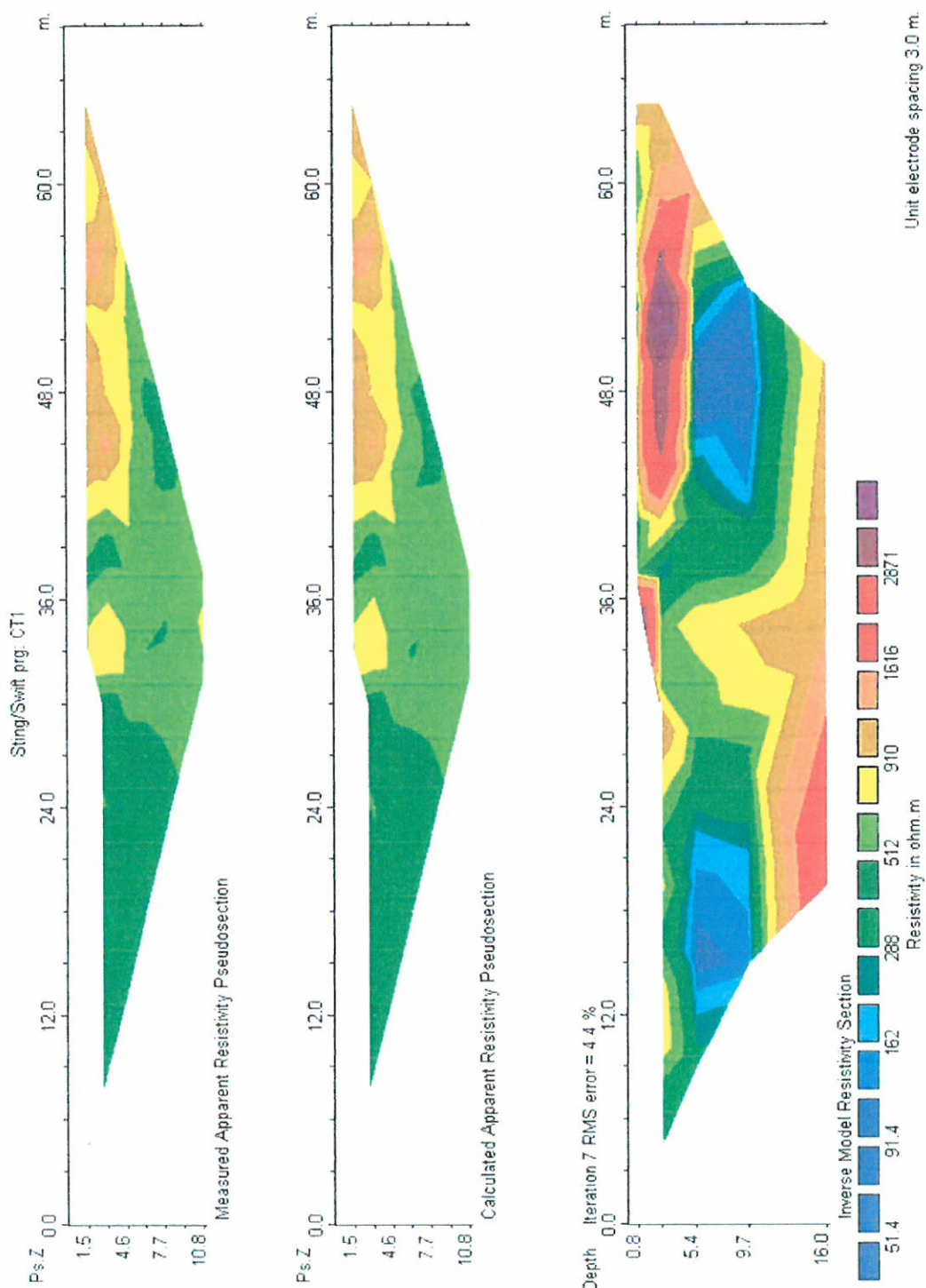
SICILDRILL s.r.l.

Attraverso il metodo di ottimizzazione ai minimi quadrati, il modello iniziale è modificato in modo tale che la somma quadrata dell'errore E delle differenze tra la risposta del modello e i dati misurati sia minimizzata.

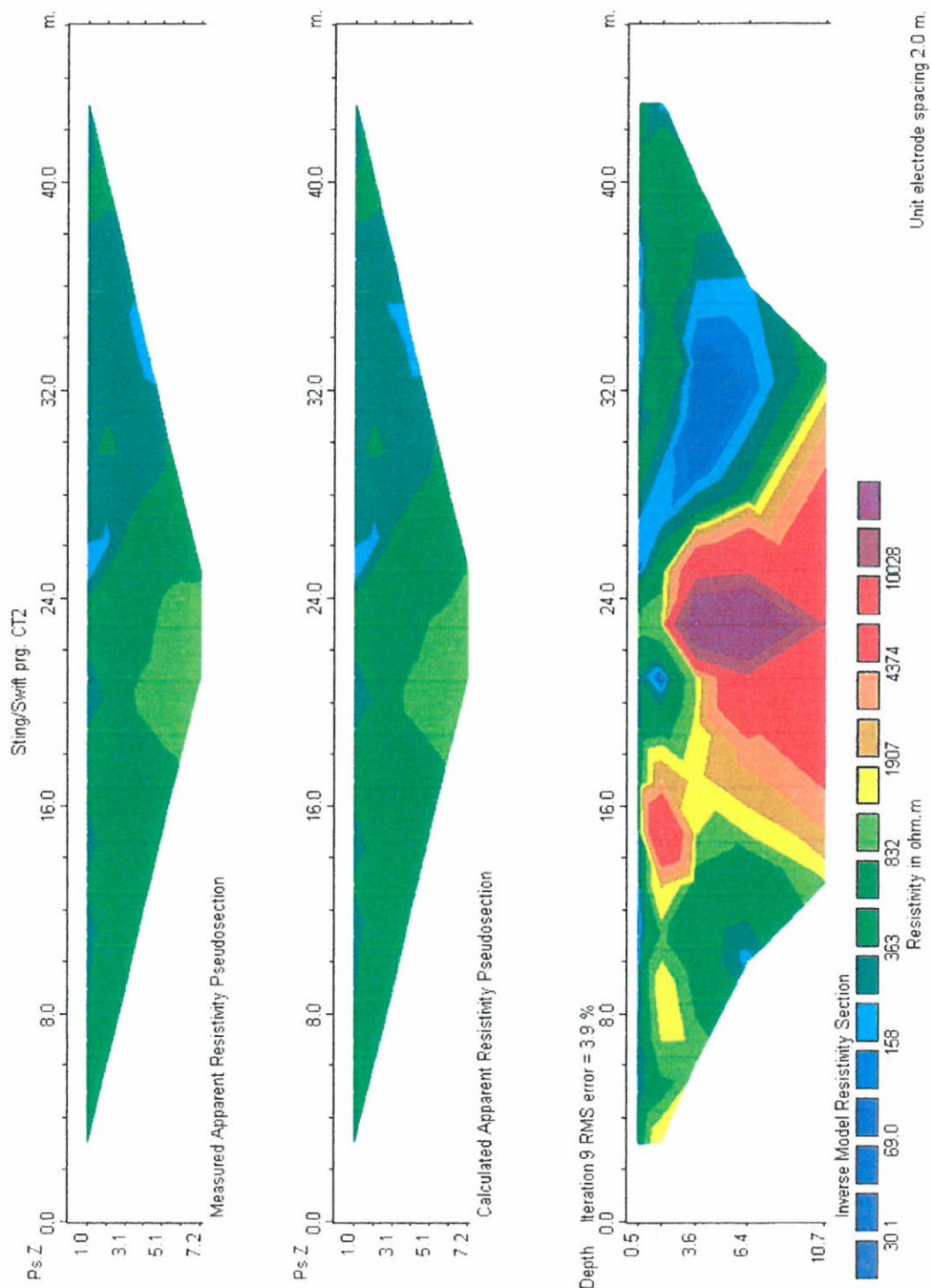
Per ridurre tale errore si utilizza l'equazione di Gauss-Newton per determinare il vettore cambiamento nei parametri di modello che possano ridurre l'errore E .

Le misure di campagna sono state acquisite con un georesistivimetro digitale Super Sting R8 IP: i punti sperimentali sono stati trattati con operazioni di filtraggio, di "gridding", e di "conturing". I dati sono trattati internamente in modalità *floating-point*.

3.4 Sezione CT1



3.5 Sezione CT2

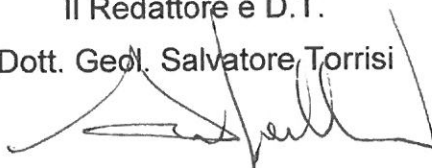


SICILDRILL s.r.l.

Tanto si relaziona in conformità alla natura ed ai limiti dell'incarico ricevuto.

Catania, 14.10.2008

Il Redattore e D.T.
Dott. Geol. Salvatore Torrisi



dr. geol. Carmelo Gaudioso

ALL. 6 REPORT 02

FERROVIA CIRCUMETNEA CATANIA

**Appalto integrato per la progettazione e l'esecuzione della
linea ferroviaria in galleria nella tratta metropolitana di Catania
tra la stazione "Giovanni XXIII" e la stazione "Stesicoro"**

**R.T.I.
(mandataria)
Progin s.p.a.**

**(mandanti)
RISI srl – C.S.S.I. spa – SINTESI – Studio EFFE – Prof. ing. Antonio Grimaldi**

Indagine geofisica

Prove sismiche in foro tipo down-up hole

Le misure sono state eseguite utilizzando un sismografo *Geometrics Nimbus Es 125* monotraccia ad incremento di segnale, opportunamente modificato per consentire la registrazione analogica e la successiva conversione digitale delle misure di campagna.

L'energizzazione e' stata ottenuta con una massa battente da 13.5 kg. ed il ricevitore e' costituito da un geofono opportunamente modificato per questo tipo di misure, costituito da una sistema a singola traccia, con frequenza propria di 4.5 Hz., amplificato e sensibile sulle tre componenti assiali.

Per le misure **down-hole** le velocità misurate si riferiscono a tratte progressivamente incrementate di 3 metri e rappresentano pertanto le velocità *apparenti relative alla distanza compresa tra il punto di energizzazione in superficie e la posizione dei geofoni riceventi in profondità.*

La determinazione delle velocità e' legata alla modalità di calcolo e alle finalità interpretative, per cui si riportano qui' di seguito sia in forma grafica che analitica sia le velocità medie *progressive*, sia le velocità di intervallo ricavate con un algoritmo di calcolo che tiene conto delle modalità di prova.

In particolare la velocità media del terreno tra la superficie e la profondità Z_n e' dato da

$$V_m = Z_n / Tt$$

dove Tt e' il tempo di primo arrivo dell'onda P misurato al sismografo.

La velocità relativa all'intervallo compreso tra due postazioni geofoniche alle profondità Z_n e Z_m e' invece ricavata da:

$$V_{intervallo} = (Z_m * V_m) - (Z_n * V_n) / (Z_m - Z_n)$$

Le velocità più basse si riferiscono alle velocità medie progressive dove i valori risentono della presenza del terreno di copertura detritica e della fascia corticale di terreno allentato e decompresso.

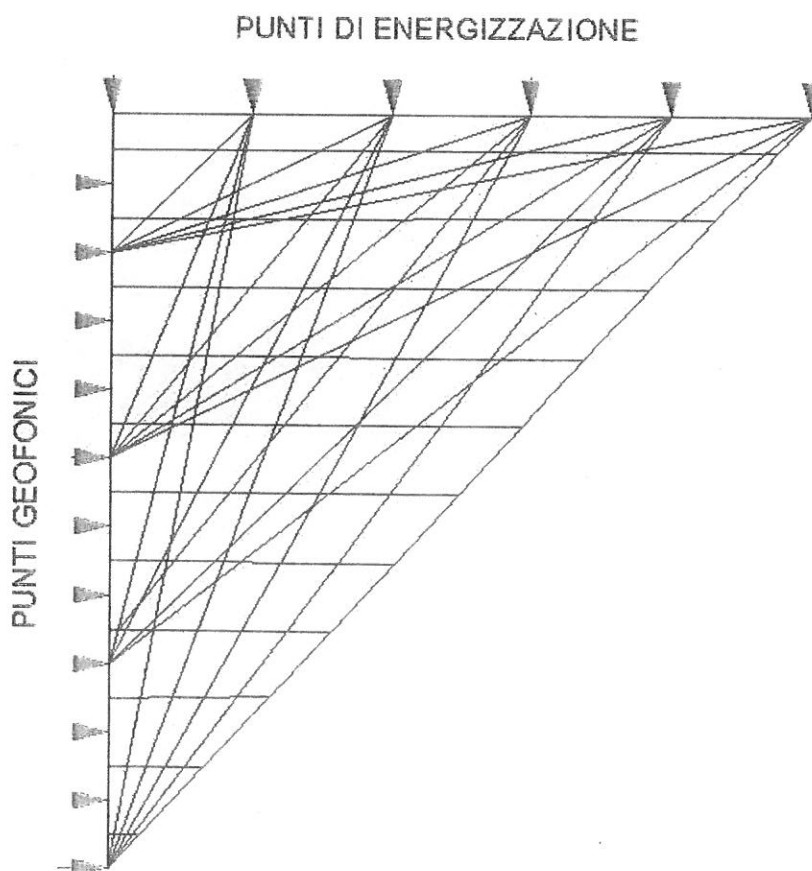
dr. geol. Carmelo Gaudio

La variabilità del suo spessore determina le variazioni della velocità media dell'intera profondità indagata con un peso progressivamente decrescente.

Le velocità di intervallo descrivono invece l'andamento delle variazioni litologiche locali e dello stato di addensamento.

Le velocità delle onde S sono state ottenute ponendo per strati omogenei un valore del modulo di Poisson pari a 0.25 e 0.3, valori questi coerenti con lo stato litologico dei terreni indagati.

Le misure di velocità in foro sono state ripetute per distanze crescenti dalla verticale con un passo di 4 metri (4, 8, 12, 16 e 20 mt.)



dr. geol. Carmelo Gaudioso

Le velocità degli strati vengono determinate attraverso un processo iterativo a partire dalle velocità di intervallo rilevate nella prova down-hole relativa alla postazione $X=0$ ed estendendo progressivamente i dati per distanze crescenti dalla verticale del foro.

L'intersezione tra i percorsi diretti dei raggi sismici e le linee dell'orizzonte degli intervalli geofonici determinano una griglia virtuale alle cui celle viene assegnato un diverso valore di velocità.

La velocità degli strati progressivamente più profondi viene determinata a partire dalle velocità delle celle più superficiali e più vicine al foro di sondaggio.

L'approssimazione nel calcolo di queste velocità è strettamente proporzionale alla



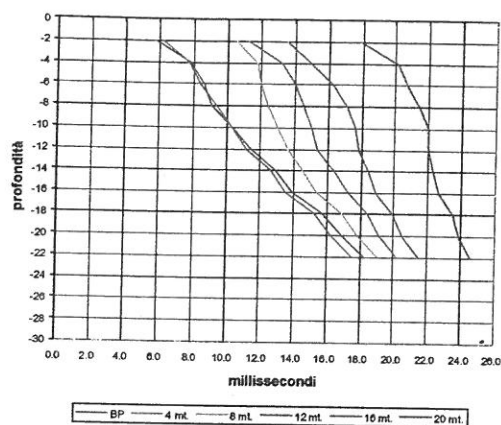
precisione con la quale vengono rilevati i tempi di arrivo e alla indeterminazione dei reali percorsi dei raggi sismici legata alla presenza di discontinuità latero-verticali.

Assegnando a specifici punti legati alla geometria del sistema *punto di energizzazione-geofono* le variazioni di velocità teorica, tuttavia è possibile ottenere una mappatura delle velocità sismiche lateralmente al foro di sondaggio e ricavare una importante indicazione sulla distribuzione di anomalie che possono risultare significative dal punto di vista geognostico.

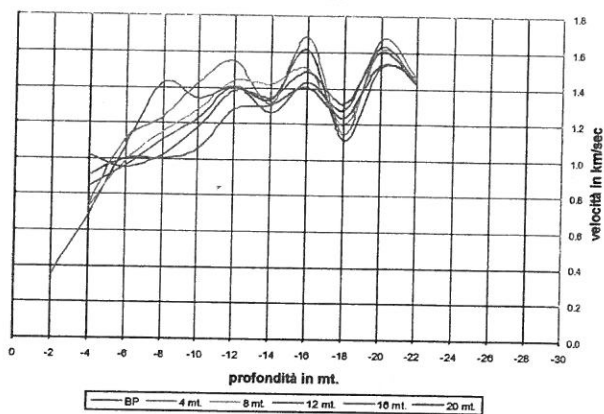
dr. geol. Carmelo Gaudioso

dr. geol. Carmelo Gaudio

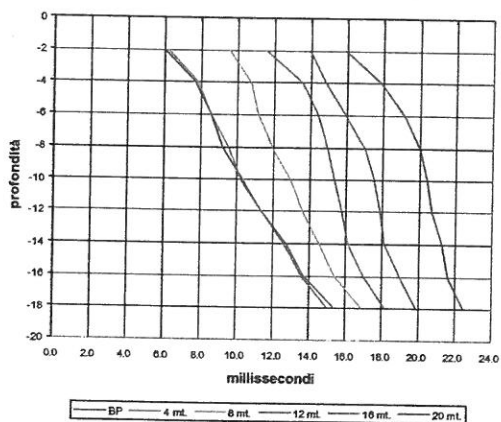
Dromocrona
E1



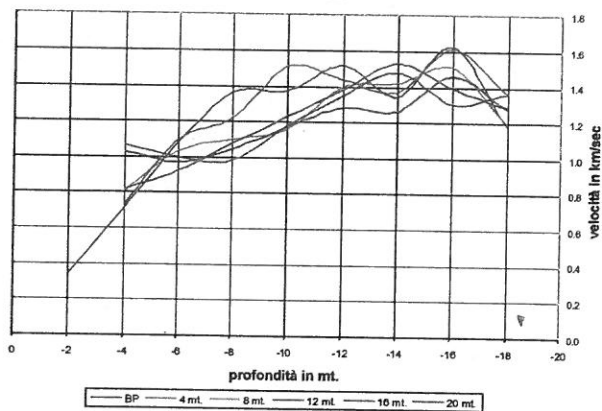
VELOCITA' DI INTERVALLO
E1



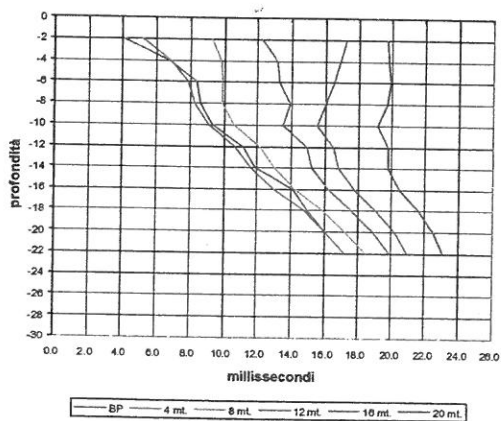
Dromocrona
E2



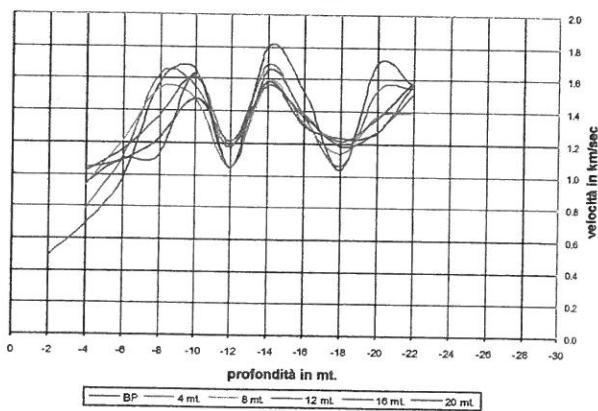
VELOCITA' DI INTERVALLO
E2



Dromocrona
E3



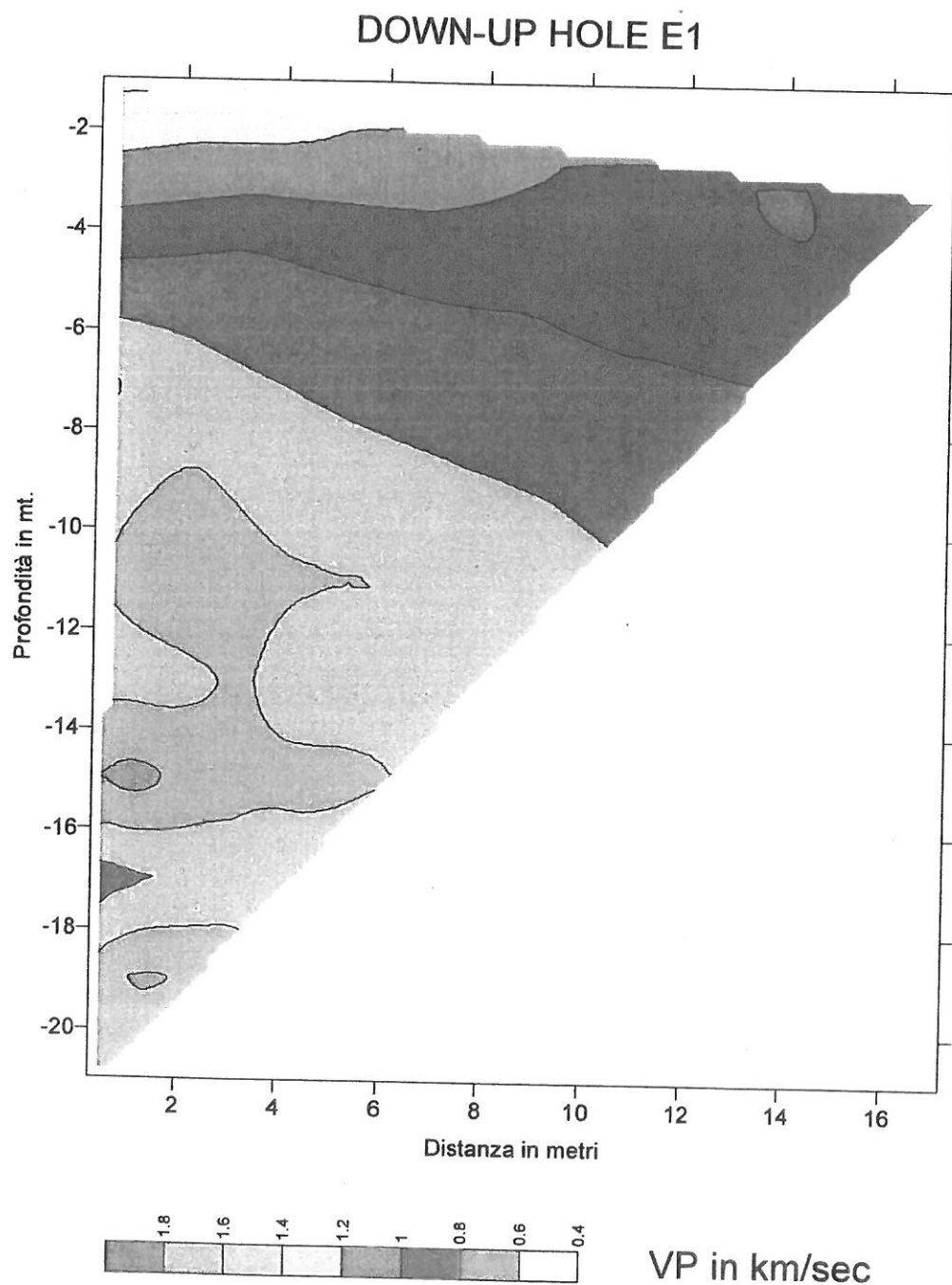
VELOCITA' DI INTERVALLO
E3



dr. geol. Carmelo Gaudio

**Prolungamento della rete ferroviaria nella tratta metropolitana
dalla stazione Giovanni XXIII alla stazione Stesicoro.**

Ottobre 2005

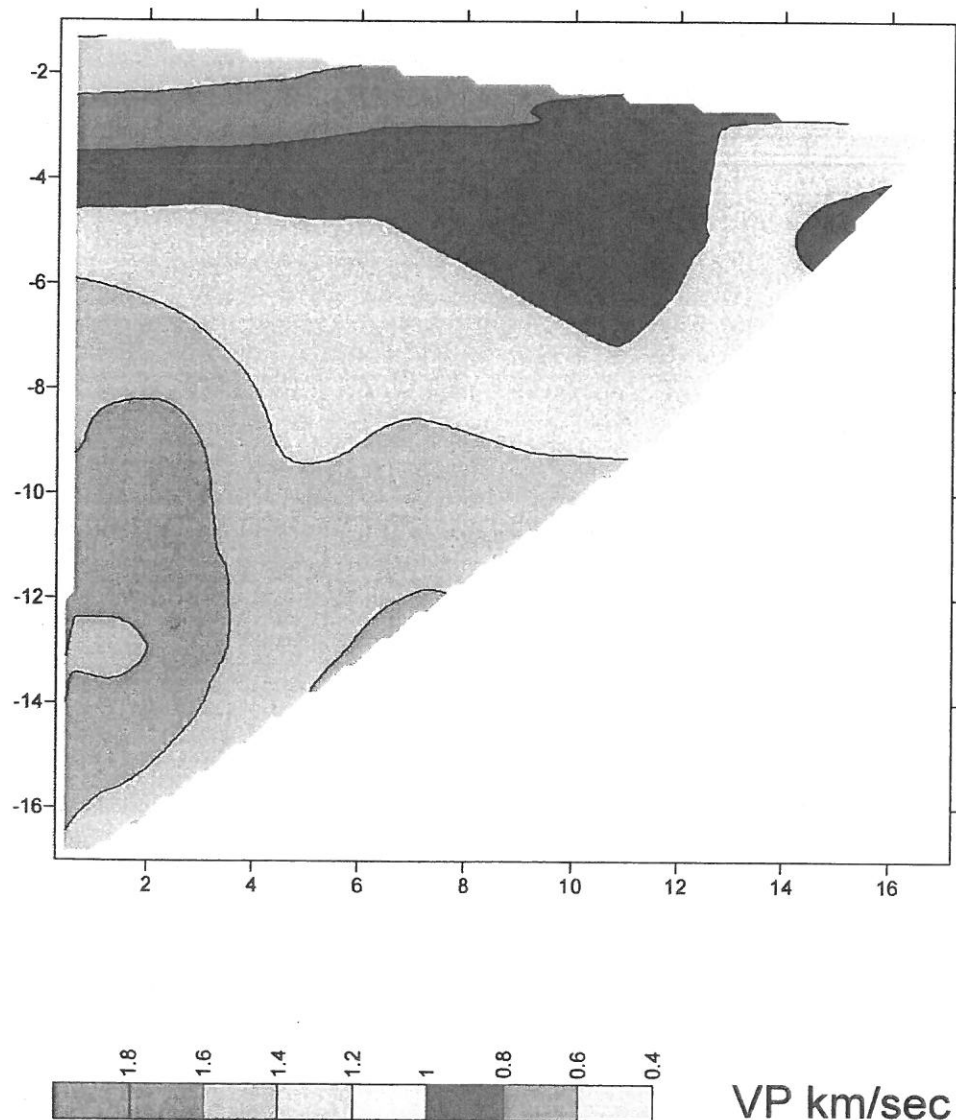


dr. geol. Carmelo Gaudio

Prolungamento della rete ferroviaria nella tratta metropolitana
dalla stazione Giovanni XXIII alla stazione Stesicoro.

Ottobre 2005

DOWN-UP HOLE E2

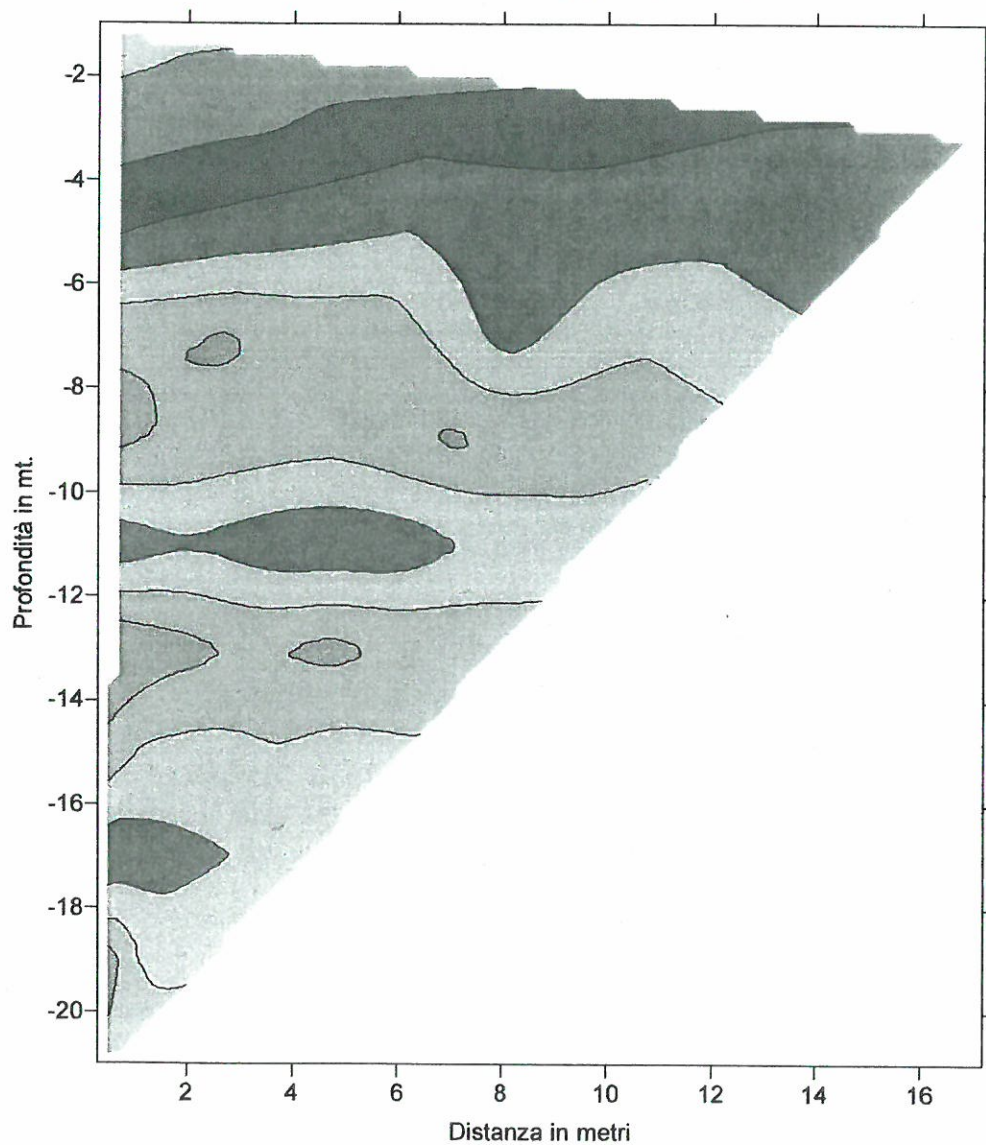


dr. geol. Carmelo Gaudio

Prolungamento della rete ferroviaria nella tratta metropolitana
dalla stazione Giovanni XXIII alla stazione Stesicoro.

Ottobre 2005

DOWN-UP HOLE S3



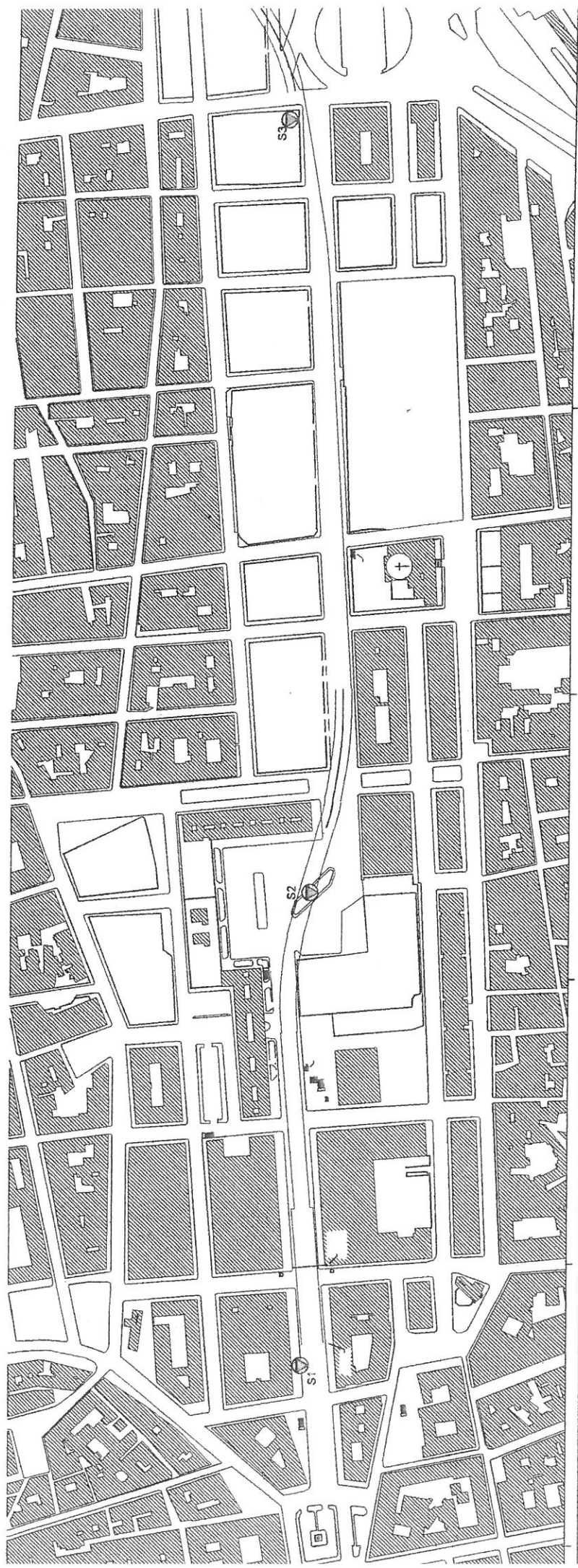
VP in km/sec

96015 Francofonte, via Vittorio Emanuele. 15 - Tel. 095 940990 fax 095 7842787 -
00199 Roma - viale Etiopia 12 - Tel 0686399700

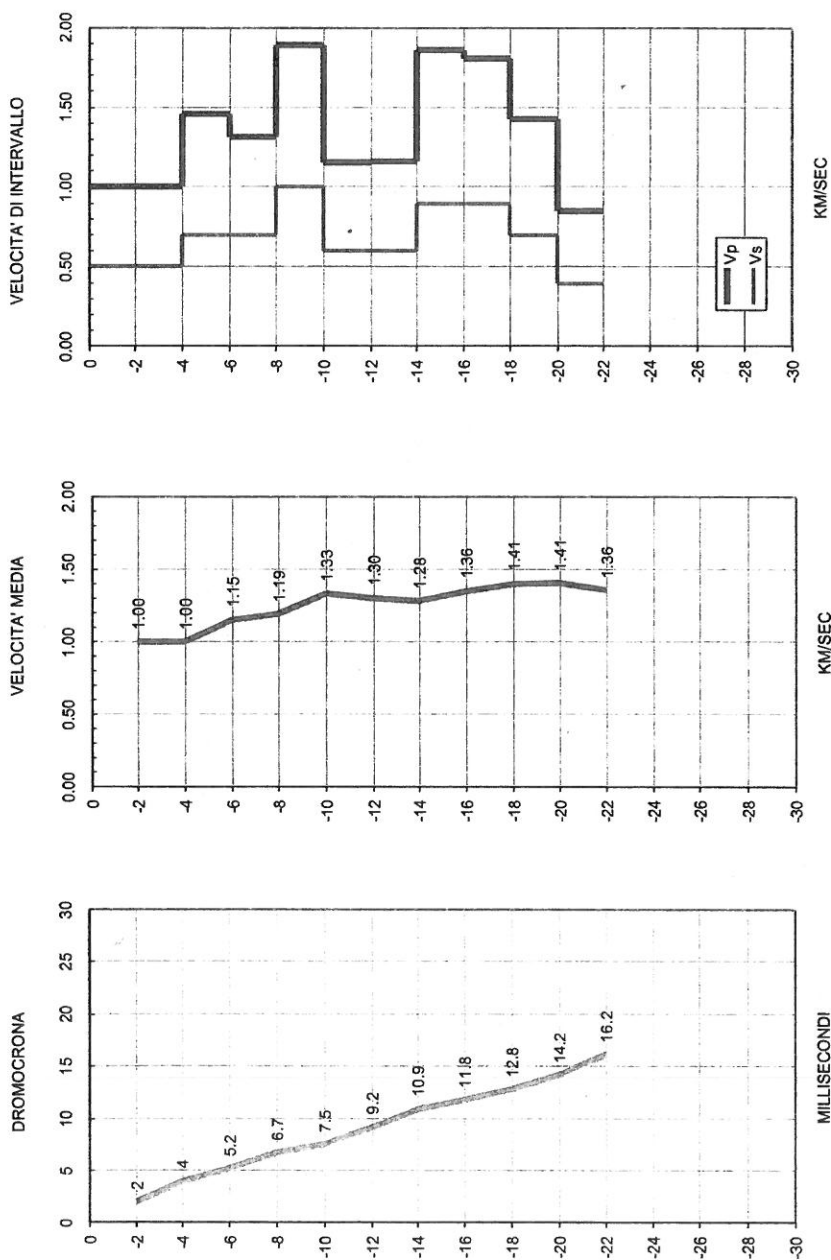
e-mail carmelo.gaudio@fin.it

S¹ Sondaggio meccanico

Down/up hole



dr. geol. Carmelo Gaudioso



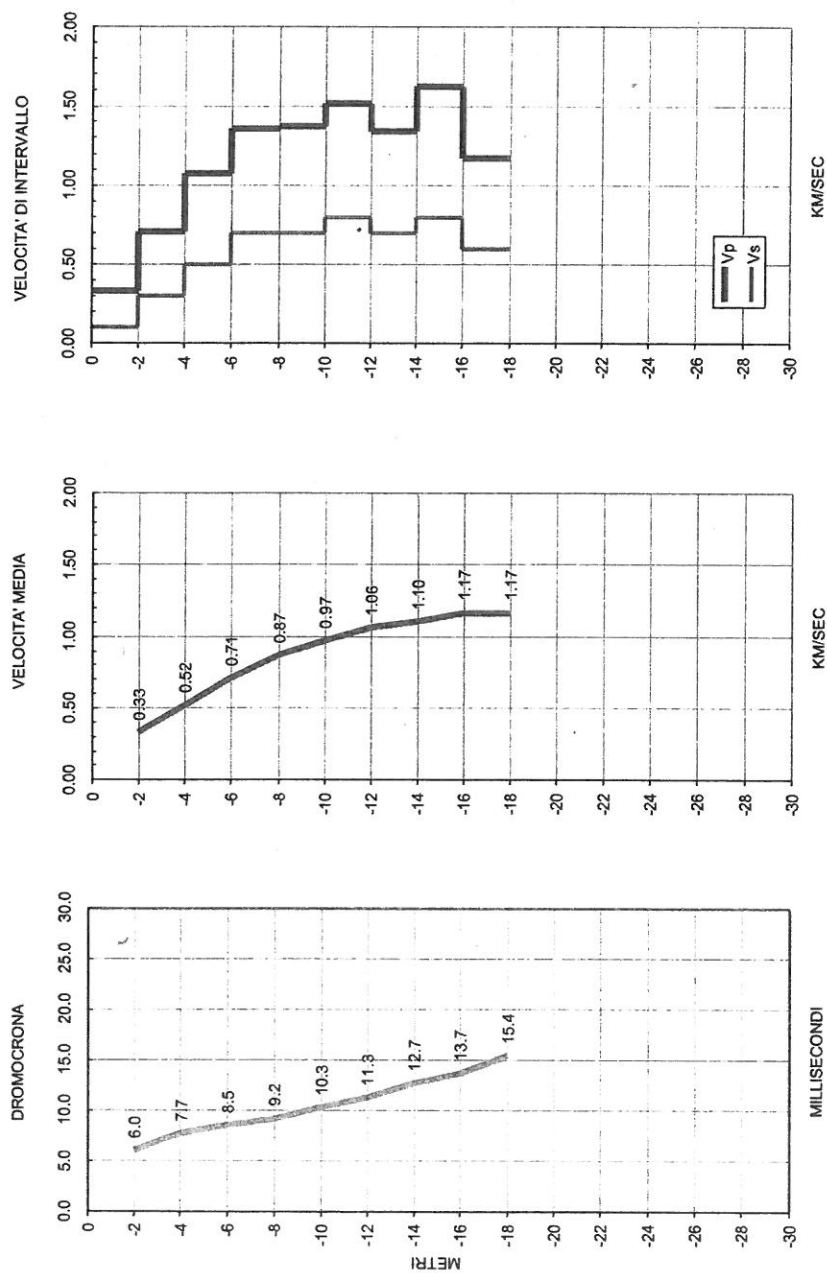
studio GEOSTAR ricerca geofisiche

V_s (22) 0.68 msec

DOWN-UP-HOLE E1

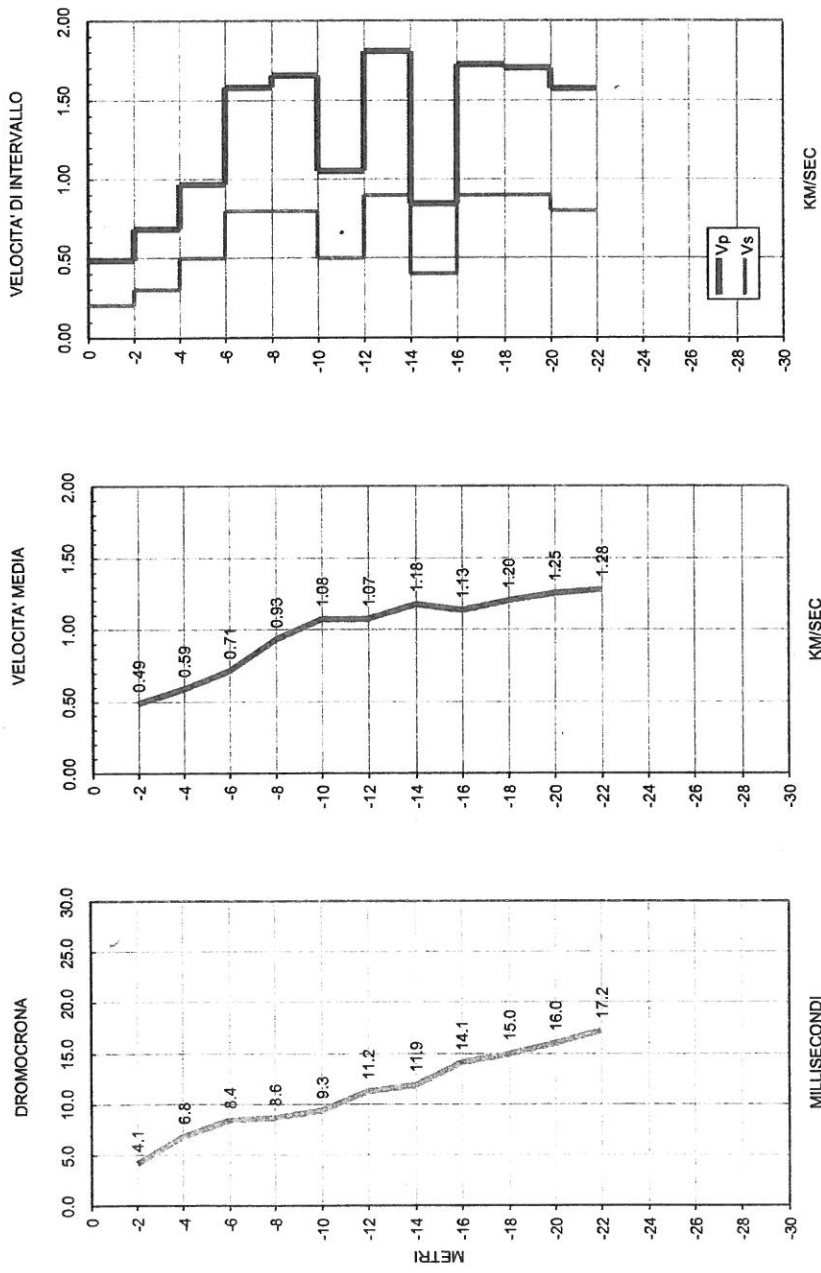
96015 Francoforte, via Vittorio Emanuele, 15 - Tel. 095 940990 fax 095 7842787 -
00199 Roma - viale Etiopia 12 - Tel. 0686399700

e-mail carmelo.gaudioso@tin.it



DOWN-UP-HOLE E2 Vs (18) 0.58 m/sec studio GEOSTAR ricerca geofisica

dr. geol. Carmelo Gaudioso



DOWN-UP-HOLE E3

Vs (22)

0.64 m/sec

studio GEOSTAR ricerche geofisiche

96015 Francofonte, via Vittorio Emanuele 15 - Tel. 095 940990 fax 095 7842787 -
00199 Roma - viale Etiopia 12 - Tel. 0686399700

e-mail carmelo.gaudioso@tin.it

COMMITTENTE - PURCHASER

ISTICA ISTITUTO IMMOBILIARE DI CATANIA S.P.A.

TIPO DOCUMENTO - DOCUMENT TYPE

INDAGINI GEOGNOSTICHE

LOCALITA' - LOCATION

CATANIA

OGGETTO - SUBJECT

Lotto Vp1 - Vp2 - Corso Martiri della Libertà



DATA INDAGINE - SURVEY DATE

07 Settembre 2017

DATA FINE REPORT - REPORT END DATE

13 Settembre 2017

DATA CONSEGNA REPORT - REPORT DELIVERY

18 Settembre 2017



Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Servizio Tecnico Centrale

Laboratorio concessionato indagini geognostiche e prove in sito

D.P.R. n. 380/2001

| | | | | | | | |
|---|-------------------|----------------------------------|----------------------------------|---|---------------------------|-------------------------|--------------|
| | | | | | | N° VERBALE ACCETTAZIONE | 42/17 |
| | | | | | | N° DOCUMENTO | 34/17 |
| EMISSIONE - ISSUE | 18/09/2017 | Dott. Geol. Corrado Zocco | Dott. Geol. Corrado Zocco | Dott. Geol. Bruno Rossi Trombatore | SCALA - SCALE | PAGINA - SHEET | |
| DESCRIZIONE - DESCRIPTION | DATA DATE | DIRETTORE DI LABORATORIO | DIRETTORE CANTIERE | DIRETTORE DEI LAVORI | N.A. | 0/24 | |
| IL PRESENTE DOCUMENTO E' PROPRIETA' S.G.M. A TERMINE DI LEGGE OGNI DIRITTO E' RISERVATO THIS DOCUMENT IS THE PROPERTY OF S.G.M. ALL RIGHTS ARE RESERVED ACCORDING TO LAW | | | | | SOSTITUISCE IL - REPLACES | | |
| | | | | | SOSTITUITO DA - REPLACES | | |

1. Premessa

Su incarico della ISTICA Istituto Immobiliare di Catania s.p.a. con sede in Via G. D'Annunzio n. 102 Catania, è stata eseguita una indagine geognostica in corrispondenza dei ***Lotti Vp1 e Vp2 Corso Martiri della Libertà - Catania***.

L'ubicazione, la denominazione, il numero, la profondità e le modalità tecnico-esecutive delle indagini sono stati indicati dal Direttore dei Lavori per le indagini geognostiche *Dott. Geol. Bruno Rossi Trombatore*.

L'indagine è stata articolata nelle seguenti fasi:

- esecuzione di n. 7 sondaggi a carotaggio continuo
- prelievo di n. 16 campioni litoidi

2. MODALITÀ ESECUTIVE

2.1. Sondaggi meccanici a carotaggio continuo

Sono stati eseguiti n. 07 sondaggi meccanici a rotazione con carotaggio continuo per uno sviluppo lineare complessivo di metri lineari 43.50

Per l'esecuzione della perforazione è stata utilizzata, una sonda oleodinamica Mori S 15 assemblata su cingoli, con le seguenti caratteristiche:

- coppia massima 750 Kgm
- velocità di rotazione 45:470 rpm
- applicazione a rotopercussione con martello idraulico Krupp HBS 11
- pompa Triplex litri/bar 80/70
- tiro/spinta 3000 Kg



La perforazione è stata eseguita con l'ausilio di carotieri semplici in acciaio con diametro Ø 101 mm, con l'ausilio di fluido di circolazione.

Si è sempre provveduto a rivestire il foro per evitare restringimenti o franamenti; dove lo si è ritenuto necessario, la tubazione di rivestimento Ø 127 mm. ha seguito la perforazione fino a profondità tale da scongiurare tali eventualità.

Le carote estratte sono state riposte in apposite cassette catalogatrici in PVC, con scomparti divisori e coperchio incernierato, con l'indicazione della denominazione del sondaggio, del numero della cassetta.

Sono state utilizzate n. 13 cassette depositate in cantiere.



Le successioni litostratigrafiche riscontrate nel corso dei sondaggi meccanici sono riportate schematicamente in allegato.

In allegato vengono rappresentati i litotipi riscontrati nei carotaggi in corrispondenza dell'affioramento del fronte di scavo presente in cantiere.

2.2 Resistenza a compressione della parete del giunto JCS (Joint Compression Strenght)

Sono stati eseguite delle prove di resistenza a compressione in corrispondenza delle pareti del giunto delle carote tramite Martello di SCHMIDT.

Il Martello è uno strumento per l'effettuazione di prove empiriche in situ e non distruttive (PND), dette prove sclerometriche, finalizzate ad accertare la stima speditiva della resistenza meccanica di rocce come nel caso specifico.



Tale stima si basa sulla misura della durezza superficiale del materiale da testare, la quale è rapportata all'indice di rimbalzo dello strumento.

Tale indice, detto indice di SCHMIDT, viene riportato nel diagramma di Miller in modo da ricavare il corrispondente valore di resistenza a compressione della parete di giunto JCS utilizzando i valori del peso di volume eseguiti dal laboratorio *La.sp.edil. srl* sui campioni prelevati.

In tabella vengono evidenziati gli intervalli (valore min/max) dei rilievi effettuati:

| Litotipo | Indice di SCHMIDT | JCS (Kg/cm ²) |
|------------------------------------|-------------------|---------------------------|
| Lava Litoide Vacuolare (Lv) | 20 - 29 | 270 - 420 |
| Lava Litoide Massiva (Lm) | 32 - 42 | 610 - 1100 |

2.3 Rilievo profilo di rugosità JRC (Joint Roughness Coefficient)

Per quanto riguarda il profilo di rugosità il rilievo è stato effettuato mediante il Pettine di Barton in modo da riprodurre fedelmente su carta il profilo di rugosità del giunto.



| Profili tipici di rugosità | | JRC |
|----------------------------|--|---------|
| 1 | | 0 - 2 |
| 2 | | 2 - 4 |
| 3 | | 4 - 6 |
| 4 | | 6 - 8 |
| 5 | | 8 - 10 |
| 6 | | 10 - 12 |
| 7 | | 12 - 14 |
| 8 | | 14 - 16 |
| 9 | | 16 - 18 |
| 10 | | 18 - 20 |
| | | |

I Profili di rugosità dei giunti JRC rilevati nei litotipi presenti nei sondaggi eseguiti sono così classificati:

| Litotipo | Classe di rugosità | Classe di rugosità | Classe di rugosità | Classe di rugosità |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Lava Litoide Massiva (sigla di rif: Lm) | 6 - 8 | 8 - 10 | 10 - 12 | |
| Lava Litoide Vacuolare (sigla di rif: Lv) | 10 - 12 | 12 - 14 | 14 - 16 | 16 - 18 |

2.4 Indice R.Q.D. (Rock Quality Designation)

L'indice R.Q.D. è un giudizio qualitativo dell'ammasso roccioso in riferimento al carotaggio eseguito in corrispondenza dei sondaggi tenendo in considerazione le discontinuità presenti.

L'indice di R.Q.D. è calcolato dal rapporto fra la somma degli spezzoni di carota di lunghezza uguale o maggiore a 10 cm. e la lunghezza totale della battuta di carotaggio.

E' da evidenziare che nel calcolo vengono considerate solo le discontinuità naturali e non quelle meccaniche causate dall'attività di perforazione e dall'estrusione della carota dal carotiere.

| RQD (Rock quality designation) | Qualità della roccia |
|-----------------------------------|----------------------|
| 0-25 | Molto scadente |
| 25-50 | Scadente |
| 50-75 | Discreta |
| 75-90 | Buona |
| 90-100 | Eccellente |

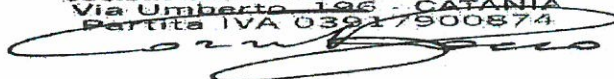
I valori di R.Q.D. evidenziati nelle stratigrafie dei sondaggi eseguiti, allegati in coda alla relazione, vengono raccolti in intervalli e distinti in base ai litotipi riscontrati:

| Litotipo | R.Q.D. (%) | Qualità della roccia |
|-----------------------------|------------|--------------------------|
| Lava Litoide Scoriacea (Ls) | 0 | Molto scadente |
| Lava Litoide Vacuolare (Lv) | 25 - 90 | Da scadente a buona |
| Lava Litoide Massiva (Lm) | 50 - 100 | Da discreta a eccellente |

Catania, li 13.09.2017

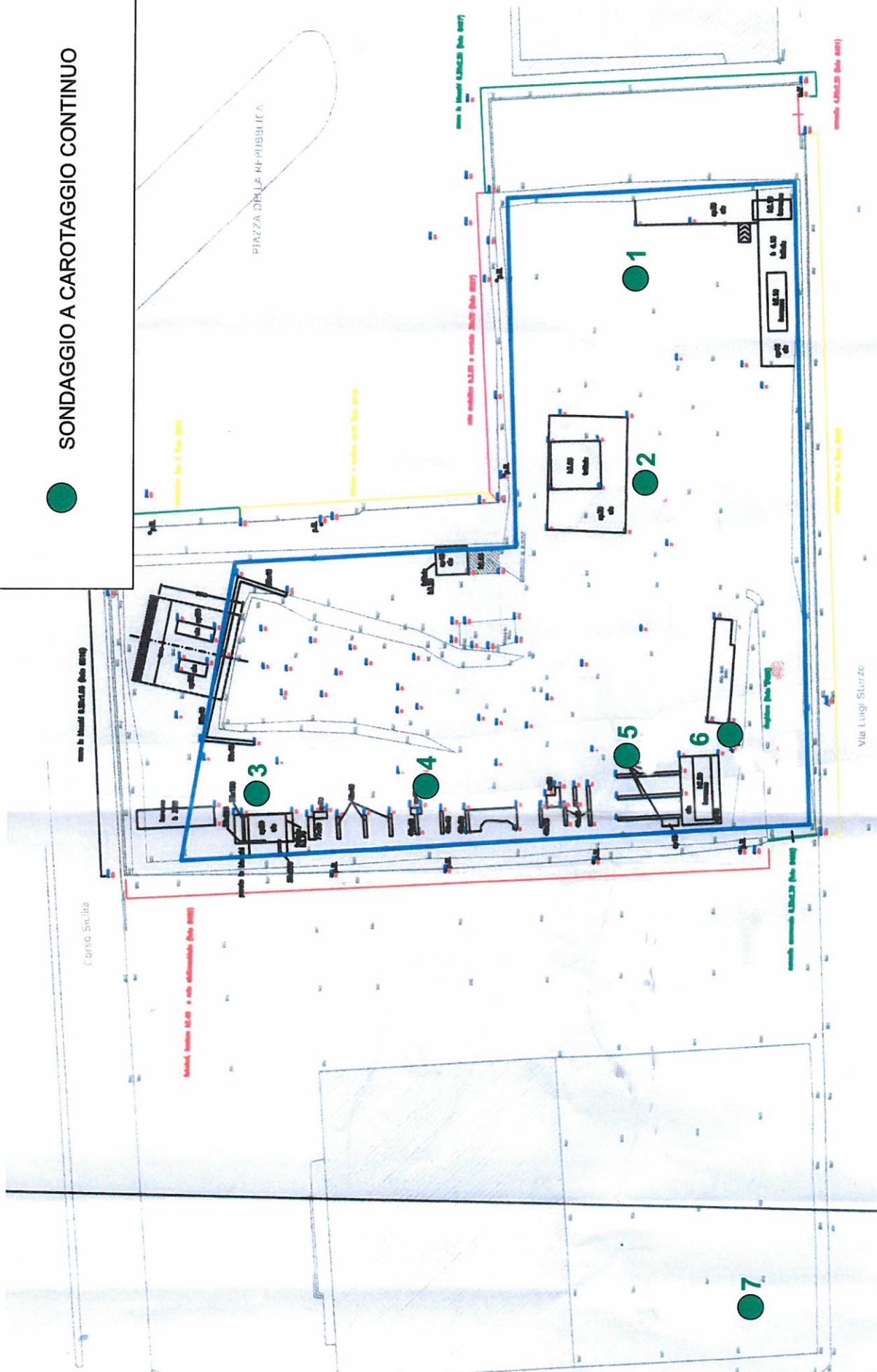
S.G.M. Società Geognostica Mediterranea s.r.l.

S.G.M. s.r.l.
 SOCIETA' GEOGNOSTICA MEDITERRANEA
 Via Umberto 196 - CATANIA
 Partita IVA 03917900874



PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINI

● SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO



LEGENDA STRATIGRAFIA

| ϕ mm | R v | A r | s | Pz | metri batt. | LITOLOGIA | Campioni | RP | VT | Prel. % 0 --- 100 | S.P.T. S.P.T. | N | RQD % 0 --- 100 | prof. m | DESCRIZIONE |
|--------------|--------|--------|---|----|----------------|-----------|----------|----|----|----------------------|------------------|----|--------------------|------------|-------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | |

- 1) Diametro del foro / Tipo di carotiere
- 2) Rivestimento
- 3) Profondità dell'acqua (rinvenimento e stabilizzazione)
- 4) Piezometri
- 5) Scala metrica con limiti delle battute (>)
- 6) Simbolo litologico
- 7) Campioni (numero, tipo, profondità testa e scarpa)
- 8) Resistenza alla punta (kg/cm^2)
- 9) Vane test (kg/cm^2)
- 10) Percentuale di prelievo (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
- 11) Prova S.P.T.
- 12) Valore di Nspt
- 13) Percentuale R.Q.D. (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
- 14) Profondità della base dello strato (m)
- 15) Descrizione della litologia dello strato

| <i>Tubo aperto</i> | <i>Casagrande</i> |
|--------------------|------------------------|
| <i>tubo cieco</i> | <i>tubo cieco</i> |
| <i>finestrato</i> | <i>cella drenaggio</i> |

She = Shelby
Den = Denison
Ost = Osterberg
Maz = Mazier
Crp = Craps
nk3 = NK3
Ind = Indisturbato
Dis = Disturbato
SDi = Semi disturbato
SPT = SPT

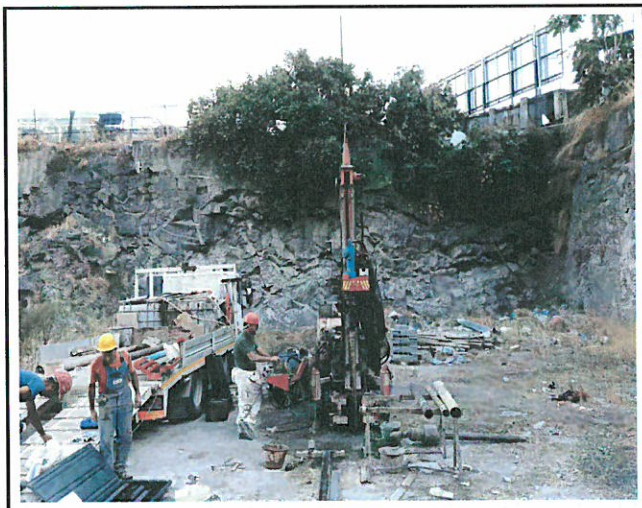
| | |
|--|--------------------------------------|
| Riferimento: ISTICA SPA | Sondaggio: 1 |
| Località: LOTTO VP1 - LOTTO VP2 - CORSO MARTIRI DELLA LIBERTA' - CATANIA | Quota: |
| Impresa esecutrice: S.G.M. Società Geognostica Mediterranea srl | Data: Settembre 2017 |
| Coordinate: | Redattore: Dott. Geol. Corrado Zocco |
| Perforazione: Trivella Mori S 15 - Perforazione a carotaggio continuo | |

| Ø mm | R v | A r | S | Pz | metri batt. | LITOLOGIA | Campioni | RP | VT | Prel. % 0 — 100 | S.P.T. S.P.T. | N | RQD % 0 — 100 | prof. m | DESCRIZIONE |
|---------|--------|--------|---|----|----------------|-----------|-----------------------|----|----|--------------------|------------------|---|------------------|------------|---|
| | | | | | | | | | | | | | | 0,1 | Elementi litici lavici di dimensioni centimetriche Sigla di rif: R |
| | | | | | | | | | | | | | | | Lava litoide massiva integra Sigla di rif: Lm |
| | | | | | 1 | | 1) Dis < 0,80 0,95 | | | | | | | 1,2 | Lava litoide scoriacea Sigla di rif: Ls |
| | | | | | 2 | | | | | | | | | 2,0 | Cavità lavica Sigla di rif: Cl |
| | | | | | | | | | | | | | | 2,5 | |
| | | | | | | | | | | | | | | 2,6 | Lava litoide scoriacea Sigla di rif: Ls |
| | | | | | 3 | | 2) Dis < 3,30 3,50 | | | | | | | | Lava litoide massiva integra Sigla di rif: Lm |
| | | | | | 4 | | | | | | | | | 3,8 | Lava litoide vacuolare Sigla di rif: Lv |
| | | | | | 5 | | 3) Dis < 4,80 4,90 | | | | | | | | |
| | | | | | 6 | | | | | | | | | 6,0 | |

Cassette catalogatrici. 2

Sondaggio n. 1

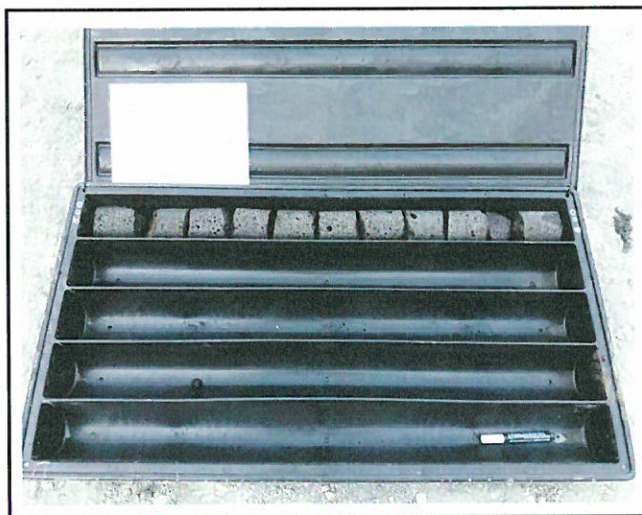
Lotto Vp1 - Lotto Vp2 - Corso dei Martiri della Libertà



Postazione sondaggio



Cassetta catalogatrice n. 1 - Prof. da 0.00 a 5.00 m

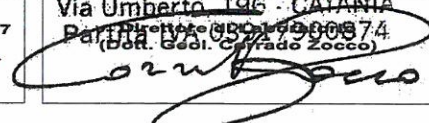


Cassetta catalogatrice n. 2 - Prof. da 5.00 a 6.00 m

| | |
|--|--------------------------------------|
| Riferimento: ISTICA SPA | Sondaggio: 2 |
| Località: LOTTO VP1 - LOTTO VP2 - CORSO MARTIRI DELLA LIBERTA' - CATANIA | Quota: |
| Impresa esecutrice: S.G.M. Società Geognostica Mediterranea srl | Data: Settembre 2017 |
| Coordinate: | Redattore: Dott. Geol. Corrado Zocco |
| Perforazione: Trivella Mori S 15 - Perforazione a carotaggio continuo | |

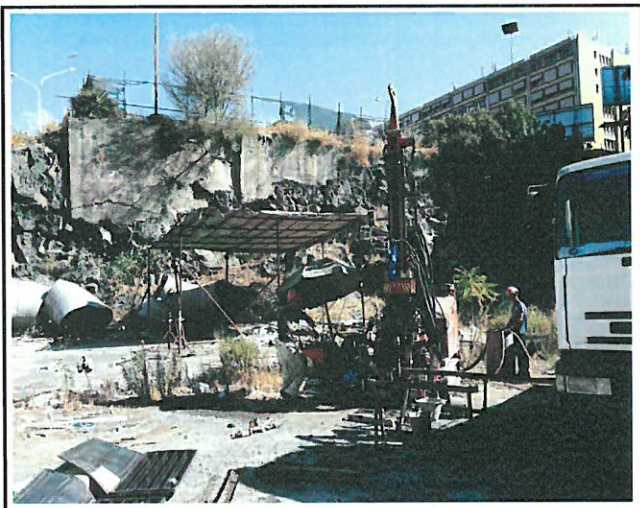
| Ø mm | R v | A r | Pz s | metri batt. | LITOLOGIA | Campioni | RP | VT | Prel. % 0 — 100 | S.P.T. S.P.T. | N | RQD % 0 — 100 | prof. m | DESCRIZIONE |
|---------|--------|--------|---------|----------------|-----------|-----------------------|----|----|--------------------|------------------|---|------------------|------------|--|
| | | | | 1 | | | | | | | | | 0,9 | Elementi litici lavici di dimensioni centimetriche e decimetriche Sigla di rif: R |
| | | | | 2 | | 1) Dis < 1,85 1,85 | | | | | | | | Lava litoide vacuolare a fratturazione variabile Sigla di rif: Lv |
| | | | | 3 | | | | | | | | | | |
| | | | | 4 | | | | | | | | | 4,0 | Lava litoide scoriacea Sigla di rif: Ls |
| | | | | 5 | | 2) Dis < 4,60 4,70 | | | | | | | 4,4 | Lava litoide vacuolare a fratturazione variabile Sigla di rif: Lv |
| | | | | 6 | | | | | | | | | 6,0 | |

Cassette catalogatrici. 2



Sondaggio n. 2

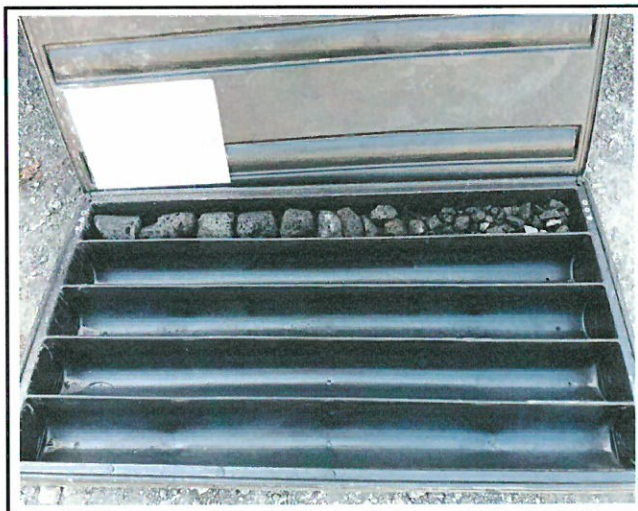
Lotto Vp1 - Lotto Vp2 - Corso dei Martiri della Libertà



Postazione sondaggio



Cassetta catalogatrice n. 1 - Prof. da 0.00 a 5.00 m



Cassetta catalogatrice n. 2 - Prof. da 5.00 a 6.00 m

SCALA 1 : 41 Pagina 1/1

[illegible]

SGM S.r.l.
Società geognostica mediterranea
Via Umberto, 196
Catania
Tel: 095/854989

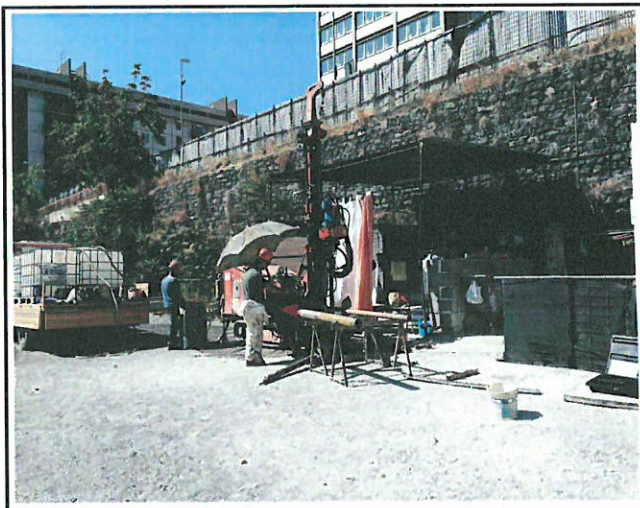


S.G.M. s.r.l.
SOCIETA' GEOGNOSTICA MEDITERRANEA
Via Umberto 196 - CATANIA
Part. Pirene 03014600874
(Dott. Geol. Corrado Zocco)

Via Umberto 196 - CATANIA
Partita IVA 03019900874
(Dott. Geol. Claudio Zocco)
091 2401000

Sondaggio n. 3

Lotto Vp1 - Lotto Vp2 - Corso dei Martiri della Libertà



Postazione sondaggio



Cassetta catalogatrice n. 1 - Prof. da 0.00 a 5.00 m



Cassetta catalogatrice n. 2 - Prof. da 5.00 a 7.00 m

| | |
|--|--------------------------------------|
| Riferimento: ISTICA SPA | Sondaggio: 4 |
| Località: LOTTO VP1 - LOTTO VP2 - CORSO MARTIRI DELLA LIBERTA' - CATANIA | Quota: |
| Impresa esecutrice: S.G.M. Società Geognostica Mediterranea srl | Data: Settembre 2017 |
| Coordinate: | Redattore: Dott. Geol. Corrado Zocco |
| Perforazione: Trivella Mori S 15 - Perforazione a carotaggio continuo | |

| Pz | | | | | | | | | | | | | | DESCRIZIONE | | | | | | | | | | | | | |
|---------|--------|--------|---|----------------|-----------|-----------------------|----|----|--------------------|------------------|---|------------------|------------|-------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Ø mm | R v | A r | S | metri batt. | LITOLOGIA | Campioni | RP | VT | Prel. % 0 — 100 | S.P.T. S.P.T. | N | RQD % 0 — 100 | prof. m | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | Elementi litici lavici di dimensioni centimetriche frammisti a sabbia di natura vulcanica Sigla di rif: R | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 0,4 | | Lava litoide vacuolare a fratturazione variabile Sigla di rif: Lv | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 1 | | 1) Dis < 1,15 1,25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 2 | | | | | | | | | 2,2 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | Lava litoide massiva a fratturazione variabile Sigla di rif: Lm | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 4 | | 2) Dis < 4,00 4,15 | | | | | | | 4,6 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | Lava litoide scoriacea Sigla di rif: Ls | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 5 | | | | | | | | | 5,2 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | Lava litoide vacuolare a fratturazione variabile passante in maniera irregolare a lava litoide massiva Sigla di rif: Lv - Lm | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 6 | | 3) Dis < 5,65 5,80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 7 | | | | | | | | | 7,0 | | | | | | | | | | | | | | |

Cassette catalogatrici. 2

Corrado Zocco

Sondaggio n. 4

Lotto Vp1 - Lotto Vp2 - Corso dei Martiri della Libertà



Postazione sondaggio










Cassetta catalogatrice n. 1 - Prof. da 0.00 a 5.00 m



Cassetta catalogatrice n. 2 - Prof. da 5.00 a 7.00 m

| | |
|--|--------------------------------------|
| Riferimento: ISTICA SPA | Sondaggio: 5 |
| Località: LOTTO VP1 - LOTTO VP2 - CORSO MARTIRI DELLA LIBERTA' - CATANIA | Quota: |
| Impresa esecutrice: S.G.M. Società Geognostica Mediterranea srl | Data: Settembre 2017 |
| Coordinate: | Redattore: Dott. Geol. Corrado Zocco |
| Perforazione: Trivella Mori S 15 - Perforazione a carotaggio continuo | |

| Ø mm | R v | A r | S | Pz | metri batt. | LITOLOGIA | Campioni | RP | VT | Prel. % 0 — 100 | S.P.T. | | N | RQD % 0 — 100 | prof. m | DESCRIZIONE | |
|---------|--------|--------|---|----|----------------|---|-----------------------|----|----|--------------------|--------|--------|---|------------------|------------|---|--|
| | | | | | | | | | | | S.P.T. | S.P.T. | | | | | |
| | | | | | |  | | | | | | | | | | Elementi litici lavici di dimensioni centimetriche frammisti a sabbia di natura vulcanica Sigla di rif: R | |
| | | | | | 1 |  | 1) Dis < 1,70 2,00 | | | | | | | 0,7 | | Lava litoide vacuolare a fratturazione variabile Sigla di rif: Lv | |
| | | | | | 2 |  | | | | | | | | 2,0 | | Lava litoide scoriacea Sigla di rif: Ls | |
| | | | | | 3 |  | | | | | | | | 2,4 | | Lava litoide massiva a fratturazione variabile Sigla di rif: Lm | |
| | | | | | 4 |  | 2) Dis < 4,00 4,15 | | | | | | | | | | |
| | | | | | 5 |  | | | | | | | | | | | |
| | | | | | 6 |  | | | | | | | | 6,0 | | | |

Cassette catalogatrici. 2

Sondaggio n. 5

Lotto Vp1 - Lotto Vp2 - Corso dei Martiri della Libertà



Postazione sondaggio



Cassetta catalogatrice n. 1 - Prof. da 0.00 a 5.00 m



Cassetta catalogatrice n. 2 - Prof. da 5.00 a 6.00 m

| | |
|--|--------------------------------------|
| Riferimento: ISTICA SPA | Sondaggio: 6 |
| Località: LOTTO VP1 - LOTTO VP2 - CORSO MARTIRI DELLA LIBERTA' - CATANIA | Quota: |
| Impresa esecutrice: S.G.M. Società Geognostica Mediterranea srl | Data: Settembre 2017 |
| Coordinate: | Redattore: Dott. Geol. Corrado Zocco |
| Perforazione: Trivella Mori S 15 - Perforazione a carotaggio continuo | |

| Ø mm | R v | A r | S s | Pz | metri batt. | LITOLOGIA | Campioni | RP | VT | Prel. % 0 — 100 | S.P.T. S.P.T. | N | RQD % 0 — 100 | prof. m | DESCRIZIONE |
|---------|--------|--------|--------|----|----------------|-----------|----------|----------------|----|--------------------|------------------|---|------------------|------------|--|
| | | | | | | | | | | | | | | | Sabbia di natura vulcanica con elementi litici lavici di dimensioni centimetriche Sigla di rif: R |
| | | | | | 1 | | | | | | | | | 0,7 | Lava litoide scoriacea Sigla di rif: Ls |
| | | | | | 2 | | 1) Dis | < 2,00 2,15 | | | | | | 1,7 | Lava litoide vacuolare mediamente integra Sigla di rif: Lv |
| | | | | | 3 | | | | | | | | | 2,6 | Lava litoide massiva a fratturazione variabile Sigla di rif: Lm |
| | | | | | 4 | | | | | | | | | | |
| | | | | | 5 | | 2) Dis | < 5,00 5,30 | | | | | | | |
| | | | | | 6 | | | | | | | | | 6,5 | |

Cassette catalogatrici. 2

Sondaggio n. 6

Lotto Vp1 - Lotto Vp2 - Corso dei Martiri della Libertà



Postazione sondaggio



Cassetta catalogatrice n. 1 - Prof. da 0.00 a 5.00 m



Cassetta catalogatrice n. 2 - Prof. da 5.00 a 6.50 m

| | |
|--|--------------------------------------|
| Riferimento: ISTICA SPA | Sondaggio: 7 |
| Località: LOTTO VP1 - LOTTO VP2 - CORSO MARTIRI DELLA LIBERTA' - CATANIA | Quota: |
| Impresa esecutrice: S.G.M. Società Geognostica Mediterranea srl | Data: Settembre 2017 |
| Coordinate: | Redattore: Dott. Geol. Corrado Zocco |
| Perforazione: Trivella Mori S 15 - Perforazione a carotaggio continuo | |

| Ø mm | R v | A r | S | Pz | metri bett. | LITOLOGIA | Campioni | RP | VT | Prel. % 0 — 100 | S.P.T. S.P.T. | N | RQD % 0 — 100 | prof. m | DESCRIZIONE |
|---------|--------|--------|---|----|----------------|-----------|-----------------------|----|----|--------------------|------------------|---|------------------|------------|--|
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | 1 | | | | | | | | | 1,0 | Elementi litici lavici di dimensioni centimetriche e decimetriche con orizzonti decimetrici di sabbie Sigla di rif: R |
| | | | | | 2 | | 1) Dis < 1,65 2,00 | | | | | | | | Lava litoide massiva a fratturazione variabile Sigla di rif: Lm |
| | | | | | 3 | | | | | | | | | 3,1 | Lava litoide vacuolare a fratturazione variabile Sigla di rif: Lv |
| | | | | | 4 | | | | | | | | | 4,0 | Lava litoide massiva Sigla di rif: Lm |
| | | | | | 5 | | 2) Dis < 4,40 4,55 | | | | | | | 5,0 | |

Cassette catalogatrici. 2

Sondaggio n. 7

Lotto Vp1 - Lotto Vp2 - Corso dei Martiri della Libertà

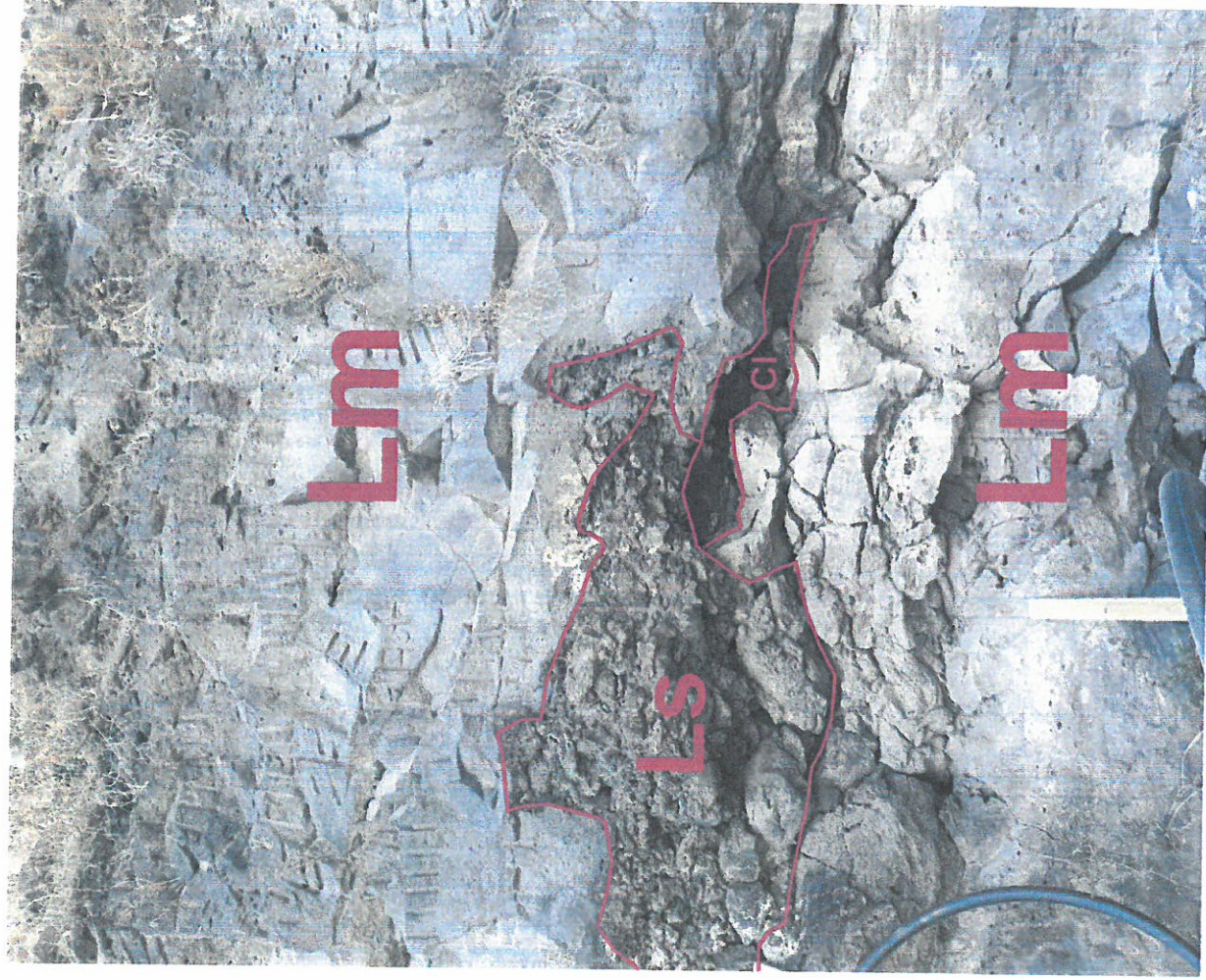


Postazione sondaggio



Cassetta catalogatrice n. 1 - Prof. da 0.00 a 5.00 m

Rappresentazione litotipi in affioramento in corrispondenza fronte scavo



Lava Scoriacea - Sigla di rif. Ls

Lava massiva integra - Sigla di rif. Lm

Cavità Lavica - Sigla di rif. Cl

~ Limite di contatto litotipo

Rappresentazione litotipi in affioramento in corrispondenza fronte scavo



Lava Vacuolare - Sigla di rif. Lv

Lava Scoriacea - Sigla di rif. Ls

Lava massiva - Sigla di rif. Lm

Cavità Lavica - Sigla di rif. Cl

~ Limite di contatto litotipo

Rappresentazione litotipi in affioramento in corrispondenza fronte scavo



Lava Vacuolare - Sigla di rif. Lv

Lava Scoriacea - Sigla di rif. Ls

~ Limite di contatto litotipo

Rappresentazione litotipi in affioramento in corrispondenza fronte scavo

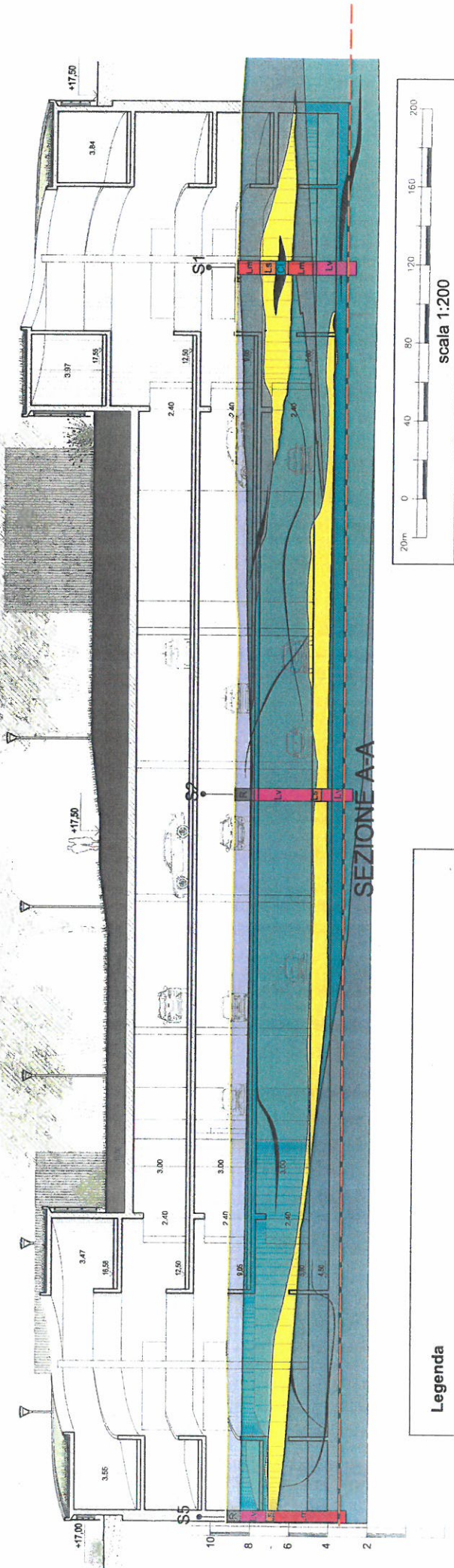


Lava Vacuolare - Sigla di rif. Lv

Lava Scoriacea - Sigla di rif. Ls

Cavità Lavica - Sigla di rif. Ci

~ Limite di contatto litotipo



Legenda

Riporto antropico (R)

Lave litoide a fratturazione variabile (Lv)

S₁/S₅ Sondaggio a carotaggio continuo - Campagna 2017

Lava litoide scoriacea (Ls)

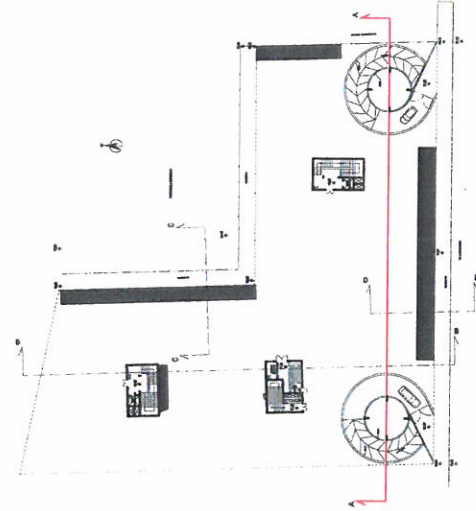
Lava litoide massiva a fratturazione variabile (Lm)

Cavità lavica

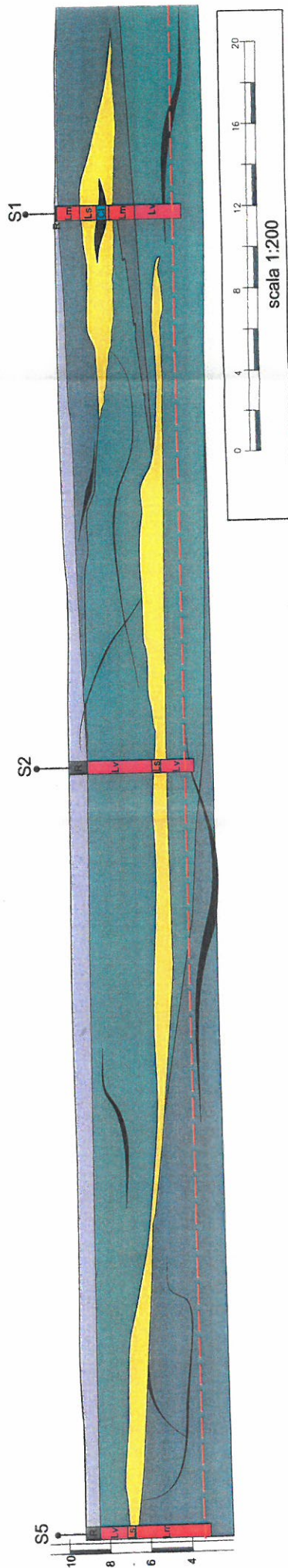
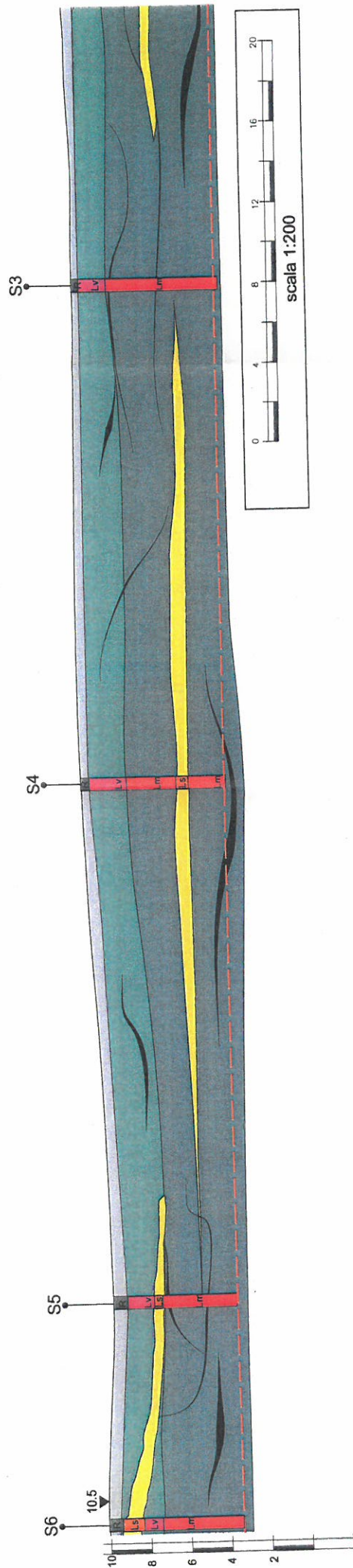
Inizio scavo

Fondo scavo

Planimetria con ubicazione sezione AA
non in scala



Sezione litologica schematica
scala 1:200



Legenda

- Lava litioide scoriacea (Ls)
- Lava litioide massiva a fratturazione variabile (Lm)
- Riporto antropico (R)
- Lava litioide a fratturazione variabile (Lv)
- Cavit  lavica
- S5 Sondaggio a carotaggio continuo - Campagna 2017
- - - Quota fondo scavo



Laboratorio autorizzato all'esecuzione prove sui materiali da costruzione con D.M. n° 8451/2009 e all'esecuzione prove su terre con D.M. 153/2016, ai sensi dell'art. 20 della legge n° 1086/1971 e dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001



ISO 9001:2015
Certificato N°: IT230937

Rapporto di prova n°1553 del 12/09/2017

pagina 1 di 1

Protocollo n°1274 del 08/09/2017

Richiedente: Ing. Dario Consoli

(Responsabile area tecnica ISTICA S.p.A.)

Ente Appaltante: Istituto Immobiliare di Catania (ISTICA) S.p.A. - Cecos - Risanamento S.Berillo

Impresa Esecutrice indagini: S.G.M. Società Geognostica Mediterranea srl

Provenienza dichiarata/Cantiere: Completamento P. Risanamento S.Berillo, Catania - Parcheggio interrato e verde attr. VP1/VP2

Natura dei campioni: N°16 campioni cilindrici di roccia

Prova richiesta: Rottura a compressione monoassiale (UNI EN 1926)

Data Prelievo dichiarata : 07/09/2017

Data Prova : 12/09/2017

* campionamento eseguito a cura dell'impresa esecutrice

| RISULTATI DELLA PROVA | | | | | | | | | |
|-----------------------|---------------------------------------|------------|---------|-----|---------------------------------------|-----------|-----------------------------------|-------------------------|--|
| sigla | ubicazione | dimensioni | | | Sezione resistente mm ² | Peso (kg) | massa volum. Kg/m ³ | Carico di rottura kN | Resistenza a compressione N/mm ² |
| | | φ mm | h mm | φ/h | | | | | |
| 1 | Sondaggio 1 - C1 - prof. 0,80-0,95 mt | 82,3 | 82,6 | 1,0 | 5317 | 1,224 | 2787 | 497,0 | 93,5 |
| 2 | Sondaggio 1 - C2 - prof. 3,30-3,50 mt | 82,2 | 83,0 | 1,0 | 5304 | 1,179 | 2678 | 411,0 | 77,5 |
| 3 | Sondaggio 1 - C3 - prof. 4,80-4,90 mt | 82,4 | 83,3 | 1,0 | 5330 | 1,005 | 2264 | 116,0 | 21,8 |
| 4 | Sondaggio 2 - C1 - prof. 1,85-1,95 mt | 82,4 | 82,5 | 1,0 | 5330 | 1,110 | 2524 | 145,0 | 27,2 |
| 5 | Sondaggio 2 - C2 - prof. 4,60-4,70 mt | 82,4 | 83,9 | 1,0 | 5330 | 0,943 | 2109 | 117,0 | 22,0 |
| 6 | Sondaggio 3 - C1 - prof. 1,50-1,60 mt | 82,3 | 84,0 | 1,0 | 5317 | 0,992 | 2221 | 170,0 | 32,0 |
| 7 | Sondaggio 3 - C2 - prof. 5,40-5,50 mt | 82,3 | 83,4 | 1,0 | 5317 | 1,249 | 2817 | 524,0 | 98,6 |
| 8 | Sondaggio 4 - C1 - prof. 1,15-1,25 mt | 75,8 | 75,1 | 1,0 | 4510 | 0,798 | 2356 | 137,0 | 30,4 |
| 9 | Sondaggio 4 - C2 - prof. 4,00-4,15 mt | 82,2 | 82,9 | 1,0 | 5304 | 1,234 | 2806 | 449,0 | 84,7 |
| 10 | Sondaggio 4 - C3 - prof. 5,65-5,80 mt | 82,8 | 83,3 | 1,0 | 5382 | 1,125 | 2509 | 323,0 | 60,0 |
| 11 | Sondaggio 5 - C1 - prof. 1,70-2,00 mt | 82,9 | 83,7 | 1,0 | 5395 | 1,065 | 2359 | 251,0 | 46,5 |
| 12 | Sondaggio 5 - C2 - prof. 4,00-4,15 mt | 82,3 | 82,9 | 1,0 | 5317 | 1,208 | 2741 | 407,0 | 76,5 |
| 13 | Sondaggio 6 - C1 - prof. 2,00-2,15 mt | 82,3 | 83,4 | 1,0 | 5317 | 1,031 | 2325 | 214,0 | 40,2 |
| 14 | Sondaggio 6 - C2 - prof. 5,00-5,30 mt | 83,7 | 83,5 | 1,0 | 5499 | 1,229 | 2676 | 338,0 | 61,5 |
| 15 | Sondaggio 7 - C1 - prof. 1,65-2,00 mt | 82,4 | 83,4 | 1,0 | 5330 | 1,148 | 2583 | 371,0 | 69,6 |
| 16 | Sondaggio 7 - C2 - prof. 4,40-4,55 mt | 82,2 | 82,6 | 1,0 | 5304 | 1,211 | 2764 | 402,0 | 75,8 |

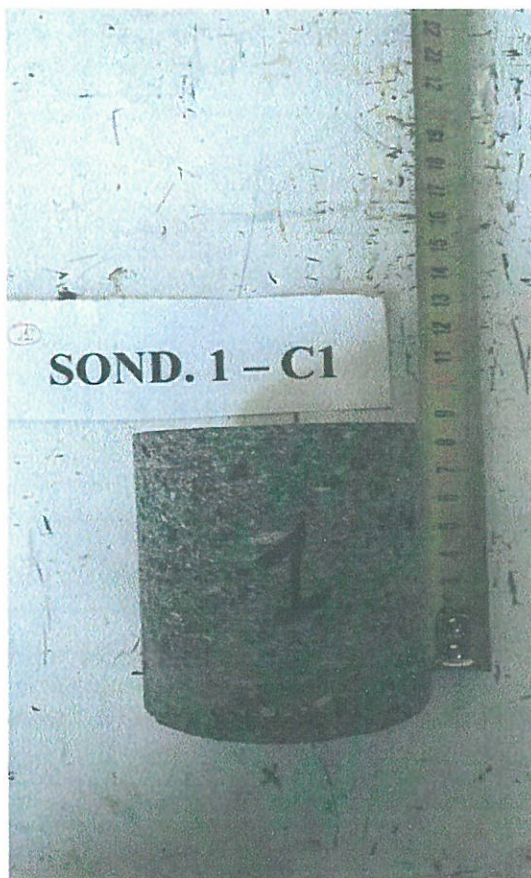
n.d.: non dichiarato

Lo Sperimentatore
Dott. Geol. Giuseppe Musumeci

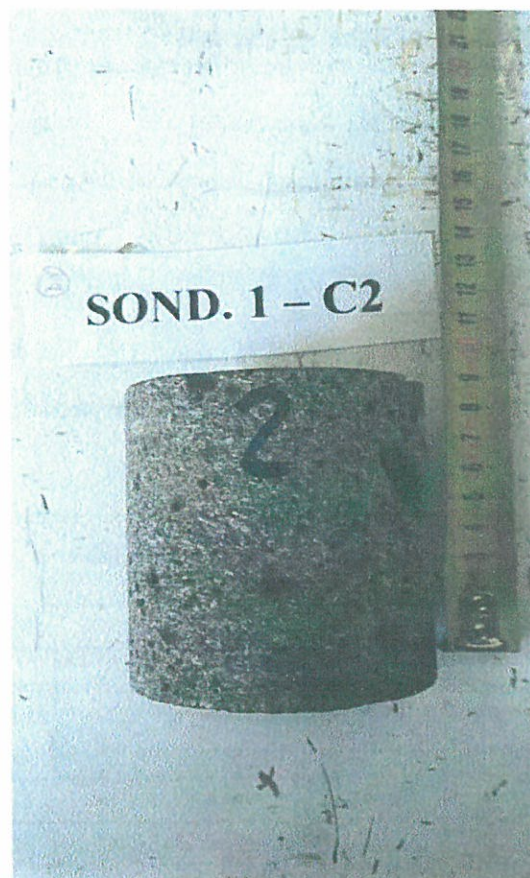


Il Direttore di Laboratorio
Dott. Ing. Antonio Pallotta

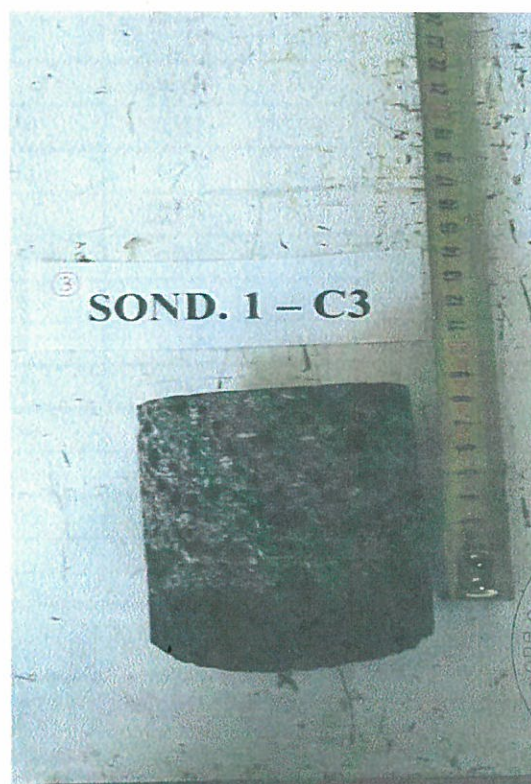
ALLEGATO: DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



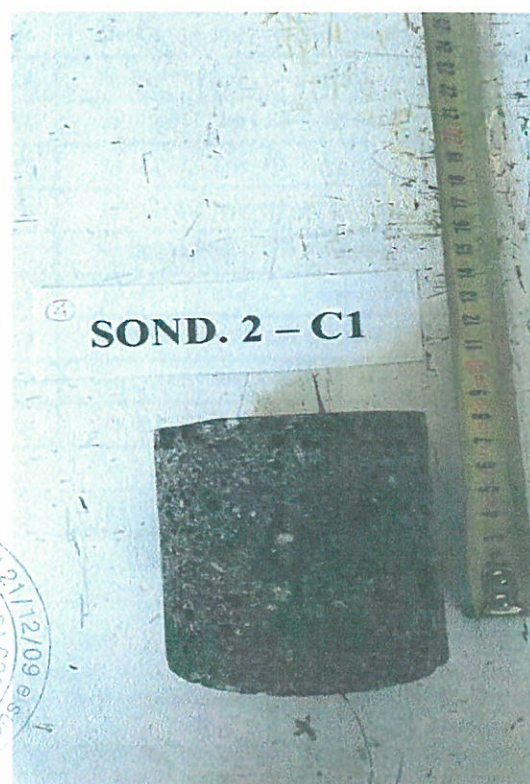
Sond.1 C1: lava massiva



Sond.1 C2: lava massiva



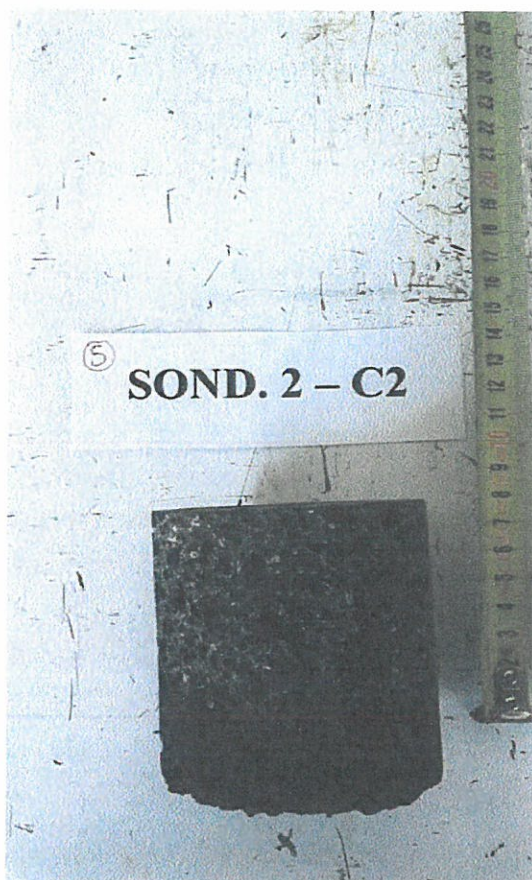
Sond.1 C3: lava vacuolare



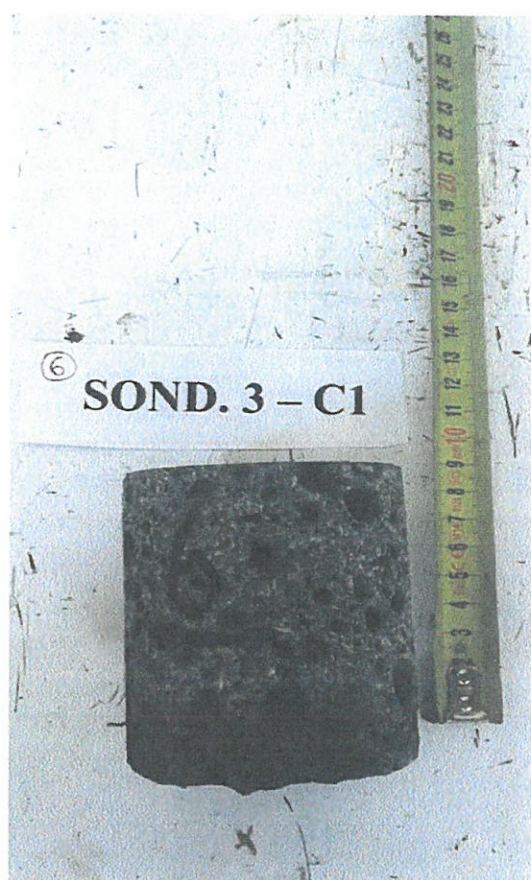
Sond.2 C1: lava vacuolare



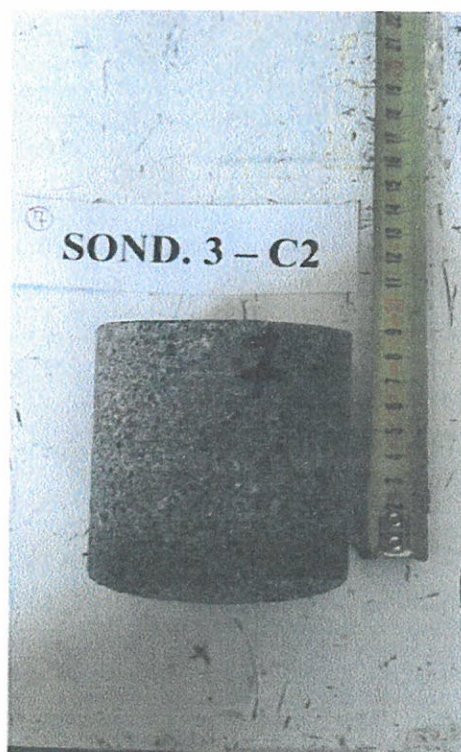
ALLEGATO: DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



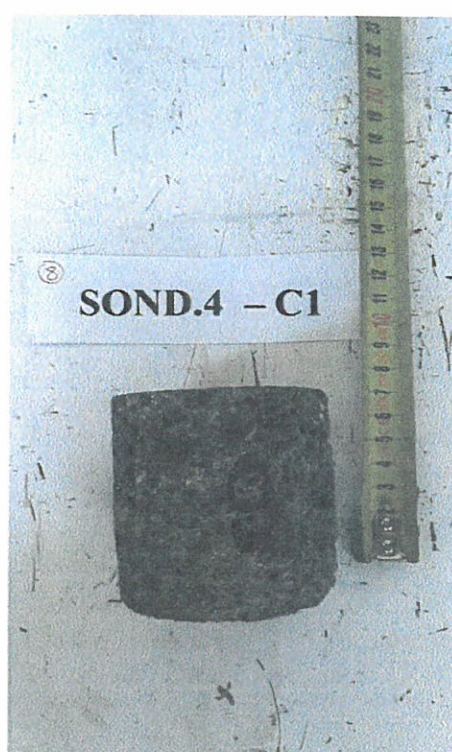
Sond.2 C2: lava vacuolare



Sond.3 C1: lava vacuolare



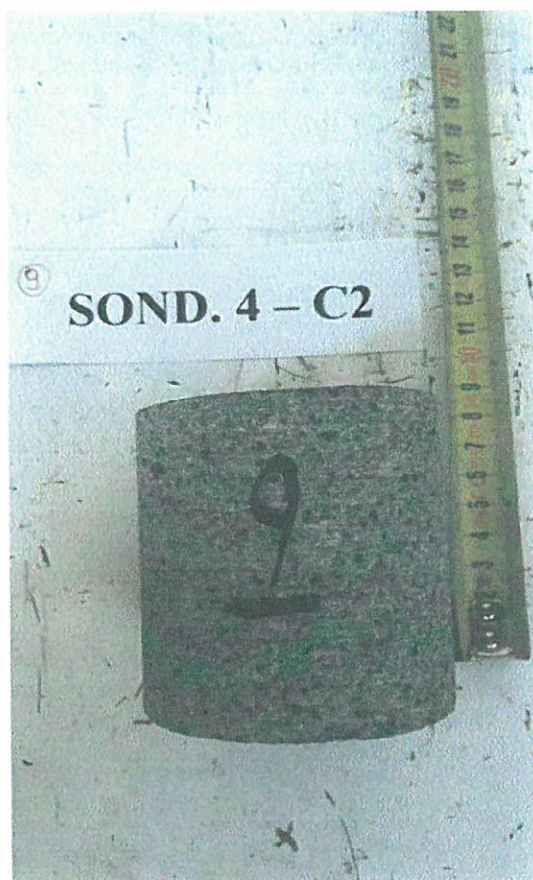
Sond.3 C2: lava massiva



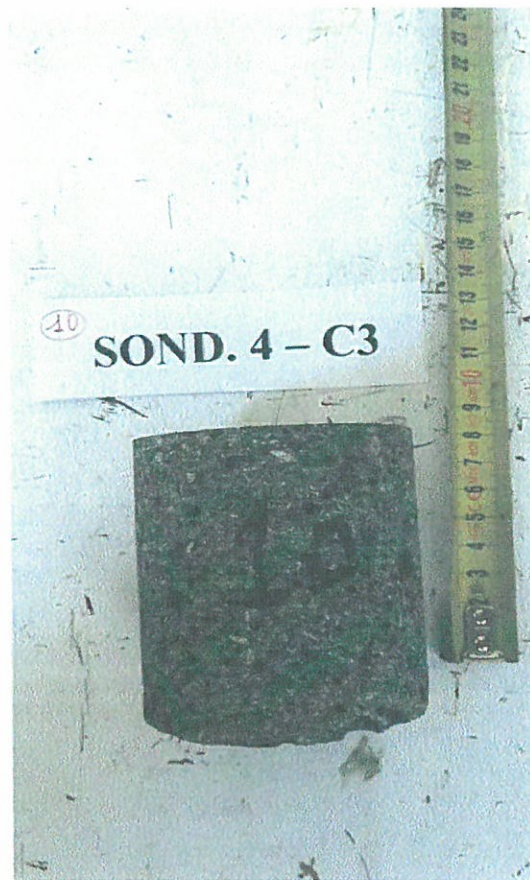
Sond.4 C1: lava vacuolare



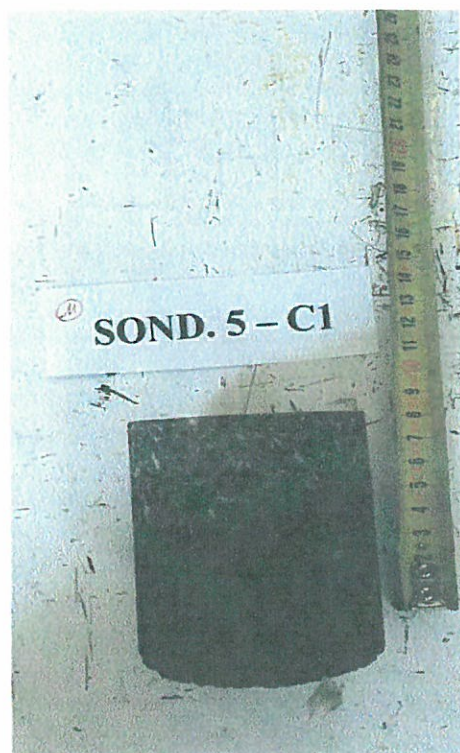
ALLEGATO: DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



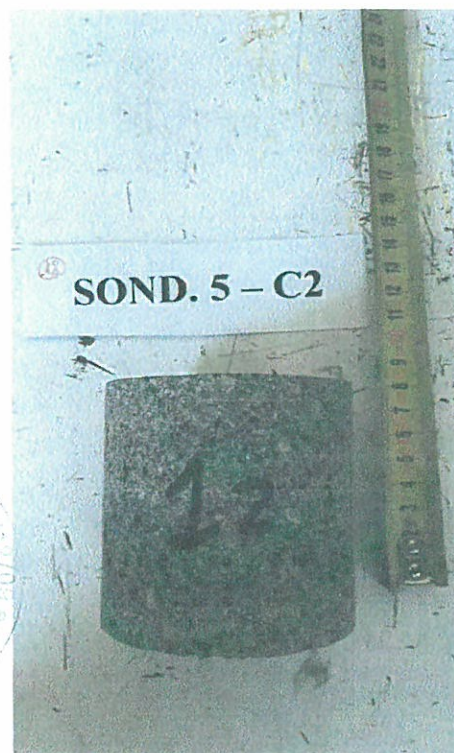
Sond.4 C2: lava massiva



Sond.4 C3: lava vacuolare

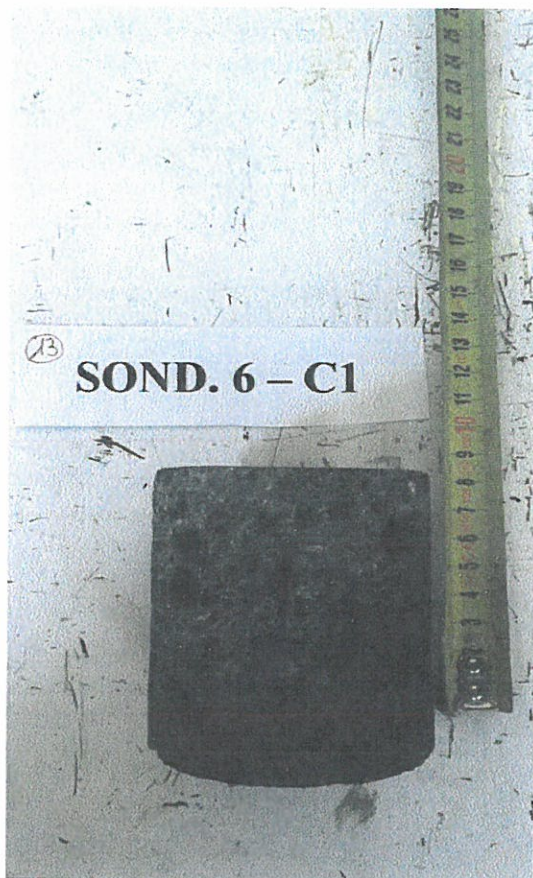


Sond.5 C1: lava vacuolare

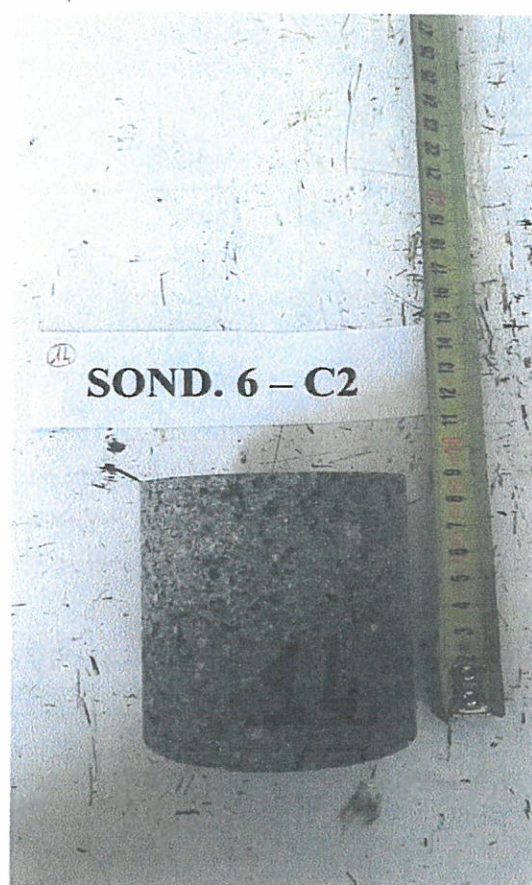


Sond.5 C2: lava massiva

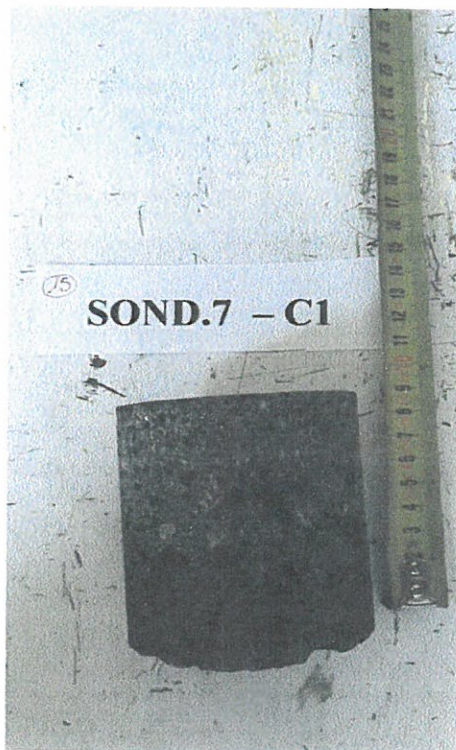
ALLEGATO: DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



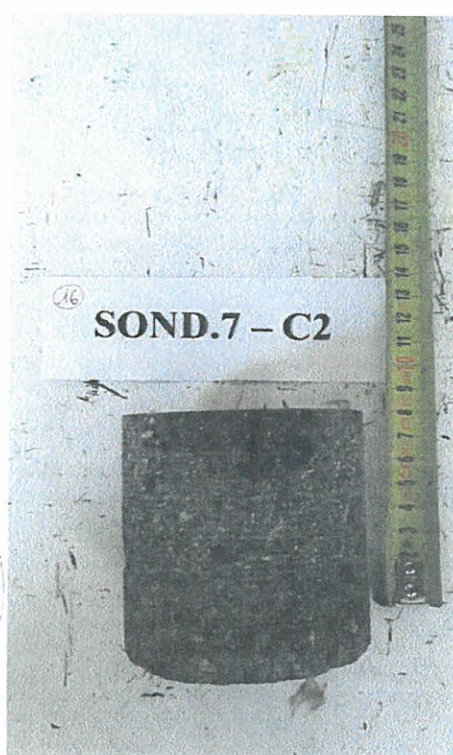
Sond.6 C1: lava vacuolare



Sond.6 C2: lava massiva



Sond.7 C1: lava massiva



Sond.7 C2: lava massiva



