

COMUNE DI GENOVA

P.U.O. AREA DERRICK BORZOLI

Opere di rimodellazione ambientale, messa in sicurezza e collegamento alla nuova viabilità urbana con mantenimento della attività produttiva

progetto architettonico e coordinamento:

ferrazzini
ARCHITETTURA

Arch. Giovanni Ferrazzini
Piazza San Marcellino 6/6
16124 Genova - Italy
+39 010 8951428
info@ferrazziniarchitettura.eu

progetto ingegneria idraulica

ITEC
engineering

ITEC Engineering S.r.l.
via Cecchi, 7/9-10 - 16129 GENOVA
tel.: +39 010 59 59 690 fax: +39 010 58 48 355
info@itec-engineering.it
www.itec-engineering.it

progetto ingegneria geotecnica:

M+
ASSOCIATI

Studio M+ ASSOCIATI
Via Guido Gozzano,6 - 20038, Seregno (MB)
Tel. +39 0362 221543; +39 0362 246248
Fax. +39 0362 247012
e-mail: studio@mpiuassociati.it
www.mpiuassociati.it

progetto ingegneria - strutture in elevazione:

STUDIO MARTIGNONE ASSOCIATI
ingegneria strutturale e geotecnica

STUDIO MARTIGNONE ASSOCIATI
Via Palestro, 25/3 - 16122 Genova
Tel. +39 010 876287 - Fax. +39 010 0898503
studio@martignoneassociati.it
www.martignoneassociati.it

consulenza ingegneria e servizi ambientali:

I.S.A.F.

I.S.A.F. Ingegneria e Servizi Ambientali Ferro S.r.l.
Via Paleocapa 19/2 - 17100 Savona
Tel. +39 019 806914 - Fax. +39 019 802027
E-mail : isaf@isafsr.it

consulenza geologica:

STUDIO ASSOCIATO BELLINI
Geologi

STUDIO ASSOCIATO BELLINI
Via Galata, 9/1 - 16121 Genova
Tel. +39 010 586503 - Fax +39 010 566277
info@studioassociatobellini.eu
www.studioassociatobellini.eu

note

-

prima emissione

03.10.2016

aggiornamenti

A

B

C

D

E

F

G

H

descrizione:

RELAZIONE GEOLOGICA

STUDIO ASSOCIATO BELLINI
Geologi

Dott. Geol. Valeria Bellini
Via Galata 9/1 - 16121 Genova
Tel. Fax 010 586503 - 010 566277
info@studioassociatobellini.eu
www.studioassociatobellini.eu

committente



DERRICK
ARQUATA

DERRICK ARQUATA S.p.a.
Via Borzoli, 34 - 16153 - Genova
tel: +39 010 65 02 761
fax: +39 010 65 91 012
g.dellepiane@derrickarquata.it
www.contrepair.com

progetto

AREA DERRICK

Via Borzoli

scala:

nome file:

relazione-geologica.pdf

Tavola n°:

INDICE

1	PREMESSA.....	2
2	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	4
2.1	RAPPORTI CON IL PIANO DI BACINO DEL TORRENTE CHIARAVAGNA PER GLI ASPETTI INERENTI LA SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO E I REGIMI NORMATIVI.....	6
2.2	RAPPORTI CON IL P.U.C. DEL COMUNE DI GENOVA PER GLI ASPETTI INERENTI LA MICROZONAZIONE SISMICA E LA ZONIZZAZIONE GEOLOGICA DEL TERRITORIO.....	12
3	INQUADRAMENTO GENERALE DELLA ZONA.....	16
3.1	LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI E CARATTERISTICHE DEI FRONTI ROCCIOSI.....	16
3.2	LINEAMENTI GEOLOGICI.....	22
3.3	LINEAMENTI IDROGEOLOGICI.....	24
4	ISPEZIONE DEI FRONTI TRAMITE CALATE CON TECNICHE ALPINISTICHE.....	27
5	ANALISI DEI POSSIBILI CINEMATISMI DI DISTACCO SUI FRONTI DI CAVA.....	31
5.1	RILEVAMENTO GEOMECCANICO.....	31
6	SONDAGGI GEOGNOSTICI.....	41
7	CLASSIFICAZIONE GEOMECCANICA DELL'AMMASSO ROCCIOSO.....	43
8	PARAMETRI DI RESISTENZA DELL'AMMASSO ROCCIOSO CON IL CRITERIO DI HOEK E BROWN.....	45
9	CONSIDERAZIONI IN MERITO AL RISCHIO SISMICO.....	48
10	INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEI FRONTE ROCCIOSI.....	52
10.1	PREMESSA.....	52
10.2	INTERVENTI.....	56
10.3	SIMULAZIONE DI CADUTA MASSI PER IL DIMENSIONAMENTO DELLA BARRIERA PARAMASSI.....	64
11	PROBLEMATICHE GEOLOGICHE DEL PUO E NORME GEOLOGICHE DI ATTUAZIONE.....	76
11.1	<i>MESSA IN SICUREZZA DEI FRONTI ROCCIOSI SUL PERIMETRO DEL PIAZZALE DI CAVA.....</i>	<i>76</i>
11.2	<i>OPERE DI CORREDO E COMPLETAMENTO PER LA REGIMAZIONE DELLE ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE.....</i>	<i>77</i>
11.3	<i>INTERVENTI DI COMPLETAMENTO PER LA SISTEMAZIONE DELLE AREE SOMMITALI IN EROSIONE.....</i>	<i>78</i>
11.4	<i>PIANO DI MONITORAGGIO E MANUTENZIONE.....</i>	<i>79</i>
11.5	<i>FORMAZIONE DEL RIEMPIMENTO CON TERRE E ROCCE DA SCAVO E REALIZZAZIONE DEI RELATIVI MANUFATTI DI CONTENIMENTO.....</i>	<i>80</i>
12	CONCLUSIONI.....	80
	ELENCO ALLEGATI.....	82

1 Premessa.

E' stata sottoposta a indagine geologica l'area dell'ex cava Derrick a Genova Borzoli, dove si propone l'attuazione di un progetto urbanistico operativo P.U.O. comprendente opere di rimodellamento ambientale, messa in sicurezza e collegamento alla nuova viabilità urbana, con mantenimento dell'attività produttiva.

La presente relazione si occupa di analizzare le condizioni dell'ambito sotto il profilo della stabilità dei fronti della ex cava e di redigerne il progetto della messa in sicurezza e sistemazione definitiva, oltre a fornire il modello geologico dei luoghi sulla base del quale verrà attuata la progettazione del riempimento previsto sul piazzale di cava, con relative opere di corredo.

Nel seguito sono illustrati gli esiti dei rilevamenti geologici e geostrutturali e degli approfondimenti geognostici e geotecnici effettuati secondo il programma previsto nella fase di accertamento della fattibilità geologica preliminare dell'intervento, illustrato nella relazione geologica di fattibilità del 16.02.15.

In particolare, per la verifica delle condizioni dell'ammasso roccioso in parete e il riconoscimento della stratigrafia nel piazzale di cava, l'indagine è stata articolata come segue:

- rilevamento geologico, geomorfologico e idrogeologico di dettaglio dell'area e delle zone in corona;
- rilevamento geostrutturale e geomeccanico dell'ammasso roccioso in parete, tramite l'esecuzione di calate con tecniche alpinistiche;
- considerazioni e analisi qualitativa e quantitativa dei possibili cinatismi di distacco dal fronte;

- simulazione delle traiettorie di caduta di massi rocciosi dal fronte in zone opportunamente scelte;
- perforazione di n. 12 sondaggi meccanici a rotazione, con prelievo continuo di campione di cui 7 attrezzati con piezometro per il controllo dei livelli di falda. I sondaggi hanno avuto la doppia valenza, geognostica e ambientale; pertanto i materiali reperiti sono stati campionati in attuazione al piano di caratterizzazione ambientale dell'area.

L'esito degli studi ha permesso di:

- specificare le problematiche di stabilità dei fronti rocciosi, tenendo conto delle sue dinamiche evolutive e proporre una zonizzazione in rapporto al grado di pericolosità per fenomeni di crollo, distacchi e frana;
- individuare le migliori soluzioni progettuali per la stabilizzazione definitiva dei fronti e la loro sistemazione complessiva rispetto alle dinamiche evolutive di cui sopra;
- ricostruire in dettaglio il modello geologico e idrogeologico dell'area da porre alla base della progettazione definitiva del riempimento del piazzale e delle opere connesse, tenendo presente peraltro che l'abbancamento di materiale prevede di innalzare la quota attuale dell'intero piazzale mediamente di circa 12 m andando a ricoprire, quindi, l'intera fascia basale dei fronti che risulteranno in tal modo stabilizzati.

Si riporta nel seguito quanto complessivamente emerso dall'indagine, richiamando l'inquadramento normativo dell'area per gli aspetti attinenti la pianificazione di bacino e la difesa del suolo, oggi vigenti e provvedendo alla redazione di opportune Norme Geologiche di Attuazione del PUO come previsto dalla L.R. 36/97 e Circ. Regione Liguria, n. 4551 del 12.12.89.

2 Riferimenti normativi.

Per lo svolgimento del presente studio sono state prese a riferimento le seguenti normative:

D.M. 14.01.08 "Norme Tecniche per le Costruzioni".

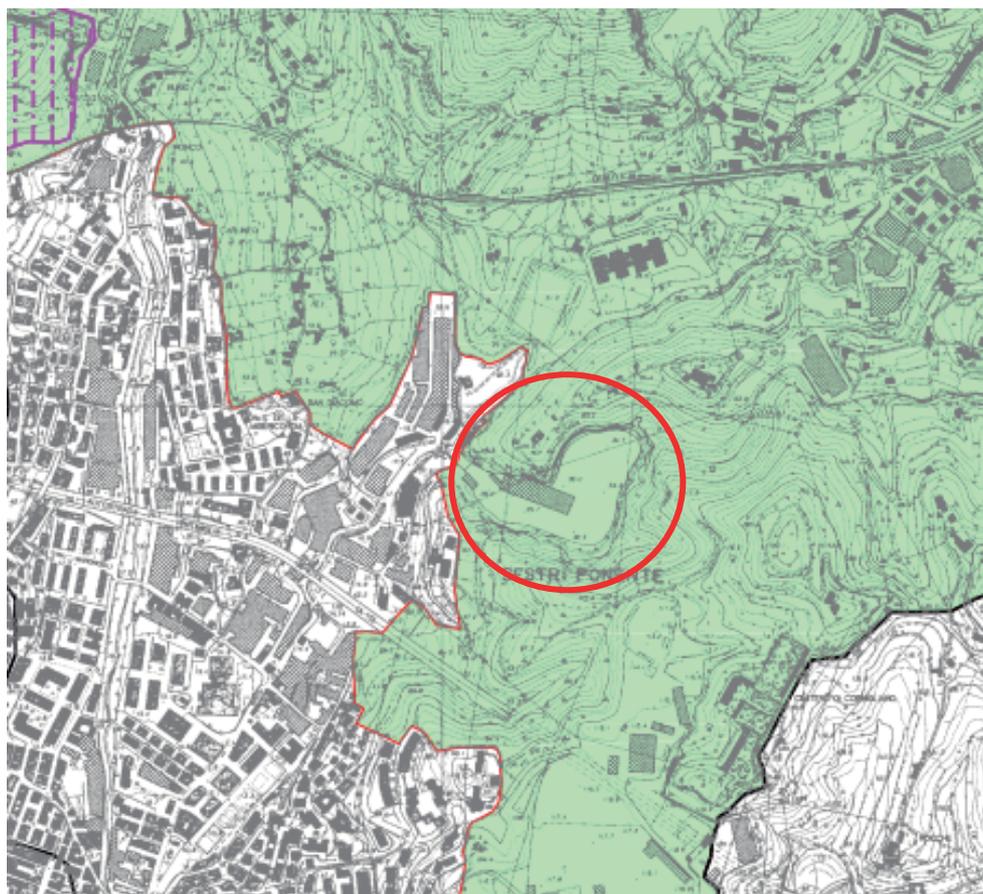
Circolare n. 617 del 2/2/2009 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti "Istruzioni per l'applicazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".

Piano di Bacino del Torrente Chiaravagna, approvato con Delibera del Commissario Straordinario con i poteri del Consiglio Provinciale n. 18 del 30/07/2013, come modificato con Delibera del Commissario Straordinario con i poteri della Giunta Provinciale n. 124 del 22/09/2014.

P.U.C. del Comune di Genova, il cui procedimento di approvazione si è concluso con D.D. 2015/118.0.0./18 del 03.12.2015. Si fa riferimento, in particolare, alla microzonazione sismica di 1° livello, alla zonizzazione geologica del territorio e alle relative Norme Geologiche di Attuazione.

L.R. 36/1997 Legge Urbanistica Regionale e Circ. Regione Liguria n. 4551 del 12.12.1989 che definisce l'articolazione e i contenuti degli studi geologici a corredo degli Strumenti Urbanistici.

Infine, si precisa che l'area di intervento risulta sottoposta a vincolo idrogeologico ai sensi del RDL 3267/23, come recepito dal Piano di Bacino del T. Chiaravagna (FIG. 1).



LEGENDA



FIG. 1: estratto fuori scala dalla Carta dei Principali Vincoli Territoriali del vigente Piano di Bacino del T. Chiaravagna, che conferma che l'area di intervento è sottoposta a vincolo idrogeologico.

2.1 Rapporti con il Piano di Bacino del Torrente Chiaravagna per gli aspetti inerenti la suscettività al dissesto e i regimi normativi.

La zona ricade nel territorio competente al Piano di Bacino del T. Chiaravagna, approvato con Delibera del Commissario Straordinario con i poteri del Consiglio Provinciale n. 18 del 30/07/2013, e modificato con Delibera del Commissario Straordinario con i poteri della Giunta Provinciale n. 124 del 22/09/2014.

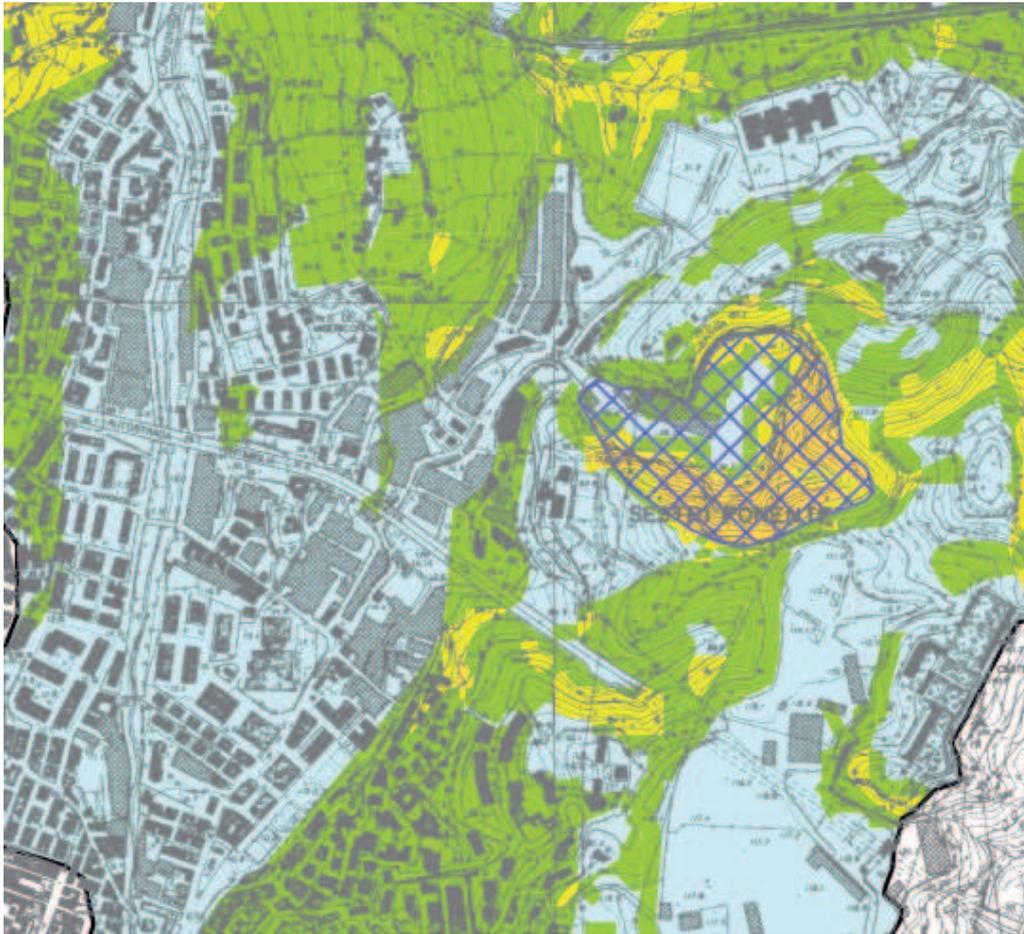
Nel seguito sono riportati alcuni estratti della cartografia del Piano, dai quali è possibile desumere la posizione dell'area di interesse in rapporto ai regimi normativi e alla zonizzazione di interesse.

In particolare:

- per quanto riguarda la Carta della Suscettività al Dissesto (FIG. 2), la ex cava, individuabile dalla sovrapposizione di un apposito retino che la identifica, appunto, come area speciale B1, ricade in classe di suscettività da media a alta (Pg2 - Pg3b), per quanto riguarda gli ex fronti di cava, penalizzati dalle elevate condizioni di pendenza e in classe da molto bassa a bassa (Pg0 e Pg1), con riferimento all'ex piazzale di cava che ospita dagli anni settanta un'attività di deposito e movimentazione container. L'intervento di recupero ambientale è ammissibile per le aree speciali di tipo B1. Vale la pena ad ogni modo sottolineare che la proposta progettuale non modifica la destinazione d'uso attuale dell'area e risulta già compatibile con la classificazione vigente in termini di suscettività al dissesto;
- in relazione alla Carta della Franosità Reale (FIG. 3) è segnalata nella zona una problematica di erosione areale per ruscellamento diffuso. Riguarda in particolare i fronti denudati della ex cava, sul perimetro dell'area di intervento;
- in merito alle Fasce di Inondabilità (FIG. 4) non si rilevano criticità rispetto alla zona di intervento, che è ubicata a monte del tracciato del Rio Ruscarolo, completamente al di fuori della perimetrazione delle fasce suddette. Tuttavia, per le considerazioni inerenti gli aspetti idrologici e

idraulici dell'area si rimanda alla relazione idraulica sulla sistemazione del Rio Zoagli redatta dalla ITEC Engineering di Genova;

- rispetto al Reticolo Idrografico Principale (FIG. 5), come disegnato dalla D.G.R. 1449 del 30.11.12, l'area di intervento è percorsa dal Rio Zoagli, che segue un tracciato modificato artificialmente, risalente all'epoca di attività della cava. L'alveo, scavato in roccia a cielo aperto e poi canalizzato e in parte coperto, è oggi "addossato" al fianco destro della valle.



LEGENDA

CLASSI DI SUSCETTIVITA' AL DISSESTO

	FRANA ATTIVA	Pg4
	FRANA QUIESCENTE	Pg3a
	SUSCETTIVITA' ALTA	Pg3b
	SUSCETTIVITA' MEDIA	Pg2
	SUSCETTIVITA' BASSA	Pg1
	SUSCETTIVITA' MOLTO BASSA	Pg0

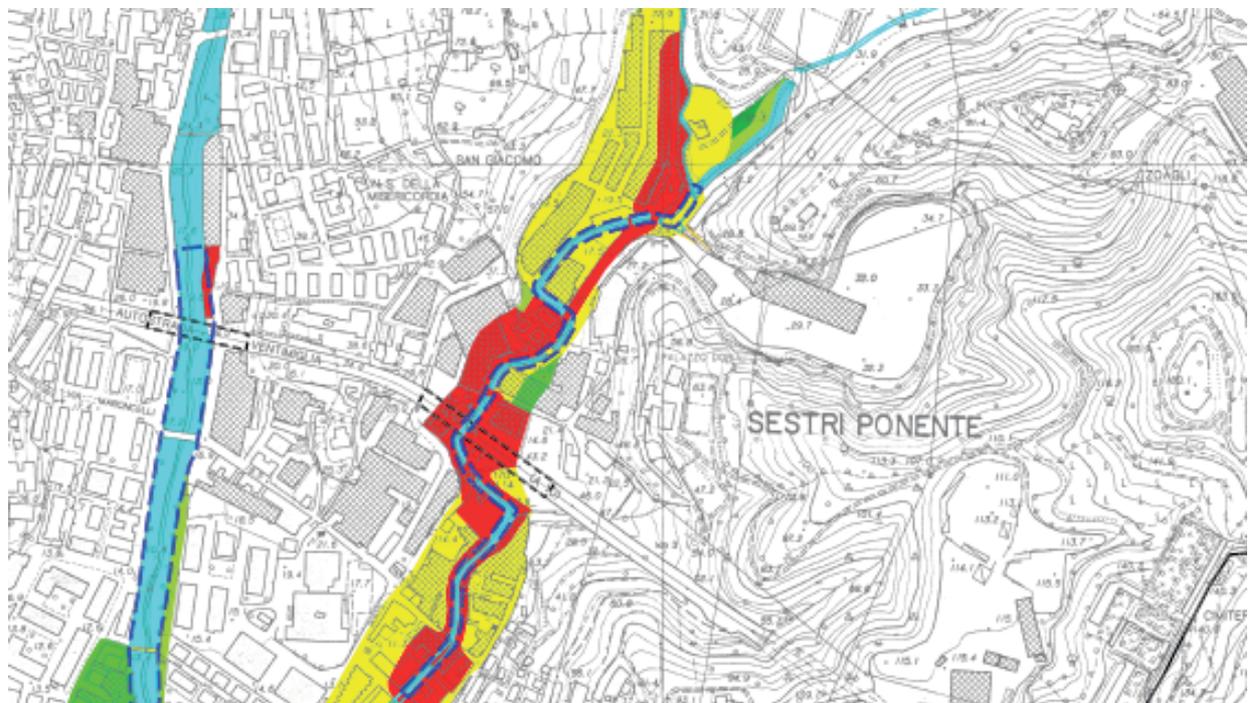
CLASSI SPECIALI

	TIPO A - Cave attive, miniere attive e discariche in esercizio
	Area oggetto di accordo di programma approvato con D.G.R. n. 1047 del 7/8/2012
	TIPO B ₁ - Cave inattive e miniere abbandonate
	TIPO B ₂ - Discariche dismesse e rifiuti antropici

FIG. 2: estratto fuori scala dalla Carta della Suscettività al Dissesto del vigente Piano di Bacino del T. Chiaravagna.



FIG. 3: estratto fuori scala dalla Carta della Franosità Reale del vigente Piano di Bacino del T. Chiaravagna.



LEGENDA

-  FASCIA DI RIASSETTO FLUVIALE - art.14 delle Norme di attuazione
-  FASCIA A - art.15 c.2 delle Norme di attuazione
-  FASCIA B - art.15 c.3 delle Norme di attuazione
-  FASCIA B* (Aree storicamente inondate in tratti non indagati o con indagini non sufficienti) - art.15 c.4-bis delle Norme di attuazione
-  FASCIA C - art.15 c.4 delle Norme di attuazione
-  FASCIA C (Aree storicamente inondate in tratti indagati) - art.15 c.4 delle Norme di attuazione
-  FASCIA C (Aree ex inondabili) - art.15 c.4 delle Norme di attuazione
-  ALVEO - art.13 delle Norme di attuazione
-  ALVEO TOMBINATO - art.13 delle Norme di attuazione

FIG. 4: estratto fuori scala dalla Carta delle Fasce di Inondabilità del vigente Piano di Bacino del T. Chiaravagna.

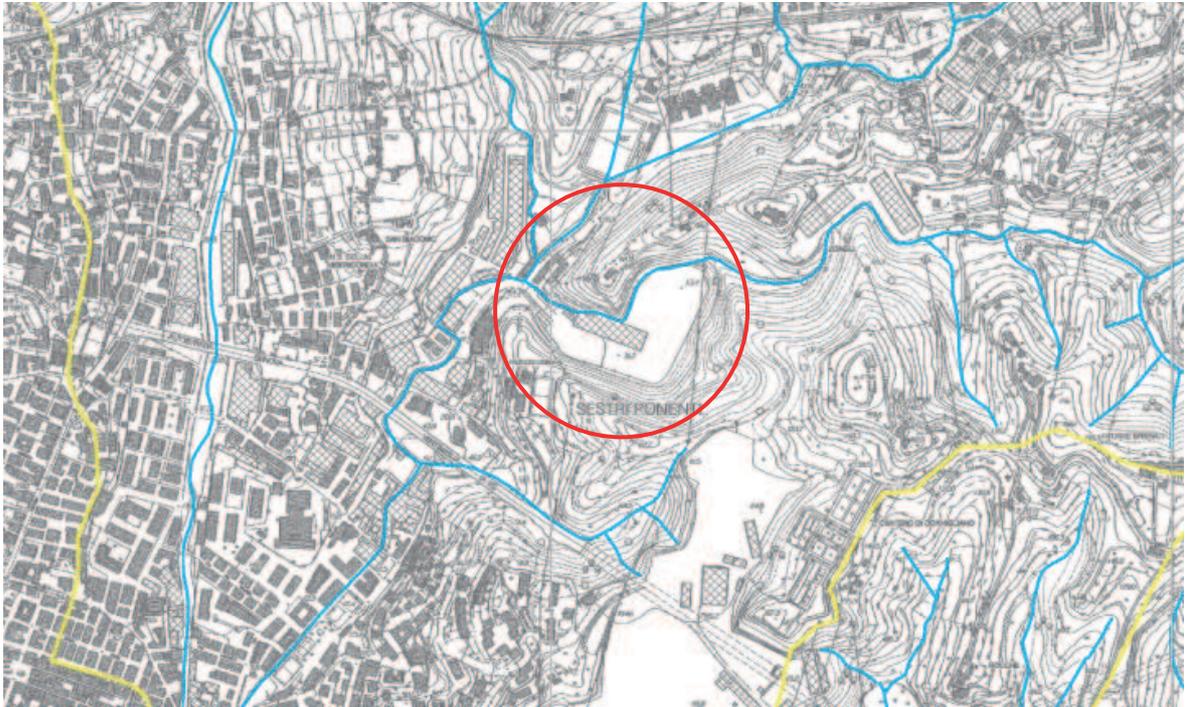


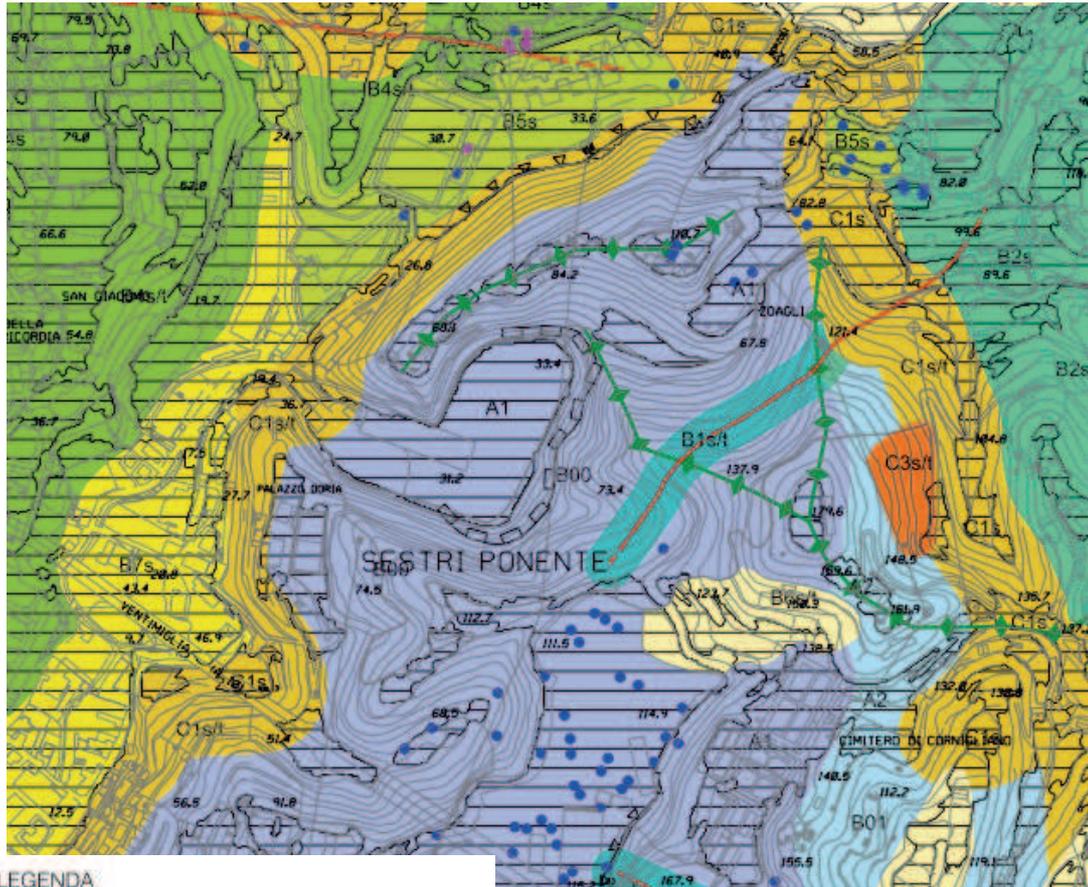
FIG. 5: estratto fuori scala dalla Carta del Reticolo Idrografico Regionale di cui alla D.G.R. 1449 del 30.11.12.

2.2 Rapporti con il P.U.C. del Comune di Genova per gli aspetti inerenti la microzonazione sismica e la zonizzazione geologica del territorio.

Con riferimento alla microzonazione sismica di livello 1, si riporta in FIG. 6 lo stralcio della Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica del PUC vigente. L'area in esame, con substrato lapideo affiorante e subaffiorante non stratificato, risulta una zona stabile, suscettibile di amplificazione locale di tipo topografico per quanto riguarda i fronti in pendenza. Si esclude, peraltro, la necessità di procedere con una microzonazione sismica di livello 2 ai sensi della D.G.R. 471/2010, poiché l'Unità Urbanistica di riferimento (Borzoli) è classificata in zona 4 dalla D.G.R. 1362/2010.

Inoltre, nell'ambito degli studi geologici del P.U.C. del Comune di Genova sono state redatte la Carta dei Vincoli Geomorfologici e Idraulici e la Carta di zonizzazione geologica che suddivide il territorio comunale in classi a diverso grado di "fragilità", sotto gli aspetti geologici, geomorfologici e idrogeologici; ad ogni classe è associata una normativa geologica di riferimento che stabilisce l'ammissibilità degli interventi in rapporto al contesto e il grado di approfondimento delle indagini da eseguire.

Con riferimento alla prima carta, nella zona della ex cava Derrick è riportato il vincolo geomorfologico derivante dal Piano di Bacino vigente per cava inattiva (FIG: 7), mentre per quanto riguarda la zonizzazione geologica, risulta classificato come area A urbanizzata il piazzale di cava. Invece i fronti perimetrali ricadono in aree C o D in funzione delle classi di pendenza derivanti dal modello digitale del terreno (FIG. 8). L'intervento proposto, che è costituito da un rimodellamento ambientale con apporto di terre e rocce da scavo, risulta senz'altro compatibile con la zonizzazione del Piano e mira a risolvere alcune criticità puntuali che possono derivare dalla scarpate al contorno del piazzale, in particolare dalle porzioni dei fronti di cava che residueranno scoperte a seguito del riempimento e conseguente ricoprimento previsto.

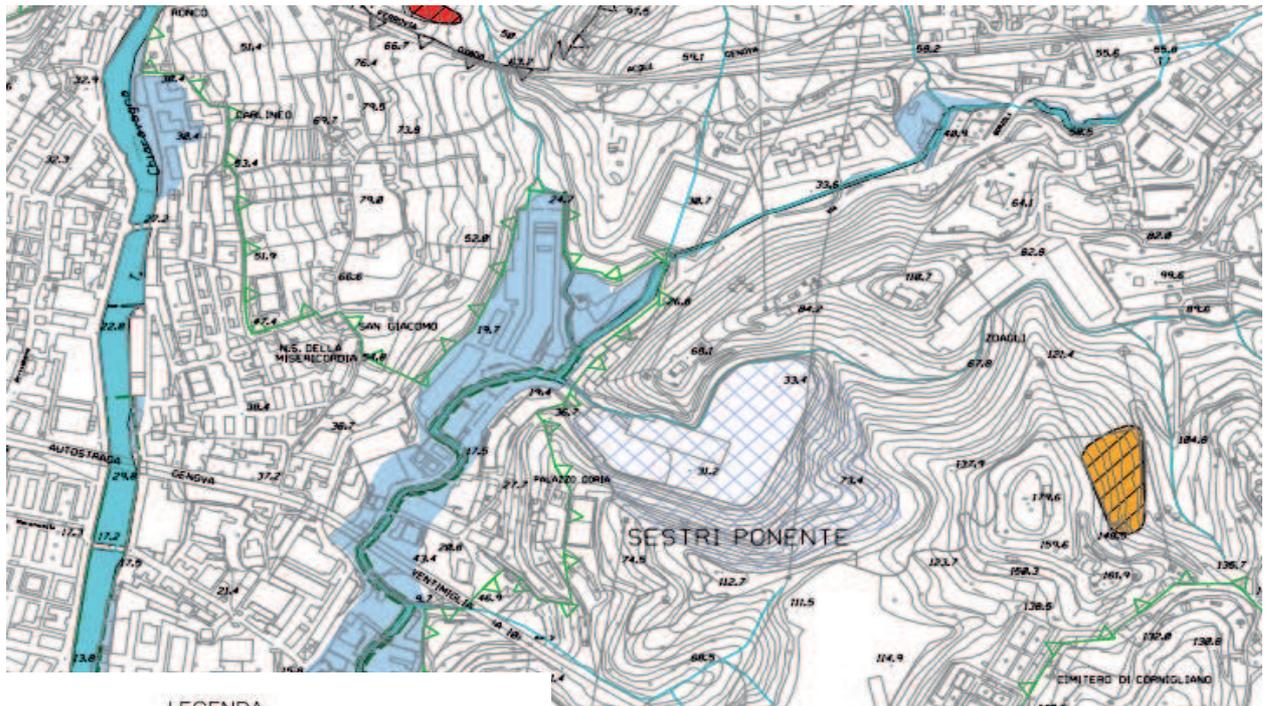


LEGENDA

ZONE STABILI	
ZONA A1	Substrato LAPIDEO NON STRATIFICATO affiorante o subaffiorante con Vs30 > 800 e con acclività < 15 gradi
ZONA A2	Substrato LAPIDEO STRATIFICATO/SCISTOSO affiorante o subaffiorante con Vs30 > 800 e con acclività < 15 gradi
ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE LOCALE	
ZONA B00	Substrato LAPIDEO NON STRATIFICATO affiorante o subaffiorante con Vs30 > 800 con acclività > 15 gradi (amplificazione topografica)
ZONA B01	Substrato LAPIDEO STRATIFICATO/SCISTOSO affiorante o subaffiorante Vs30 > 800 con acclività > 15 gradi (amplificazione topografica)
ZONA B1	Substrato LAPIDEO NON STRATIFICATO affiorante o subaffiorante con Vs30 < 800 per caratteristiche litostrografiche o alterazione/fratturazione B1a - acclività < 15 gradi (amplificazione stratigrafica) B1at - acclività > 15 gradi (amplificazione stratigrafica e topografica)
ZONA B2	Substrato LAPIDEO STRATIFICATO/SCISTOSO affiorante o subaffiorante con Vs30 < 800 per caratteristiche litostrografiche o alterazione/fratturazione B2a - acclività < 15 gradi (amplificazione stratigrafica) B2at - acclività > 15 gradi (amplificazione stratigrafica e topografica)
ZONA B3	Substrato GRANULARE CEMENTATO affiorante o subaffiorante con Vs30 < 800 B3a - acclività < 15 gradi (amplificazione stratigrafica) B3at - acclività > 15 gradi (amplificazione stratigrafica e topografica)
ZONA B4	Substrato COSSIVO SOVRACONSOLIDATO affiorante o subaffiorante con Vs30 < 800 B4a - acclività < 15 gradi (amplificazione stratigrafica) B4at - acclività > 15 gradi (amplificazione stratigrafica e topografica)
ZONA B5	RIPORTI con spessore > 3 metri B5a - acclività < 15 gradi (amplificazione stratigrafica) B5at - acclività > 15 gradi (amplificazione stratigrafica e topografica)
ZONA B6	COPERTURE DETRITICHE con spessore > 3 metri B6a - acclività < 15 gradi (amplificazione stratigrafica) B6at - acclività > 15 gradi (amplificazione stratigrafica e topografica)
ZONA B7	SEDIMENTI ALLUVIONALI E MARINI con spessore > 3 metri B7a - acclività < 15 gradi (amplificazione stratigrafica) B7at - acclività > 15 gradi (amplificazione stratigrafica e topografica)

ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA'	
ZONA C1	GEDIMENTI DIFFERENZIALI C1a - acclività < 15 gradi (amplificazione stratigrafica) C1at - acclività > 15 gradi (amplificazione stratigrafica e topografica)
ZONA C2	FRANE STABILIZZATE su AREE SOGGETTE A FRANGIBILITA' DIFFUSA C2a - acclività < 15 gradi (amplificazione stratigrafica) C2at - acclività > 15 gradi (amplificazione stratigrafica e topografica)
ZONA C3	FRANE QUESCENTI C3a - acclività < 15 gradi (amplificazione stratigrafica) C3at - acclività > 15 gradi (amplificazione stratigrafica e topografica)
ZONA C4	FRANE ATTIVE C4a - acclività < 15 gradi (amplificazione stratigrafica) C4at - acclività > 15 gradi (amplificazione stratigrafica e topografica)
FAGHE / SOVRACCORRIMENTI alle quali sono associate zone ad elevato grado di fratturazione	
FORME DI SUPERFICIE	
PICCHI ISOLATI	
CRINALI E CRESTE MAGGIORMENTE SIGNIFICATIVE	
CIGLI DI DISTACCO	
CIGLI DI CAVA ATTIVA E IN ABBANDONO	
CIGLI DI ARRETRAMENTO MORFOLOGICO / ROTTURE DEFENSIVE	
SCARPATE ANTROPICHE	
CONGELI DI DEIEZIONE	
SONDAGGI ai raggiungevano il substrato - ai non raggiungevano il substrato	
Linea Zona d'imita 4 / Zona d'imita 3 (o l'angolo verso zona 3)	

FIG. 6: estratto fuori scala della Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica – PUC 2015 - Comune di Genova.



LEGENDA

VINCOLI GEOMORFOLOGICI IMPOSTI DAL PUC

-  FRANA ATTIVA da Carta Geomorfologica del PUC
-  FRANA QUIESCENTE da Carta Geomorfologica del PUC

VINCOLI GEOMORFOLOGICI IMPOSTI DAI SOVRAORDINATI PIANI DI BACINO

-  FRANA ATTIVA /Pga
-  FRANA QUIESCENTE /Pgsa
-  TIPO A - Cave attive e discariche in esercizio
-  TIPO B1 - Cave inattive
-  TIPO B2 - Discariche dismesse e ipointrofiti

VINCOLI IDRAULICI IMPOSTI DAI SOVRAORDINATI PIANI DI BACINO

-  ALVEO ATTUALE
-  AREE INONDABILI CON DIVERSI TEMPI DI RITORNO
-  FASCIA RIASETTO FLUVIALE
FASCIA DI RISPETTO DELLO SCOLMATORE
per quanto riguarda lo scolmatore del T. Bisagno (R. P.d.B del T. Bisagno art. 17 bis)
-  RETICOLO IDROGRAFICO

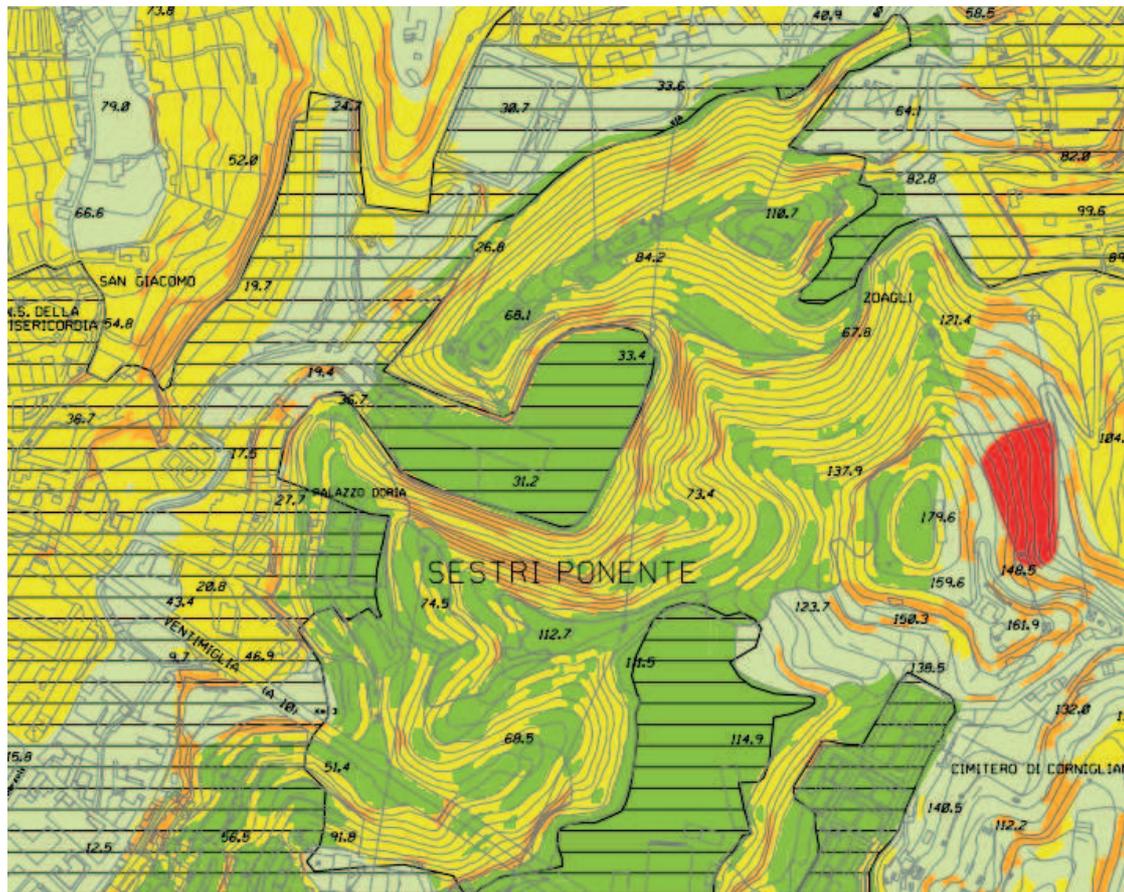
ACQUIFERI SIGNIFICATIVI
Piano di Tutela delle Acque (D.C.R. 32/09)

-  ACQUIFERI SIGNIFICATIVI

CAPTAZIONI AD USO UMANO (Aggiornamento giugno 2014)
Ambiente in Liguria: banca dati "Derivazioni idriche"

-  Sorgenti e pozzi
-  Limiti amministrativi: Comune o Municipi
-  Limiti Centro edificato ai sensi dell'art. 18 della L. 865/71
(in angoli verso zona edificata)
-  Limiti Vincolo Idrogeologico
(in angoli verso zona vincolata)

FIG. 7: estratto fuori scala della Carta dei Vincoli Geomorfologici e Idraulici - PUC 2015 - Comune di Genova.



LEGENDA

-  Zona A: Aree con suscettività' d'uso non condizionata
-  Zona B: Aree con suscettività' parzialmente condizionata
-  Zona C: Aree con suscettività' limitata
-  Zona D: Aree con suscettività' limitata e/o condizionata all'adozione di cautele specifiche
-  Zona E: Aree allo stato attuale interdette
-  Zona urbanizzata
-  Limiti amministrativi: Comune e Municipi

FIG. 8: estratto fuori scala dalla Carta di Zonizzazione Geologica e Suscettività d'uso del Territorio - PUC 2015 – Comune di Genova.

3 Inquadramento generale della zona.

3.1 Lineamenti geomorfologici e caratteristiche dei fronti rocciosi.

L'area oggetto dell'intervento è ubicata in Comune di Genova, nel versante sinistro del bacino del T. Chiaravagna – Rio Ruscarolo. Interessa, in particolare, un ambito di ex cava ricavato nella valle del Rio Zoagli, il cui percorso è stato deviato a ridosso del versante destro, per poi confluire a valle nella tombinatura del Rio Ruscarolo, sotto la Via Borzoli (**ALL. 1**: corografia della zona, in scala 1.5.000).

Nel piazzale della ex cava viene svolta dalla Derrick Arquata S.p.A. un'attività produttiva dedicata alla movimentazione e deposito di containers; nella zona occidentale sono presenti alcuni capannoni e edifici utilizzati come officina per la manutenzione dei containers, magazzino e uffici.

Si accede all'area tramite rampa carrabile asfaltata dal cancello al civico 34 di Via Borzoli. Anche il piazzale è interamente asfaltato e rifinito con pendenza verso i lati occidentale e settentrionale, dove corre l'alveo deviato del Rio Zoagli, costituito da un canale scavato direttamente in roccia alla base della parete rocciosa. Un breve tratto risulta tombinato e sottopassa il capannone della manutenzione per poi tornare a cielo aperto a margine della strada di accesso all'area.

La porzione settentrionale del piazzale è oggi occupata dal cantiere per la realizzazione della nuova viabilità di collegamento tra la Via Erzelli e la Via Borzoli, nell'ambito del progetto del Terzo Valico dei Giovi. La galleria lato Borzoli è già stata completata mentre è in fase di ultimazione lo scavo della galleria che dal piazzale della ex cava raggiunge la zona del casello autostradale di Genova Aeroporto. L'imbocco è stato completato e sono già stati realizzati interventi di consolidamento e messa in sicurezza delle pendici e dei fronti rocciosi soprastanti, che si sono estesi anche a interessare parte dei fronti in esame.

L'area in esame è una ex cava di basalti che ha cessato l'attività da più di 50 anni e che si sviluppa principalmente nel versante sinistro del Rio Zoagli. In pianta ha una forma asimmetrica, grossolanamente riconducibile a un anfiteatro che si chiude sulla Via Borzoli, in direzione del fondovalle del Rio Ruscarolo, del quale, come già detto, il Rio Zoagli è affluente sinistro.

I fronti hanno altezza variabile in funzione della morfologia delle dorsali e delle vallecole che intercettano. A partire dall'alveo del rivo, sul quale è già stata eseguita una serie di interventi nell'ambito del cantiere della viabilità del Terzo Valico, con nuova inalveazione e costruzione di una vasca di dissipazione, i fronti risalgono progressivamente verso Est, fino a q.a. 105 circa, dove raggiungono l'altezza di poco più di 70 metri rispetto al piazzale. Poi degradano fino a q.a. 55.50 all'intersezione con la vallecola del Rio Senza Nome che si delinea sempre sul lato Est e che discende dalla zona di Erzelli e del Forte di Monte Guano. Risalgono nuovamente fino al culmine di q.a. 111, corrispondente a un'altezza massima di circa 79 m e si chiudono a Ovest degradando verso l'ingresso del piazzale di cava.

Per contro, sul lato settentrionale, sotto il tracciato del "Sentiero Fringuello", il fronte ha sviluppo e altezza decisamente più contenuti e risulta intagliato al margine di una stretta dorsale che separa la valle del Rio Zoagli da quella del ricettore Rio Ruscarolo.

L'antica attività estrattiva ha decisamente modificato i lineamenti morfologici originari della valle, laddove ha asportato una cospicua porzione di versante in sponda sinistra del Rio Zoagli, addirittura ribassando l'alveo del corso d'acqua, tanto è vero che sul lato Nord il rivo effettuava un salto di una quindicina di metri per raggiungere la quota attuale del piazzale e proseguire artificialmente incanalato verso la confluenza con il Rio Ruscarolo. Oggi l'alveo è stato canalizzato sopra il portale della galleria lato Borzoli per risolvere l'interferenza con il tracciato della nuova viabilità che correrà tra le due gallerie citate alla quota del piazzale attuale.

Terminata l'attività estrattiva, per il riutilizzo del piazzale a fini di insediamento produttivo il piano di lavoro è stato a suo tempo regolarizzato con la

posa di uno strato di terreni di riporto misti a coltri detritiche ed è stato, quindi, asfaltato.

Nel complesso si può affermare che i fronti che circondano il piazzale di cava sono caratterizzati da roccia in condizioni di costante affioramento e denudati soprattutto nella fascia inferiore. Nella fascia sommitale, invece, e nella zona della vallecchia del Rio Senza Nome che converge da Est, dalle pendici del Monte Guano, è presente una vegetazione di ricoprimento erbacea e arbustiva fino a boschiva.

La pendenza è variabile da zona a zona. E' massima sul fronte a Nord/Ovest, sotto la Salita del Fringuello, dove raggiunge i 75-80 gradi, per poi abbassarsi in sommità e portarsi sui 45 gradi, mentre si mantiene tra 45 e 55 gradi a Est e a Sud, con punte localmente fino a 65 gradi nel tratto sud-orientale. Nel dettaglio i fronti si sviluppano tra la quota media 35 del piazzale attuale e la quota massima 115. Con riferimento alla FIG. 9, si caratterizzano come segue:



FIG. 9: individuazione dei fronti della ex cava Derrick.

- Fronte 1 – fronte meridionale.

Orientazione: 20/50

Esposizione: Nord

Sviluppo al piede: 265 m

Sviluppo massimo verticale: 125 m

Altezza massima: 75 m

Regolarità morfologica del pendio: media

Pendenza media 50°-55° gradi fascia inferiore, 38° - 40° parte superiore.

- Fronte 2 – fronte orientale.

Giacitura media: 285/50

Esposizione: Ovest

Sviluppo al piede: 160 m

Sviluppo massimo verticale: 125 m

Altezza massima: 80 m

Regolarità morfologica del pendio: da scarsa a media

Pendenza media 55° fascia inferiore, 45° parte superiore.

- Fronte 3 – fronte nord-occidentale.

Giacitura media: 150/70

Esposizione: Sud-Est

Sviluppo al piede: 130 m

Sviluppo massimo verticale: 30 m

Altezza massima: 25 m

Regolarità morfologica del pendio: media

Pendenza media 80° fascia inferiore, 45° corona superiore.

Detti fronti presentano tutti condizioni di roccia affiorante con differente grado di fratturazione ed allentamento, modellati prevalentemente dall'azione di coltivazione della cava e attualmente dall'azione dei fenomeni evolutivi naturali.

Nelle zone sommitale e di corona ai fronti rocciosi denudati, oltre che all'interno della vallecchia del Rio Senza Nome a Est, prevalgono ambiti vegetati in condizioni di minore pendenza dove, per schematicità di trattazione sono stati distinti:

- il versante boscato;
- il versante acclive.

Il versante boscato si sviluppa in un'area sostanzialmente non interessata da attività antropiche, esclusivamente a Est del Fronte 2, a monte del ciglio della ex cava, fino al margine di confine con la zona del Fronte 1. E' il bacino del Rio Senza Nome che risulta caratterizzato da una fitta copertura vegetale, dove si rileva la presenza di uno strato detritico superficiale di origine eluviale, di spessore inferiore al metro e costituito da uno scheletro lapideo eterometrico in matrice limoso-sabbiosa.

Il versante acclive, invece, è localizzato in corona al Fronte 1 e al Fronte 3 ed è caratterizzato da una minore pendenza rispetto alle sottostanti porzioni di fronte denudato, e da un ricoprimento vegetale di essenze erbacee o infestanti.

Vi si osservano fenomeni erosivi superficiali e dilavamento dello strato detritico là dove la copertura vegetale risulta più rada o degradata per effetto del pascolo delle capre. In queste zone la roccia è sormontata da uno strato di alterazione di consistenza assimilabile a un terreno sciolto con clasti lapidei centimetrici in matrice limoso-sabbiosa. Anche in questo caso si stima uno spessore massimo dell'ordine di 1.00 m.

A parte le porzioni adiacenti ai portali di imbocco delle due gallerie in costruzione e il fronte Nord, dove recentemente sono state messe in opere reti metalliche armate con fune in acciaio a difesa della viabilità pubblica in corso di realizzazione, i restanti fronti, sull'intero perimetro dell'area esaminata, non presentano opere di presidio attive o interventi di consolidamento. La difesa del piazzale di lavoro è stata fino ad oggi positivamente risolta, facendo assumere la funzione di barriere paramassi alle pile di containers disposte sul perimetro del piazzale a ridosso dei fronti rocciosi.

Il sistema adottato, pur improvvisato, ha sempre funzionato per gli scopi previsti in quanto la problematica sostanziale di instabilità dei fronti esaminati

riguarda la detrizione di frammenti lapidei di piccole dimensioni (centimetriche) fino a medie (decimetriche). Molto raramente e solamente nella zona del fronte Sud, in prossimità dell'ingresso all'area, si sono riscontrati alla base del fronte blocchi di lato metrico, peraltro di evidente antico distacco.

Sempre dal fronte a Sud si origina la formazione di falde e coni detritici di frammenti centimetrici che si reperiscono in accumulo contro le barriere di containers, particolarmente evidenti presso lo spigolo sudorientale del piazzale, in prossimità dello sbocco del Rio Senza Nome.

L'attività idrica del corso d'acqua è limitata ai periodi di pioggia e le acque scaricate convergono verso una griglia di intercettazione presente al limite del piazzale, da cui dovrebbero essere convogliate verso il Rio Zoagli con rete di canalizzazione. In realtà l'efficacia e l'efficienza di tale rete non è stata appurata, ma la griglia appare intasata e l'acqua che si raccoglie nella zona tende a provocare ristagni superficiali persistenti.

Il fronte orientale, invece, non denota particolari indizi di dilavamento ed erosione superficiale e non tende a scaricare diffusamente materiale verso valle, se non per le zone di sbocco, sul piazzale, delle incisioni vallive e dei canali erosivi presenti.

Analogamente stabili e in buono stato di conservazione risultano i fronti rocciosi nord-occidentali che seguono il percorso del Rio Zoagli.

Infine, nelle zone indicate come versante boscato e versante acclive prevale una evoluzione per fenomeni erosivi superficiali, imputabili principalmente agli effetti delle piogge battenti e delle acque meteoriche di ruscellamento diffuso ed incanalato che agiscono sulle coltri e sull'ammasso roccioso di fondo. Gli effetti negativi delle acque meteoriche possono pertanto manifestarsi sulle coltri attraverso l'erosione incanalata o possibili locali smottamenti delle coperture sciolte e dello strato più superficiale alterato e allentato, dell'ammasso roccioso (cappellaccio di alterazione), attraverso il collasso di volumi lapidei di dimensioni variabili ma comunque contenuti. Tali aree non rappresentano complessivamente una situazione di rischio rilevante per l'area pianeggiante di fondovalle.

La distribuzione areale delle diverse situazioni sopra descritte e la relativa descrizione analitica si ritrovano nella relazione redatta dagli specialisti che hanno ispezionato i fronti con tecniche alpinistiche, prodotta come allegato fuori testo.

3.2 Lineamenti geologici.

L'area dell'ex cava Derrick è impostata all'interno della formazione dei "Metabasalti del Monte Figogna", come definiti sul foglio geologico "Genova" progetto CARG, della Carta Geologica d'Italia, in scala 1.50.000.

I metabasalti, dunque, costituiscono il substrato della vallecchia del Rio Zoagli, dove affiorano in continuo sui fianchi laterali e sul fondovalle e si estendono verso Ovest fino al Cimitero di Cornigliano e alle pendici occidentali del Monte Guano. Proseguendo in direzione Sud, i metabasalti si rilevano in affioramenti discontinui su fronti e scarpate ancora denudati all'interno del denso tessuto urbanizzato in sinistra della valle del Rio Ruscarolo, e più a Sud, lungo la Via Sant'Elia e la Via dell'Acciaio, oltre che nelle incisioni vallive del Rio Negrone, del Rio Senza Nome e del Rio Campasso di San Nicola.

La situazione geologica della zona è stata oggetto di svariati studi e indagini direttamente condotti dalla scrivente, come ad esempio nella zona della collina di Erzelli o nell'alta valle del Rio Zoagli, oppure eseguiti da Terzi a supporto della progettazione di importanti infrastrutture, tra cui, per tutte, si cita la strada di collegamento tra lo svincolo autostradale di Ge-Aeroporto e la località Borzoli, opera accessoria del Terzo Valico dei Giovi.

Ne deriva un modello geologico chiaro e consolidato che, nella cava propriamente di interesse, vede affiorare un'unica litologia, data da basalti massivi e brecce basaltiche.

In particolare, i basalti affiorano in continuo sui fianchi della cava, risalgono la valle del Rio Zoagli e si estendono lungo il fianco occidentale della dorsale che culmina al Monte Guano e al Cimitero di Cornigliano, dove si trovano in contatto con i Calcari di Erzelli.

Lo schema geologico di dettaglio dell'area della cava è propriamente caratterizzato da metabasalti in colate a cuscini (pillows) ben evidenti sui fronti a Nord/Ovest, alternati a colate a struttura massiva, con orizzonti di breccie chiaramente riconoscibili, ad esempio sul fronte meridionale, presso il cancello di accesso all'area. La roccia sana è tipicamente di colore da grigio-verde a rosso vinato, mentre assume una patina a colorazione rugginosa negli orizzonti alterati e ossidati.

Nell'area in esame gli affioramenti più sani dei basalti a pillow sono reperibili sul Fronte 3, nel tratto sud occidentale del Fronte 1 e localmente alla base del Fronte 2; le restanti aree sono generalmente caratterizzate da un ammasso fratturato, localmente intensamente brecciato, anche in conseguenza delle attività di coltivazione della cava.

L'assetto giaciturale dei giunti di fratturazione denota generalmente una notevole dispersione, tuttavia è stato possibile individuare, attraverso il rilevamento di 630 misure, diverse famiglie di fratturazione su ciascuno dei fronti esaminati. Nel capitolo 4 verrà trattato nel dettaglio l'argomento riguardante l'assetto strutturale riscontrato nell'area.

L'effetto dei diversi sistemi di fratturazione dell'ammasso roccioso, reciprocamente intersecati è quello di generare prismi e cunei polidimensionali che possono risultare in equilibrio precario e addirittura causare fenomeni di crollo sui fronti denudati e esposti.

In effetti, fenomeni di instabilità per crollo di materiali lapidei si sono verificati nel passato in prevalenza dal fronte meridionale della cava, dove si evidenziano giunti di discontinuità persistenti che immergono a franapoggio. Le situazioni sono localmente complicate dalla presenza di livelli di alterazione superficiale dell'ammasso roccioso, che ne provocano la degradazione e la scomposizione in piccoli e medi frammenti, che tendono ad accumularsi in corrispondenza delle rotture di pendenza e degli avvallamenti.

Le situazioni di instabilità che si sono manifestate negli anni dalle pareti della ex cava, con crolli e rilasci di materiale lapideo e formazione di detritone ai piedi dei fronti, deriva in massima parte dalla pregressa attività di coltivazione che, ovviamente, nel momento in cui tale attività è cessata, non ha previsto interventi di

sistemazione e/o messa in sicurezza dei fronti di escavazione. Un ruolo determinante, tuttavia, è svolto anche dalle caratteristiche litologiche e strutturali dell'ammasso roccioso, oltre che dalle condizioni di alterazione indotte dall'esposizione perdurante agli agenti meteorici. L'elevata pendenza dei fronti da un lato e dall'altro la litologia a chimismo basico dell'ammasso sono fattori che impediscono la formazione di suolo e il ricoprimento vegetale dei fronti. Cosicché gli affioramenti rocciosi, soprattutto nelle condizioni di massima pendenza, si mantengono denudati e sono soggetti a dilavamento ed erosione superficiale.

Soltanto sul lato orientale dell'ex cava, dove si delinea l'impluvio del cosiddetto Rio Senza Nome, e dove la pendenza è smorzata e il profilo è irregolare, si è sviluppata una densa copertura vegetale a bosco ceduo, che dal crinale dove sorge il Forte di Monte Guano, scende progressivamente verso il piazzale di cava. Nelle altre zone le fasce sommitali sono interessate essenzialmente da arbusti e radi alberi o copertura prativa, peraltro degradata dal passaggio e dal pascolo di capre, mentre nella fascia basale, anche a causa dell'esposizione in ombra per la morfologia infossata della ex cava, prevalgono condizioni di roccia denudata.

3.3 Lineamenti idrogeologici.

Per quanto attiene alle acque superficiali, si rilevano sul perimetro della ex cava vie di deflusso preferenziale delle acque di apporto meteorico, caratterizzate da attività discontinua e strettamente legata proprio alle piogge, dotate di elevato potere erosivo e capacità di trasporto.

In particolare nell'area sono individuabili tre vie di scorrimento preferenziale delle acque, tra impluvi naturali e fossi erosivi con andamento prevalentemente Est-Ovest, discendenti dal settore occidentale della collina degli Erzelli. Tali impluvi in prossimità dell'area di cava sono stati intercettati dalla coltivazione della cava che ne ha interrotto la continuità e la pendenza naturale, analogamente al corso del Rio Zoagli. In particolare, l'alveo del Rio Senza Nome, localizzato in

prossimità del margine meridionale del Fronte 2 insieme all'incisione di un suo affluente sinistro, risultano essere "sospesi" a circa 10 m di altezza dal piano del piazzale. Il bacino, seppure di modeste dimensioni, è naturalmente in grado di fornire ancora un apporto idrico, che attualmente trova recapito in una griglia posta sul piazzale di cava al piede del fronte.

Un canale erosivo si rileva poi nel tratto centrale del Fronte 2 che incanala le acque di pioggia e veicola verso il piazzale il materiale di detritazione proveniente dallo smantellamento naturale del pendio a monte soggetto ad erosione areale.

In relazione invece al Rio Zoagli, presente nel settore più settentrionale dell'area, esso risulta attualmente convogliato all'interno di un canale artificiale che corre sul portale della galleria verso Borzoli, prosegue lungo il margine occidentale del piazzale della ex cava e scende fino a immettersi nel Rio Ruscarolo all'altezza della Via Borzoli.

Come accennato, l'area in esame è sostanzialmente interessata da deflussi saltuari che si attivano in caso di pioggia e che convergono verso l'area di cava per la sua morfologia a "conca". Le modalità di smaltimento delle acque è regolato dalle pendenze, dal ricoprimento vegetale, laddove presente, e dalle caratteristiche di permeabilità dei terreni. La presenza diffusa di roccia affiorante e/o subaffiorante sul versante, unitamente alle condizioni di elevata pendenza dei profili, fanno sì che i tempi di corrivazione delle piogge siano molto brevi; l'attivazione dello scorrimento superficiale è sostanzialmente immediato e l'infiltrazione sul versante, in caso di forti scrosci, è minima nei tratti a maggiore pendenza, mentre aumenta nell'impluvio del Rio Senza Nome.

Per quanto riguarda gli aspetti idrogeologici, relativi alla circolazione delle acque profonde che interessano il versante, essi sono primariamente condizionati dalla permeabilità dell'ammasso roccioso per fratturazione-fessurazione, che localmente può risultare elevata; tale condizione favorisce l'infiltrazione delle acque di apporto meteorico con circolazione sotterranea strettamente controllata dai reticoli di frattura, organizzandosi pertanto secondo una rete idrica complessa, costituita da percorsi prevalentemente verticali impostati sui piani di fratturazione, in funzione del grado di apertura e di reciproca intersezione dei giunti.

E' dunque ammissibile, nella zona, un certo grado di circolazione idrica profonda, localizzata in corrispondenza delle fasce fratturate e tettonizzate, ma non si tratta, a parere di scrive, di una falda idrica continua con livello di saturazione costante e correlato in tutta l'area, bensì di manifestazioni transitorie strettamente dipendenti dai regimi piovosi.

A conferma di quanto sopra espresso si richiamano le misure dei livelli idrici registrate nei piezometri installati nei sette fori di sondaggi eseguiti nel piazzale della ex cava.

Piezometro	Q.A. boccaforo	Livello idrico								
		11 aprile 2016			17 maggio 2016			07 giugno 2016		
		m. da p.c.	q.a. livello idrico	T°C	m. da p.c.	q.a. livello idrico	T°C	m. da p.c.	q.a. livello idrico	T°C
PZ1	28,30	1,38	26,92	12,2	1,35	26,95	17,6	1,20	27,10	24,5
PZ2	33,00	0,76	32,24	15,3	0,76	32,24	17,9	0,73	32,27	20,4
PZ3	33,50	1,16	32,34	14,7	1,15	32,35	17,3	1,20	32,30	21,2
PZ4	34,20	1,24	32,96	14,8	1,28	32,92	17,5	1,30	32,90	23,4
PZ5	22,30	--	--	--	--	--	--	--	--	--
PZ6	31,40	0,58	30,82	13,9	0,50	30,90	17,6	0,76	30,64	21,0
PZ7	33,00	1,03	31,97	14,0	1,20	31,80	17,8	1,06	31,94	22,3
PZ2R (*)	33,00	0,68	32,32	15,2	0,62	32,38	18,0	0,80	32,20	20,5
PZ4R (*)	34,20	1,23	32,97	15,1	1,27	32,93	17,5	1,29	32,91	23,2

(*) piezometro fessurato solo nel tratto in roccia.

Innanzitutto occorre precisare che, a parte i due piezometri PZR2 e PZR4, fessurati solo nel tratto in roccia, tutti gli altri piezometri sono fessurati per tutta la lunghezza, o comunque per tutto il tratto in materiali sciolti.

I livelli idrici misurati, espressi in quote assolute, evidenziano la mancanza di correlazione e confermano l'assenza di una falda continua naturalmente drenata verso il corso d'acqua a Nord/Ovest. Infatti i gradienti risultano invertiti

rispetto all'andamento vallivo della linea naturale di drenaggio, pertanto si propende per una alimentazione puntuale legata ai reticoli di frattura dell'ammasso roccioso, ma soprattutto alimentata da circolazione idrica discontinua al contatto tra strato superficiale di riporti e substrato roccioso, possibilmente da mettere in relazione con le piogge

Ciò che è certo è che si tratta di acque superficiali, cioè di circolazione e alimentazione superficiali, tanto è vero che le temperature risentono direttamente della temperatura atmosferica corrispondente alla data di effettuazione delle misure e si innalzano decisamente tra aprile e giugno.

4 Ispezione dei fronti tramite calate con tecniche alpinistiche.

L'ispezione dei fronti dell'ex cava Derrick è stato eseguito con l'ausilio del personale specializzato dello Studio Associato Geologia Verticale che, avvalendosi di tecniche alpinistiche, ha potuto valutare direttamente in parete l'assetto dell'ammasso, rivelando situazioni particolari altrimenti non identificabili da altri punti di osservazione a terra.

Ai dati raccolti in parete si aggiungono i risultati delle verifiche effettuate direttamente al piede del fronte, che hanno riguardato soprattutto le caratteristiche dimensionali del materiale lapideo distaccato e sceso dai fronti.

Tramite le calate é stato possibile ispezionare l'ammasso roccioso affiorante su tutto il perimetro della ex cava per individuare le problematiche di dissesto eclatanti, o anche solo potenziali e verificare la frequenza e la dimensione di eventuali blocchi instabili. Il rilevamento si è poi esteso alla fascia sommitale dei fronti, alla vallecchia boscata che scende dal Monte Guano e agli assi di defluenza preferenziale. Per il dettaglio della metodologia di lavoro adottata e delle rappresentazioni fornite in esito alle verifiche svolte si rimanda all'elaborato specialistico redatto nel marzo 2016 dai colleghi di Geologia Verticale prodotto come allegato fuori testo.

Per quanto di rilevanza ai fini della presente indagine, funzionale, si ricorda, al rimodellamento ambientale e alla messa in sicurezza dell'area ai fini del mantenimento dell'attività produttiva sull'ex piazzale di cava, vale la pena puntualizzare una serie di aspetti. Per facilitare il riconoscimento dei riferimenti riportati anche in cartografia e sugli elaborati specialistici allegati, si utilizzano la medesima nomenclatura e le medesime suddivisioni territoriali. Pertanto nella ex cava si distinguono i tre fronti principali così denominati:

- Fronte 1: 20/50 (fronte Sud);
- Fronte 2: 285/50 (fronte Est);
- Fronte 3: 150/70 (fronte Nord-Ovest).

Il rilevamento geostrutturale ha individuato diversi set di discontinuità che sono stati analizzati separatamente su ognuno dei fronti esaminati. Plottati su reticolo equatoriale di Schmidt rispetto alla giacitura del fronte stesso, hanno consentito di individuare i potenziali cinematismi di instabilità che penalizzano ciascuno dei fronti distinti. Tale analisi, associata ai riscontri visivi rilevati in situ, sia relativamente ai punti di distacco effettivamente verificati, sia per quanto attiene le volumetrie e le quantità dei blocchi e dei detriti evidenziati ai piedi dei fronti, ha portato alla distinzione di diversi ambiti con caratteristiche e comportamenti omogenei rispetto all'evoluzione morfologica e alla manifestazione di potenziali fenomeni di dissesto.

Ogni ambito è stato contraddistinto con una lettera maiuscola, da A a R, i cui dettagli compiano sulle Tav. 1 e 2 della relazione dello Studio Associato Geologia Verticale. L'**ALL. 2** riporta i confini degli ambiti di zonizzazione geologica sul rilievo di stato attuale della proprietà.

Gli ambiti sono distribuiti come segue:

Fronte 1. Ambiti A – B – C – D – E – F – G

Fronte 2. Ambiti H – I – L – M – N – O – P

Fronte 3. Ambiti Q – R.

Oltre agli ambiti identificati con lettere, sono state distinte, in esito ai rilevamenti, due zone definite come versante acclive Va e versante boscato Vb. Si tratta dei settori in condizioni di acclività da media a bassa, che si diversificano in funzione del grado di ricoprimento vegetazionale. Il “versante boscato” comprende tutta la vallecchia che discende da Est, dal Monte Guano, invece il “versante acclive” identifica le zone in corona ai fronti principali, dove la pendenza risulta abbattuta e dove si osserva una vegetazione erbacea e arbustiva, con radi alberi.

Il “versante acclive” interessa la parte centrale e la fascia di corona del Fronte 1, il tratto centrale del Fronte 2 e tutto il ciglio del Fronte 3, sottostante alla Salita del Fringuello. In queste zone non sono state ravvisate particolari problematiche in tema di pericolosità per distacchi o crolli.

In esito agli accertamenti svolti si è appurato, in sintesi quanto segue.

- **Fronte 1.**

Le situazioni più delicate si riscontrano negli ambiti B – E – F – G dove le maggiori probabilità di dissesto si hanno per blocchi piccoli e singoli, di volume sempre inferiore 1 mc e per eventi complessivamente di volumetrie < 3 mc. Al piede del Fronte 1, si osservano coni detritici di frammenti tendenzialmente centimetrici e anche nel caso di distacco di blocchi di maggiori dimensioni, il grado elevato di fratturazione che l'ammasso presenta in questa zona favorisce la scomposizione in porzioni minute che evolvono principalmente secondo fenomeni di detrizione. Ciò che si evidenzia, in questi ambiti, è lo spessore dello strato potenzialmente mobilizzabile. Nel corso del rilevamento si è stimato, in corrispondenza degli ambiti F e G, che la fascia di tettonizzazione dell'ammasso si approfondisca anche per 4.00- 5.00 m, andando a costituire, nell'intera zona esaminata, la situazione più problematica per quanto attiene la stabilità dei fronti. In particolare alla base dell'ambito F viene segnalata la presenza di un giunto a franapoggio di elevata persistenza sul quale appoggia il materiale maggiormente allentato per una volumetria complessiva massima stimata in 700 mc circa. Tale stima, sarà naturalmente oggetto di approfondimento e verifica all'avvio dei lavori.

Per contro, l'ambito E vedrà naturalmente risolta la sua problematica in quanto si troverà coperto dal corpo del riempimento di progetto.

Le fenomenologia riscontrate e le caratteristiche dell'ammasso roccioso, rientrano ad ogni modo in problematiche puntuali e locali mentre non si ravvisa alcun indizio di crolli e instabilità generali, alla scala dell'intero fronte.

- **Fronte 2.**

Come nel caso precedente le fenomenologie di dissesto più probabili riguardano la mobilitazione di blocchi singoli o di blocchi in sciame per volumetrie piccole, sempre inferiori, rispettivamente, a 1 mc e a 3 mc. L'estensione areale di tali ambiti (H e P) è alquanto limitata (complessivamente inferiore a 200 mq) e riguarda essenzialmente zone sommitali, mentre gli ambiti M – N si trovano ricompresi negli interventi di sistemazione e consolidamento già effettuati a corredo degli imbocchi delle gallerie per la viabilità di servizio al Terzo Valico dei Giovi, tra Borzoli e il casello autostradale di Genova Aeroporto.

Permangono unicamente situazioni di potenziale instabilità per le medesime volumetrie, nell'ambito O, a margine dell'imbocco della galleria orientale.

Lo spessore massimo, stimato ortogonalmente al fronte, del materiale mobilizzabile in caso di crollo è di 4.00 m e si riferisce all'ambito P. Si escludono anche in questo caso fenomeni di instabilità globale alla scala dell'intero fronte.

- **Fronte 3.**

Sul fronte 3 si è rilevata una specifica condizione di alterazione a carico dell'ammasso roccioso, con formazione di una coltre eluviale/cappellaccio di alterazione, presente in forma di "sacca" alla sommità del fronte. Nonostante non si riscontrino al piede del fronte indizi di passati crolli o distacchi e neppure di erosione superficiale o dilavamento, il materiale descritto, localmente assimilabile, come consistenza, a un terreno granulare ricementato o concrezionato, può subire fenomeni di dissesto superficiale. Per il resto tutto il Fronte 3 risulta stabile, vegetato e a pendenza ridotta nella fascia sommitale, mentre nel tratto inferiore, in fregio all'alveo artificiale

del Rio Zoagli, pur denotando condizioni di elevata pendenza, non provoca detrizione significativa e l'ammasso, strutturato a pillow, appare stabile.

In conclusione, i fronti della ex cava Derrick sono caratterizzati da una accentuata vulnerabilità al degrado corticale che si concretizza attraverso il rilascio di blocchi o volumi piccoli di materiale (< 3 mc in mucchio).

Si riconoscono, poi, zone con probabilità di accadimento per eventi medi in termini di volumetrie mobilizzabili coinvolgenti fino a 30 mc di materiale. Queste zone sono localizzate sul Fronte 1 (ambiti B e F) e comprendono limitate porzioni dei fronte 2 e 3 (rispettivamente ambiti P e R).

5 Analisi dei possibili cinematismi di distacco sui fronti di cava.

5.1 Rilevamento geomeccanico.

Le discontinuità rilevate nell'area di indagine sono riconducibili a otto set principali di discontinuità suddivisi sui tre fronti principali dell'area di cava, che si rappresentano con proiezione stereografica sul reticolo equatoriale di Schmidt, emisfero inferiore. L'analisi di dettaglio degli elementi raccolti e la loro valutazione statistica è contenuta nell'elaborato dello Studio Associato Geologia Verticale più volte richiamato.

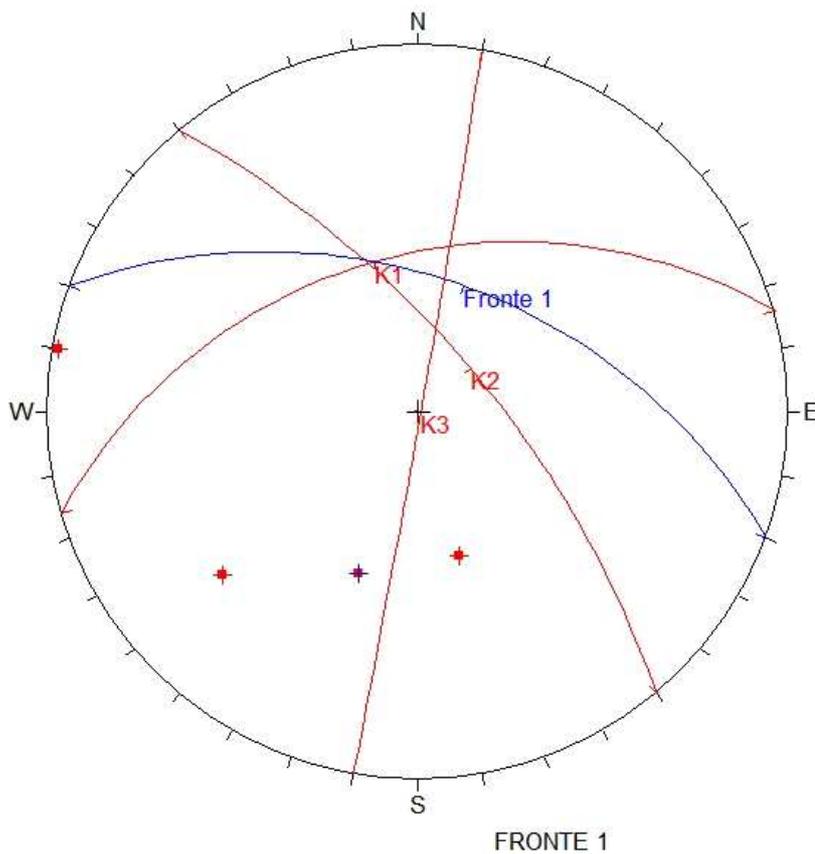
In sintesi:

Settore	Set		Giaciture	
	Sigla	Tipo	Immersione	Inclinazione
Fronte 1 (20/50)	K1	Frattura	344	44
	K2	Frattura	50	69
	K3	Frattura	100	89
Fronte 2 (285/50)	K4	Frattura	201	69
	K5	Frattura	294	50
	K6	Frattura	55	47
Fronte 3 (150/70)	K7	Frattura	179	46
	K8	Frattura	320	62

Dall'analisi delle condizioni geomorfologiche riscontrate in sito e dai dati del rilievo geostrutturale, si deducono, statisticamente, i principali meccanismi evolutivi che possono interessare i fronti in esame.

Tenendo in considerazione i set principali di giunti rilevati in parete, i possibili cinematismi di distacco derivano, sostanzialmente, dall'incidenza degli stessi rispetto all'orientazione nello spazio dei fronti, che consente di ricavare elementi sulla *propensione al dissesto* dei luoghi esaminati, ai fini della comprensione degli effettivi meccanismi di instabilità potenziali rilevati sul terreno.

Si distinguono in proposito le seguenti situazioni medie:



Fronte 1

Per quanto riguarda il fronte 1 ($20^{\circ}/50^{\circ}$), alla destra dell'ingresso all'area di proprietà, l'esame dello stereogramma evidenzia la possibilità di distacchi di cunei rocciosi generati dall'intersezione sul fronte dei giunti K1/K2 e K2/K3, con inclinazioni prossime o minori di quella del fronte. L'esame diretto dei luoghi, ha osservato distacchi e scollamenti incipienti di materiali già frantumati, scomposti in frammenti di piccola pezzatura nel tratto più orientale del Fronte 1 (Foto 1 e 2) dove si è formata una estesa conoide detritica in frammenti centimetrici (Foto 3 e 4). Ad Ovest, invece, l'ammasso risulta maggiormente compatto e massivo (Foto 5 e 6). Resta comunque confermata la possibilità di rotazioni nei giunti rilevati, che possono localmente generare condizioni di instabilità locali, non necessariamente riconducibili allo schema tipo sopra riportato, basato sulla elaborazione statistica delle misure rilevate, quindi sui valori di immersione e inclinazione baricentrici della nuvola di punti di tutti gli elementi misurati.



Foto 1



Foto 2



Foto 3



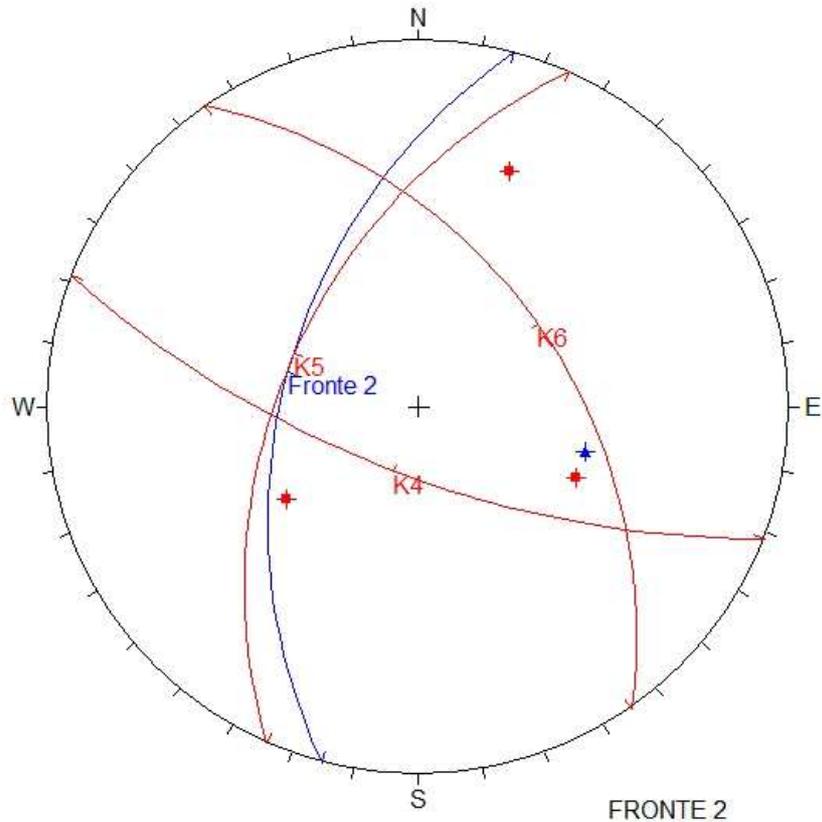
Foto 4



Foto 5



Foto 6



Fronte 2

Comprende il fronte a Est del perimetro di cava, sotto il Monte Guano.

In questa zona, lo stereogramma evidenzia principalmente la possibilità di scivolamenti planari sul giunto K5 di blocchi parallelepipedi sezionati lateralmente dai giunti K4 e K6. L'inclinazione media del fronte, prossima a quella del set K5 a franapoggio, induce teoricamente condizioni di equilibrio limite. Resta peraltro confermata la possibilità di rotazioni o dispersioni nelle giaciture dei giunti indicate, che possono localmente aggravare le condizioni di stabilità. L'esame diretto della parete identifica zone di avvenuto e incipiente distacco di cunei di lato decimetrico, in particolare, nella zona alta del fronte (Foto 7 e 8).



Foto 7

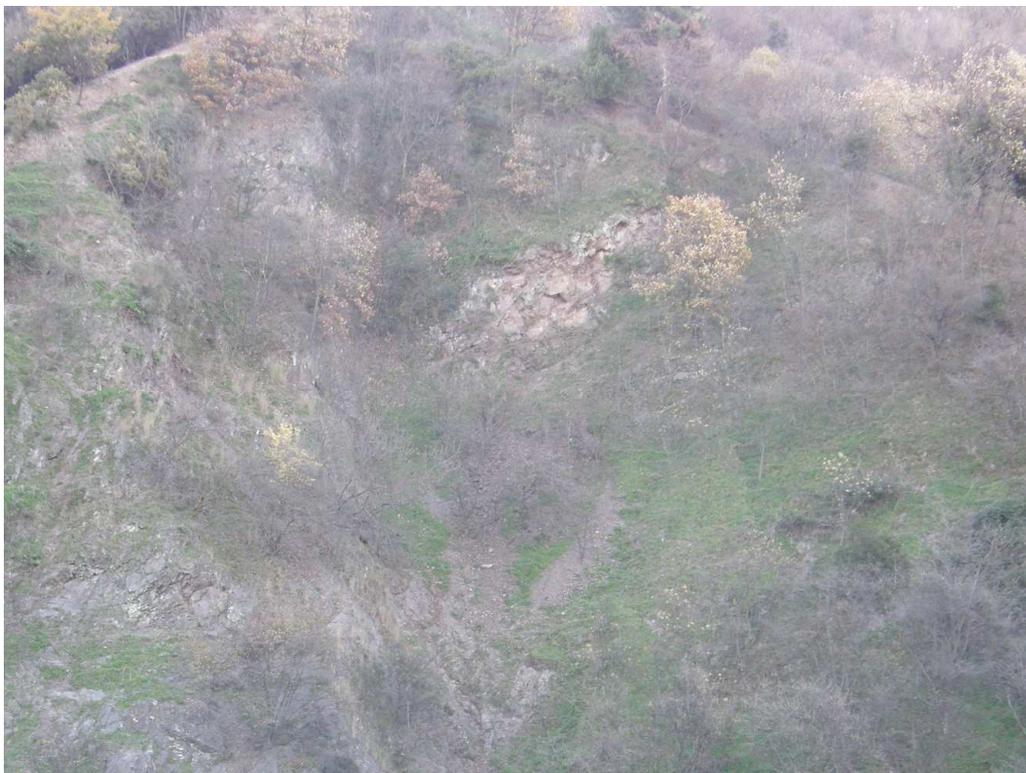
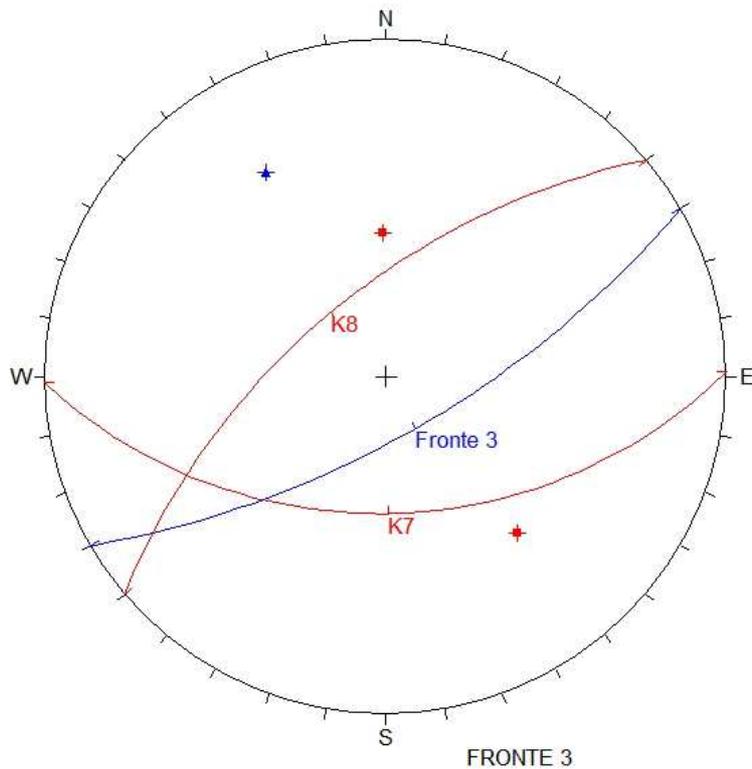


Foto 8



Fronte 3

Sul Fronte 3 si identifica la possibilità teorica di scivolamento planare sul giunto K7 e di ribaltamento rispetto al giunto K8. Si tratta comunque di fenomeni locali potenziali, che peraltro trovano scarso riscontro nei prodotti di disfacimento che si rinvergono al piede del fronte, nonché nelle nicchie visibili in parete, in quanto in questa zona l'ammasso è scarsamente allentato e in buono stato di conservazione, mentre il rischio di fenomeni di instabilità riguarda semmai la sacca di materiale alterato rinvenuta nella porzione centrale del fronte (Foto 9 e 10).



Foto 9



Foto 10

6 Sondaggi geognostici.

Nell'ambito del piazzale dell'ex cava Derrick è stata condotta una campagna di sondaggi che ha avuto la doppia finalità, geognostica e ambientale. L'ubicazione dei punti di indagine è riportata sulla planimetria dell'**ALL. 3**, mentre in **ALL. 4** e in **ALL. 5** sono rispettivamente prodotte le stratigrafie con relativi rapporti di perforazione e le foto dei reperti raccolti in cassetta.

Si tratta di un totale di 12 perforazioni effettuate a rotazione, con prelievo continuo di campione che hanno raggiunto sempre la roccia di substrato. Di queste, 7 fori sono stati attrezzati con piezometro microfessurato per il monitoraggio di eventuali livelli idrici presenti in sottosuolo. Altri due piezometri microfessurati solo nel tratto in roccia, sono stati installati in fori aggiuntivi perforati a distruzione di nucleo.

I sondaggi hanno confermato pienamente il quadro geologico di riferimento della zona evidenziando che:

- la massima parte del piazzale di cava, comprendente le zone meridionale, occidentale e centrale, è interessata dalla presenza di materiali sciolti superficiali, di origine antropica, di spessore medio pari a 1.50 m, e fino a 2.40 m (C3) nel capannone/officina. Soltanto al limite settentrionale, nell'area compresa attualmente entro il perimetro del cantiere per le gallerie stradali, lo spessore dei riporti superficiali raggiunge i 3.00-3.50 m (C5 e PZ4). Tali materiali sono costituiti essenzialmente da un detrito misto grossolano. Le analisi granulometriche condotte su 4 campioni rimaneggiati prelevati dai sondaggi nei fori PZ2, PZ3, PZ4 (**ALL. 6**), hanno indicato che si tratta di ghiaie e sabbie, dove la percentuale di fini (limi e argille) è dell'ordine del 14% e solo in un caso raggiunge il 23%.
- Si tratta del materiale di sottofondo della pavimentazione in asfalto, il cui spessore variabile compensa i dislivelli del fondo roccioso che

degrada verso Nord e Nord/Ovest, quindi verso il corso originario del Rio Zoagli.

- In corso di perforazione negli orizzonti sciolti della copertura detritica sono state effettuate prove SPT per un totale di 10 determinazioni che hanno rivelato valori alquanto dispersi di NSPT, comunque piuttosto elevati in quanto per la maggior parte compresi tra 20 e 70, tale risultato è da attribuire alla presenza di granulometrie grossolane che possono ostacolare l'infissione della punta di prova. Sono comunque indicativi di un comportamento granulare del materiale.
- Al di sotto tutti i sondaggi hanno reperito il basalto, che si differenzia in basalto di colore verdino o rosato, sano e compatto, poco fratturato, con RQD del 50% o superiore e in basalto molto fratturato e alterato, di colore rosso vinaccia e rugginoso, scomposto in frammenti centimetrici, con RQD nullo.
- La facies del basalto alterato e fratturato è stata reperita nei sondaggi PZ2, PZ3 e PZ7, e delimita una fascia di alterazione e spinta tettonizzazione orientata all'incirca Nord/Sud, che attraversa il piazzale e verso Sud prosegue in affioramento sul Fronte 1, dove genera gli ambiti F e G, i quali sono risultati i più problematici per quanto attiene la stabilità di cunei e frammenti lapidei in progressiva detrizione dal fronte.
- La profondità di indagine è stata variata in funzione delle esigenze; ad ogni modo tutti i sondaggi hanno raggiunto la roccia basaltica di substrato e tre di essi, precisamente C2, C3 e C5, sono stati approfonditi fino a 15 m dal p.c., rivelando, in profondità, un ammasso sano, massivo e compatto, con ricristallizzazioni di calcite ed essudati di quarzo. L'indice RQD medio, in questo caso, è dell'ordine del 70%.

7 Classificazione geomeccanica dell'ammasso roccioso.

Nel corso dell'indagine è stato possibile esaminare le risultanze delle indagini geognostiche e geotecniche effettuate per la progettazione delle gallerie che sottopassano la dorsale di Erzelli e quella di Salita del Fringuello, ai lati della ex cava Derrick, nell'ambito della viabilità di servizio al Terzo Valico dei Giovi. La scrivente, inoltre, ha potuto usufruire di un'ampia banca dati relativamente alla caratterizzazione dei basalti della zona, derivante dalle indagini e poi dall'attuazione dei primi lotti del Parco Scientifico-Tecnologico di Erzelli, che si sviluppa a Est del sito in esame.

Pertanto, la definizione quantitativa dei parametri dell'ammasso roccioso viene effettuata per analogia con gli elementi noti e disponibili per la zona. Si tenga inoltre presente che sulle superfici esposte dei fronti della ex cava affiora un basalto variamente fratturato, ma essenzialmente a struttura massiva, oppure a pillows e localmente brecciato. Vale la pena evidenziare che il basalto alterato e fratturato, comunque litoide e strutturato, vede la sua resistenza ridursi anche di un ordine di grandezza per effetto dell'alterazione, e analogamente vede aumentare la sua deformabilità. La medesima riduzione, in termini di resistenza, si misura nelle brecce di basalto.

In esito ai rilievi geostrutturali compiuti sugli affioramenti della zona e sui reperti dei sondaggi, unitamente ai dati di laboratorio relativi alla determinazione della densità del litotipo e alla sua resistenza a compressione monoassiale della banca data a mano della scrivente, viene applicata la classificazione geomeccanica di Bieniawski per ricavare gli indici di qualità dell'ammasso roccioso basaltico sano, seppure variamente fratturato, di colore verde e rosso vinato.

Rock Mass Rating – Bieniawski 1989

Parametro	Valore	Punteggio
σ_c (resistenza a compressione monoassiale)	50-100 MPa	7
R.Q.D.	50-75	13
Spaziatura giunti	200-600 mm/60-200 mm	10-8
Condizione giunti		
persistenza (m)	< 1 / 1 – 3	6-4
apertura (mm)	0.5 – 2.5	4-1
rugosità	leggermente rugoso	3
riempimento	assente - sciolto	6-2
alterazione	nulla/scarsa	6-5
Condizione idraulica	asciutto	15
BRMR (base)		70-58

Ammasso roccioso di qualità da buona a discreta

GSI Geological Strenght Index

$$\text{GSI} = \text{BRMR ('89)} - 5 \text{ (Hoek, 1995)} = 65-53 - \text{valore consigliato } 55$$

Per quanto riguarda la densità, i valori indicati per i calcoli strutturali sono:

- 27 KN/m³ nel basalto e nelle brecce di basalto sane;
- 24 KN/m³ nel basalto alterato e fratturato ma strutturato e litoide.

8 Parametri di resistenza dell'ammasso roccioso con il criterio di Hoek e Brown.

Alla scala dei fronti esaminati, in rapporto alle problematiche connesse alla proposta progettuale che attiene la messa in sicurezza della ex cava, in vista del mantenimento delle attività produttive sul piazzale che sarà rialzato con l'abbancamento di terre e rocce da scavo e in considerazione delle caratteristiche strutturali dell'ammasso roccioso e delle relative dinamiche evolutive, si propone una modellazione dell'ammasso come "mezzo continuo equivalente", in accordo con una delle possibili formulazioni teoriche note in letteratura. I parametri geotecnici da utilizzare nei calcoli per descriverne, in termini quantitativi, il comportamento meccanico d'insieme, comprendono:

- i parametri di deformabilità: il modulo di deformabilità di ammasso " E_m ".
- i parametri di resistenza: la coesione " c " e l'angolo di attrito " φ " di ammasso.

Tali parametri sono stati determinati, nel seguito, adottando il criterio di rottura non lineare di Hoek e Brown, nell'ultima formulazione proposta nel 2002, che consente di stimare coesione e angolo di attrito di ammasso, con l'equivalenza al criterio classico di Mohr-Coulomb.

Per applicare il criterio di Hoek e Brown nella valutazione di problematiche attinenti la stabilità di pendii, è stato assunto:

- GSI pari a 55 (dal rilievo dello stato dell'ammasso sul fronte);
- $\sigma_{ci} = 60$ MPa (da banca dati prove di laboratorio dello Studio);
- $m_i = 22$ (da banca dati prove di laboratorio dello Studio).

E' ipotizzabile che all'interno dei fronti, la qualità dell'ammasso migliori gradualmente, come peraltro appurato nel corso dello scavo delle gallerie. Ciò nonostante, l'ammasso in affioramento risulta ragionevolmente detensionato per effetto degli scavi a suo tempo effettuati e del permanere in esposizione agli effetti alterativi degli agenti esogeni. Ciò giustifica l'introduzione di un fattore di

penalizzazione nell'attribuzione dei parametri necessari per la definizione del comportamento dell'ammasso in termini di resistenza e deformabilità.

A fronte di quanto sopra, per lo "stato di disturbo" D, in termini di grado di fratturazione e allentamento dell'ammasso, con riferimento alla problematica geotecnica in esame, si è assunta la condizione di disturbo corrispondente a $D = 0.5$.

Con l'utilizzo del programma RocLab versione 1.033/2013, compilato dagli stessi Autori del criterio di rottura, si determinano i parametri di resistenza e di deformabilità espressi nei termini dell'interpolazione lineare di Mohr-Coulomb (FIG. 10).

- angolo di attrito ϕ'_m : 50 gradi
- coesione c'_m : 700 KPa

Il modulo di deformabilità di ammasso " E_m " è dell'ordine di 2000 MPa.

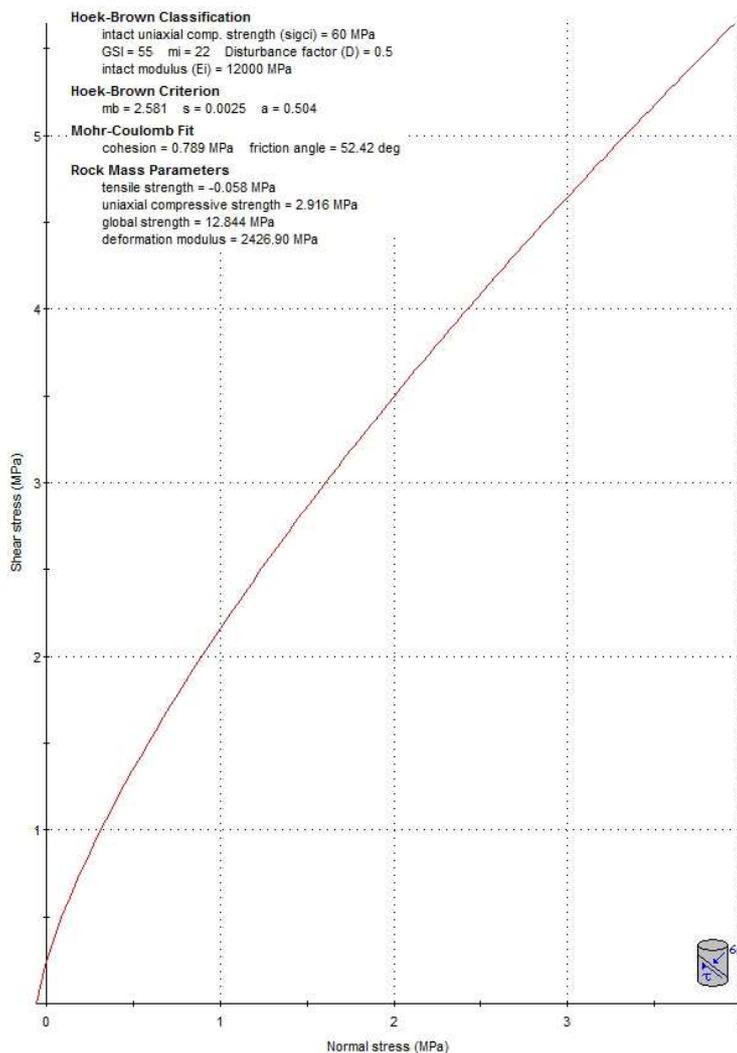


FIG. 10: criterio di rottura dell'ammasso roccioso.

Resta inteso che la caratterizzazione geotecnica media dell'ammasso roccioso potrà essere usata come riferimento da parte dell'Ingegnere Strutturista nei calcoli progettuali per le problematiche fondazionali e di stabilità dei muri e per la posa del rilevato previsto, oltre che nei casi in cui venga effettuata una verifica di stabilità globale dei fronti, per tutta l'altezza.

Rappresenta il modello di partenza sulla base del quale è possibile sviluppare la progettazione, con eventuali modifiche e precisazioni che possono certamente derivare dalla sensibilità e dall'esperienza del Progettista, anche in funzione delle normative cui intende riferirsi, degli strumenti di calcolo utilizzati, dei livelli di sicurezza trapiandati, del tipo e della vulnerabilità dell'opera, ecc.

Sulla base del rilevamento geostrutturale compiuto non si individuano particolari fattori di rischio aggiuntivi conseguenti alla giacitura dei sistemi di fratturazione dell'ammasso roccioso. E' pur vero che sui fronti che sovrastano il piazzale, si riscontra la presenza di almeno una famiglia o una coppia di famiglie di discontinuità disposte sfavorevolmente, a franapoggio e la formazioni di cunei emergenti dal fronte, ma la persistenza è in genere modesta e i giunti sono tendenzialmente serrati. Pertanto, le reciproche intersezioni possono certo isolare geometricamente sul fronte cunei di roccia, in situazioni locali e circoscritte, che sono state individuate e riconosciute nei diversi ambiti in cui sono stati suddivisi i fronti della cava (si richiama in proposito la problematica segnalata nell'ambito F), ma è ragionevole ritenere che si tratti di situazioni locali che dovranno essere affrontate puntualmente con gli opportuni e mirati interventi di presidio di seguito esposti.

9 Considerazioni in merito al rischio sismico.

Si illustrano, nel seguito, alcune considerazioni in merito alla progettazione in esame in rapporto alle prescrizioni della normativa antisismica di cui al D.M. 14.01.08, precisando, comunque, per la valenza di tipo amministrativo che riveste l'informazione, che l'unità urbanistica di Borzoli, del Comune di Genova, ricade in Zona 4, ai sensi della nuova classificazione sismica regionale (D.G.R. n. 1362/2010).

L'accelerazione massima prevista per il sito in esame può essere valutata con riferimento alla situazione stratigrafica (*coefficiente stratigrafico* S_S) e topografica (*coefficiente topografico* S_T):

$$a_{max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

Per ciò che attiene la categoria di suolo di fondazione distinta sulla base della velocità media di propagazione delle onde di taglio V_s entro 30 m di profondità, contati dalla quota del p.c. attuale, si deduce, dalla stratigrafia dei luoghi riscontrata in situ, che l'ambito in esame ricade su suoli di categoria A, corrispondenti a "ammassi rocciosi affioranti con valori di V_{s30} superiori a 800/m/sec", e questo sia che si operi sui fronti, sia che si consideri il piazzale dalla quota del p.c. attuale, dove verrà impostato il riempimento a progetto.

Nel caso in esame, S_S (*coefficiente stratigrafico*) che viene calcolato con apposite formule dai valori di F_0 e Tc relativi al sottosuolo di categoria A, vale 1. Invece, con riferimento alle condizioni topografiche, le condizioni variano tra la categoria T1, ovvero il caso della superficie pianeggiante per quanto riguarda il piazzale e la categoria T2 per i fronti, comprendente pendii con inclinazione media $> 15^\circ$. Questo determina un coefficiente topografico S_T variabile tra 1 e 1,2.

Nei calcoli di seguito esposti si considera il caso più sfavorevole dell'ambito di pendio. I valori dei coefficienti sismici e di a_g illustrati nel seguito sono ricavati con il software GeoStru PS, disponibile on line sul sito www.geostru.com.

Dalle coordinate geografiche, viene definito il valore dell'accelerazione orizzontale massima (a_g), per la categoria di sottosuolo considerata, il fattore di

amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale (F_0), ed il periodo caratteristico (T_c) dello spettro (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro) riferiti a Tempi di Ritorno (T_R) compresi tra 30 e 975 anni.

Per poter definire il periodo di riferimento per l'azione sismica, da considerare nelle verifiche progettuali, occorre conoscere i dati dell'opera, che riguardano la sua vita nominale (V_N) e il coefficiente d'uso (C_U), e considerare la probabilità di superamento dello stato limite di progetto (P_{VR}).

Nel caso in esame, trattandosi di opere ordinarie, si ricava:

$$V_N = 50$$

La classe d'uso e il coefficiente d'uso C_U sono legati alle conseguenze di collasso e di operatività dell'opera. Nello specifico si indica una classe d'uso II: "Costruzioni con normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente, senza funzioni pubbliche e sociali essenziali", per la quale:

$$C_U = 1$$

Da dove si determina un valore del periodo di riferimento per l'azione sismica

$$V_R = V_N \cdot C_U \text{ pari a } 50.$$

La probabilità di superamento nel periodo di riferimento corrispondente (P_{VR}) è definita dalla tabella seguente in funzione dello stato limite considerato:

Stati Limite		P_{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Quindi, è proprio in funzione degli stati limiti che si determina il *Periodo di ritorno sismico* T_R , con riferimento al quale potranno essere ricavati tutti i parametri a_g , F_0 e T_c e i coefficienti sismici da inserire nelle verifiche e nei calcoli strutturali.

Ad esempio, prendendo in considerazione lo "stato limite di salvaguardia della vita" SLV , nel caso di un pendio, i valori dei parametri T_R , a_g , F_0 , T_c forniti in

relazione alla posizione del sito in esame latitudine: 44,430028, longitudine: 8,8633560 sono:

$$T_R = 475 \text{ anni}$$

$$a_g = 0.065 \text{ g}$$

$$F_0 = 2.544$$

$$T_C = 0.289 \text{ s}$$

ed essendo $S_s = 1$ e $S_t = 1,2$, il valore dell'accelerazione massima orizzontale del terreno di fondazione per lo "stato limite di salvaguardia della vita" **SLV** risulta, pari a:

$$a_{max (SLV)} = S_S \cdot S_T \cdot a_g = 0.765 \text{ m/s}^2$$

I corrispondenti coefficienti sismici orizzontale e verticale K_h e K_v , nel caso in esame, nelle verifiche allo stato limite vita (SLV) risultano:

$$K_{h (SLV)} = 0.016$$

$$K_{v (SLV)} = \pm 0.008$$

Approfondimenti nel merito sono comunque demandati allo Strutturista che, sulla base degli elementi forniti, effettuerà la progettazione antisismica delle opere in progetto, come previsto dalla Normativa vigente, andando eventualmente a considerare una eventuale diversa categoria di sottosuolo per le verifiche sismiche delle strutture previste sul nuovo piazzale, che, come noto, risulterà rialzato rispetto all'attuale di 12 m circa, per abbancamento di materiale detritico.

Il prospetto che segue (FIG. 11) illustra i coefficienti sismici per i diversi stati limiti della normativa.

Via: n°

Comune: Cap:

Provincia:

WGS84 (°)

Latitudine:

Longitudine:

Isole:

(1)* Coordinate WGS84 (°)
 Latitudine Longitudine

(1)* Coordinate ED50 (°)
 Latitudine Longitudine

Classe dell'edificio

C_u = 1

Vita nominale (Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100)

Interpolazione:

Visualizza vertici della maglia di appartenenza

(1)* Il software converte i dati dal sistema WGS84 al sistema ED50, prima di elaborare i risultati è comunque possibile inserire direttamente le coordinate nel sistema ED50. I punti sulla mappa sono da considerarsi esclusivamente in coordinate WGS84.
 (2)* Il file creato con "Salva file" può essere importato automaticamente negli applicativi GeoStru.

Stato Limite	Tr [anni]	a ₀ [g]	F ₀	T _c [s]
Operatività (SLO)	30	0,022	2,556	0,180
Danno (SLD)	50	0,029	2,524	0,203
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,065	2,544	0,289
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,083	2,548	0,300
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

CALCOLO COEFFICIENTI SISMICI

Muri di sostegno Paratie

Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)
 us (m)

Categoria sottosuolo
 Categoria topografica:

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss* Amplificazione stratigrafica	1,00	1,00	1,00	1,00
Cc* Coeff. funz categoria	1,00	1,00	1,00	1,00
St* Amplificazione topografica	1,20	1,20	1,20	1,20

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,005	0,007	0,016	0,020
kv	0,003	0,003	0,008	0,010
Amax [m/s ²]	0,261	0,336	0,766	0,976
Beta	0,200	0,200	0,200	0,200

* I valori di Ss, Cc ed St possono essere variati.

FIG. 11: coefficienti sismici ricavati con il software GeoStru PS

10 Interventi di messa in sicurezza dei fronte rocciosi.

10.1 Premessa.

A conclusione dell'indagine geologica e strutturale svolta e illustrata ai paragrafi precedenti, vale la pena sottolineare e ribadire i seguenti risultati:

- i fronti rocciosi che perimetrano il piazzale della ex Cava Derrick, denominati per facilità di individuazione Fronte1, Fronte 2 e Fronte 3, non denotano fenomenologie di instabilità, frane e dissesti a grande scala e tali da coinvolgere la loro intera altezza.

La geometria delle profilature é quella originaria risalente ai tempi dell'attività di cava degli anni cinquanta, e gli assetti morfologico e vegetazionale, il denudamento delle pareti, la rifinitura del piazzale compresa la gestione delle acque superficiale, attestano una situazione che risulta sostanzialmente invariata da almeno 40 anni, cioè da quando l'area è stata occupata e utilizzata per lo stoccaggio dei containers.

- In tutto questo tempo le fenomenologie evolutive che vengono riferite e testimoniate riguardano il crollo e il rilascio di frammenti detritici e blocchi rocciosi di modeste dimensioni, avvenuti in concomitanza o a seguito di eventi di pioggia intensi o addirittura a seguito di fenomeni alluvionali, come nel 1993-94 e nel 2002, per effetto del dilavamento e dell'erosione superficiale.
- Si ha poi notizia di un crollo importante di massi di maggiori volumetrie, con blocchi comunque entro 1 mc, risalente al 1997 e relativo al Fronte 1, lato Ovest, dove, seppure affiori un basalto massiccio e massivo, si nota, in corona e sul ciglio, una zona fratturata, con giunti a spaziatura decimetrica e metrica, motivo della maggiore dimensione dei blocchi. All'epoca fu realizzato un intervento di riprofilatura con realizzazione di gabbionate di contenimento; il materiale disgaggiato fu accatastato al piede del pendio, dove risiede tuttora. Allo stato attuale non si riscontrano

nella zona ulteriori situazioni di instabilità latente o indizi di disconnessioni e distacchi.

- Con rispetto a fenomeni di crollo e rilasci di materiali lapidei, la zona maggiormente critica, che ha dato ricorrenza di fenomeni, è ubicata sempre sul Fronte 1, ma alla sua estremità orientale, dove si osserva un esteso cono detritico di accumulo pedemontano e dove è presente una persistente discontinuità orientata a franapoggio su cui appoggia un ammasso roccioso maggiormente fratturato, alterato e allentato, secondo una fascia orientata circa Nord-Sud, con morfologia debolmente concava.
- Fenomeni di detrizione superficiale originati dall'erosione e dal dilavamento delle acque di pioggia che si sono incanalate a formare un modesto fosso erosivo si registrano sul Fronte 2, seppure le nicchie di distacco e di alimentazione del detrito risultino circoscritte alla fascia superiore, mentre sul fronte affiora un ammasso piuttosto compatto.
- Modesti rilasci di materiale detritico, con frammenti comunque di volumetrie alquanto contenute si segnalano, infine, dal Fronte 3, con interessamento locale del canale artificiale del Rio Zoagli.
- Il problema principale che deve esser affrontato dal progetto di sistemazione e messa in sicurezza della ex cava attiene il distacco e il crollo di frammenti e blocchi di piccola e media pezzatura, da specifici ambiti che presentano la concomitanza di almeno due fattori penalizzati dati da elevate condizioni di pendenza, e dalla presenza di un ammasso roccioso molto fratturato, tettonizzato e allentato.
- Alcune zone problematiche da questo punto di vista, ad esempio gli ambiti L, M e N del Fronte 2, usufruiscono già di un intervento di messa in sicurezza realizzato recentemente nell'ambito dei lavori della galleria di servizio al Terzo Valico dei Giovi e non richiedono ulteriori adempimenti. Altri, come l'Ambito O, con la realizzazione della nuova rampa di accesso all'area, nel tratto specifico potranno usufruire di una fascia di rispetto al piede che, insieme alle reti già in opera, contribuirà a proteggere la strada.

- L'attenzione si concentra sui restanti settori dei fronti esaminati che hanno rivelato le maggiori probabilità di distacco di singoli blocchi o sciami di blocchi, considerando un volume massimo di progetto del singolo blocco pari a 1 m³ e maggiori probabilità di movimentazione di volumetrie complessive entro i 3 mc.
- Occorre inoltre tenere presente che il progetto del PUO in esame propone la formazione di un riempimento con terre e rocce da scavo provenienti dai cantieri del Terzo Valico, per una volumetria complessiva di circa 320.000 mc. I materiali verranno progressivamente abbancati sull'intera estensione del piazzale di cava, il quale vedrà rialzata la sua quota mediamente di 12 metri rispetto al piano attuale. Tale intervento, che comporta, evidentemente, il ricoprimento, per le altezze indicate, della fascia inferiore dei fronti sull'intero perimetro della ex cava, rappresenta già di per sé un intervento di messa in sicurezza definitivo nei confronti di possibili fenomeni di crollo in queste zone. Restano dunque da essere stabiliti gli ulteriori interventi necessari alla messa in sicurezza degli ambiti che restano scoperti e problematici, in rapporto al rischio di distacco di massi e frammenti lapidei, nei tratti superiori dei fronti.
- A questi si aggiungono gli interventi necessari a garantire la gestione e il corretto smaltimento delle acque superficiali e sotterranee che convergono verso il piazzale dai fronti e dai pendii che lo circondano, con un ruolo determinante per le dinamiche evolutive della zona.

In ultimo, ma non per importanza, è il richiamo alle fenomenologie evolutive che interessano le zone sommitali dei fronti, con particolare attenzione al Fronte 1 a Sud, dove il terreno è denudato e si osserva la presenza di un sottile strato detritico, da incoerente a semicoerente, smosso e spoglio per effetto del passaggio di capre.

In effetti, dalla zona confinante a Sud sconfina sistematicamente verso l'area di proprietà del Committente, un gregge di capre che provoca l'erosione superficiale del terreno, impedisce la crescita della vegetazione, smuove i

frammenti lapidei instabili e ne crea la detrizione verso valle, con conseguenze negative per la stabilità.

E' dunque necessario, innanzitutto, impedire il transito degli animali sui cigli dei fronti, potenziando le recinzioni di proprietà esistenti a confine con la proprietà dell'Istituto Don Guanella da cui provengono gli animali e provvedendo alla chiusura di eventuali varchi o interruzioni.

Oltre a ciò è opportuno prevedere la stabilizzazione superficiale del terreno con il ricorso a tecniche di ingegneria naturalistica che favoriscano il gradonamento del materiale smosso e l'attecchimento della vegetazione.



FIG. 12: messa in sicurezza della ex cava Derrick di Genova Borzoli – planimetria degli interventi.

10.2 Interventi.

La scelta dei più opportuni metodi di sistemazione e messa in sicurezza della zona esaminata discende, evidentemente, dalle problematiche individuate e descritte ai paragrafi precedenti. L'obiettivo è plurimo, poiché attiene la necessità:

- di impedire l'attivazione di crolli e rilasci di materiali detritici, pietrame e massi verso le sottostanti aree del piazzale;

- di contenere eventuali distacchi casuali e isolati, non preventivati né preventivabili, in modo da evitare che raggiungano le aree insediate al piede dei fronti;

- di intercettare, convogliare e smaltire la massima portata possibile delle acque scolanti fino alla base dei fronti, in concomitanza con le piogge.

Si prevedono diverse tipologie di interventi, in specifici ambiti dell'area esaminata, come illustrato nella FIG. 12, sopra riportata, e come dettagliato sulle tavole allegate fuori testo (**Tavola 1GEO**: planimetria degli interventi; **Tavola 2GEO**: rete paramassi, messa in opera e particolari; **Tavola 3GEO**: barriera paramassi e viminate: messa in opera e particolari).

- **Intervento 1**, comprende il consolidamento degli ambiti individuati sui fronti rocciosi che evidenziano il massimo grado di pericolosità per crolli e distacchi di materiale lapideo in blocchi e frammenti isolati o multipli. Si tratta di interventi di tipo attivo, cioè finalizzati a impedire i crolli.
- **Intervento 2**, riguarda la difesa del piazzale da possibili arrivi di materiali dai fronti. Comprende interventi di difesa di tipo passivo, finalizzati a contenere gli effetti di eventuali distacchi, comunque possibili, seppure scarsamente probabili, dagli ambiti a minore pericolosità individuati sui fronti.
- **Intervento 3**, comprende le opere di regimazione e disciplina delle acque superficiali da prevedere allo sbocco sul piazzale dei fossi di erosione e dei canali di smaltimento preferenziale delle acque dei versanti.

Intervento 1:



1A - Interventi attivi sui fronti rocciosi – Ambiti B – F – G.

La finalità sostanziale degli interventi di seguito proposti è quella di trattenere i frammenti lapidei che si distaccano dal fronte, consolidando, al contempo, i massi di maggiori dimensioni.

In corrispondenza degli ambiti indicati, i cui limiti saranno operativamente rimodulati in corso d'opera per adeguare l'estensione dell'intervento alle irregolarità specifiche delle singole zone, si prevede:

- pulizia e taglio della vegetazione arborea e arbustiva;
- disaggio leggero delle pareti con rimozione, esclusivamente con leve e palanchini, del pietrame e dei diedri lapidei pericolanti o manifestamente instabili;
- messa in opera sulla parete rocciosa, di reti con funzioni paramassi, armate con reticolo di fune d'acciaio chiodata, a rifasciare completamente gli ambiti

indicati al di sopra della quota massima del riempimento previsto, come da dettagli riportati sulle Tavole 1GEO e 2GEO.

In dettaglio, si prescrive l'utilizzo di rete metallica zincata, a doppia torsione, con maglia esagonale 8x10 filo Ø 3 mm, armata con reticolo di fune metallica (diametro Ø 12 mm), disposta a maglia romboidale 3x3.

Le reti saranno sostenute da fune metallica di diametro Ø 16 in sommità e al piede. L'ancoraggio sommitale sarà realizzato tramite l'infissione di tirante permanente a barra in acciaio tipo B500 (GEWI) diametro Ø 25-32 a filettatura continua, di lunghezza tra 3.00 m e 6.00 m, variabile in funzione degli ambiti, ma che sarà oggetto di attenta verifica sperimentale in corso d'opera. In particolare, per l'ambito F si prevedono ancoraggi di lunghezza 6.00 m, per l'ambito G la lunghezza sarà prevedibilmente ridotta a 5.00 m; invece per l'Ambito B saranno sufficienti ancoraggi di 3.00 m. Le barre saranno fissate con piastre 150x150 sp10 e dadi e saranno inserite in fori precedentemente predisposti di diametro 3" da iniettare con opportuna miscela cementizia.

Le lunghezze delle barre indicate è tale da garantire l'immorsamento di almeno 1.00 m in roccia sana e compatta, a fronte della stima, effettuata dagli specialisti in parete, dello spessore di materiale allentato e fratturato affiorante sui fronti. Tale lunghezza potrà essere variata in funzione dell'effettivo stato dell'ammasso riscontrato in corso d'opera, con l'indispensabile accorgimento che la lunghezza dei chiodi sia comunque tale da garantire l'immorsamento di almeno 1 m in roccia sana.

I teli di rete verranno ripiegati attorno alla fune di base e legati con filo metallico zincato ogni 30-50 cm.

In funzione dell'andamento della superficie rocciosa sul fronte, della distribuzione degli aggetti e delle irregolarità, ai chiodi sistematici previsti dalla maglia romboidale 3x3 potranno essere aggiunte puntualmente chiodature Ø 24 in barre di acciaio B450C, ad aderenza migliorata, della lunghezza di 1.50 m, inserite in fori di diametro minimo 42 mm e fissate con piastre 150x150 sp.10, per conseguire l'aderenza del rivestimento di rete sulla parete.

E' infatti fondamentale, per l'efficacia del contenimento della parete, che la rete sia posata in aderenza al profilo, in modo da rifasciare perfettamente le

sporgenze. Per tale motivo viene indicata una superficie maggiorata rispetto all'estensione degli ambiti di intervento stimata nel corso del rilevamento in parete.

Il quantitativo complessivo di reti armate di cui agli interventi 1A ha una estensione stimata di circa 4100 mq, corrispondente alla somma delle superfici degli ambiti di intervento che richiedono il consolidamento corticale attivo, ad eccezione delle porzioni (essenzialmente l'ambito E) che pur manifestando analoghe problematiche, sarà comunque ricoperto dal riempimento, fino alle quote di progetto 44-46.

Si tiene a precisare che si tratta di un'estensione stimata, che richiede una verifica puntuale in corso d'opera, in funzione dell'effettiva morfologia delle porzioni di fronti da trattare.

1B - Intervento attivo sul fronte roccioso – Ambito R.

L'intervento è del tutto analogo alla tipologia 1A, dalla quale si differenzia per la lunghezza delle barre di ancoraggio, pari a 4.00 m e per l'utilizzo di una rete accoppiata con biotessile con funzioni antierosive, poiché nell'ambito R di interesse, di area pari a circa 90 mq, è stata riscontrata la presenza di una sacca di alterazione di consistenza mista, sia litoide che granulare, che necessita di protezione contro l'erosione e il dilavamento superficiale delle acque. Si prevede:

- pulizia e disgaggio leggero;
- messa in opera di geocomposito avente funzioni consolidante e antierosiva, costituito da una rete metallica a doppia torsione zincata a maglia 8x10, filo Ø 2,7 mm, accoppiata con un biotessile in fibra naturale 100% a maglia aperta, rinforzata con barre in acciaio tipo B500 (GEWI), L 4.00 m, Ø 25 mm e reticolo di funi 3x3 di consistenza, geometria e caratteristiche analoghe a quelle indicate per gli interventi di tipo 1A.

Intervento 2:

Come illustrato ai paragrafi precedenti, il rilevamento dei fronti di cava e delle aree pertinenziali al contorno, ha distinto gli ambiti caratterizzati da un'elevata pericolosità per problematiche di distacco di frammenti e massi lapidei, da quegli ambiti a minor grado di pericolosità e sostanzialmente stabili. Ad ogni buon conto, trattandosi di ex fronti di cava denudati di considerevole estensione e altezza, non si può escludere, a priori, il verificarsi di singoli distacchi allo stato non prevedibili né riconoscibili, che possano comunque raggiungere il piazzale di cava esponendo a rischio, in particolare, le aree di lavoro e di transito. Tra gli ambiti sensibili, per questi aspetti, si citano, ad esempio, l'ambito H e l'Ambito P nella fascia superiore del Fronte 2, dove si osservano nicchie di distacco puntuali di singoli blocchi e dove i rilievi in parete hanno segnalato una probabilità elevata di accadimento di fenomeni di dissesto con coinvolgimento di blocchi di piccole dimensioni ($< 0.125 \text{ mc}$) per eventi comunque di ridotta volumetria complessiva ($< 3 \text{ mc}$).

Si è dunque stabilito di realizzare una difesa passiva in corrispondenza delle porzioni perimetrali del piazzale, con particolare attenzione alla protezione della strada di accesso al nuovo piazzale, che corre al piede del Fronte 2, tralasciando, invece, i settori dove è previsto lo stoccaggio impilato dei containers, che svolgono essi stessi, come dimostrato e verificato in tutti questi anni di attività, la funzione di un'efficace barriera difensiva per eventuali rilasci di materiali detritici e lapidei dai versanti retrostanti.

L'intervento di messa in sicurezza in esame si completa, quindi, con la realizzazione di una barriera paramassi da realizzare alla base del Fronte 2, precisamente a monte del canale di raccolta delle acque meteoriche previsto sul perimetro del piazzale, nel tratto indicato sulla **Tavola 2GEO**, per uno sviluppo lineare di circa 110 m, con il compito di contenere eventuali arrivi di frammenti lapidei dalle porzioni dei fronti soprastanti che, seppure sostanzialmente stabili e saldi, possono comunque subire fenomeni erosivi o di dilavamento in concomitanza, ad esempio, con eventi meteorici intensi. Le caratteristiche tipologiche e dimensionali desunte dalle verifiche analitiche relative alla simulazione di rotolamento massi illustrate nel seguito, sono rappresentate sulla **Tavola 3GEO** e trovano motivazione nelle simulazioni di rotolamento massi illustrate al paragrafo seguente.

Intervento 3:

Come descritto nel capitolo relativo agli aspetti morfologici e idrogeologici della ex cava, convergono sul piazzale tre vie di scorrimento preferenziale delle acque superficiali. Si configurano, di fatto, come fossi in erosione, che si attivano unicamente in concomitanza con piogge intense e prolungate.

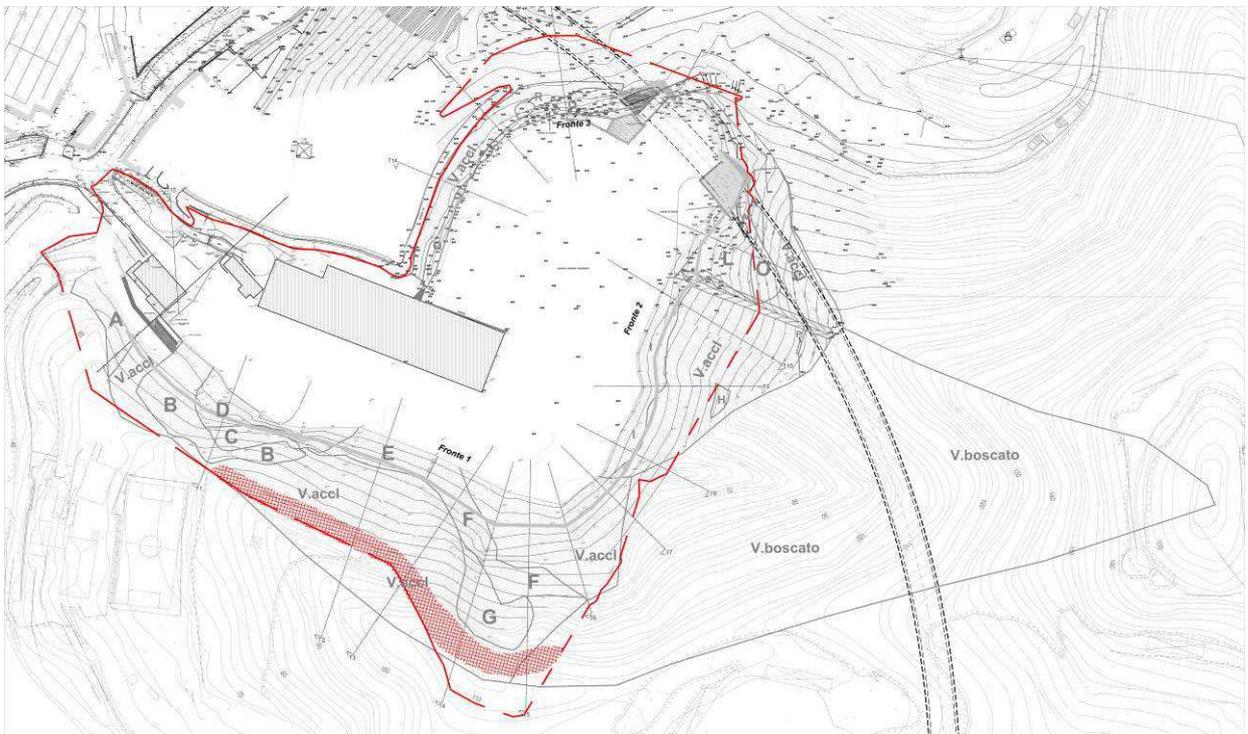
La loro regimazione allo sbocco sul piazzale era un tempo affidata a griglie di intercettazione collegate a un tombino di scarico e a una rete di smaltimento presumibilmente impostata sotto il piazzale. Oggi il sistema non è più correttamente funzionante. Le griglie sono intasate e le acque defluenti dai versanti a monte durante gli eventi alluvionali degli ultimi anni, hanno provocato allagamenti sul piazzale e accumulo di materiale detritico.

E' essenziale, dunque, che gli interventi di sistemazione e messa in sicurezza dell'area si completino con la realizzazione di opere idrauliche di convogliamento delle acque in corrispondenza degli sbocchi dei suddetti tre fossi, sul canale di raccolta delle acque piovane previsto sul perimetro del piazzale. E'

consigliabile che tali manufatti siano dotati di sistemi di intercettazione e decantazione dei detriti eventualmente trasportati. A questo si aggiunge la necessità di intercettare le acque di filtrazione dalle fratture dei fronti, nei punti di contatto con il corpo del futuro rilevato.

Per gli aspetti strutturali, idraulici e manutentivi delle opere prescritte, che si inseriscono nella nuova rete di smaltimento delle acque meteoriche comprendente anche una vasca di laminazione, e nei sistemi di intercettazione delle acque sotterranee, si rimanda alla relazione idraulica di progetto redatta dalla ITEC Engineering di Genova, al progetto geotecnico delle opere e agli elaborati grafici del PUO.

Intervento 4:



Comprende la sistemazione del ciglio del Fronte 1, in prossimità del confine di proprietà, dove si segnala la presenza di un livello superficiale detritico, smosso, scalzato ed eroso per effetto del pascolo di capre. Ne risente la cotica

erbosa che viene totalmente distrutta con aumento del grado di erodibilità e progressivo isolamento dei componenti pietrosi, che tendono a franare verso valle.

Oltre a impedire l'accesso degli animali alle zone indicate con opportune recinzioni e limitazioni, si prevedono interventi di stabilizzazione superficiale con il ricorso a tecniche di ingegneria naturalistica, che procurino il gradonamento del materiale smosso e l'attecchimento della vegetazione, con immediato effetto di consolidamento superficiale e di regimazione delle acque meteoriche. Sono idonee opere tipo viminate, in allineamenti disposti lungo le curve di livello, con semina o piantumazione di essenze idonee per il rapido rinverdimento del suolo, come illustrato sulla **Tavola 3GEO**.

10.3 Simulazione di caduta massi per il dimensionamento della barriera paramassi.

Metodologia.

Nei tratti che evidenziano possibili cinematismi di distacco dalle porzioni sommitali del Fronte 2, al fine di eseguire una verifica quali-quantitativa delle modalità di rotolamento dei massi e analizzare la congruità del posizionamento della barriera paramassi prevista a difesa della strada di accesso al piede del fronte e definirne il corretto dimensionamento, è stato utilizzato il programma RocFall v. 4.039 di Rocscience.

La verifica al rotolamento é stata eseguita lungo due profili topografici significativi, corrispondenti alle sezioni T9 e T10. In particolare le simulazioni hanno previsto:

- sezione T9: distacco dalla fascia di terreno identificata come ambito H, posta tra le q.a. 76-80, all'altezza del confine del P.U.O.
- sezione T10: distacco intorno a q.a. 95-97, all'altezza dell'Ambito P, quindi dal pendio soprastante ed esterno al limite del P.U.O.

Il modello, riferito a una verifica 2D, dove il blocco roccioso in rotosaltazione si muove nel piano verticale della sezione considerata, parte dalle seguenti assunzioni:

- il generico blocco, considerato come un semplice punto di massa m e velocità v , si muove secondo una traiettoria balistica, trascurando l'attrito dell'aria;
- il pendio viene schematizzato con una linea spezzata, cioè formata dalla giunzione di diversi segmenti che ne riproducono bidimensionalmente l'andamento;
- il pendio è caratterizzato da un coefficiente di scabrezza assunto come proporzionale all'inclinazione del segmento del pendio su cui si muove il blocco. Nel programma tale assunzione si concretizza attribuendo un valore di deviazione standard alla scabrezza. In questo caso, a favore di sicurezza, è stato indicato $Dev\ Std. = 0$, significando che il singolo segmento del profilo su cui si muove il masso è privo di irregolarità;
- a seguito di un impatto con il pendio, l'energia è ridotta secondo opportuni coefficienti di restituzione normale (R_N) e tangenziale (R_T) e un coefficiente di attrito (φ), esaminati più in dettaglio nel testo sottostante;
- il programma utilizza, inoltre, un fattore di scala per il coefficiente di restituzione normale che dipende dalla velocità del masso. Tale riduzione (calcolata nel caso in esame pari al 50%) viene applicata per tenere conto del fatto che un masso che rimbalza sul terreno, in funzione principalmente della velocità immediatamente precedente all'impatto, può "affondare" nel terreno prima di rimbalzare, quindi può successivamente rallentare.

La simulazione è condotta analizzando 50 traiettorie per ognuna delle quali viene applicata, automaticamente dal programma, una variazione casuale dei valori dei parametri che governano il comportamento del blocco durante la caduta

(vale a dire i coefficienti di restituzione e il coefficiente di attrito), all'interno del range definito dalla deviazione standard.

I campi di variabilità sono stati stabiliti secondo criteri che tengono conto delle forme e dimensioni del blocco in rapporto alla rugosità locale del pendio.

Le verifiche richiedono come dati di input anche le coordinate di distacco del blocco di progetto, la massa del blocco che cade e le componenti verticali ed orizzontali della velocità iniziale.

I parametri fondamentali della verifica sono i coefficienti di assorbimento normale e tangenziale e il coefficiente di attrito del pendio nelle condizioni di moto misto di "roto-scivolamento", il cui significato è il seguente.

Il coefficiente di restituzione tangenziale R_T definisce l'aliquota di energia tangenziale che permane dopo un urto. Tale coefficiente è evidentemente influenzato dalle asperità superficiali e dalla vegetazione. Si attribuisce $R_T = 0.85$ con Dev. Std. = 0.04, che rappresentano i valori di default indicati dal programma per rimbalzo su un pendio caratterizzato da affioramenti del substrato roccioso con tratti di superfici dure esposte.

Il coefficiente di restituzione normale R_N dopo l'urto determina, analogamente, quanta parte di energia permane in direzione verticale (cambiata di segno). Su di esso influisce prevalentemente la natura litologica del terreno. È stato assunto $R_N = 0.35$ con Dev. Std. 0.04 che, anche in questo caso, rappresentano i valori di default indicati dal programma per rimbalzo su un pendio caratterizzato da affioramenti del substrato roccioso con tratti di superfici dure esposte.

Il coefficiente di attrito φ , assunto pari a 30 con deviazione standard 2, rappresenta la resistenza offerta alla traslazione del blocco a contatto con il terreno, con effetto di rallentamento nel movimento dei massi.

Analisi dei risultati (ALL. 7).

Per ricostruire le traiettorie di rotolamento e caduta massi dalla zona sommitale del Fronte 2 (Ambito H – sezione T9, Ambito P – sezione T10) e valutare l'idoneità del sistema di intercettazione proposto, è stata ipotizzata la caduta di blocchi di progetto, considerando due dimensioni: volume pari a 0.5 m^3 corrispondente a una massa di 1400 Kg e volume pari a 1 m^3 corrispondente a una massa di 2700 Kg.

Si tratta di ipotesi cautelative in quanto, in realtà, sui fronti analizzati non è stata evidenziata dal rilevamento una condizione di effettiva elevata pericolosità per distacco di blocchi di tali dimensioni (già affrontata e risolta, negli ambiti interessati, con gli interventi di consolidamento attivo previsti). Infatti, le problematiche descritte ai paragrafi precedenti attestano l'alta probabilità di caduta, semmai, di blocchi di volume $< 0.125 \text{ mc}$.

Ad ogni modo, esiste comunque una generalizzata propensione al dissesto dei fronti esaminati, denudati e a elevata pendenza, a fronte della quale è necessario, a parere di chi scrive, prevedere, oltre agli interventi di consolidamento attivo, interventi di difesa passiva che, nello specifico, sono mirati a salvaguardare la strada di accesso al nuovo piazzale e le aree di lavoro contigue (tipologia intervento 2).

Resta poi confermata la funzione di barriera di protezione svolta nei confronti dei fronti rocciosi anche dalle pile di containers che saranno dislocate sul perimetro del piazzale alla ripresa dell'attività, nei tratti liberi dalla strada.

La simulazione è stata eseguita prevedendo l'inserimento di una barriera paramassi rappresentata schematicamente, per ragioni legate alla modellizzazione numerica del software di elaborazione, da un elemento a resistenza infinita ubicato in corrispondenza dell'ascissa coincidente con l'asse longitudinale dell'opera stessa e di altezza pari a quella di progetto (2.00 m).

Dai settori di distacco sul fronte sono state eseguite 50 simulazioni di rotolamento massi, con la semplificazione, imposta dal programma, che ogni

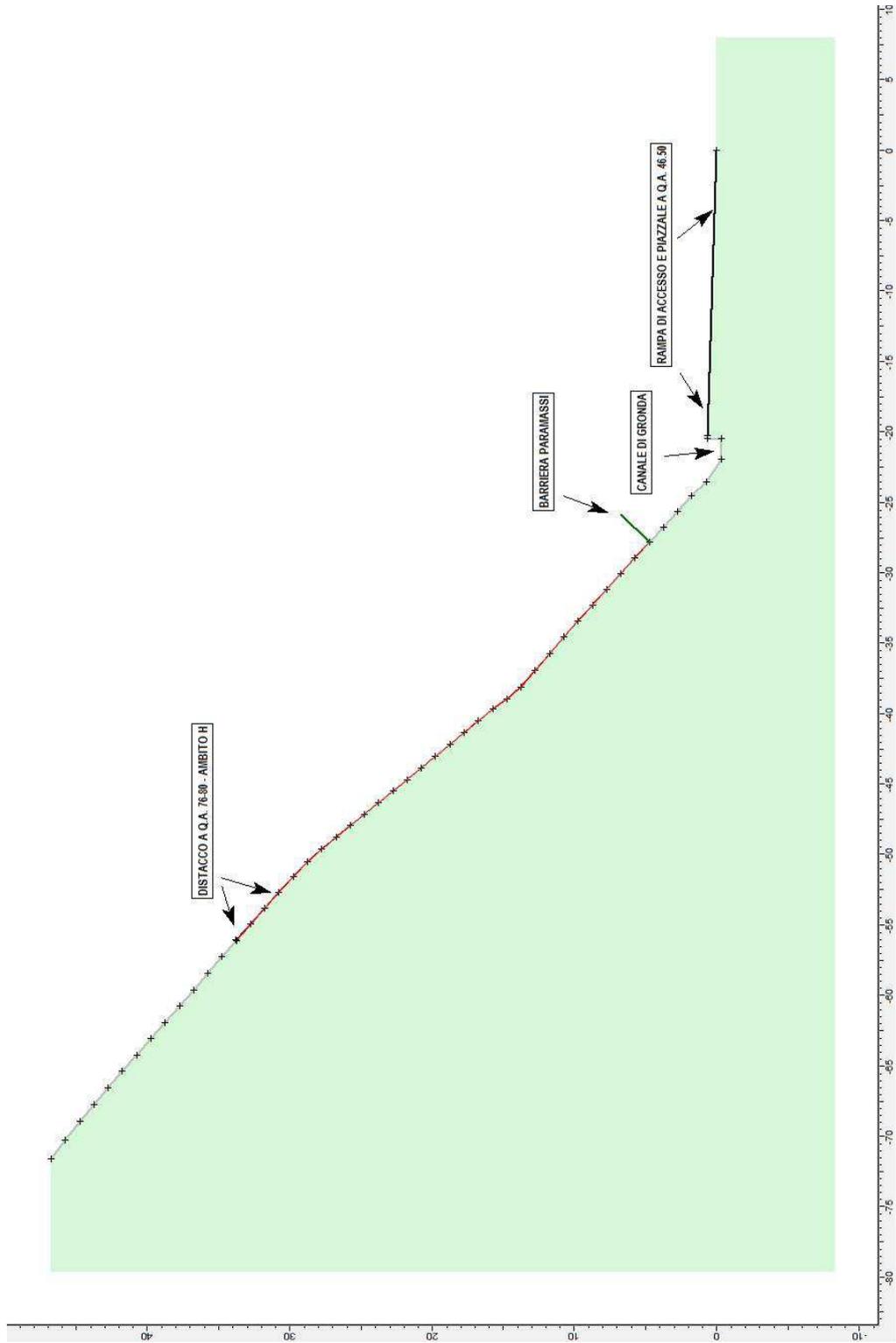
blocco mantenga, lungo tutto il percorso, la medesima dimensione e la medesima massa. Anche in questo caso si tratta di una semplificazione assolutamente cautelativa poiché, nella realtà, come riscontrato in situ, a ogni impatto il masso del basalto locale tende a deflagrare, o comunque a frantumarsi in frammenti più piccoli, quindi senz'altro dotati di una minore energia cinetica.

Le analisi eseguite evidenziano che la barriera paramassi, nella posizione indicata sulle tavole di progetto è funzionale a trattenere i distacchi di blocchi e massi dalla fascia sommitale del fronte. Nell'ipotesi di barriera perfettamente rigida e a resistenza infinita, si ricava che:

- un masso da 2700 Kg, che si stacca dall'Ambito H (sezione T9), mantenendo teoricamente invariato il suo volume originario, rotola sul pendio sviluppando una energia cinetica massima di circa 120 kJ e raggiunge la barriera con un'energia di impatto di circa 64 kJ; naturalmente minore è l'energia di impatto del masso da 1400 Kg che cade dalla medesima zona e impatta sulla barriera con circa 36 kJ di energia cinetica. I rimbalzi, in entrambi i casi sono trascurabili e il movimento è sostanzialmente di rotolamento;
- un masso da 2700 Kg che ipoteticamente si stacca dalla zona sommitale del Fronte 2 (sezione T10 – Ambito P), mantenendo teoricamente invariato il suo volume originario, si muove con un movimento prevalente di tipo rotatorio. In movimento sviluppa un'energia cinetica fino a circa 170 kJ e al termine del suo percorso, impatta sulla barriera con un'energia massima di circa 100 kJ. Analoghe modalità di movimento in rotolamento e minore saltazione sono assunte anche da un masso da 1400 Kg, il quale impatta sulla barriera con una energia massima di circa 50 kJ. Per entrambi i rimbalzi sono minimi, in corrispondenza delle irregolarità della superficie topografica, e raggiungono al massimo l'altezza di 10 cm.

Le figure e i grafici che seguono forniscono le risultanze delle verifiche effettuate. Per i dettagli si rimanda alle sezioni in **ALL. 7**:

SIMULAZIONE ROTOLAMENTO MASSI – SEZIONE T9



DISTACCO DALL'AMBITO H: MASSO DA 2700 KG

Grafico dell'energia cinetica totale

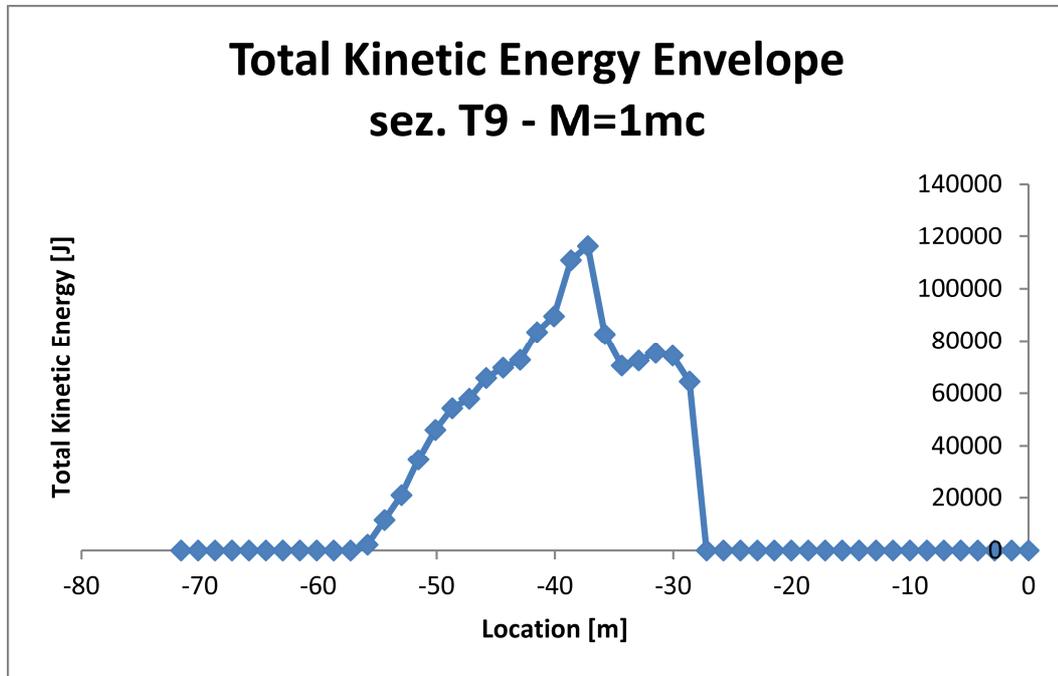
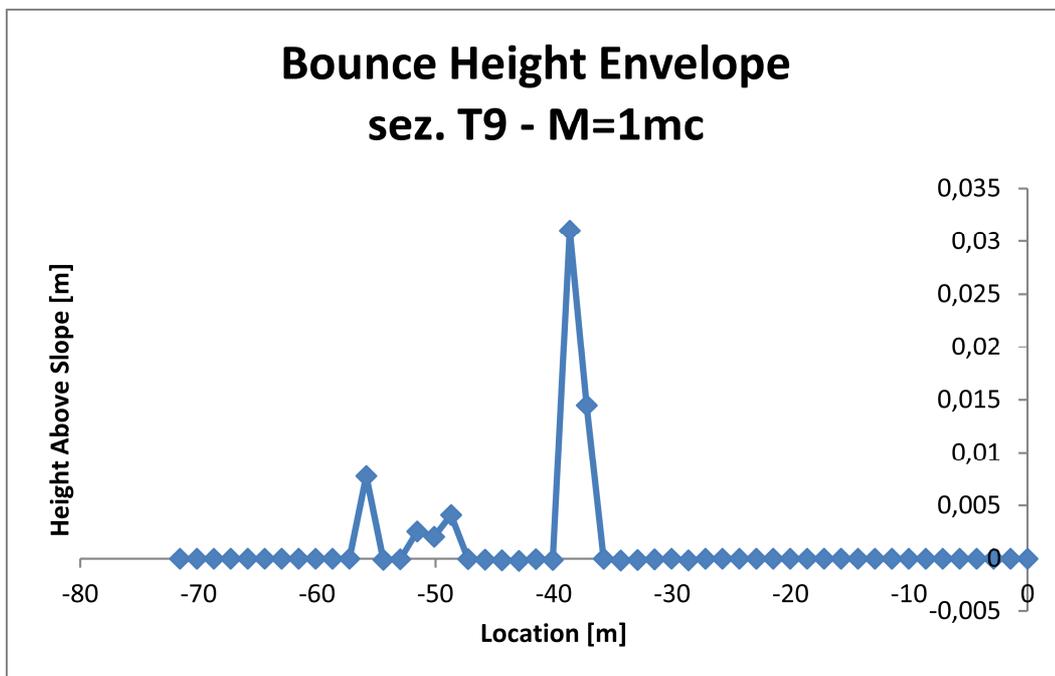


Grafico dell'altezza di rimbalzo



DISTACCO DALL'AMBITO H: MASSO DA 1400 KG

Grafico dell'energia cinetica totale

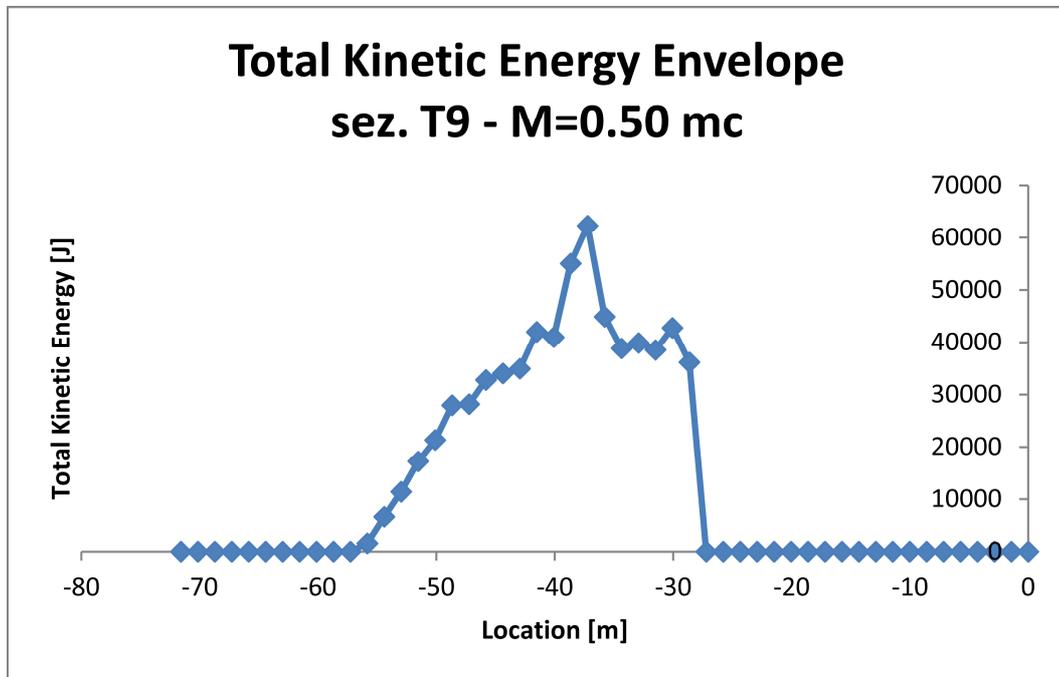
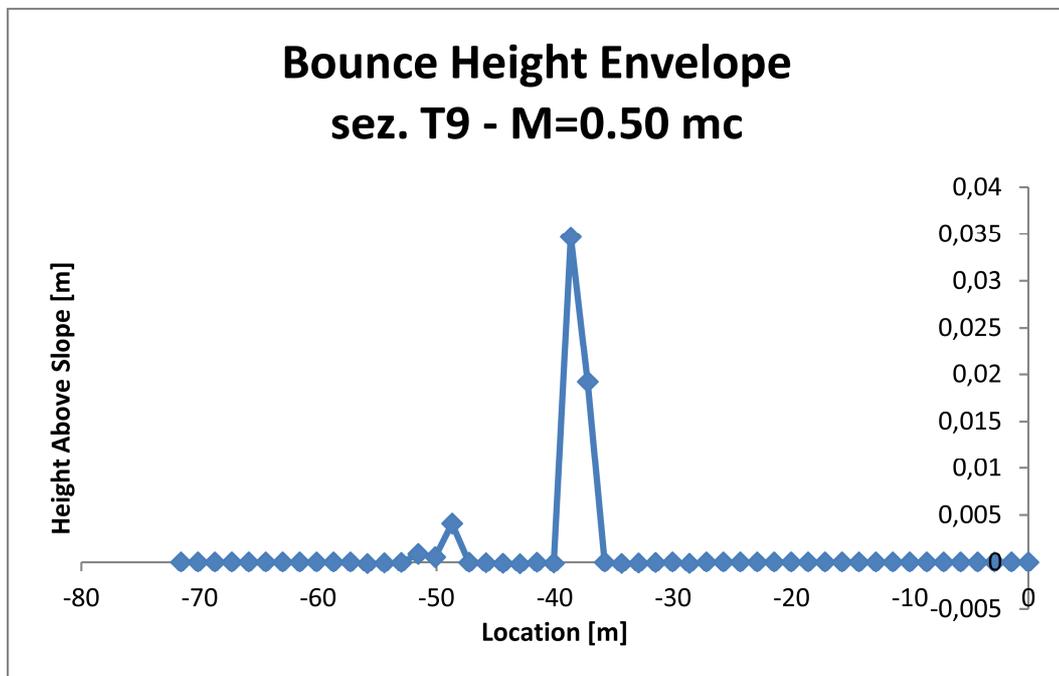
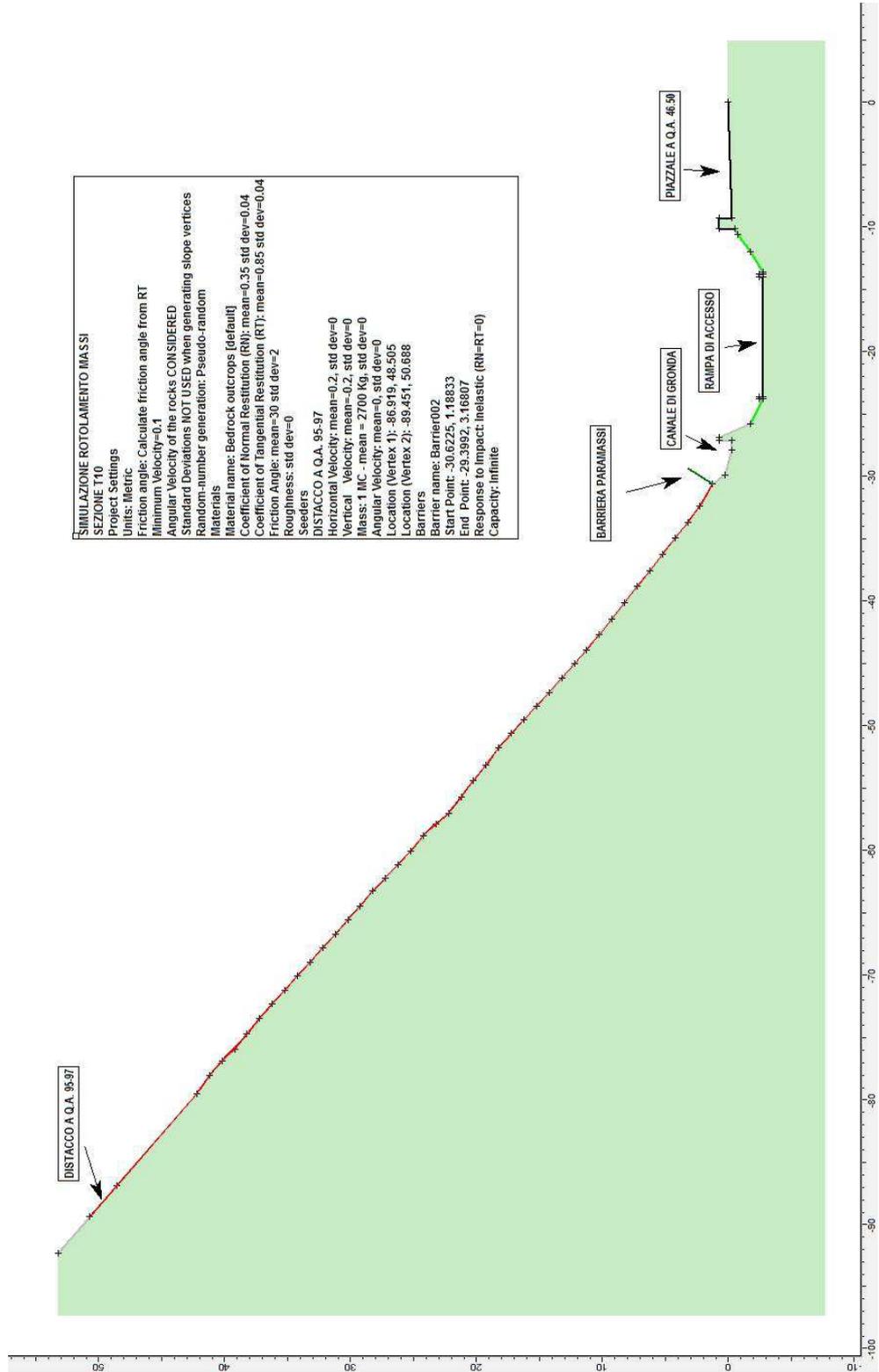


Grafico dell'altezza di rimbalzo



SIMULAZIONE ROTOLAMENTO MASSI – SEZIONE T10



DISTACCO DALL'AMBITO P: MASSO DA 2700 KG

Grafico dell'energia cinetica totale

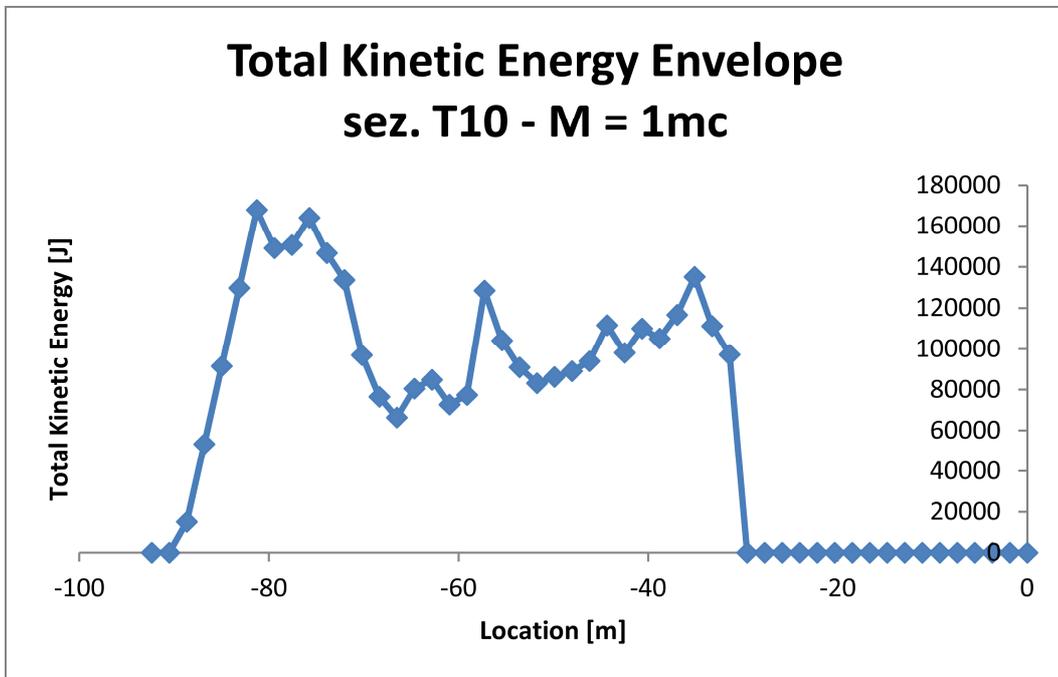
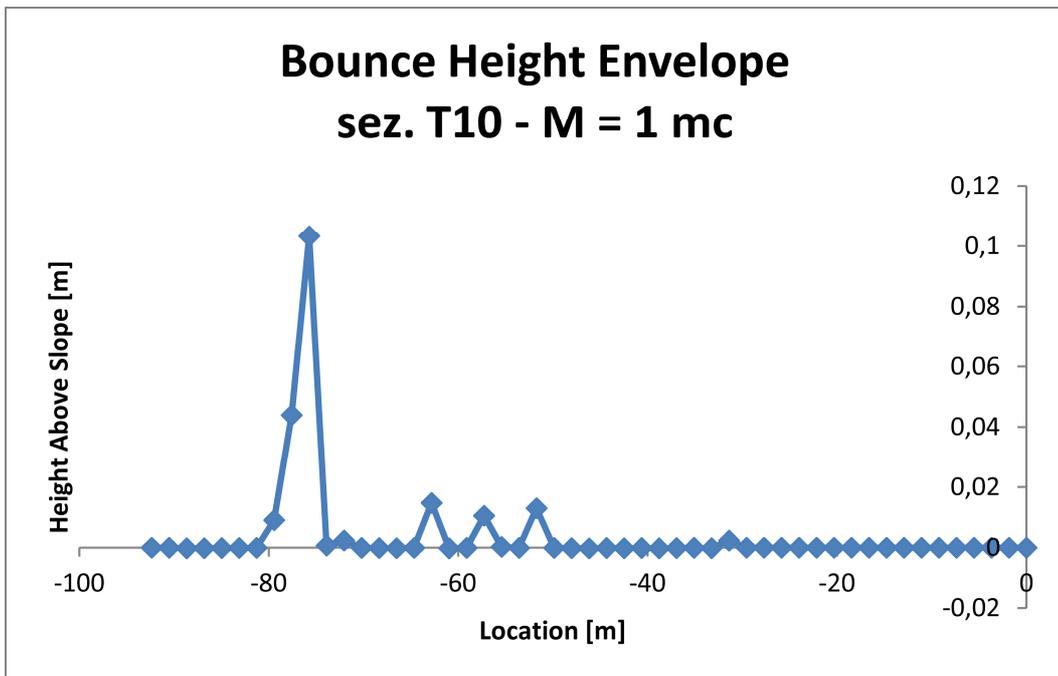


Grafico dell'altezza di rimbalzo



DISTACCO DALL'AMBITO P: MASSO DA 1400 KG

Grafico dell'energia cinetica totale

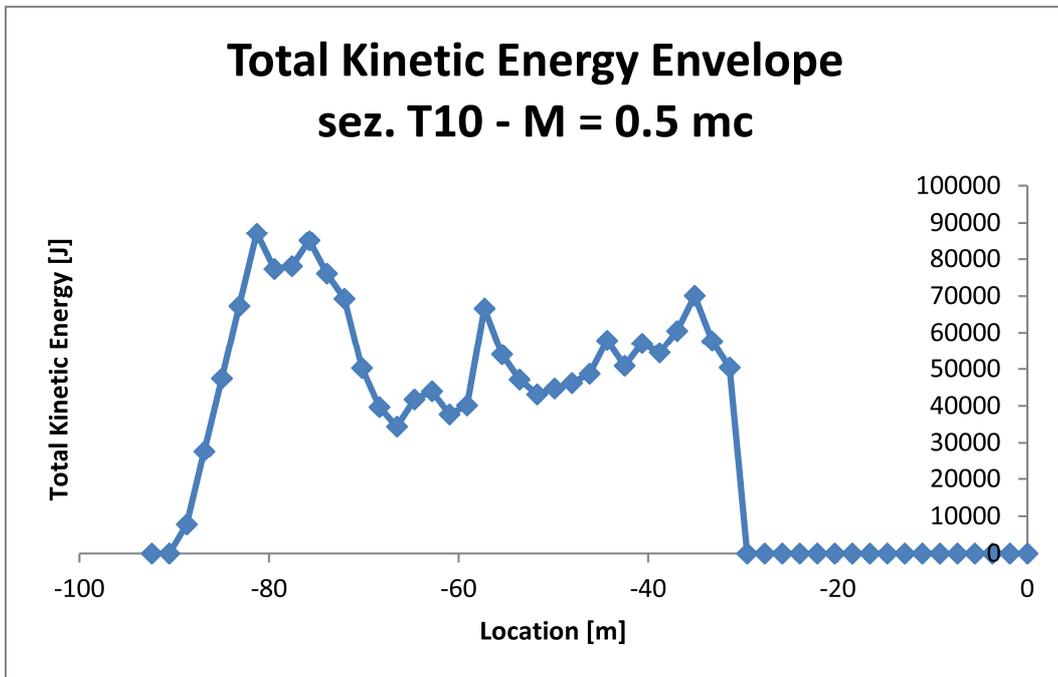
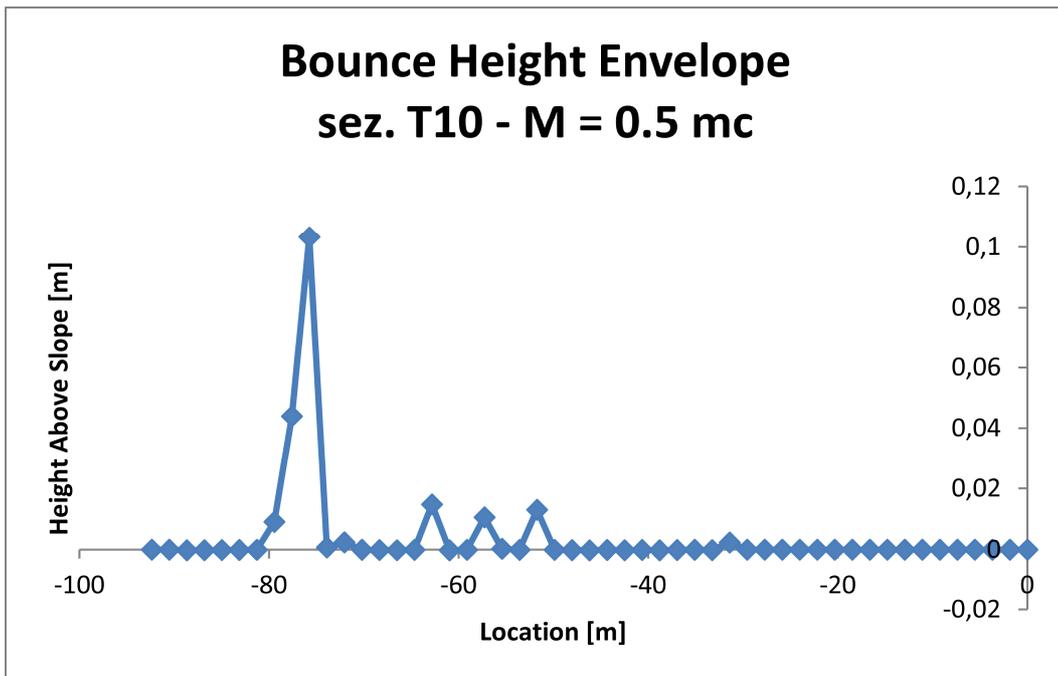


Grafico dell'altezza di rimbalzo



In conclusione, le simulazioni effettuate hanno verificato le traiettorie di scendimento di blocchi di volume massimo pari a 1 m^3 fino alla barriera paramassi a monte del canale di gronda perimetrale, la cui posizione e altezza di progetto, pari a 2.00 m, risultano quindi idonee a contenere eventuali arrivi dal fronte sovrastante. Sulla base delle ipotesi di calcolo adottate e dei risultati delle verifiche svolte, salvo maggiori approfondimenti da rimandare alla fase esecutiva dei lavori, appare congrua una barriera paramassi di classe A costituita da montanti in profili HEA 120 di altezza 2.00 m posti a interasse di 5.00 m, con pannelli ad anelli concatenati, dimensionata per la protezione da fenomeni di caduta massi con sviluppo energetico fino a 250 kJ, i cui particolari costruttivi sono illustrati sulla **Tavola 3GEO**.

11 Problematiche geologiche del PUO e Norme Geologiche di Attuazione.

Ai paragrafi precedenti sono stati illustrati gli esiti delle verifiche e dei rilevamenti compiuti nell'areale esaminato ed è stata proposta una zonizzazione in ambiti a diverso grado di pericolosità nei confronti del distacco e del crollo di frammenti e blocchi lapidei dai fronti verso il sottostante piazzale, dove il PUO prevede il rialzo delle quote attuali con abbancamento di terre e rocce da scavo provenienti dai cantieri del Terzo Valico dei Giovi, per il mantenimento dell'attività produttiva già in essere.

In considerazione degli esiti dei suddetti studi e verifiche è stato proposto un articolato progetto di interventi di messa in sicurezza e sistemazione idrogeologica che distingue interventi di tipo attivo e interventi di tipo passivo (**Tavola 1GEO**), oltre che opere di canalizzazione e convogliamento delle acque, in funzione delle problematiche e in rapporto ai beni e agli insediamenti da difendere.

Si riassumono nel seguito, in forma di Norme Geologiche di Attuazione del PUO, gli adempimenti e le prescrizioni di argomento geologico già trattati ai paragrafi precedenti, da attuare per garantire la fattibilità geologica del PUO.

11.1. Messa in sicurezza dei fronti rocciosi sul perimetro del piazzale di cava.

INTERVENTI DI DIFESA ATTIVA

Si prescrive la difesa attiva delle porzioni di fronti rocciosi che manifestano elevata pericolosità per probabili distacchi di massi e frammenti di piccole e medie dimensioni:

- In corrispondenza degli Ambiti B – F – G ricoprimento con rete metallica armata con fune in acciaio maglia 3x3. Caratteristiche tecniche e geometriche come da schemi intervento 1A **Tavola 2GEO**.

- In corrispondenza dell'Ambito R: ricoprimento con rete metallica accoppiata con biotessile avente funzione antiersiva, armata con fune in acciaio maglia 3x3. Caratteristiche tecniche e geometriche come da schemi intervento 1B di **Tavola 2GEO**.

INTERVENTI DI DIFESA PASSIVA

Si prescrive l'installazione di una barriera paramassi al piede del pendio, nei tratti correnti a margine della nuova rampa di accesso all'area per contenere eventuali scendimenti di massi e detriti dal fronte soprastante, peraltro già in parte consolidato con reti metalliche armate, messe in opera per il presidio della nuova galleria e della nuova strada di servizio al Terzo Valico dei Giovi.

Caratteristiche tecniche e costruttive come da schemi intervento 2 di **Tavola 3GEO**.

11.2. Opere di corredo e completamento per la regimazione delle acque superficiali e sotterranee.

Il progetto del PUO contempla la sistemazione idraulica del Rio Zoagli e la predisposizione di una rete di smaltimento delle acque meteoriche, con realizzazione, sul perimetro del piazzale, di un canale di raccolta delle acque meteoriche, opportunamente dimensionato per consentirne la periodica manutenzione.

Gli interventi indicati sono stati oggetto di verifiche e di progettazione idraulica ai sensi di normativa, da parte della ITEC Engineering di Genova. Gli elaborati rientrano nei documenti progettuali del PUO e ad essi si rimanda per ogni dettaglio.

Si ritiene unicamente di aggiungere, a completamento di quanto già previsto, la predisposizione di opere idrauliche di intercettazione e regimazione delle vie di deflusso preferenziale incanalato che solcano i versanti sul perimetro della ex cava e che si attivano solo in caso di piogge raggiungendo il piazzale.

Questo al fine di favorire il convogliamento dei deflussi all'interno del canale di raccolta perimetrale senza rischio di tracimazioni, creando al contempo la possibilità di trattenere eventuale materiale detritico dilavato e trasportato da monte in regimi di piena meteorica.

Trattandosi di opere prettamente di natura idraulica che interferiscono con quelle già previste, ne viene indicata unicamente la posizione sulla **Tavola 1GEO**, come intervento 3, e si rimanda per la loro definizione tecnica ad un successivo approfondimento progettuale da parte del Tecnico specialista.

In tema di acque sotterranee particolare attenzione merita l'intercettazione di eventuali acque di circolazione sotterranea connesse ai sistemi di fratturazione dell'ammasso roccioso che possono fuoriuscire dal fronte nel tratto che verrà coperto dall'abbancamento delle terre e rocce da scavo. E' necessario pertanto prevedere la loro intercettazione e favorirne l'allontanamento onde evitare che raggiungano i materiali del rilevato. La progettazione geotecnica e idraulica deve pertanto farsi carico di realizzare una opportuna trincea drenante al contatto tra fronte roccioso e corpo del rilevato.

11.3. Interventi di completamento per la sistemazione delle aree sommitali in erosione.

Per contrastare i fenomeni erosivi superficiali del terreno detritico presente nella fascia sommitale del Fronte 1, smosso e denudato, principalmente per il pascolo di capre che sconfinano dalla proprietà sviluppata a Sud, oltre che per effetto del dilavamento operato dalle piogge, è richiesta la messa in opera di viminate opportunamente piantumate. Caratteristiche tecniche e costruttive come da schemi intervento 4 di **Tavola 3GEO**.

11.4. Piano di monitoraggio e manutenzione.

La tipologia di interventi di consolidamento e messa in sicurezza proposti richiede di monitorarne l'efficienza e di prevederne la sistematica manutenzione per assicurare la loro funzionalità nel tempo.

Il monitoraggio deve comprendere la periodica ispezione visiva dello stato degli interventi e delle opere sopra elencati, nonché delle condizioni al contorno, per garantire la loro efficienza e prolungare la loro tenuta. La periodicità di tale attività di monitoraggio potrà essere differenziata in funzione della tipologia di intervento e opera.

Si può, in via preliminare, indicare una cadenza annuale o biennale, mettendo comunque già in conto eventuali anticipazioni, ad esempio, a seguito di forti e intense piogge, in grado di procurare un sensibile accorciamento dei tempi con cui si attua l'evoluzione dei luoghi, in particolare la detrizione della fascia sommitale dei fronti e la formazione di accumuli anomali dietro alle reti.

A fronte di quanto sopra si ritiene indispensabile la periodica ispezione delle opere di protezione prescritte per eseguire, se necessario:

- lo svuotamento della barriera paramassi da eventuali detriti e blocchi lapidei, con contestuale controllo dei costituenti strutturali dell'opera (montanti, ancoraggi laterali, funi e pannelli, ecc);
- la pulizia dell'eventuale materiale di accumulo nel canale di raccolta delle acque meteoriche, nei manufatti di convogliamento dei fossi di scolo laterali, nella griglia di attraversamento del piazzale;
- la pulizia e il disgaggio dei detriti eventualmente accumulati sulle porzioni di fronti trattenute dalle reti, con riposizionamento delle stesse e controllo degli ancoraggi;
- il ripristino della recinzione di proprietà sommitale contro il passaggio delle capre.

11.5. Formazione del riempimento con terre e rocce da scavo e realizzazione dei relativi manufatti di contenimento.

Per le attività di preparazione d'area per l'accoglimento delle terre e rocce da scavo, per le modalità di abbancamento dei materiali e la realizzazione delle opere di contenimento previste si rimanda integralmente al progetto geotecnico redatto dallo Studio di Ingegneria M+Associati di Milano.

Si ritiene unicamente di precisare che il modello geologico proposto, basato sul rilevamento dell'area e sulla campagna di indagini geognostiche e geotecniche già commentata, dovrà essere usato come riferimento per le determinazioni e le scelte progettuali relative alla formazione del rilevato, le cui caratteristiche prestazionali, in termini di resistenza e deformabilità, in vista dei futuri utilizzi, dovranno essere comprovate con un opportuno programma di prove in situ.

12 Conclusioni.

L'indagine eseguita ha permesso di accertare e verificare le condizioni di instabilità in atto, latenti, o comunque potenziali, riguardanti i fronti rocciosi che perimetrano il piazzale nella ex cava Derrick di Genova Borzoli, dove è previsto l'abbancamento di terre e rocce da scavo provenienti dai cantieri del Terzo Valico dei Giovi, per un volumetria complessiva di circa 320.000 mc, e il successivo riutilizzo dell'area per il mantenimento dell'attività produttiva in essere.

Sulla base dei dati raccolti nel corso del rilevamento geologico e geomeccanico del fronte, con accessi diretti anche con tecniche alpinistiche, a fronte della zonizzazione risultante in tema di propensione al dissesto e relativa tipologia dimensionale e volumetrica, è stato proposto un insieme articolato di interventi di sistemazione e protezione in grado di garantire la messa in sicurezza delle pareti dell'ex cava, contro il rischio di distacchi, crolli o franamenti verso

STUDIO ASSOCIATO BELLINI

G e o l o g i

l'area sottostante e di conseguire la corretta regimazione delle acque a salvaguardia degli equilibri idrogeologici della zona.

Una volta realizzata la sistemazione, secondo quanto proposto, è importante attuarne il controllo periodico e la manutenzione, per garantirne nel tempo un'efficace funzionalità.

Per quanto riguarda invece le modalità di formazione del rilevato e i controlli prestazionali da eseguire in corso d'opera si rimanda al progetto geotecnico, strutturale e idraulico degli interventi del P.U.O. redatto dagli specialisti appositamente incaricati.

Genova, 03.10.2016

Dott. Geol. Valeria Bellini



Elenco allegati.

ALLEGATI NEL TESTO:

- **ALL. 1:** corografia della zona in scala 1:5.000;
- **ALL. 2:** ambiti di zonizzazione geologica su rilievo di stato attuale, in scala 1:1.000;
- **ALL. 3:** ubicazione sondaggi geognostici, in scala 1:1.000;
- **ALL. 4:** stratigrafie sondaggi geognostici e relativi rapporti di perforazione;
- **ALL. 5:** documentazione fotografica dei reperti dei sondaggi;
- **ALL. 6:** analisi di laboratorio geotecnico;
- **ALL. 7:** simulazioni rotolamento massi sezione T9 e sezione T10.

ALLEGATI FUORI TESTO:

- Indagine geomeccanica dei fronti rocciosi della cava Derrick – Borzoli – Genova - Studio Associato Geologia Verticale: relazione e tre tavole allegate - marzo 2016.
- **Tavola 1GEO:** planimetria degli interventi di messa in sicurezza dei fronti rocciosi – scala 1:500.
- **Tavola 2GEO:** rete paramassi: messa in opera e particolari – varie scale.
- **Tavola 3GEO:** barriera paramassi e viminate: messa in opera e particolari – varie scale.

<p>STUDIO ASSOCIATO BELLINI Geologi</p> <p>Via Galata 9/1 16121 - GENOVA</p>		<p>Data: 03.10.2016</p>
<p align="center">P.U.O. AREA DERRICK BORZOLI OPERE DI RIMODELLAZIONE AMBIENTALE, MESSA IN SICUREZZA E COLLEGAMENTO ALLA NUOVA VIABILITA' URBANA CON MANTENIMENTO DELL'ATTIVITA' PRODUTTIVA.</p> <p align="center">RELAZIONE GEOLOGICA</p>		
<p align="center">Corografia della zona</p>	<p align="center">ALL. 1</p>	

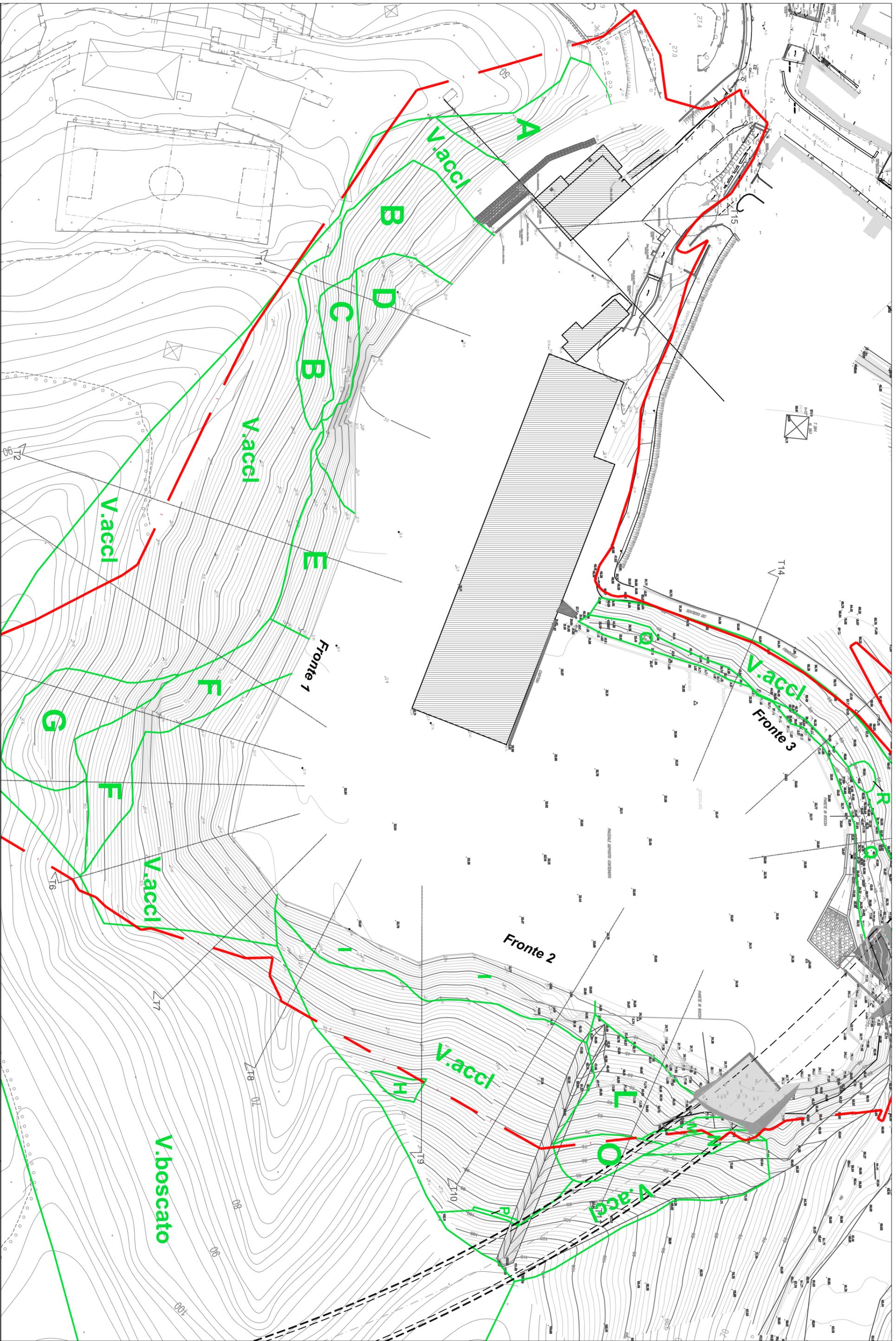


Corografia della zona

SCALA 1:5000

Studio Associato Bellini
Via Galata 9/1 - 16121 Genova

<p>STUDIO ASSOCIATO BELLINI Geologi</p> <p>Via Galata 9/1 16121 - GENOVA</p>		<p>Data: 03.10.2016</p>
<p>P.U.O. AREA DERRICK BORZOLI OPERE DI RIMODELLAZIONE AMBIENTALE, MESSA IN SICUREZZA E COLLEGAMENTO ALLA NUOVA VIABILITA' URBANA CON MANTENIMENTO DELL'ATTIVITA' PRODUTTIVA.</p> <p>RELAZIONE GEOLOGICA</p>		
<p>Ambiti di zonizzazione geologica sul rilievo di stato attuale.</p>	<p>ALL. 2</p>	

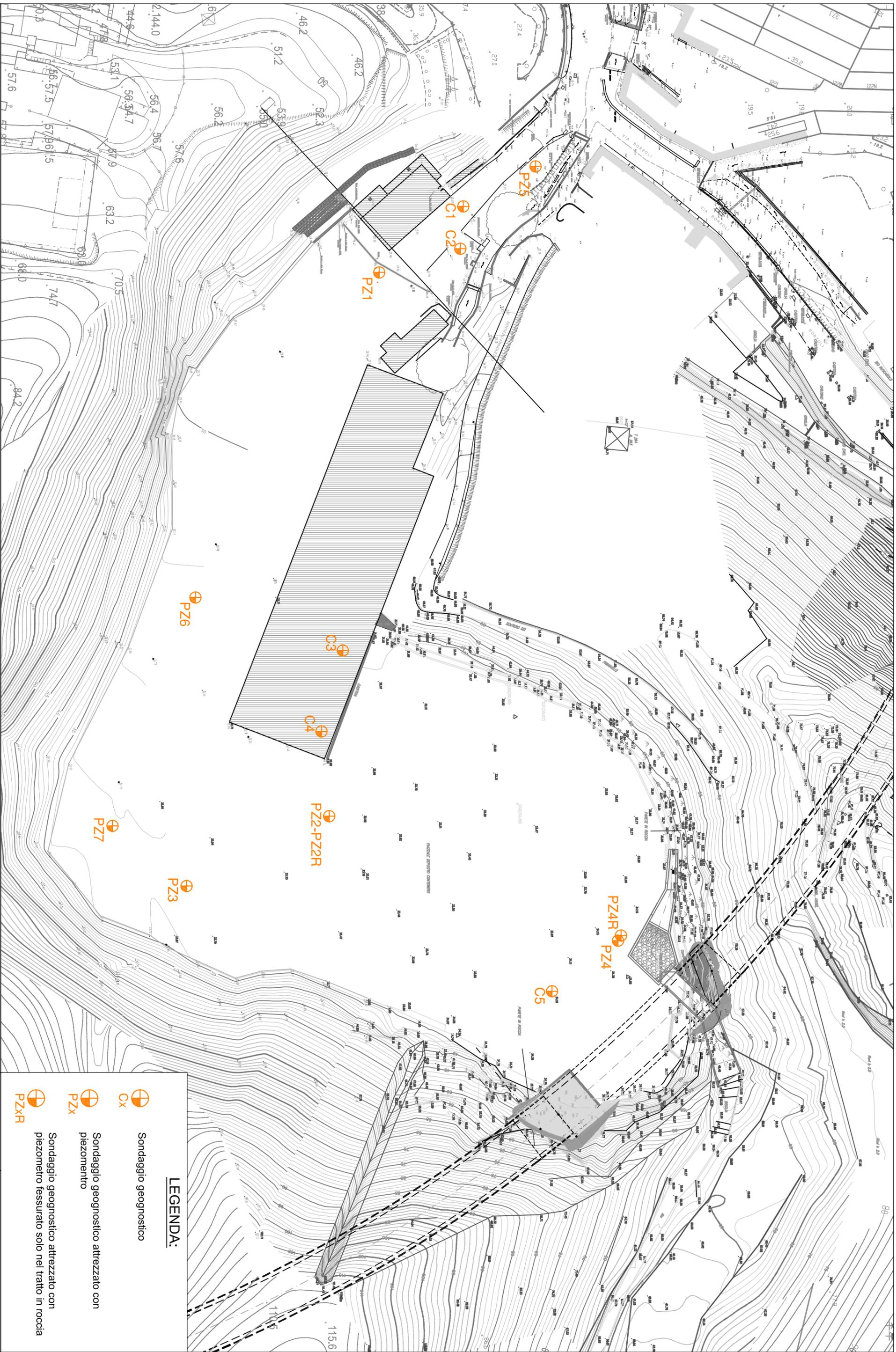


Ambiti di zonizzazione geologica sul rilievo di stato attuale

SCALA 1:1000

Studio Associato Bellini
Via Galata 9/1 - 16121 Genova

<p>STUDIO ASSOCIATO BELLINI Geologi</p> <p>Via Galata 9/1 16121 - GENOVA</p>		<p>Data: 03.10.2016</p>
<p>P.U.O. AREA DERRICK BORZOLI OPERE DI RIMODELLAZIONE AMBIENTALE, MESSA IN SICUREZZA E COLLEGAMENTO ALLA NUOVA VIABILITA' URBANA CON MANTENIMENTO DELL'ATTIVITA' PRODUTTIVA.</p> <p>RELAZIONE GEOLOGICA</p>		
<p>Ubicazione sondaggi geognostici.</p>	<p>ALL. 3</p>	



Ubicazione sondaggi geognostici

LEGENDA:

- ⊕ Cx Sondaggio geognostico
- ⊕ PZx Sondaggio geognostico attrezzato con piezometro
- ⊕ PZxR Sondaggio geognostico attrezzato con piezometro fessurato solo nel tratto in roccia

SCALA 1:1000

Studio Associato Bellini
Via Galida 9/1 - 16121 Genova

<p>STUDIO ASSOCIATO BELLINI Geologi</p> <p>Via Galata 9/1 16121 - GENOVA</p>		<p>Data: 03.10.2016</p>
<p align="center">P.U.O. AREA DERRICK BORZOLI OPERE DI RIMODELLAZIONE AMBIENTALE, MESSA IN SICUREZZA E COLLEGAMENTO ALLA NUOVA VIABILITA' URBANA CON MANTENIMENTO DELL'ATTIVITA' PRODUTTIVA.</p> <p align="center">RELAZIONE GEOLOGICA</p>		
<p>Stratigrafie sondaggi geognostici e relativi rapporti di perforazione.</p>	<p align="center">ALL. 4</p>	

STUDIO ASSOCIATO BELLINI Geologi Via Galata 9/1 - 16121 Genova	Committente <u>Derrick Arquata S.p.A.</u>	SONDAGGIO C1	FOGLIO 1/1
	Cantiere <u>Ex cava Derrick</u>	Località <u>Genova - Borzoli</u>	Il geologo Valeria Bellini
Data Inizio <u>24/03/2016</u> Data Fine <u>24/03/2016</u> Quota <u>25.50 m s.l.m. circa</u>			

Scala 1:100	Profondita'	Quota	Potenza	Stratigrafia	Descrizione	Indicizzazione	Carotaggio				R.Q.D.				Prof. SPT	N° colpi SPT	Tubo Piezometrico	Falda
							20	40	60	80	20	40	60	80				
1	0.30 - 1.10	25.20 - 24.40	0.30 0.80		Pavimentazione in asfalto dello spessore di 10 cm con relativo sottofondo di pietrisco in scarsa matrice sabbioso-limosa di colore bruno (Materiali di riporto).	R B												
2					Basalti massicci, di colore verdino e rosato, con rare vene di calcite e albite di colore biancastro, da mediamente a poco fratturato. (Substrato roccioso).													
3																		
4																		
5																		

N.B. Le cassette con i reperti dei sondaggi sono state visionate dopo il prelievo di materiale effettuato a fini ambientali. Si precisa, pertanto, che le descrizioni granulometriche riportate in stratigrafia, riferite ai materiali di riporto, possono risultare incomplete.

STUDIO ASSOCIATO BELLINI Geologi Via Galata 9/1 - 16121 Genova	Committente	Derrick Arquata S.p.A.	SONDAGGIO	FOGLIO
	Cantiere	Ex cava Derrick	C2	1/1
	Località	Genova - Borzoli	Il geologo	
	Data Inizio	24/03/2016	Data Fine	25/03/2016
			Quota	27.10 m s.l.m. circa
			Valeria Bellini	

Scala 1:100	Profondità'	Quota	Potenza	Stratigrafia	Descrizione	Indicizzazione	Carotaggio	R.Q.D.	Prof. SPT	N° colpi SPT	Tubo Piezometrico	Falda			
							20 40 60 80	20 40 60 80							
1	1.50	25.60	1.50	▲▲▲▲▲	Pavimentazione in calcestruzzo dello spessore di 20 cm. Al di sotto, frammenti lapidei e di laterizi di diametro medio 3-4 cm e fino a 10 cm in matrice limoso-sabbiosa di colore bruno (Materiali di riporto).	R	[Carotaggio]	[R.Q.D.]	0.50	13 14 27					
2															
3				▼▼▼▼▼	Basalti massicci e sani, di colore grigio-verde, localmente rosato, con vene e noduli di calcite e/o albite di colore biancastro, poco fratturati. (Substrato roccioso).	B									
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15	15.00	12.10	13.50												

N.B. Le cassette con i reperti dei sondaggi sono state visionate dopo il prelievo di materiale effettuato a fini ambientali. Si precisa, pertanto, che le descrizioni granulometriche riportate in stratigrafia, riferite ai materiali di riporto, possono risultare incomplete.

STUDIO ASSOCIATO BELLINI Geologi Via Galata 9/1 - 16121 Genova	Committente <u>Derrick Arquata S.p.A.</u>	SONDAGGIO C3	FOGLIO 1/1
	Cantiere <u>Ex cava Derrick</u>	Il geologo Valeria Bellini	
Località <u>Genova - Borzoli</u>	Data Inizio <u>29/03/2016</u> Data Fine <u>30/03/2016</u> Quota <u>32.40 m s.l.m. circa</u>		

Scala 1:100	Profondità'	Quota	Potenza	Stratigrafia	Descrizione	Indicizzazione	Carotaggio		R.Q.D.		Prof. SPT	N° colpi SPT	Tubo Piezometrico	Falda
							20	40	60	80				
			2.00		Pavimentazione in calcestruzzo dello spessore di 20 cm. Al di sotto frammenti lapidei (diametro medio 1-2 cm e fino a 8 cm) e sabbie limose di colore bruno marrone (Materiali di riporto).	R					0.50	9		
	2.00 - 2.40	29.70 - 29.30	0.40		Pietrisco e scorie di diametro medio 3-4 cm. (Materiali di riporto).	R					1.50	20		
			12.60		Basalti massicci, molto fratturati e localmente alterati fino a 3.40 m da p.c. poi sani e massicci, di colore grigio-verde, con vene e noduli di carbonati di colore biancastro, poco fratturati. Livello maggiormente fratturato tra 9.00 e 11.00 m da p.c. (Substrato roccioso).	B								
	15	15.00	16.70											

N.B. Le cassette con i reperti dei sondaggi sono state visionate dopo il prelievo di materiale effettuato a fini ambientali. Si precisa, pertanto, che le descrizioni granulometriche riportate in stratigrafia, riferite ai materiali di riporto, possono risultare incomplete.

STUDIO ASSOCIATO BELLINI Geologi Via Galata 9/1 - 16121 Genova	Committente <u>Derrick Arquata S.p.A.</u>	SONDAGGIO	FOGLIO
	Cantiere <u>Ex cava Derrick</u>	C4	1/1
Località <u>Genova - Borzoli</u>	Data Inizio <u>29/03/2016</u> Data Fine <u>29/03/2016</u> Quota <u>32.40 m s.l.m. circa</u>	Il geologo Valeria Bellini	

Scala 1:100	Profondita'	Quota	Potenza	Stratigrafia	Descrizione	Indicizzazione	Carotaggio				R.Q.D.				Prof. SPT	N° colpi SPT	Tubo Piezometrico	Falda
							20	40	60	80	20	40	60	80				
1	0.50	32.00	0.50		Pavimentazione in asfalto dello spessore di 10 cm con relativo sottofondo di pietrisco in matrice sabbioso-limosa di colore bruno. Frammento di ferro del diametro di 12 cm (Materiali di riporto). Frammenti lapidei grossolani (diametro medio 7 - 8 cm), di natura basaltica, in matrice limoso-argillosa di colore bruno e rossastro. (Materiali di riporto). Basalti massicci, di colore grigio-verde, con vene centimetriche di carbonati (verosimilmente calcite), fratturati. (Substrato roccioso).	R												
	1.30	31.20	0.80			R												
2	2.00	30.50	0.70			B												
3																		
4																		
5																		

N.B. Le cassette con i reperti dei sondaggi sono state visionate dopo il prelievo di materiale effettuato a fini ambientali. Si precisa, pertanto, che le descrizioni granulometriche riportate in stratigrafia, riferite ai materiali di riporto, possono risultare incomplete.

STUDIO ASSOCIATO BELLINI Geologi Via Galata 9/1 - 16121 Genova	Committente	Derrick Arquata S.p.A.	SONDAGGIO	FOGLIO
	Cantiere	Ex cava Derrick	C5	1/1
	Località	Genova - Borzoli	Il geologo Valeria Bellini	
	Data Inizio	31/03/2016	Data Fine	01/04/2016
			Quota	34.20 m s.l.m. circa

Scala 1:100	Profondità'	Quota	Potenza	Stratigrafia	Descrizione	Indicizzazione	Carotaggio	R.Q.D.	Prof. SPT	N° colpi SPT	Tubo Piezometrico	Falda
1	0.40	33.80	0.40		Pavimentazione in asfalto dello spessore di 10 cm circa con relativo sottofondo di clasti lapidei e scorie di diametro medio 4-5 cm. (Materiali di riporto).	R			0.50	24		
2			2.60		Frammenti lapidei di diametro medio 2-3 cm e fino a 8 cm in matrice sabbioso-limosa di colore bruno marrone, leggermente rossastra. (Materiali di riporto).	R			1.50	12		
3	3.00	31.20										
4												
5												
6												
7												
8												
9			12.00		Basalti massicci e sani, di colore grigio-verde, localmente arrossati, con vene e noduli di carbonati (verosimilmente calcite) di colore biancastro, poco fratturati. Livello di breccie tra 4.50 e 5.00 m da p.c. Localmente presenti patine argillose di colore rosso vinaccia sui giunti di frattura (Substrato roccioso).	B						
10												
11												
12												
13												
14												
15	15.00	19.20										

N.B. Le cassette con i reperti dei sondaggi sono state visionate dopo il prelievo di materiale effettuato a fini ambientali. Si precisa, pertanto, che le descrizioni granulometriche riportate in stratigrafia, riferite ai materiali di riporto, possono risultare incomplete.

STUDIO ASSOCIATO BELLINI Geologi Via Galata 9/1 - 16121 Genova	Committente <u>Derrick Arquata S.p.A.</u>	SONDAGGIO	FOGLIO
	Cantiere <u>Ex cava Derrick</u>	PZ1	1/1
Località <u>Genova - Borzoli</u>	Data Inizio <u>17/03/2016</u> Data Fine <u>17/03/2016</u> Quota <u>28.30 m s.l.m. circa</u>	Il geologo Valeria Bellini	

Scala 1:100	Profondità'	Quota	Potenza	Stratigrafia	Descrizione	Indicizzazione	Carotaggio		R.Q.D.		Prof. SPT	N° colpi SPT	Tubo Piezometrico	Falda
							20	40	60	80				
	0.20 0.50	28.15 27.85	0.20 0.30		Pavimentazione in asfalto dello spessore di 10 cm con relativo sottofondo di pietrisco in matrice sabbiosa di colore bruno. (Materiali di riporto).	R								
1			1.20		Frammenti e pezzame di cemento (diametro tra 8 e 15 cm circa). (Materiali di riporto).	R								
2	1.70	26.65	1.30		Clasti lapidei (diametro medio 1-2 cm) e sabbie in matrice limosa di colore bruno - marroncino. (Materiali di riporto).	B								1.38
3	3.00	25.35			Basalti sani massicci, di colore grigio-verde, con vene centimetriche di carbonati (verosimilmente calcite), fratturati. (Substrato roccioso).									
4														
5														

N.B. Le cassette con i reperti dei sondaggi sono state visionate dopo il prelievo di materiale effettuato a fini ambientali. Si precisa, pertanto, che le descrizioni granulometriche riportate in stratigrafia, riferite ai materiali di riporto, possono risultare incomplete.
 Foro attrezzato con piezometro per il controllo dei livelli di falda.
 Misura livello di falda del 11.04.16.

STUDIO ASSOCIATO BELLINI Geologi Via Galata 9/1 - 16121 Genova	Committente <u>Derrick Arquata S.p.A.</u>	SONDAGGIO PZ2	FOGLIO 1/1
	Cantiere <u>Ex cava Derrick</u>	Località <u>Genova - Borzoli</u>	Il geologo Valeria Bellini
Data Inizio <u>21/03/2016</u> Data Fine <u>21/03/2016</u> Quota <u>33.00 m s.l.m. circa</u>			

Scala 1:100	Profondità'	Quota	Potenza	Stratigrafia	Descrizione	Indicizzazione	Carotaggio		R.Q.D.				Prof. SPT	N° colpi SPT	Tubo Piezometrico	Falda	
							20	40	60	80	20	40					60
1	0.70	32.30	0.70		Pavimentazione in asfalto dello spessore di 10 cm con relativo sottofondo di frammenti lapidei e di malta con sabbie in matrice limosa di colore bruno marrone. (Materiali di riporto).	R							0.70	11	15		0.76
2	1.50	31.50	0.80		Limi e sabbie di colore marroncino, con frammenti lapidei e laterizi di dimensioni centimetriche. (Materiali di riporto).	B											
3	2.50	30.50	1.00		Basalti alterati e molto fratturati, di colore vinaccia. Patine di ossidazione di colore rugginoso sui giunti di frattura. Materiale frantumato e polverizzato per effetto della perforazione a secco fino a 1.80 m. (Substrato roccioso).												
4																	
5																	

N.B. Le cassette con i reperti dei sondaggi sono state visionate dopo il prelievo di materiale effettuato a fini ambientali. Si precisa, pertanto, che le descrizioni granulometriche riportate in stratigrafia, riferite ai materiali di riporto, possono risultare incomplete.
 Foro attrezzato con piezometro per il controllo dei livelli di falda.
 Misura livello di falda del 11.04.16.

STUDIO ASSOCIATO BELLINI Geologi Via Galata 9/1 - 16121 Genova	Committente <u>Derrick Arquata S.p.A.</u>	SONDAGGIO	FOGLIO
	Cantiere <u>Ex cava Derrick</u>	PZ3	1/1
Località <u>Genova - Borzoli</u>	Data Inizio <u>21/03/2016</u> Data Fine <u>21/03/2016</u> Quota <u>33.50 m s.l.m. circa</u>	Il geologo Valeria Bellini	

Scala 1:100	Profondita'	Quota	Potenza	Stratigrafia	Descrizione	Indicizzazione	Carotaggio		R.Q.D.		Prof. SPT	N° colpi SPT	Tubo Piezometrico	Falda
							20	40	60	80				
1	1.00	32.50	1.00		Pavimentazione in asfalto dello spessore di 10 cm con relativo sottofondo di frammenti lapidei, di malta e di laterizi, con sabbie in matrice limosa di colore bruno marrone. (Materiali di riporto).	R					0.50	4	2	1.16
2	1.50	32.00	0.50			B					1.50	50	31	
3	2.40	31.10	0.90		Limi e sabbie di colore marroncino e verdastro, con clasti lapidei centimetrici, frammenti di laterizi, fibre di legno. (Materiali di riporto).									
4					Basalti alterati e molto fratturati, di colore verdino e striature vinaccia. Patine di ossidazione di colore rugginoso sui giunti di frattura. Materiale frantumato e polverizzato per effetto della perforazione a secco fino a 1.90 m da p.c. (Substrato roccioso).									
5														

N.B. Le cassette con i reperti dei sondaggi sono state visionate dopo il prelievo di materiale effettuato a fini ambientali. Si precisa, pertanto, che le descrizioni granulometriche riportate in stratigrafia, riferite ai materiali di riporto, possono risultare incomplete.
 Foro attrezzato con piezometro per il controllo dei livelli di falda.
 Misura livello di falda del 11.04.16.

STUDIO ASSOCIATO BELLINI Geologi Via Galata 9/1 - 16121 Genova	Committente <u>Derrick Arquata S.p.A.</u>	SONDAGGIO PZ4	FOGLIO 1/1
	Cantiere <u>Ex cava Derrick</u>	Località <u>Genova - Borzoli</u>	Il geologo Valeria Bellini
Data Inizio <u>22/03/2016</u> Data Fine <u>22/03/2016</u> Quota <u>34.20 m s.l.m. circa</u>			

Scala 1:100	Profondità'	Quota	Potenza	Stratigrafia	Descrizione	Indicizzazione	Carotaggio		R.Q.D.		Prof. SPT	N° colpi SPT	Tubo Piezometrico	Falda
							20	40	60	80				
	1				Pavimentazione in asfalto dello spessore di 5 cm su clasti lapidei e frammenti di malta di dimensioni fino a 4-5 cm in matrice limosa e sabbiosa di colore marroncino e verdino. Matrice fine in aumento con la profondità. (Materiali di riporto).	R					0.60	33		1.24
	2		2.70									1.50	17	
	3	2.70	31.50		Basalti sani e massicci, fratturati, di colore grigio-verde, con rare vene centimetriche di carbonati (verosimilmente calcite) molto fratturati. Materiale frantumato e polverizzato per effetto della perforazione a secco fino a 3.00 m da p.c. (Substrato roccioso).	B								
	4	3.50	30.70											
	5													

N.B. Le cassette con i reperti dei sondaggi sono state visionate dopo il prelievo di materiale effettuato a fini ambientali. Si precisa, pertanto, che le descrizioni granulometriche riportate in stratigrafia, riferite ai materiali di riporto, possono risultare incomplete.
 Foro attrezzato con piezometro per il controllo dei livelli di falda.
 Misura livello di falda del 11.04.16.

STUDIO ASSOCIATO BELLINI Geologi Via Galata 9/1 - 16121 Genova	Committente <u>Derrick Arquata S.p.A.</u>	SONDAGGIO	FOGLIO
	Cantiere <u>Ex cava Derrick</u>	PZ5	1/1
Località <u>Genova - Borzoli</u>	Data Inizio <u>17/03/2016</u> Data Fine <u>17/03/2016</u> Quota <u>22.30 m s.l.m. circa</u>	Il geologo Valeria Bellini	

Scala 1:100	Profondità'	Quota	Potenza	Stratigrafia	Descrizione	Indicizzazione	Carotaggio	R.Q.D.	Prof. SPT	N° colpi SPT	Tubo Piezometrico	Falda
							20 40 60 80	20 40 60 80				
1			1.80		Pavimentazione in asfalto dello spessore di 10 cm e sottofondo costituito da clasti lapidei mediamente di dimensioni 1-2 cm e fino a 10 cm, in matrice limosa e sabbiosa di colore marroncino. (Materiali di riporto).	R						
2	1.80	20.20										
3	2.70	19.30	0.90		Brecce di basalto sane, fratturate, di colore grigio-vede. Materiale frantumato e polverizzato per effetto della perforazione a secco fino a 2.10 m da p.c. (Substrato roccioso).	B						
4												
5												

N.B. Le cassette con i reperti dei sondaggi sono state visionate dopo il prelievo di materiale effettuato a fini ambientali. Si precisa, pertanto, che le descrizioni granulometriche riportate in stratigrafia, riferite ai materiali di riporto, possono risultare incomplete.
 Foro attrezzato con piezometro per il controllo dei livelli di falda.
 Misura livello di falda del 11.04.16.

STUDIO ASSOCIATO BELLINI Geologi Via Galata 9/1 - 16121 Genova	Committente Derrick Arquata S.p.A.	SONDAGGIO	FOGLIO
	Cantiere Ex cava Derrick	PZ6	1/1
Località Genova - Borzoli	Date Inizio 17/03/2016 Data Fine 18/03/2016 Quota 31.40 m s.l.m. circa	Il geologo Valeria Bellini	

Scala 1:100	Profondita'	Quota	Potenza	Stratigrafia	Descrizione	Indicizzazione	Carotaggio	R.Q.D.	Prof. SPT	N° colpi SPT	Tubo Piezometrico	Falda
	0.50	30.90	0.50		Pavimentazione in asfalto dello spessore di 10 cm e relativo sottofondo in pietrame prevalentemente basaltico di diametro fino a 10 cm. (Materiali di riporto).	R						0.58
1	1.00	30.40	0.50									
	2.10	29.30	1.10		Frammenti lapidei minuti (diametro inferiore a 2 cm) in matrice limoso-sabbiosa di colore verde e marroncino. (Materiali di riporto).	B						
2					Basalto sano e massiccio, di colore grigio-verde, fratturato. Il materiale è frammentato e frantumato dalla perforazione a secco fino a 1.50 m da p.c. (Substrato roccioso).							
3												
4												
5												

N.B. Le cassette con i reperti dei sondaggi sono state visionate dopo il prelievo di materiale effettuato a fini ambientali. Si precisa, pertanto, che le descrizioni granulometriche riportate in stratigrafia, riferite ai materiali di riporto, possono risultare incomplete.
 Foro attrezzato con piezometro per il controllo dei livelli di falda.
 Misura livello di falda del 11.04.16.

STUDIO ASSOCIATO BELLINI Geologi Via Galata 9/1 - 16121 Genova	Committente <u>Derrick Arquata S.p.A.</u>	SONDAGGIO PZ7	FOGLIO 1/1
	Cantiere <u>Ex cava Derrick</u>	Località <u>Genova - Borzoli</u>	Il geologo Valeria Bellini
Data Inizio <u>18/03/2016</u>	Data Fine <u>18/03/2016</u>	Quota <u>33.00 m s.l.m. circa</u>	

Scala 1:100	Profondità'	Quota	Potenza	Stratigrafia	Descrizione	Indicizzazione	Carotaggio				R.Q.D.				Prof. SPT	N° colpi SPT	Tubo Piezometrico	Falda
							20	40	60	80	20	40	60	80				
	0.90	32.10	0.90		Pavimentazione in asfalto dello spessore di 5 cm con materiale di sottofondo costituito da frammenti lapidei e di malta di dimensioni fino a 4-5 cm, in matrice sabbiosa e limosa di colore bruno marrone. (Materiali di riporto). Limi sabbiosi di colore grigio scuro con clasti lapidei di dimensioni centimetriche. (Materiali di riporto). Frammenti di basalto alterato di dimensioni 4-5 cm, in matrice limoso-sabbiosa di colore vinaccia. (Cappellaccio di alterazione del substrato roccioso). Basalto alterato e disarticolato in frammenti centimetrici anche per effetto della perforazione. Giunti ossidati e alterati. (Substrato roccioso).	R												1.03
	1.20	31.80	0.30			C												
	1.80	31.20	0.60			B												
	2.50	30.50	0.70															
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		

N.B. Le cassette con i reperti dei sondaggi sono state visionate dopo il prelievo di materiale effettuato a fini ambientali. Si precisa, pertanto, che le descrizioni granulometriche riportate in stratigrafia, riferite ai materiali di riporto, possono risultare incomplete.
 Foro attrezzato con piezometro per il controllo dei livelli di falda.
 Misura livello di falda del 11.04.16.

BORGHI DRILL S.r.l.

VIA SELASCHI 35/I
16040 LEIVI (GE)
Tel. 0185 370.875 Fax 0185 371.875

COMMITTENTE: **DERRICK ARQUATA S.p.A.**

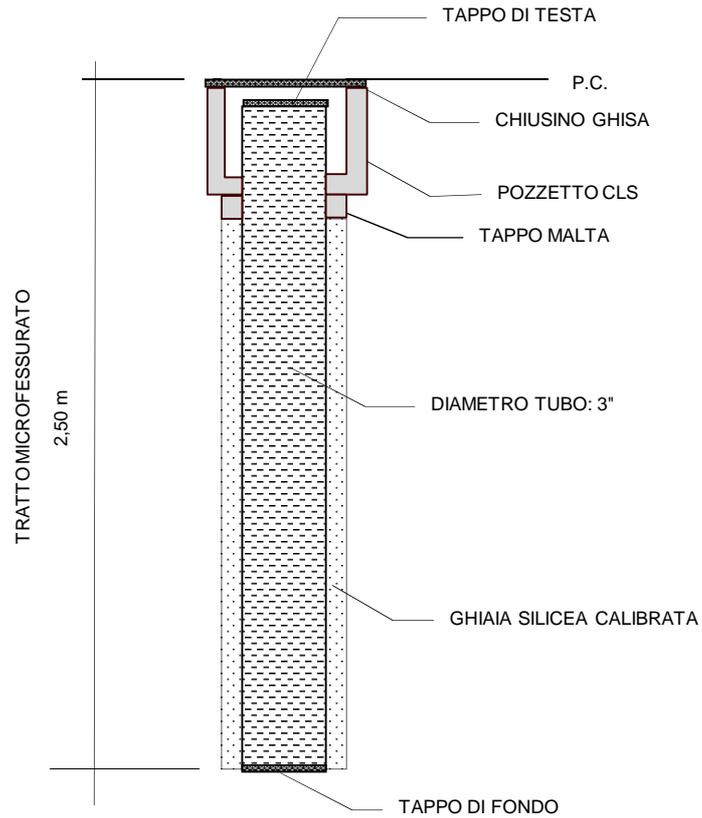
CANTIERE: Via Borzoli - Genova

PIEZOMETRO: PZ5

DATA INIZIO: 17/03/2016

DATA FINE: 17/03/2016

SCHEMA PIEZOMETRO



BORGHI DRILL S.r.l.
VIA SELASCHI 35/I
16040 LEIVI (GE)
Tel. 0185 370.875 Fax 0185 371.875

COMMITTENTE: **DERRICK ARQUATA S.p.A.**

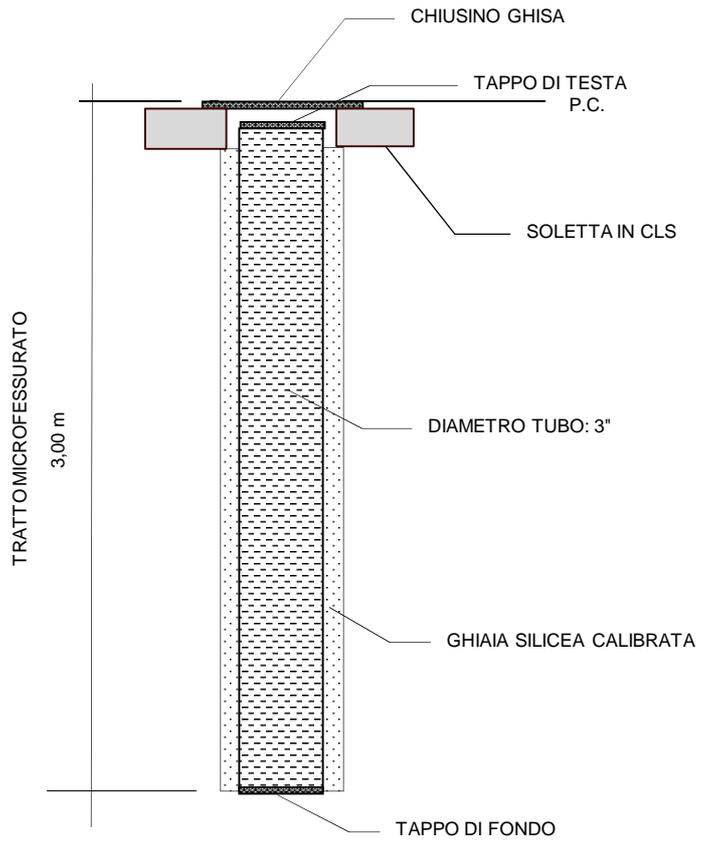
CANTIERE: Via Borzoli - Genova

PIEZOMETRO: PZ1

DATA INIZIO: 17/03/2016

DATA FINE: 17/03/2016

SCHEMA PIEZOMETRO



BORGHI DRILL S.r.l.

VIA SELASCHI 35/I
16040 LEIVI (GE)
Tel. 0185 370.875 Fax 0185 371.875

COMMITTENTE: **DERRICK ARQUATA S.p.A.**

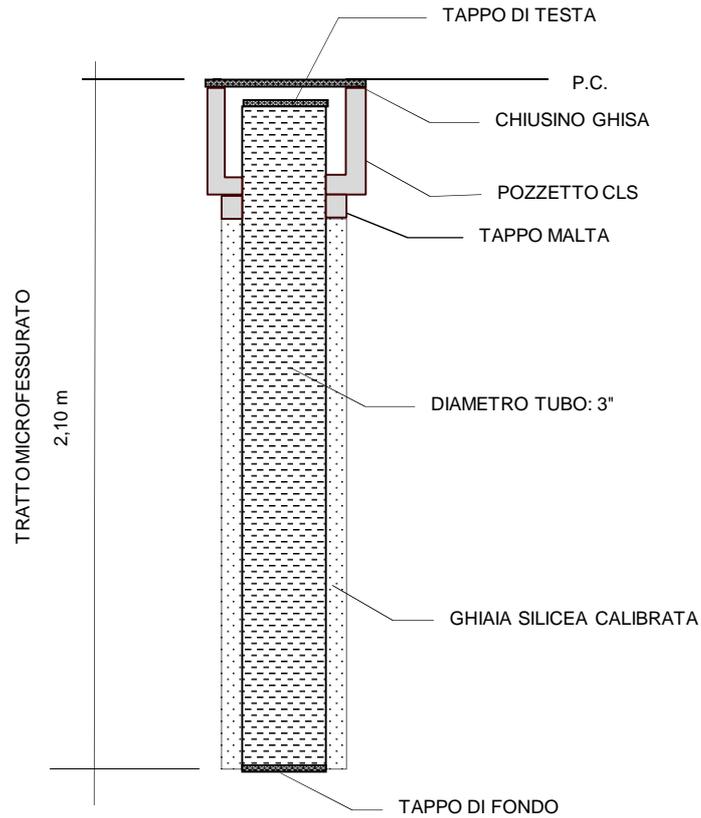
CANTIERE: Via Borzoli - Genova

PIEZOMETRO: PZ6

DATA INIZIO: 17/03/2016

DATA FINE: 18/03/2016

SCHEMA PIEZOMETRO



BORGHI DRILL S.r.l.

VIA SELASCHI 35/I
16040 LEIVI (GE)
Tel. 0185 370.875 Fax 0185 371.875

COMMITTENTE: **DERRICK ARQUATA S.p.A.**

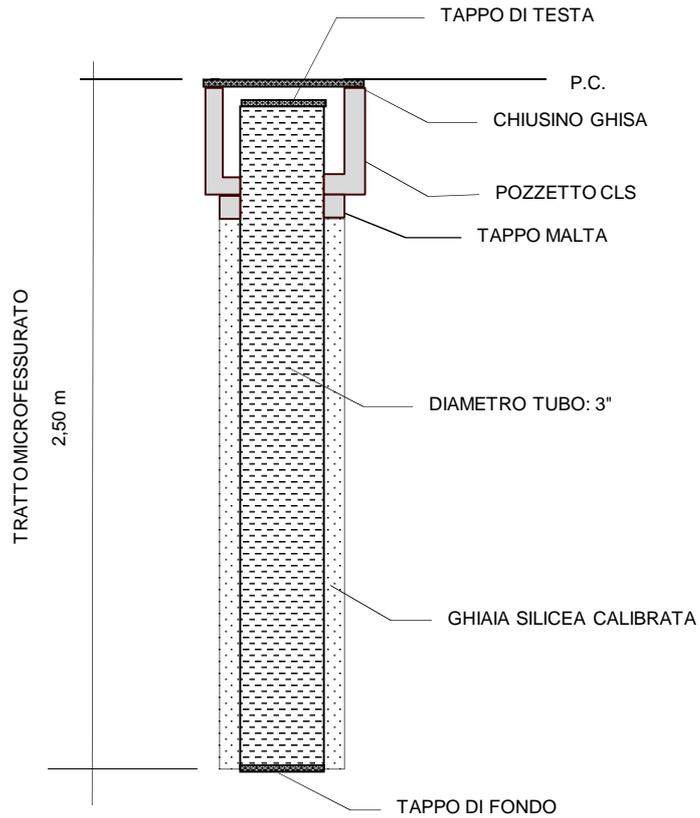
CANTIERE: Via Borzoli - Genova

PIEZOMETRO: PZ7

DATA INIZIO: 18/03/2016

DATA FINE: 18/03/2016

SCHEMA PIEZOMETRO



BORGHI DRILL S.r.l.

VIA SELASCHI 35/I
16040 LEIVI (GE)
Tel. 0185 370.875 Fax 0185 371.875

COMMITTENTE: **DERRICK ARQUATA S.p.A.**

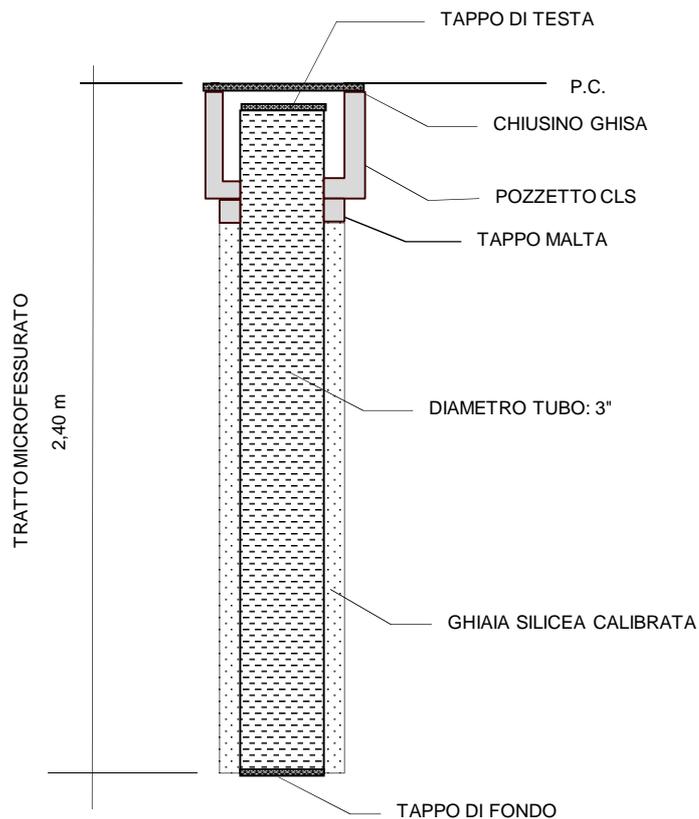
CANTIERE: Via Borzoli - Genova

PIEZOMETRO: PZ3

DATA INIZIO: 21/03/2016

DATA FINE: 21/03/2016

SCHEMA PIEZOMETRO



BORGHI DRILL S.r.l.

VIA SELASCHI 35/I
16040 LEIVI (GE)
Tel. 0185 370.875 Fax 0185 371.875

COMMITTENTE: **DERRICK ARQUATA S.p.A.**

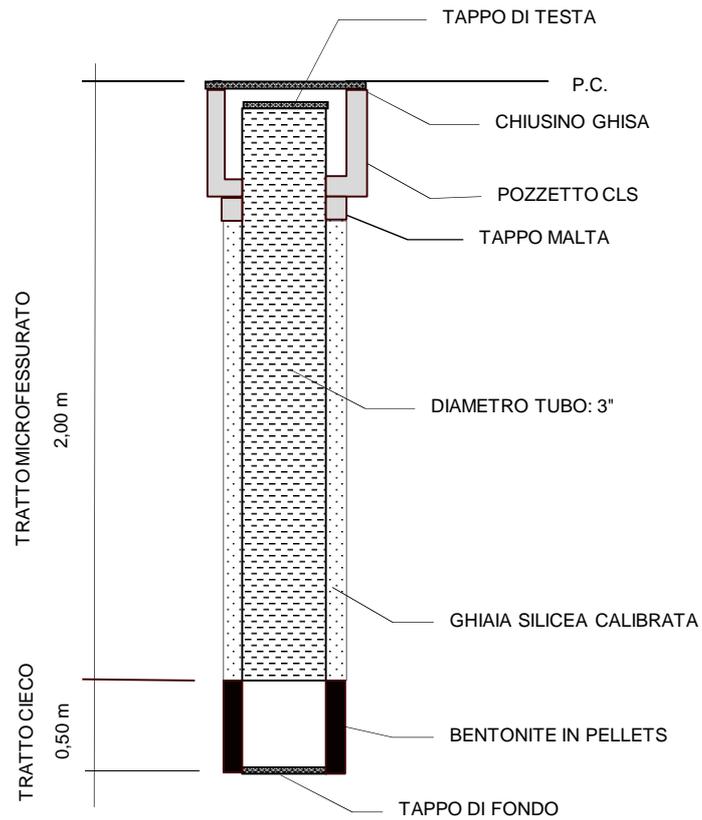
CANTIERE: Via Borzoli - Genova

PIEZOMETRO: PZ2

DATA INIZIO: 21/03/2016

DATA FINE: 21/03/2016

SCHEMA PIEZOMETRO



BORGHI DRILL S.r.l.

Via Selaschi, 35/I
16040 LEIVI (GE)
Tel. 0185 370.875 Fax 0185 371.875

COMMITTENTE: **DERRICK ARQUATA S.p.A.**

CANTIERE: Via Borzoli - Genova

SONDAGGIO N.: **PZ2R**

DATA PROVA: 22/03/16

PROVA DI PERMEABILITA' N. 01 LEFRANC A CARICO VARIABILE

livello falda = 0,77 m

A = 0,10 m

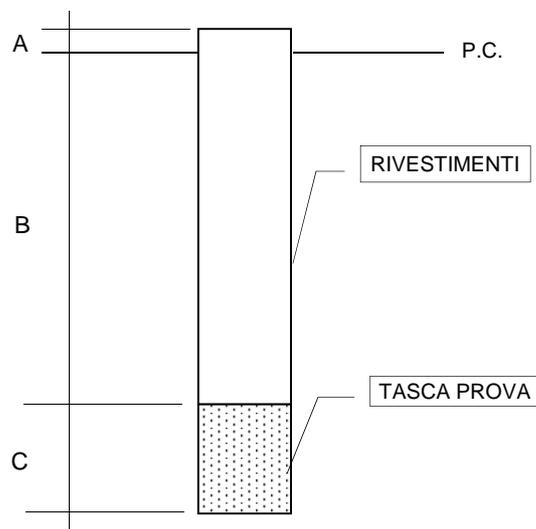
B = 2,00 m

C = 4,00 m

diam. est. rivestimenti = 140,00 mm

diam. int. rivestimenti = 120,00 mm

diam. tasca prova = 116,00 mm



TEMPI	ABBASSAMENTI (cm)	TEMPI	ABBASSAMENTI (cm)
1'	69,00		
2'	84,00		
3'	88,00		
4'	90,00		
5'	91,00		
6'	92,00		
7'	92,50		
8'	92,50		
9'	92,50		
10'	92,50		
12'	92,50		
14'	93,00		
16'	93,00		
18'	93,00		
20'	93,00		
25'	93,50		
30'	93,50		

SATURAZIONE TERRENO

dalle ore: alle ore:

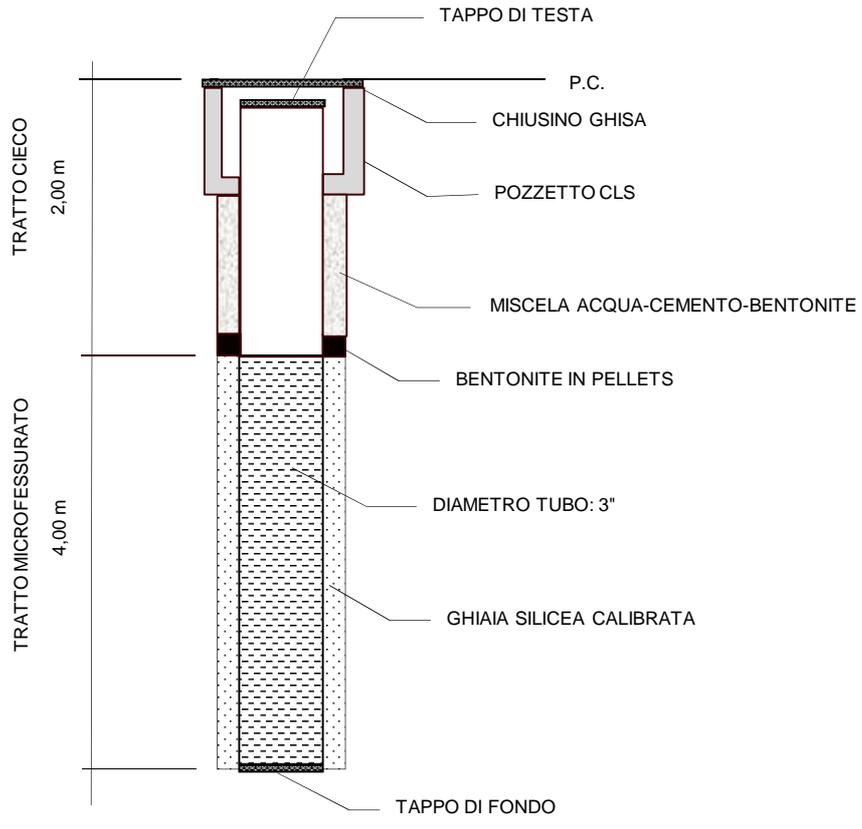
QUOTA PROVA: P.C.

ORA INIZIO PROVA: 11:30

ORA FINE PROVA: 12:00

NOTE

SCHEMA PIEZOMETRO



BORGHI DRILL S.r.l.

VIA SELASCHI 35/I
16040 LEIVI (GE)
Tel. 0185 370.875 Fax 0185 371.875

COMMITTENTE: **DERRICK ARQUATA S.p.A.**

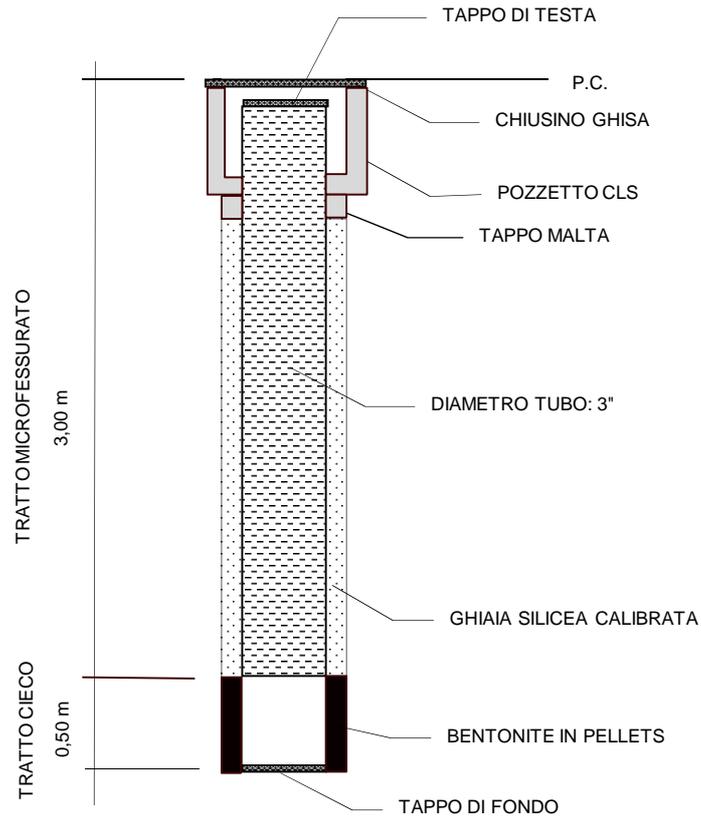
CANTIERE: Via Borzoli - Genova

PIEZOMETRO: PZ4

DATA INIZIO: 22/03/2016

DATA FINE: 22/03/2016

SCHEMA PIEZOMETRO



BORGHI DRILL S.r.l.

Via Selaschi, 35/l
16040 LEIVI (GE)
Tel. 0185 370.875 Fax 0185 371.875

COMMITTENTE: **DERRICK ARQUATA S.p.A.**

CANTIERE: Via Borzoli - Genova

SONDAGGIO N.: **PZ4R**DATA PROVA: 23/03/16**PROVA DI PERMEABILITA' N. 01 LUGEON**

QUOTA FONDO FORO : 6,00	QUOTA PACKER: DA 4,00 m A 5,00 m	LIVELLO FALDA : 1,30
QUOTA RIVESTIMENTO : 3,00	DIAMETRO CAMERA 116	LIVELLO prima della prova : 0,35
		H MANOMETRO DA P.C.: 0,50

PRESS. (bar)	ASSORBIMENTI (litri)	TEMPI	PRESS. (bar)	ASSORBIMENTI (litri)	TEMPI	PRESS. (bar)	ASSORBIMENTI (litri)	TEMPI
0,50	0,00	1'	1,00	0,00	1'			
0,50	0,00	1'	1,00	0,00	1'			
0,50	0,00	1'	1,00	0,00	1'			
0,50	0,00	1'	1,00	0,00	1'			
0,50	0,00	1'	1,00	0,00	1'			
1,00	0,00	1'	0,50	0,00	1'			
1,00	0,00	1'	0,50	0,00	1'			
1,00	0,00	1'	0,50	0,00	1'			
1,00	0,00	1'	0,50	0,00	1'			
1,00	0,00	1'	0,50	0,00	1'			
1,50	0,00	1'						
1,50	0,00	1'						
1,50	0,00	1'						
1,50	0,00	1'						
1,50	0,00	1'						

NOTE:

BORGHI DRILL S.r.l.

VIA SELASCHI 35/I
16040 LEIVI (GE)
Tel. 0185 370.875 Fax 0185 371.875

COMMITTENTE: **DERRICK ARQUATA S.p.A.**

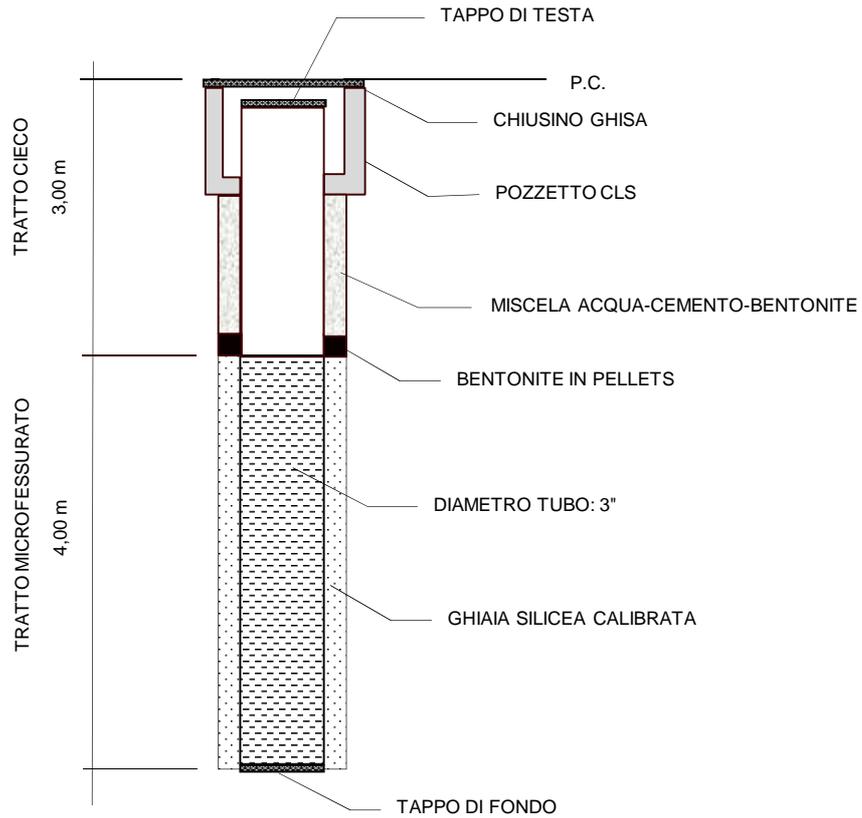
CANTIERE: Via Borzoli - Genova

PIEZOMETRO: PZ4R

DATA INIZIO: 23/03/2016

DATA FINE: 23/03/2016

SCHEMA PIEZOMETRO



<p>STUDIO ASSOCIATO BELLINI Geologi</p> <p>Via Galata 9/1 16121 - GENOVA</p>		<p>Data: 03.10.2016</p>
<p align="center">P.U.O. AREA DERRICK BORZOLI OPERE DI RIMODELLAZIONE AMBIENTALE, MESSA IN SICUREZZA E COLLEGAMENTO ALLA NUOVA VIABILITA' URBANA CON MANTENIMENTO DELL'ATTIVITA' PRODUTTIVA.</p> <p align="center">RELAZIONE GEOLOGICA</p>		
<p>Documentazione fotografica dei reperiti dei sondaggi geognostici.</p>	<p align="center">ALL. 5</p>	

STUDIO ASSOCIATO BELLINI
G E O L O G I

AREA DERRICK
GENOVA SESTRI PONENTE

SONDAGGI GEOGNOSTICI

SONDAGGIO PZ1



Sondaggio PZ1-cassetta N°1- da 0.0 m a 3.00 m

SONDAGGIO PZ2



Sondaggio PZ2-cassetta N°1- da 0.0 a 2.50 m

SONDAGGIO PZ3



Sondaggio PZ3-cassetta N°1- da 0.0 m a 2.40 m

SONDAGGIO PZ4



Sondaggio PZ4-cassetta N°1- da 0.0 m a 3.50 m

SONDAGGIO PZ5



Sondaggio PZ5-cassetta N°1- da 0.0 m a 2.70 m

SONDAGGIO PZ6



Sondaggio PZ6-cassetta N°1 da 0.0 m a 2.10 m

SONDAGGIO PZ7



Sondaggio PZ7-cassetta N°1- da 0.0 m a 2.50 m

SONDAGGIO C1



Sondaggio C1-cassetta N°1- da 0.0 m a 1.10 m

SONDAGGIO C2



Sondaggio C2-cassetta N°1- da 0.0 m a 5.00 m



Sondaggio C2-cassetta N°2- da 5.00 m a 10.00 m



Sondaggio C2-cassetta N°3- da 10.00 m a 15.00 m

SONDAGGIO C3



Sondaggio C3-cassetta N°1- da 0.0 m a 5.00 m



Sondaggio C3-cassetta N°2- da 5.00 m a 10.00 m



Sondaggio C3-cassetta N°3- da 10.00 m a 15.00 m

SONDAGGIO C4



Sondaggio C4-cassetta N°1- da 0.0 m a 2.00 m

SONDAGGIO C5



Sondaggio C5-cassetta N°1- da 0.0 m a 5.00 m



Sondaggio C5-cassetta N°2- da 5.00 m a 10.00 m



Sondaggio C5-cassetta N°3- da 10.00 m a 15.00 m

<p>STUDIO ASSOCIATO BELLINI Geologi</p> <p>Via Galata 9/1 16121 - GENOVA</p>		<p>Data: 03.10.2016</p>
<p align="center">P.U.O. AREA DERRICK BORZOLI OPERE DI RIMODELLAZIONE AMBIENTALE, MESSA IN SICUREZZA E COLLEGAMENTO ALLA NUOVA VIABILITA' URBANA CON MANTENIMENTO DELL'ATTIVITA' PRODUTTIVA.</p> <p align="center">RELAZIONE GEOLOGICA</p>		
<p>Analisi di laboratorio geotecnico.</p>	<p align="center">ALL. 6</p>	

G.E.T.**GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl**
Laboratorio Geotecnico - Genova**CONTENUTO NATURALE IN ACQUA - ASTM D2216-10**

Cliente : DERRICK ARQUATA S.P.A.

Località : VIA BORZOLI - GENOVA

Identificazione Campione : PZ2 C1

Profondità (m) : 1.60 - 1.80

Data Ricevimento : 08/07/2016

Tipo Campione : Rimaneggiato

Data Esecuzione Prova : 11/07/2016

Descrizione del Materiale : Ghiaia limosa con sabbia

Peso lordo umido	(g)	3347.38
Peso lordo secco	(g)	3227.00
Peso tara	(g)	407.93
Peso netto secco	(g)	2819.07
Peso acqua	(g)	120.38
Contenuto in acqua	(%)	4.3

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

Note :

G.E.T.**GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl**
Laboratorio Geotecnico - Genova**ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63**

Cliente : DERRICK ARQUATA S.P.A.
Località : VIA BORZOLI - GENOVA

Identificazione Campione : PZ2 C1
Profondità (m) : 1.60 - 1.80
Tipo Campione : Rimaneggiato
Descrizione del Materiale : Ghiaia limosa con sabbia

Data Ricevimento : 08/07/2016
Data Esecuzione Prova : 11/07/2016
Class. U.S.C.S. : -

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	41.26
Sabbia (%)	41.18
Limo (%)	11.81
Argilla (%)	5.75
Fini (%)	17.56
D. max (mm)	23.0

ALTRI PARAMETRI

D ₆₀ (mm)	5.003
D ₅₀ (mm)	2.677
D ₃₀ (mm)	0.450
D ₁₀ (mm)	0.019
C _c	2.16
C _u	266.35

GHIAIA E SABBIA

Forma : angolare
Durezza : dura e resistente

Note:

-

SETACCIATURA

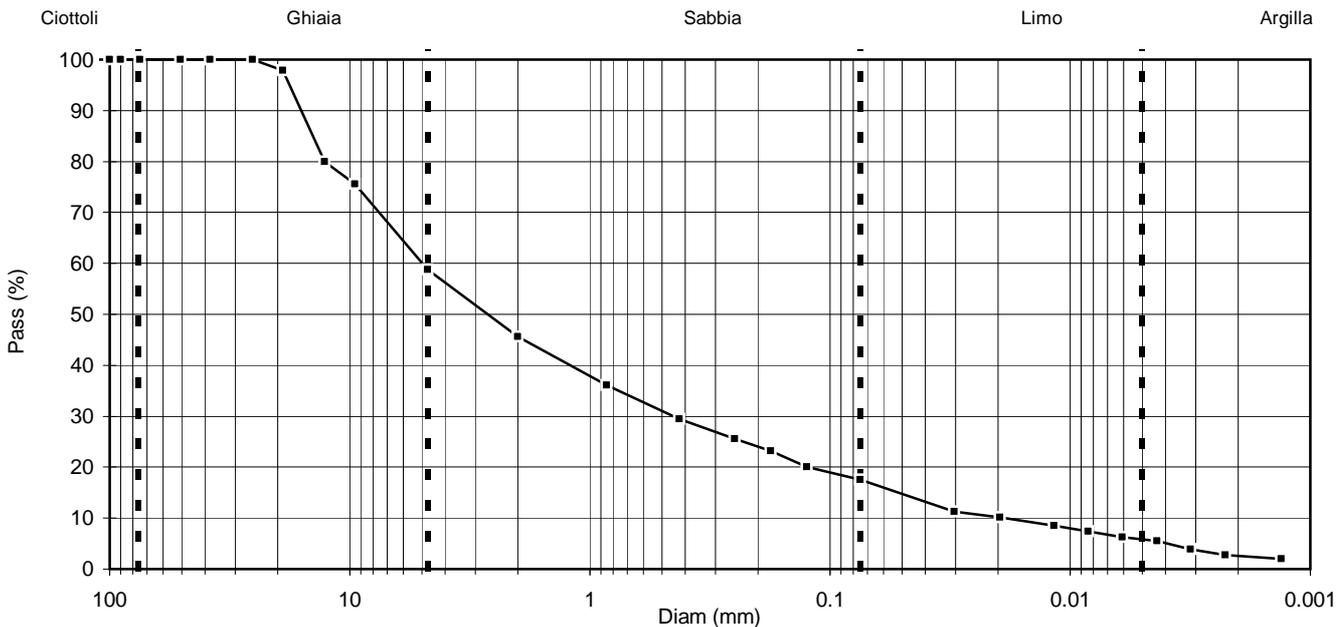
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
50.80	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	97.92
12.70	79.95

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	75.54
4.75	58.74
2.00	45.56
0.85	36.12
0.425	29.44
0.250	25.62
0.177	23.21
0.125	20.00
0.075	17.56

SEDIMENTAZIONE

D (mm)	Pass (%)
0.0304	11.31
0.0197	10.14
0.0117	8.58
0.0084	7.41
0.0061	6.24
0.0043	5.46
0.0031	3.90
0.0023	2.73
0.0013	1.95



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey
Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.**GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl**
Laboratorio Geotecnico - Genova**DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME - ASTM D7263-09**

Cliente :	DERRICK ARQUATA S.P.A.	
Località :	VIA BORZOLI - GENOVA	
Identificazione Campione :	PZ2 C1	
Profondità (m) :	1.60 - 1.80	Data Ricevimento : 08/07/2016
Tipo Campione :	Rimaneggiato	Data Esecuzione Prova : 11/07/2016
Descrizione del Materiale :	Ghiaia limosa con sabbia	

Geometria della sezione del provino : circolare

Diametro	(cm)	8.06
Altezza	(cm)	29.60
Peso lordo	(g)	3535.00
Peso tara	(g)	0.00
Peso netto	(g)	3535.00
Volume	(cm ³)	1922.92
Peso di volume	(kN/m³)	22.96

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey
Operatore Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

Note :

G.E.T.**GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl**
Laboratorio Geotecnico - Genova**DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE FISICHE DEL CAMPIONE**

Cliente : DERRICK ARQUATA S.P.A.
 Località : VIA BORZOLI - GENOVA
 Id. Campione : PZ2 C1
 Profondità (m) : 1.60 - 1.80

Dati sperimentali

Contenuto in acqua:	w	4.27	%
Peso di volume:	γ	22.96	kN/m ³
Peso specifico assoluto:	G _s	2.70	- stimato

Dati calcolati

Densità secca:	γ_d	22.02	kN/m ³
Porosità:	n	0.17	-
Indice dei vuoti:	e	0.20	-
Grado di saturazione:	S _r	0.57	-
Peso di vol. saturo:	γ_{sat}	23.68	kN/m ³

Note

Direttore : PBY

Operatore : GO

G.E.T.**GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl**
Laboratorio Geotecnico - Genova**CONTENUTO NATURALE IN ACQUA - ASTM D2216-10**

Cliente : DERRICK ARQUATA S.P.A.

Località : VIA BORZOLI - GENOVA

Identificazione Campione : PZ3 C1

Profondità (m) : 1.00 - 1.30

Data Ricevimento : 08/07/2016

Tipo Campione : Rimaneggiato

Data Esecuzione Prova : 11/07/2016

Descrizione del Materiale : Sabbia limosa con ghiaia

Peso lordo umido	(g)	2647.38
Peso lordo secco	(g)	2387.00
Peso tara	(g)	276.70
Peso netto secco	(g)	2110.30
Peso acqua	(g)	260.38
Contenuto in acqua	(%)	12.3

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

Note :

G.E.T.**GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl**
Laboratorio Geotecnico - Genova**ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63**

Cliente : DERRICK ARQUATA S.P.A.
Località : VIA BORZOLI - GENOVA

Identificazione Campione : PZ3 C1
Profondità (m) : 1.00 - 1.30
Tipo Campione : Rimaneggiato
Descrizione del Materiale : Sabbia limosa con ghiaia

Data Ricevimento : 08/07/2016
Data Esecuzione Prova : 11/07/2016
Class. U.S.C.S. : -

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	34.56
Sabbia (%)	41.90
Limo (%)	19.04
Argilla (%)	4.50
Fini (%)	23.54
D. max (mm)	35.0

ALTRI PARAMETRI

D ₆₀ (mm)	3.263
D ₅₀ (mm)	1.581
D ₃₀ (mm)	0.256
D ₁₀ (mm)	0.020
C _c	1.00
C _u	162.05

GHIAIA E SABBIA

Forma : angolare
Durezza : dura e resistente

Note:

-

SETACCIATURA

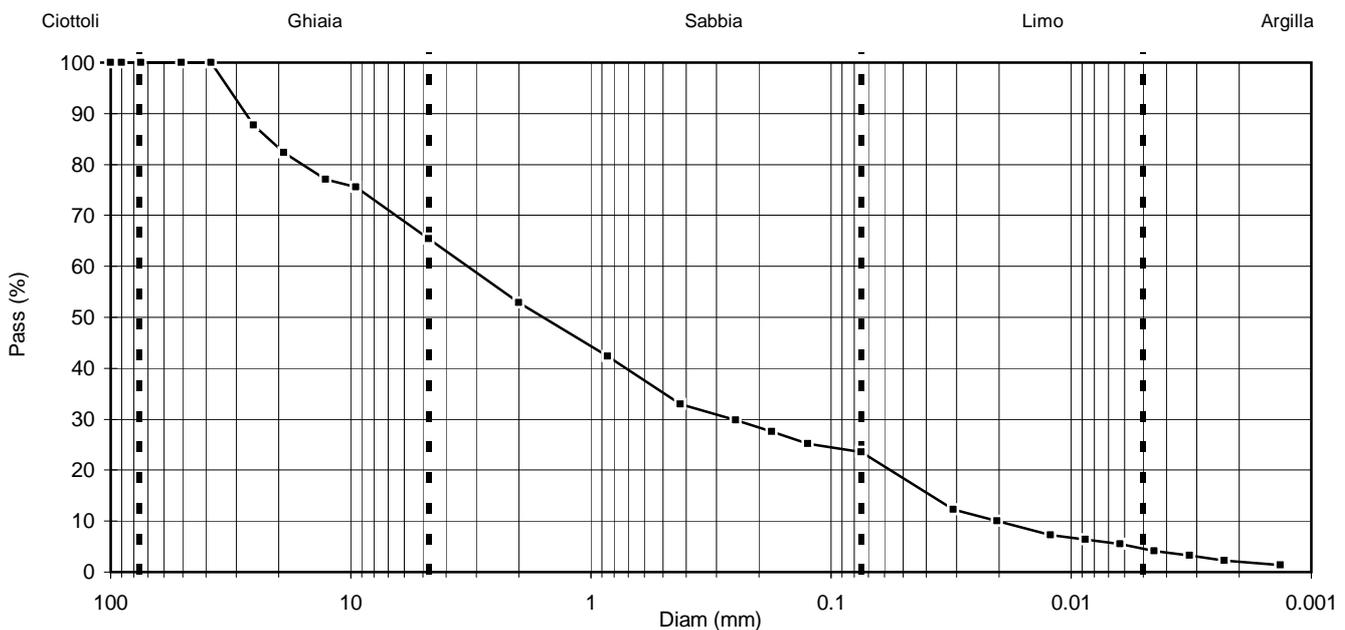
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
50.80	100.00
38.10	100.00
25.40	87.66
19.00	82.27
12.70	77.12

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	75.57
4.75	65.44
2.00	52.91
0.85	42.31
0.425	32.99
0.250	29.85
0.177	27.51
0.125	25.23
0.075	23.54

SEDIMENTAZIONE

D (mm)	Pass (%)
0.0310	12.34
0.0203	10.05
0.0122	7.31
0.0087	6.40
0.0063	5.48
0.0045	4.11
0.0032	3.20
0.0023	2.28
0.0013	1.37



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey
Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.**GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl**
Laboratorio Geotecnico - Genova**CONTENUTO NATURALE IN ACQUA - ASTM D2216-10**

Cliente : DERRICK ARQUATA S.P.A.

Località : VIA BORZOLI - GENOVA

Identificazione Campione : PZ4R C1

Profondità (m) : 1.00 - 1.10

Data Ricevimento : 08/07/2016

Tipo Campione : Rimaneggiato

Data Esecuzione Prova : 11/07/2016

Descrizione del Materiale : Sabbia limosa con ghiaia

Peso lordo umido	(g)	4435.00
Peso lordo secco	(g)	4165.00
Peso tara	(g)	402.60
Peso netto secco	(g)	3762.40
Peso acqua	(g)	270.00
Contenuto in acqua	(%)	7.2

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

Note :

G.E.T.**GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl**
Laboratorio Geotecnico - Genova**ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63**

Cliente : DERRICK ARQUATA S.P.A.
Località : VIA BORZOLI - GENOVA

Identificazione Campione : PZ4R C1
Profondità (m) : 1.00 - 1.10
Tipo Campione : Rimaneggiato
Descrizione del Materiale : Sabbia limosa con ghiaia

Data Ricevimento : 08/07/2016
Data Esecuzione Prova : 11/07/2016
Class. U.S.C.S. : -

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	40.23
Sabbia (%)	44.57
Limo (%)	12.30
Argilla (%)	2.90
Fini (%)	15.20
D. max (mm)	34.0

ALTRI PARAMETRI

D ₆₀ (mm)	4.816
D ₅₀ (mm)	2.477
D ₃₀ (mm)	0.552
D ₁₀ (mm)	0.038
C _c	1.69
C _u	128.42

GHIAIA E SABBIA

Forma : angolare
Durezza : dura e resistente

Note:

-

SETACCIATURA

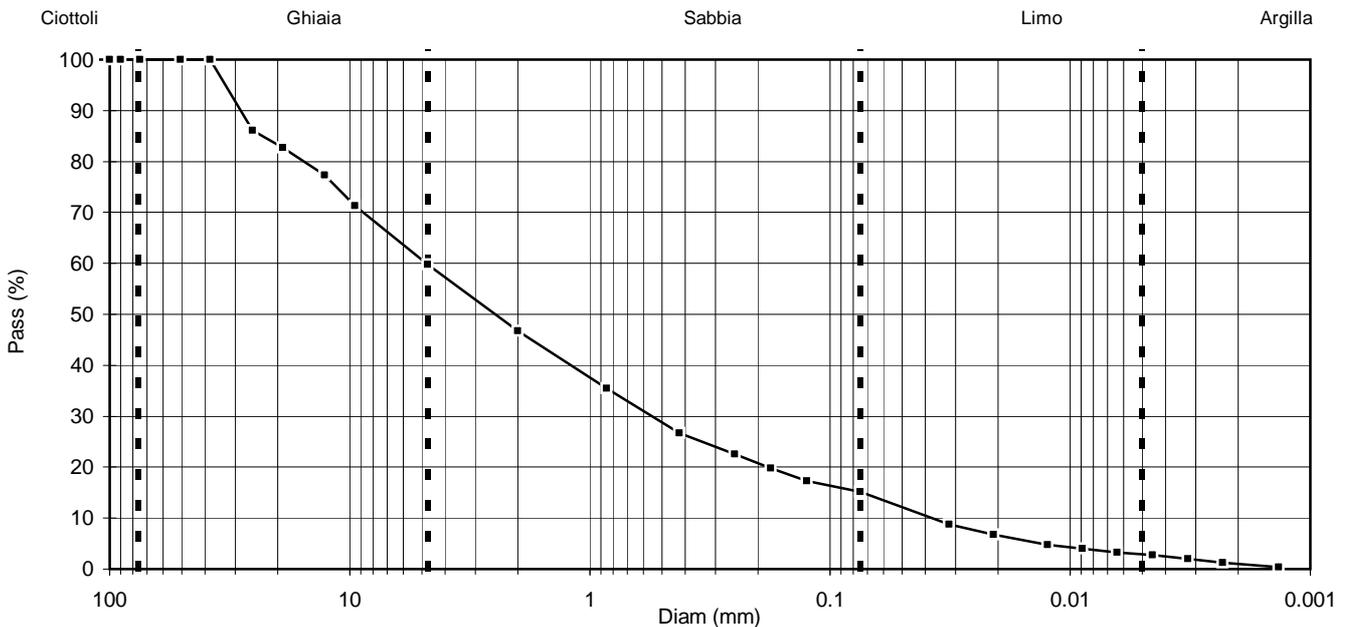
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
50.80	100.00
38.10	100.00
25.40	86.07
19.00	82.70
12.70	77.33

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	71.25
4.75	59.77
2.00	46.79
0.85	35.52
0.425	26.65
0.250	22.51
0.177	19.84
0.125	17.31
0.075	15.20

SEDIMENTAZIONE

D (mm)	Pass (%)
0.0320	8.80
0.0209	6.80
0.0124	4.80
0.0089	4.00
0.0064	3.20
0.0045	2.80
0.0032	2.00
0.0023	1.20
0.0014	0.40



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey
Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.**GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl**
Laboratorio Geotecnico - Genova**DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME - ASTM D7263-09**

Cliente :	DERRICK ARQUATA S.P.A.		
Località :	VIA BORZOLI - GENOVA		
Identificazione Campione :	PZ4R C1		
Profondità (m) :	1.00 - 1.10		Data Ricevimento : 08/07/2016
Tipo Campione :	Rimaneggiato		Data Esecuzione Prova : 11/07/2016
Descrizione del Materiale :	Sabbia limosa con ghiaia		

Geometria della sezione del provino : circolare

Diametro	(cm)	11.98
Altezza	(cm)	13.72
Peso lordo	(g)	3729.00
Peso tara	(g)	0.00
Peso netto	(g)	3729.00
Volume	(cm ³)	1969.10
Peso di volume	(kN/m³)	23.65

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey
Operatore Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

Note :

G.E.T.**GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl****Laboratorio Geotecnico - Genova****DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE FISICHE DEL CAMPIONE**

Cliente : DERRICK ARQUATA S.P.A.
 Località : VIA BORZOLI - GENOVA
 Id. Campione : PZ4R C1
 Profondità (m) : 1.00 - 1.10

Dati sperimentali

Contenuto in acqua:	w	7.18	%
Peso di volume:	γ	23.65	kN/m ³
Peso specifico assoluto:	G _s	2.70	- stimato

Dati calcolati

Densità secca:	γ_d	22.07	kN/m ³
Porosità:	n	0.17	-
Indice dei vuoti:	e	0.20	-
Grado di saturazione:	S _r	0.97	-
Peso di vol. saturo:	γ_{sat}	23.70	kN/m ³

Note

Direttore : PBY

Operatore : #RIF!

G.E.T.**GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl**
Laboratorio Geotecnico - Genova**CONTENUTO NATURALE IN ACQUA - ASTM D2216-10**

Cliente : DERRICK ARQUATA S.P.A.

Località : VIA BORZOLI - GENOVA

Identificazione Campione : PZ4 C1

Profondità (m) : 1.60 - 1.70

Data Ricevimento : 08/07/2016

Tipo Campione : Rimaneggiato

Data Esecuzione Prova : 11/07/2016

Descrizione del Materiale : Ghiaia limosa con sabbia

Peso lordo umido	(g)	1521.16
Peso lordo secco	(g)	1452.00
Peso tara	(g)	499.72
Peso netto secco	(g)	952.28
Peso acqua	(g)	69.16
Contenuto in acqua	(%)	7.3

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Elena Tortonesi

Note :

G.E.T.**GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl**
Laboratorio Geotecnico - Genova**ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63**

Cliente : DERRICK ARQUATA S.P.A.
Località : VIA BORZOLI - GENOVA

Identificazione Campione : PZ4 C1
Profondità (m) : 1.60 - 1.70
Tipo Campione : Rimaneggiato
Descrizione del Materiale : Ghiaia limosa con sabbia

Data Ricevimento : 08/07/2016
Data Esecuzione Prova : 11/07/2016
Class. U.S.C.S. : -

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	53.12
Sabbia (%)	33.53
Limo (%)	9.19
Argilla (%)	4.16
Fini (%)	13.35
D. max (mm)	45.0

ALTRI PARAMETRI

D ₆₀ (mm)	11.387
D ₅₀ (mm)	6.016
D ₃₀ (mm)	0.734
D ₁₀ (mm)	0.039
C _c	1.22
C _u	294.36

GHIAIA E SABBIA

Forma : angolare
Durezza : dura e resistente

Note:

-

SETACCIATURA

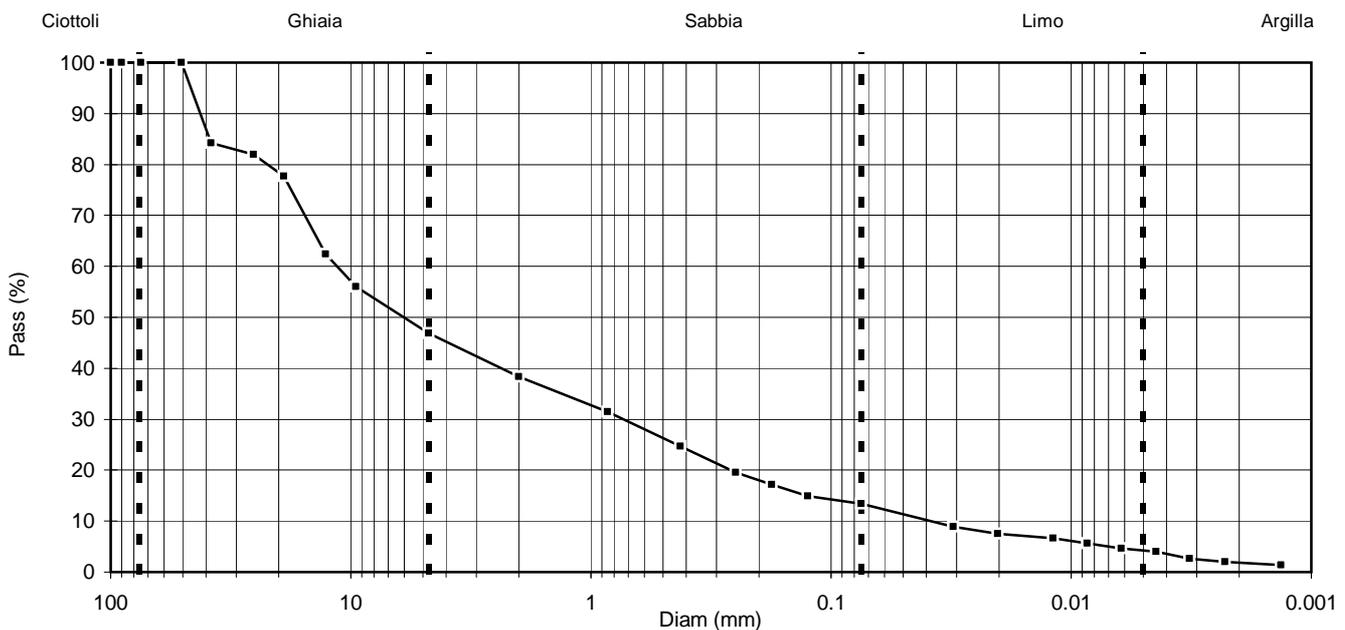
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
50.80	100.00
38.10	84.18
25.40	81.94
19.00	77.72
12.70	62.39

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	56.03
4.75	46.88
2.00	38.30
0.85	31.44
0.425	24.64
0.250	19.56
0.177	17.16
0.125	14.90
0.075	13.35

SEDIMENTAZIONE

D (mm)	Pass (%)
0.0310	8.88
0.0202	7.57
0.0119	6.58
0.0086	5.59
0.0062	4.61
0.0044	3.95
0.0032	2.63
0.0023	1.97
0.0013	1.32



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey
Operatore : Dott. Elena Tortonesi

G.E.T.**GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl**
Laboratorio Geotecnico - Genova**CONTENUTO NATURALE IN ACQUA - ASTM D2216-10**

Cliente : DERRICK ARQUATA S.P.A.

Località : VIA BORZOLI - GENOVA

Identificazione Campione : PZ4 C2

Profondità (m) : 2.40 - 2.60

Data Ricevimento : 08/07/2016

Tipo Campione : Rimaneggiato

Data Esecuzione Prova : 11/07/2016

Descrizione del Materiale : Ghiaia limosa con sabbia

Peso lordo umido	(g)	2926.38
Peso lordo secco	(g)	2785.00
Peso tara	(g)	405.77
Peso netto secco	(g)	2379.23
Peso acqua	(g)	141.38
Contenuto in acqua	(%)	5.9

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Elena Tortonesi

Note :

G.E.T.**GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl**
Laboratorio Geotecnico - Genova**ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63**

Cliente : DERRICK ARQUATA S.P.A.
Località : VIA BORZOLI - GENOVA

Identificazione Campione : PZ4 C2
Profondità (m) : 2.40 - 2.60
Tipo Campione : Rimaneggiato
Descrizione del Materiale : Ghiaia limosa con sabbia

Data Ricevimento : 08/07/2016
Data Esecuzione Prova : 11/07/2016
Class. U.S.C.S. : -

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	44.05
Sabbia (%)	36.76
Limo (%)	14.41
Argilla (%)	4.78
Fini (%)	19.19
D. max (mm)	40.0

ALTRI PARAMETRI

D ₆₀ (mm)	6.029
D ₅₀ (mm)	3.080
D ₃₀ (mm)	0.492
D ₁₀ (mm)	0.023
C _c	1.72
C _u	258.71

GHIAIA E SABBIA

Forma : angolare
Durezza : dura e resistente

Note:

-

SETACCIATURA

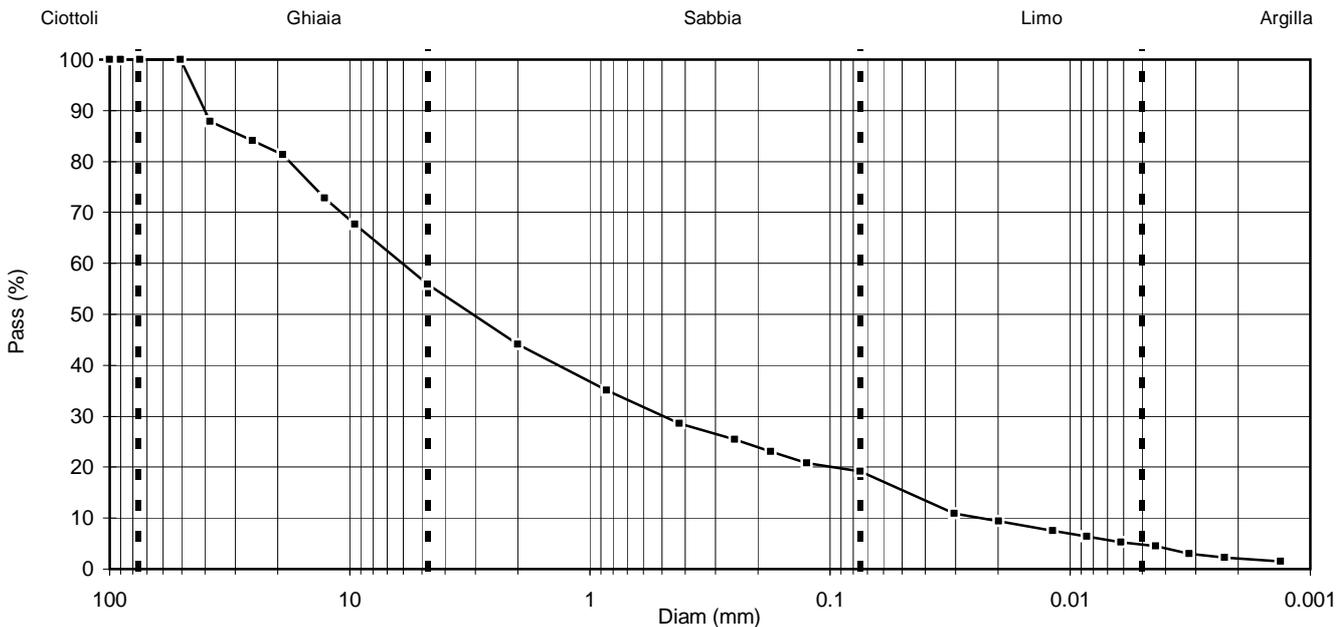
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
50.80	100.00
38.10	87.80
25.40	84.05
19.00	81.37
12.70	72.77

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	67.72
4.75	55.95
2.00	44.07
0.85	35.12
0.425	28.63
0.250	25.41
0.177	23.05
0.125	20.75
0.075	19.19

SEDIMENTAZIONE

D (mm)	Pass (%)
0.0304	10.93
0.0198	9.43
0.0118	7.54
0.0085	6.41
0.0061	5.28
0.0044	4.52
0.0032	3.02
0.0023	2.26
0.0013	1.51



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey
Operatore : Dott. Elena Tortonesi

G.E.T.**GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl**
Laboratorio Geotecnico - Genova**DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME - ASTM D7263-09**

Cliente :	DERRICK ARQUATA S.P.A.	
Località :	VIA BORZOLI - GENOVA	
Identificazione Campione :	PZ4 C2	
Profondità (m) :	2.40 - 2.60	Data Ricevimento : 08/07/2016
Tipo Campione :	Rimaneggiato	Data Esecuzione Prova : 11/07/2016
Descrizione del Materiale :	Ghiaia limosa con sabbia	

Geometria della sezione del provino : circolare

Diametro	(cm)	9.47
Altezza	(cm)	12.38
Peso lordo	(g)	2021.36
Peso tara	(g)	0.00
Peso netto	(g)	2021.36
Volume	(cm ³)	1110.25
Peso di volume	(kN/m³)	22.74

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey
Operatore Dott. Elena Tortonesi

Note :

G.E.T.**GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl****Laboratorio Geotecnico - Genova****DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE FISICHE DEL CAMPIONE**

Cliente : DERRICK ARQUATA S.P.A.
 Località : VIA BORZOLI - GENOVA
 Id. Campione : PZ4 C2
 Profondità (m) : 2.40 - 2.60

Dati sperimentali

Contenuto in acqua:	w	5.94	%
Peso di volume:	γ	22.74	kN/m ³
Peso specifico assoluto:	G _s	2.70	- stimato

Dati calcolati

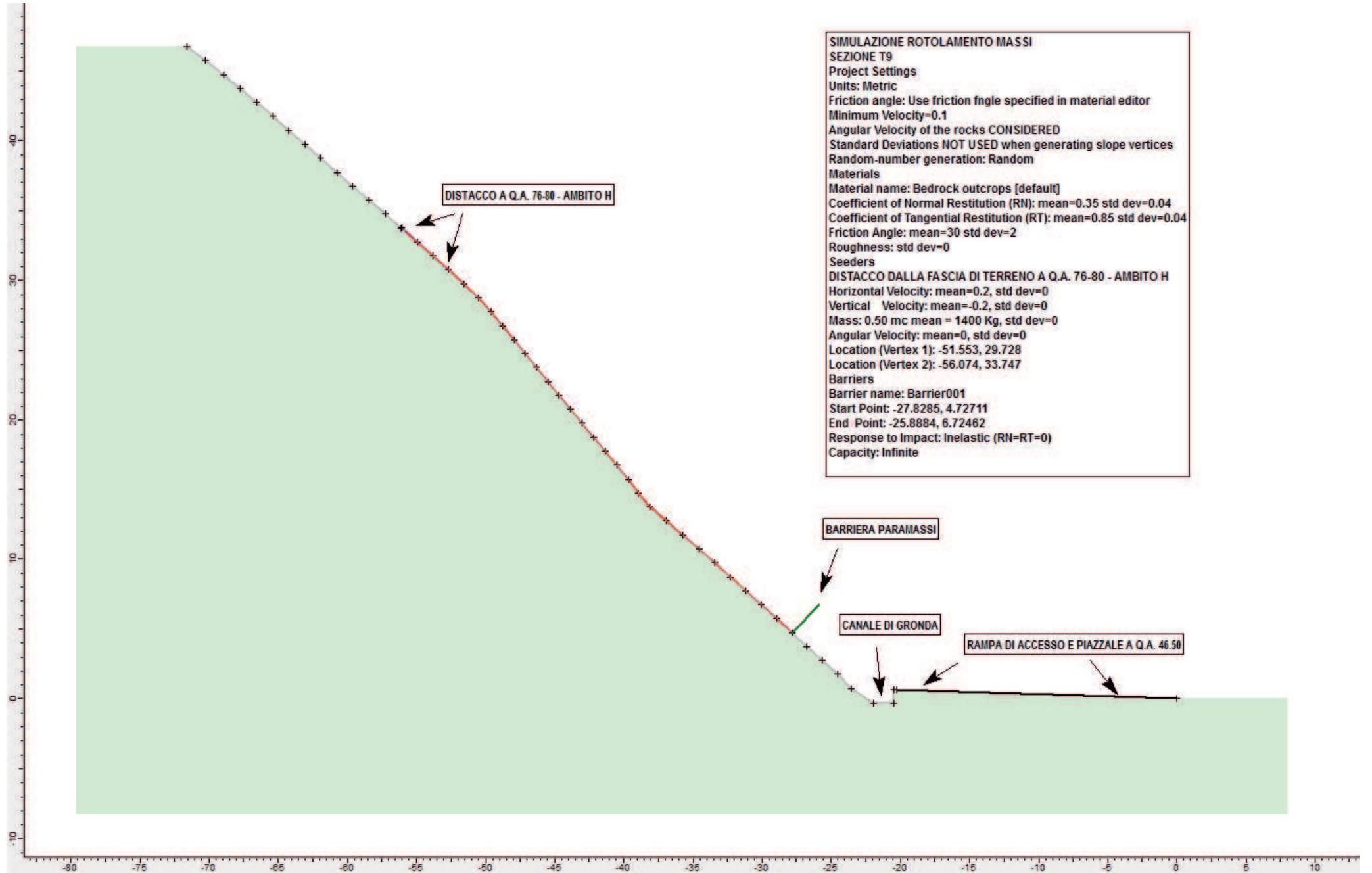
Densità secca:	γ_d	21.47	kN/m ³
Porosità:	n	0.19	-
Indice dei vuoti:	e	0.23	-
Grado di saturazione:	S _r	0.69	-
Peso di vol. saturo:	γ_{sat}	23.32	kN/m ³

Note

Direttore : PBY

Operatore : #RIF!

<p>STUDIO ASSOCIATO BELLINI Geologi</p> <p>Via Galata 9/1 16121 - GENOVA</p>		<p>Data: 03.10.2016</p>
<p align="center">P.U.O. AREA DERRICK BORZOLI OPERE DI RIMODELLAZIONE AMBIENTALE, MESSA IN SICUREZZA E COLLEGAMENTO ALLA NUOVA VIABILITA' URBANA CON MANTENIMENTO DELL'ATTIVITA' PRODUTTIVA.</p> <p align="center">RELAZIONE GEOLOGICA</p>		
<p align="center">Simulazioni rotolamento massi sezione T9 e sezione T10.</p>	<p align="center">ALL. 7</p>	



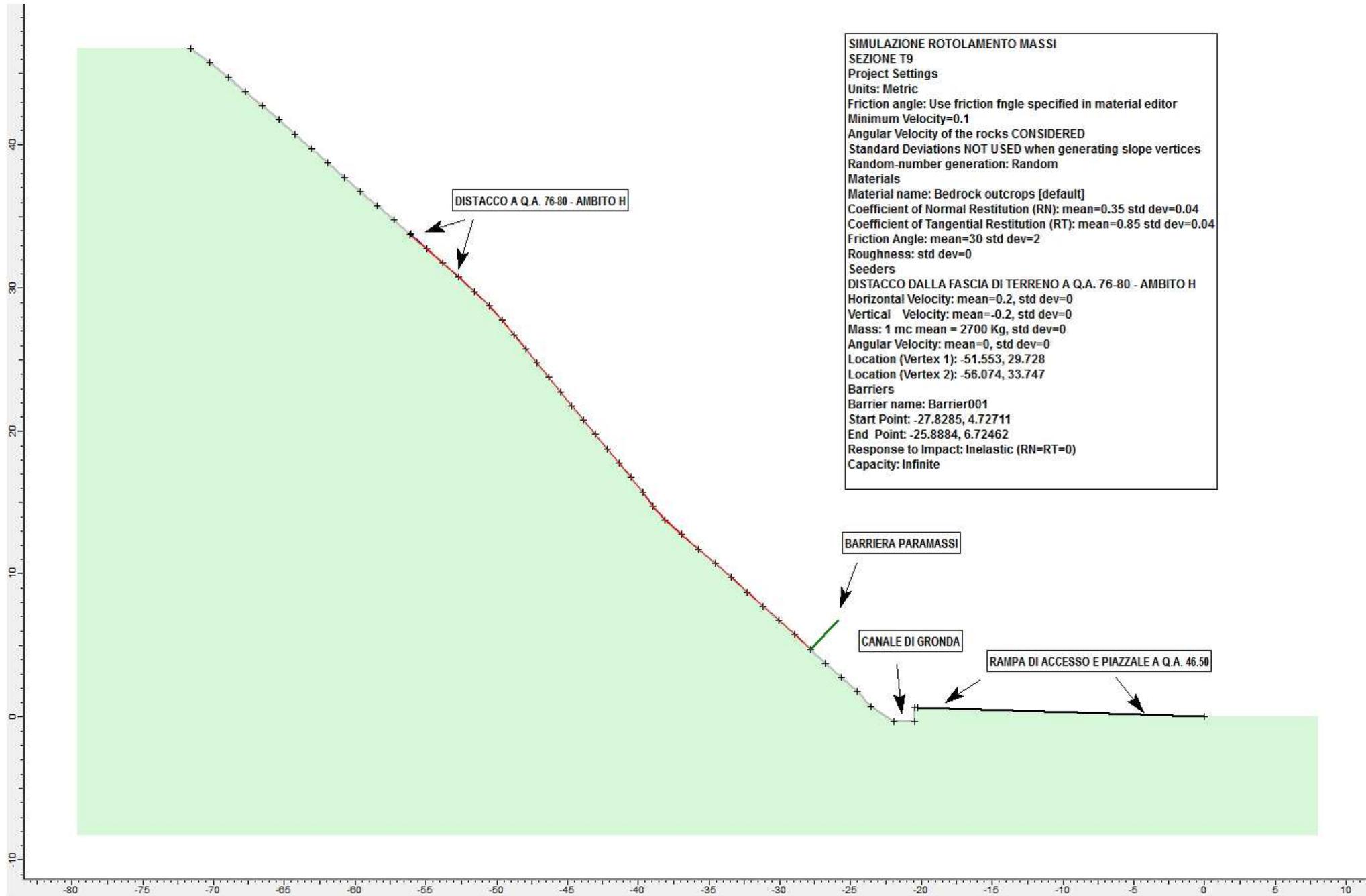
SIMULAZIONE ROTOLAMENTO MASSI
SEZIONE T9
Project Settings
 Units: Metric
 Friction angle: Use friction angle specified in material editor
 Minimum Velocity=0.1
 Angular Velocity of the rocks CONSIDERED
 Standard Deviations NOT USED when generating slope vertices
 Random-number generation: Random
Materials
 Material name: Bedrock outcrops [default]
 Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.35 std dev=0.04
 Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.85 std dev=0.04
 Friction Angle: mean=30 std dev=2
 Roughness: std dev=0
Seeders
 DISTACCO DALLA FASCIA DI TERRENO A Q.A. 76-80 - AMBITO H
 Horizontal Velocity: mean=0.2, std dev=0
 Vertical Velocity: mean=-0.2, std dev=0
 Mass: 0.50 mc mean = 1400 Kg, std dev=0
 Angular Velocity: mean=0, std dev=0
 Location (Vertex 1): -51.553, 29.728
 Location (Vertex 2): -56.074, 33.747
Barriers
 Barrier name: Barrier001
 Start Point: -27.8285, 4.72711
 End Point: -25.8884, 6.72462
 Response to Impact: Inelastic (RN=RT=0)
 Capacity: Infinite

DISTACCO A Q.A. 76-80 - AMBITO H

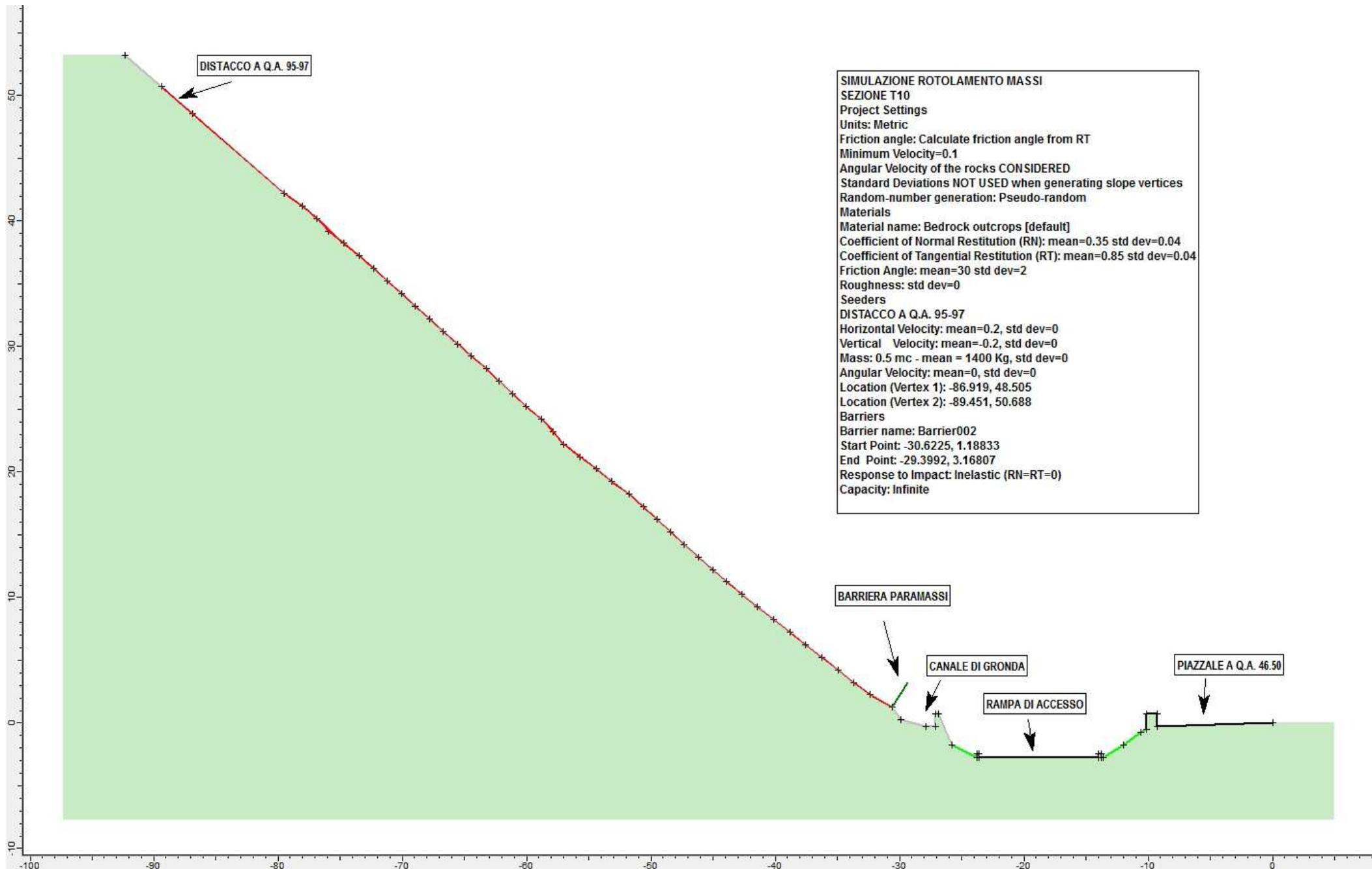
BARRIERA PARAMASSI

CANALE DI GRONDA

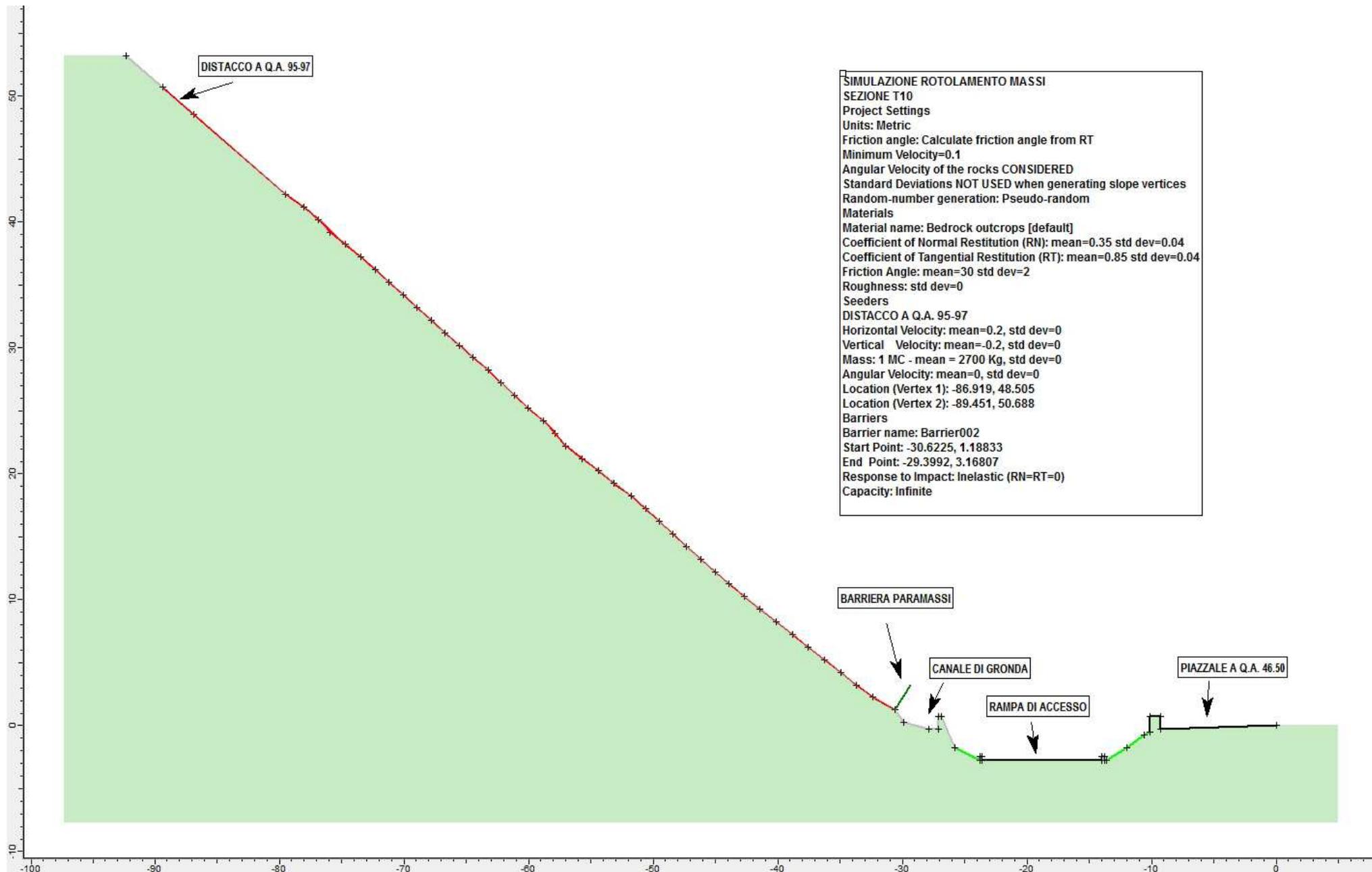
RAMPA DI ACCESSO E PIAZZALE A Q.A. 46.50



SIMULAZIONE ROTOLAMENTO MASSI
SEZIONE T9
Project Settings
 Units: Metric
 Friction angle: Use friction angle specified in material editor
 Minimum Velocity=0.1
 Angular Velocity of the rocks **CONSIDERED**
 Standard Deviations **NOT USED** when generating slope vertices
 Random-number generation: Random
Materials
 Material name: Bedrock outcrops [default]
 Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.35 std dev=0.04
 Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.85 std dev=0.04
 Friction Angle: mean=30 std dev=2
 Roughness: std dev=0
Seeders
 DISTACCO DALLA FASCIA DI TERRENO A Q.A. 76-80 - AMBITO H
 Horizontal Velocity: mean=0.2, std dev=0
 Vertical Velocity: mean=-0.2, std dev=0
 Mass: 1 mc mean = 2700 Kg, std dev=0
 Angular Velocity: mean=0, std dev=0
 Location (Vertex 1): -51.553, 29.728
 Location (Vertex 2): -56.074, 33.747
Barriers
 Barrier name: Barrier001
 Start Point: -27.8285, 4.72711
 End Point: -25.8884, 6.72462
 Response to Impact: Inelastic (RN=RT=0)
 Capacity: Infinite



SIMULAZIONE ROTOLAMENTO MASSI
SEZIONE T10
Project Settings
 Units: Metric
 Friction angle: Calculate friction angle from RT
 Minimum Velocity=0.1
 Angular Velocity of the rocks CONSIDERED
 Standard Deviations NOT USED when generating slope vertices
 Random-number generation: Pseudo-random
Materials
 Material name: Bedrock outcrops [default]
 Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.35 std dev=0.04
 Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.85 std dev=0.04
 Friction Angle: mean=30 std dev=2
 Roughness: std dev=0
Seeders
 DISTACCO A Q.A. 95-97
 Horizontal Velocity: mean=0.2, std dev=0
 Vertical Velocity: mean=-0.2, std dev=0
 Mass: 0.5 mc - mean = 1400 Kg, std dev=0
 Angular Velocity: mean=0, std dev=0
 Location (Vertex 1): -86.919, 48.505
 Location (Vertex 2): -89.451, 50.688
Barriers
 Barrier name: Barrier002
 Start Point: -30.6225, 1.18833
 End Point: -29.3992, 3.16807
 Response to Impact: Inelastic (RN=RT=0)
 Capacity: Infinite



DISTACCO A Q.A. 95-97

SIMULAZIONE ROTOLAMENTO MASSI
SEZIONE T10
 Project Settings
 Units: Metric
 Friction angle: Calculate friction angle from RT
 Minimum Velocity=0.1
 Angular Velocity of the rocks CONSIDERED
 Standard Deviations NOT USED when generating slope vertices
 Random-number generation: Pseudo-random
 Materials
 Material name: Bedrock outcrops [default]
 Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.35 std dev=0.04
 Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.85 std dev=0.04
 Friction Angle: mean=30 std dev=2
 Roughness: std dev=0
 Seeders
 DISTACCO A Q.A. 95-97
 Horizontal Velocity: mean=0.2, std dev=0
 Vertical Velocity: mean=-0.2, std dev=0
 Mass: 1 MC - mean = 2700 Kg, std dev=0
 Angular Velocity: mean=0, std dev=0
 Location (Vertex 1): -86.919, 48.505
 Location (Vertex 2): -89.451, 50.688
 Barriers
 Barrier name: Barrier002
 Start Point: -30.6225, 1.18833
 End Point: -29.3992, 3.16807
 Response to Impact: Inelastic (RN=RT=0)
 Capacity: Infinite

BARRIERA PARAMASSI

CANALE DI GRONDA

RAMPA DI ACCESSO

PIAZZALE A Q.A. 46.50