Firmato
digitalmente da

paolo nicchia

O = Ordine Regionale
Geologi Liguria
C = IT

Studio Associato Geologi M.Migone & P.Nicchia
Via Martiri della Liberazione, 126/1 - 16043 CHIAVARI (GE)
Tel. 0185 / 307676 - P.IVA: 01073190991 – mail:migonenicchia@libero.it

Verifica di assoggettabilità alla VIA per il progetto denominato: "Sistemazione idrogeologica ex-discarica in località Castagnello Brumà - Comune di Genova (GE)".

Proponente: Sviluppo Brumà Srl, Ovada (AL)

Relazione geologica

Premesse

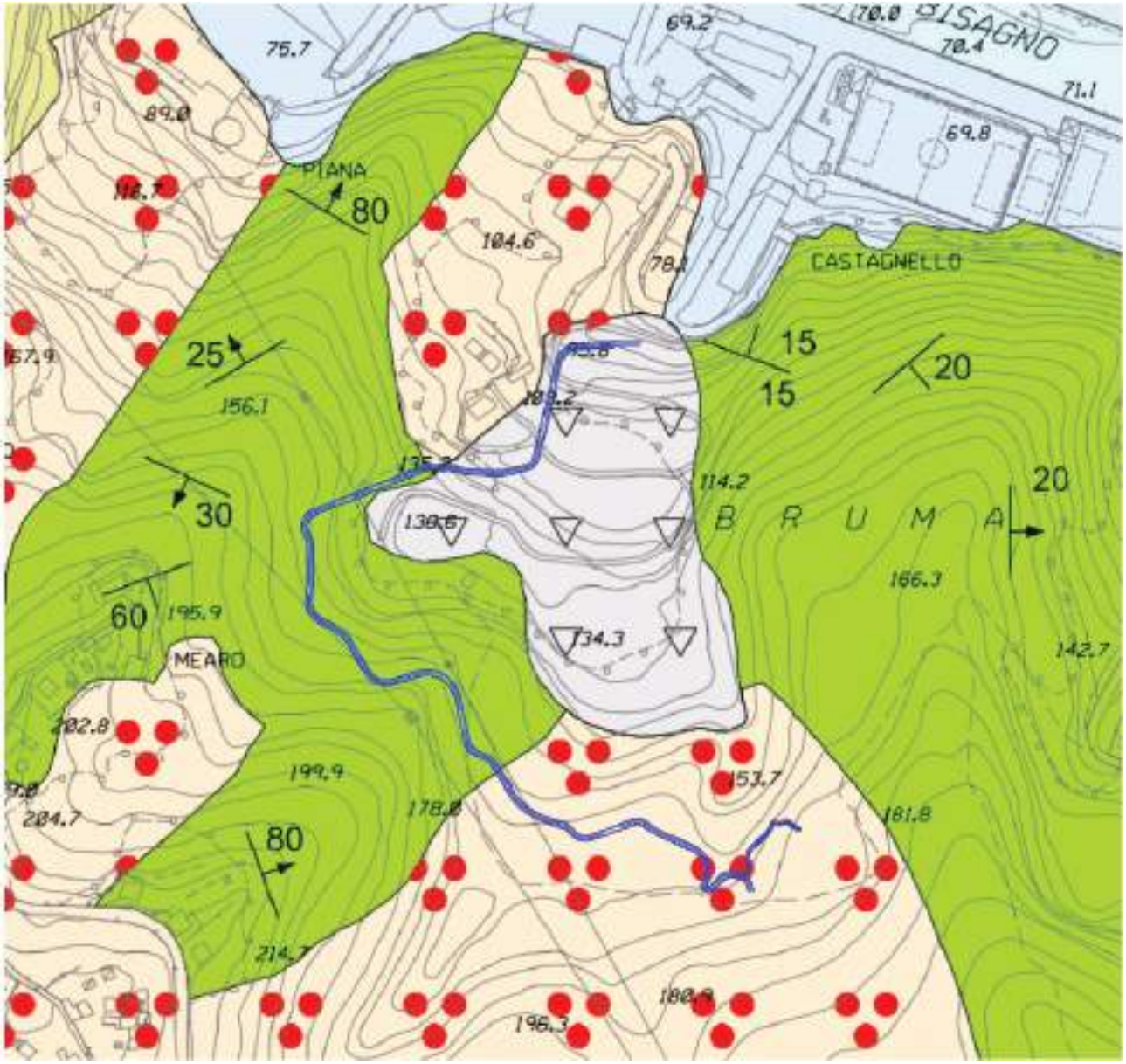
L'intervento in progetto consiste nella realizzazione di un canale di gronda lungo circa 730 m, finalizzato alla captazione dei corsi d'acqua presenti nell'area di intervento allo scopo di ridurre le criticità idrauliche che caratterizzano la zona.
Le valutazioni espresse nella presente relazione fanno riferimento ad un attento studio di confronto tra la nuova progettazione prevista e la situazione attuale del sito, avendo comunque a disposizione numerose indagini e studi già svolti nel sito di intervento, sintetizzati nei seguenti documenti già agli atti:

- Relazione geologica (ITEC-geol. Barboro) del luglio 2009.
- Indagini geologiche geognostiche e geotecniche (ITEC-geol. Baracco) del 5 agosto 2011.

Breve inquadramento geomorfologico e geologico

Il sito di intervento si trova in località Brumà-Camporotondo, sul medio versante in sinistra idrografica del Torrente Bisagno; il pendio esposto a Nord/Nord-Est si raccorda con la piana del T.Bisagno mediante una falda pedemontana costituita da detrito colluviale fortemente modellata dagli interventi antropici.
All'interno della piccola valle del Brumà si distingue un'ampia area di ex-discarica di inerti, individuata anche nelle cartografie geologiche e negli strumenti di pianificazione territoriale (PUC, PAI, Piano di Bacino).

Di seguito si riporta un estratto della carta geologica a corredo degli studi del PUC di Genova che individua le litologie presenti sul versante appartenenti all'Unità tettonica Antola ed in particolare della Formazione del M.Antola e delle Argilliti di Montoggio. Il tracciato del nuovo canale di deflusso è indicato in blu.



Tracciato del nuovo canale di deflusso acque

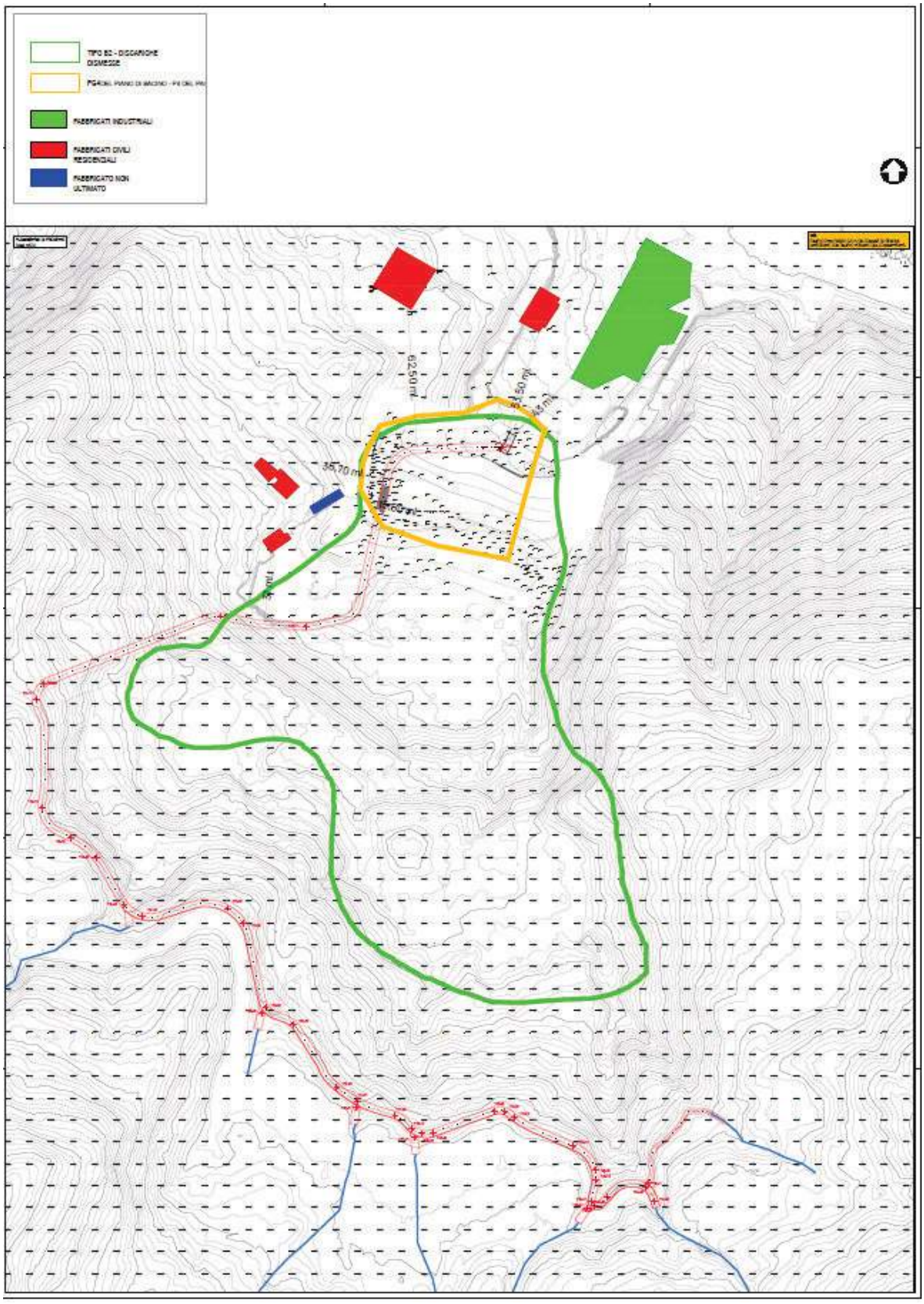


Di seguito si riporta, su un'immagine aerea, una sovrapposizione molto indicativa del tracciato del canale (in rosso). Con la linea verde è indicata l'area di ex-discarica di inerti.



In sintesi le litologie ed i suoli interessati dall'intervento sono i seguenti.
Nella parte alta del tracciato, per un tratto di circa 550 m: coltri eluvio-colluviali e localmente substrato roccioso di natura argillitica e calcareo-marnosa.
Nella parte inferiore, per la restante parte di circa 180 m: terreno riportato nella ex-discarica di inerti.

Si riporta di seguito un estratto della sovrapposizione richiesta tra tracciato del canale di gronda e le aree B2 e P4 del PAI (a fondo testo si allega l'elaborato in scala).


TIPO B2 - DISCARICHE DISMESSE
FABBRICATI INDUSTRIALI
FABBRICATI CIVILI RESIDENZIALI
FABBRICATO NON ULTIMATO
625 m
35,70 m

Indagini pregresse, stime volumi e valutazioni geotecniche.

Nell'area di ex-discarica e nelle aree limitrofe sono state effettuate, dal 2003 al 2011, le seguenti indagini dirette ed indirette.

- 10 sondaggi e carotaggio continuo di cui 5 attrezzati a piezometro, prelievi di campioni e prove geotecniche;
- 12 Pozzetti esplorativi e 3 trincee spinti fino a 3-4 m dal piano campagna;
- 2 stendimenti sismici in foro;
- 3 stendimenti geoelettrici;
- 5 stendimenti sismici a rifrazione.

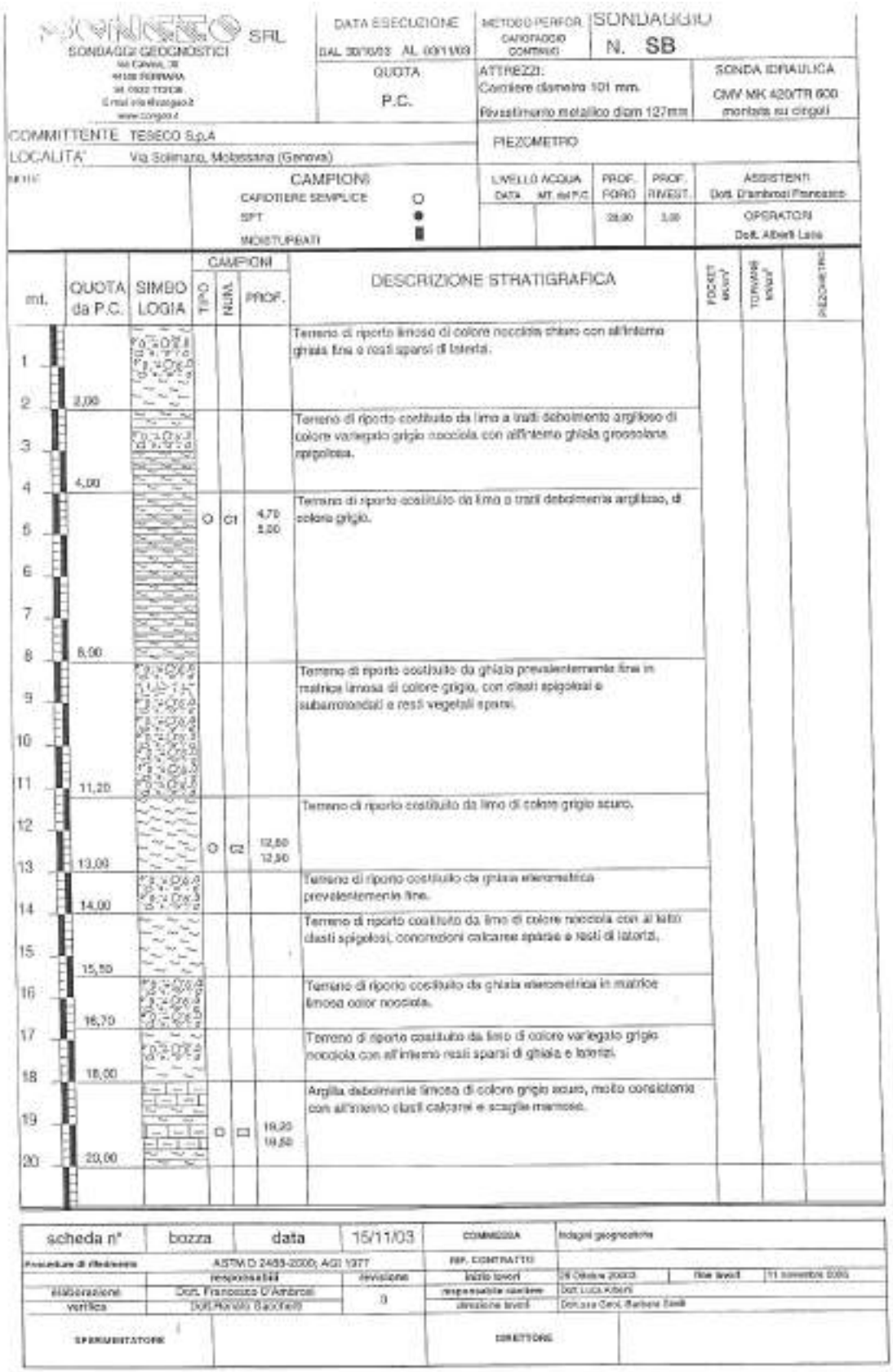
Stime volumi. Gli scavi previsti per la realizzazione del canale di gronda interessano per la parte superiore circa 5000 mc (tracciato di circa 550 m di lunghezza su un'area di circa 9 mq) di terreno di natura eluvio-colluviale ed in parte anche di substrato roccioso argillitico e calcareo-manoso.
Sulla base delle indagini pregresse la coltre eluvio-colluviale è costituita da argilla marnosa debolmente limosa di colore nocciola con frammenti, scaglie e blocchi di calcare marnoso grigio e argilliti. Si riscontrano orizzonti misti di accumulo di materiali provenienti dall'alterazione del substrato roccioso in parte rimaneggiati dall'attività agricola.
Nella parte terminale lo scavo interesserà il terreno di riporto della ex-discarica per un volume indicativo di circa 1600 mc (tracciato di circa 180 m di lunghezza su un'area di circa 9 mq). L'accumulo detritico ha spessori variabili da 5 a 18 m ed è costituito da una matrice terrigena generalmente di colore marrone e di granulometria variabile da sabbioso-limosa a limoso-argillosa, inglobante riporti antropici di varia natura (laterizi, mattoni, calcinacci) compatibili all'impianto di inerti.

Di seguito si allegano alcune foto degli scavi geognostici ed un rapporto stratigrafico di un sondaggio effettuato al centro del deposito detritico di inerti.









SONDAGGI GEOGNOSTICI SRL

DATA ESECUZIONE: DAL 30/10/03 AL 03/11/03
METODO PERFOR.: CAROTAGGIO CONTINUO — SONDAGGIO N. SB
QUOTA: P.C.
ATTREZZI: Carotiere diametro 101 mm. Rivestimento metallico diam 127mm
SONDA IDRAULICA: CMV MK 420/TR 600 montata su cingoli
COMMITTENTE: TESECO S.p.A
LOCALITA': Via Solimano, Molassana (Genova)
PIEZOMETRO
CAMPIONI: CAROTIERE SEMPLICE ○ — SPT ● — INDISTURBATI ■
LIVELLO ACQUA: DATA — MT. dal P.C.
PROF. FORO: 20,00
PROF. RIVEST.: 3,00
ASSISTENTI: Dott. D'Ambrosi Francesco
OPERATORI: Dott. Alberti Luca

mt.	QUOTA da P.C.	SIMBOLOGIA	CAMPIONI TIPO	CAMPIONI NUM.	CAMPIONI PROF.	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	POCKET (kg/cm²)	TORVANE (kg/cm²)	PIEZOMETRO
1–2	2,00					Terreno di riporto limoso di colore nocciola chiaro con all'interno ghiaia fine e resti sparsi di laterizi.			
3–4	4,00					Terreno di riporto costituito da limo a tratti debolmente argilloso di colore variegato grigio nocciola con all'interno ghiaia grossolana spigolosa.			
5–8	8,00		○	C1	4,70 5,00	Terreno di riporto costituito da limo a tratti debolmente argilloso, di colore grigio.			
9–11	11,20					Terreno di riporto costituito da ghiaia prevalentemente fine in matrice limosa di colore grigio, con clasti spigolosi e subarrotondati e resti vegetali sparsi.			
12–13	13,00		○	C2	12,50 12,90	Terreno di riporto costituito da limo di colore grigio scuro.			
14	14,00					Terreno di riporto costituito da ghiaia eterometrica prevalentemente fine.			
15	15,50					Terreno di riporto costituito da limo di colore nocciola con al tetto clasti spigolosi, concrezioni calcaree sparse e resti di laterizi.			
16	16,70					Terreno di riporto costituito da ghiaia eterometrica in matrice limosa color nocciola.			
17–18	18,00					Terreno di riporto costituito da limo di colore variegato grigio nocciola con all'interno resti sparsi di ghiaia e laterizi.			
19–20	20,00		○	□	19,20 19,50	Argilla debolmente limosa di colore grigio scuro, molto consistente con all'interno clasti calcarei e scaglie marnose.			

scheda n°	bozza	data	15/11/03	COMMESSA	Indagini geognostiche
Procedure di riferimento	ASTM D 2488-2000; AGI 1977			RIF. CONTRATTO	
	responsabili		revisione	inizio lavori	28 Ottobre 2003 — fine lavori: 11 novembre 2003
elaborazione	Dott. Francesco D'Ambrosi		0	responsabile cantiere	Dott. Luca Alberti
verifica	Dott.Roberto Buccitelli			direzione lavori	Dott.ssa Geol. Barbara Baldi
SPERIMENTATORE				DIRETTORE	

Valutazione sulle condizioni idrogeologiche e sulla qualità delle acque nel sito di intervento.

Analizzando le indagini e gli studi già condotti si può sintetizzare la condizione idrogeologica delle litologie presenti nel sito come segue.
Le coltri di copertura naturali hanno spesso mostrato un contenuto d'acqua prossimo alla saturazione, condizione osservata anche durante il periodo siccitoso e pertanto non imputabile alle acque di scivolamento superficiale, bensì a meccanismi di alimentazione sotterranea attraverso falde semi-confinate.
Per quanto riguarda il corpo detritico della ex-discarica è possibile effettuare questa schematica caratterizzazione.
I livelli più superficiali, caratterizzati dall'abbondanza di frazione clastica dall'alta porosità e dal basso costipamento, mostrano generalmente discreta capacità drenante. Nei livelli sottostanti, di spessore talora considerevole, si nota un aumento della componente di limoso-argillosa ed una sensibile diminuzione di permeabilità, mentre risultano notevolmente incrementate la capacità di ritenzione e di assorbimento
Al livello del substrato i calcari costituiscono un cospicuo serbatoio recettore di acque che vengono poi rilasciate in corrispondenza del substrato impermeabile delle argilliti, permeando all'interno del corpo detritico.
In base alle letture piezometriche a disposizione la soggiacenza della falda risulta variabile localmente (piezometri distribuiti nell'area della ex-discarica) e temporalmente (in relazione alla stagione) tra 2 m e 20 m dal piano campagna.

Dati geotecnici. Sulla base delle indagini pregresse si possono assumere i seguenti i parametri geotecnici:

Coltre eluvio-colluviale:
- peso dell'unità di volume secco $\gamma_d \cong 17,5$ kN / m^3
- peso dell'unità di volume saturo $\gamma_w \cong 19$ kN / m^3
- coesione $c = 1$ kN / m^2
- angolo di attrito efficace $\varphi'k \cong 29°$

Terreno di riporto dell'area ex-discarica:
- peso dell'unità di volume secco $\gamma_d \cong 18,5$ kN / m^3
- peso dell'unità di volume saturo $\gamma_w \cong 21$ kN / m^3
- coesione $c = 24$ kN / m^2
- angolo di attrito efficace $\varphi'k \cong 25°$

Il substrato lapideo, sulla base di indagini pregresse sulla stessa formazione rocciosa, risulta caratterizzato dai seguenti parametri geomeccanici:

- peso dell'unità di volume $\gamma = 23,0$ kN/m^3
- coesione $c = 50$ kN/m^2
- angolo di attrito interno $\varphi = 35°$
- modulo di Young $E = 500$ MPa

Valutazioni conclusive sulle condizioni di stabilità del canale di gronda.

Come riportato nella relazione tecnica ed idraulica a cura di ITEC, i criteri ispiratori degli interventi di progetto sono i seguenti:

- *Riordino del reticolo di superficie con eliminazione delle tombinature esistenti e conseguente mitigazione degli attuali dilavamenti lungo il corpo della discarica con realizzazione di nuova inalveazione a cielo aperto del rio Brumà e intercettazione dei rivi affluenti;*
- *Ubicazione del canale nel tratto a mezza costa a quota prossima all'area di ristagno superiore;*
- *Smaltimento della portata di piena 200-ennale con franchi adeguati secondo la vigente normativa idraulica;*
- *Fondo impermeabile per evitare dispersioni all'interno del corpo della discarica che possano generare instabilità;*
- *Mitigazione degli effetti di trasporto solido attraverso la realizzazione di vasche di sedimentazione in prossimità delle opere di captazione;*
- *Impostazione del canale su terreno più stabile lungo il perimetro dell'area di discarica;*
- *Adozione di pendenze del fondo modeste al fine ridurre le velocità di scorrimento e quindi il carico cinetico della corrente;*
- *Sistemazione a gradoni nei tratti a maggior pendenza, con realizzazione di denti per la dissipazione della corrente.*

In relazione alle problematiche ed alle criticità idrauliche riscontrate si è provveduto alla definizione degli interventi di sistemazione idraulica ed idrogeologica dell'area finalizzati alla mitigazione di tali criticità.
In particolare, all'interno dell'area di intervento sono previsti i seguenti interventi:
• eliminazione del tratto tombinato del rio Brumà e dei tratti tombinati degli affluenti;
• nuova inalveazione del rio Brumà con un canale superficiale a cielo aperto con recapito nella vasca di imbocco dell'esistente tratto terminale coperto;
• realizzazione dei manufatti di imbocco e di captazione dei rivi affluenti;
• realizzazione manufatto di attraversamento della strada esistente;
• realizzazione del manufatto di sbocco e di raccordo del canale con il tratto terminale del rio Brumà in corrispondenza della vasca a monte di via Solimano.

L'intervento è pertanto finalizzato ad una bonifica idrogeologica ed idraulica dell'intero comparto. Il canale collettore consentirà una notevole miglioria delle condizioni di stabilità del pendio, compreso il settore che ricade in area P4.

Come riportato anche nella relazione tecnica a cura di ITEC "Per quanto riguarda l'area a monte, compresa tra le quote di 160 e 200 m s.l.m., essa è caratterizzata, come già detto, dall'affioramento delle argilliti di Montoggio, con la conseguente risalita delle acque di circolazione proprie della formazione calcarea di monte e la creazione di diversi punti di ristagno nei tratti a minor pendenza.

Tale condizione, se da una parte tende a ridurre l'energia delle acque di versante, dall'altra è fonte di un disordine idrografico diffuso con eccessiva frammentazione del reticolo di superficie e possibile dilavamento delle acque lungo il versante a valle.

Tale fenomeno risulta particolarmente evidente lungo il pianoro a quota 170 m s.l.m. circa, caratterizzato dalla presenza di alcune pozze d'acqua (stagni) a carattere permanente disposti in cascata, con recapito nel reticolo superficiale di valle.
Tale situazione facilita l'infiltrazione delle acque nel corpo della discarica sottostante con un conseguente appesantimento del terreno a discapito della stabilità complessiva dell'ammasso.

Nel tratto compreso tra le quote di 170 m s.l.m. e 140 m s.l.m. circa, il versante a monte del corpo di discarica è caratterizzato da una maggiore pendenza con le aste del reticolo idrografico più marcate e incise.
Tra queste il rio Brumà presenta una maggiore tendenza all'erosione spondale, particolarmente evidente lungo la sponda sinistra intorno alla quota di 165 m s.l.m., dove risulta più marcato l'effetto di disfacimento di un'antica strada vicinale.
Degli altri due rivi (rio1 e rio 2) uscenti dalla piana il rio 2 (più a Ovest) risulta più stabile e maggiormente inciso, mentre il rio 1 (più a Est), nel quale scaricano i laghetti soprastanti, oltre ad avere un bacino di dimensioni minori, presenta qualche segno di instabilità, sia pure di modesta entità, nella parte alta del tratto".

Le opere in progetto prevedono un primo tratto a mezza costa della nuova canalizzazione, impostato su una quota di 160 m s.l.m. in modo da poter captare tutte le acque di ristagno dell'area immediatamente soprastante ed impedire così la loro infiltrazione nel terreno a valle.

A fondo testo si allegano due sezioni geologiche schematiche (una nella parte alta del tracciato ed una nel corpo della ex-discarica).
Come contenuto nelle relazioni geologiche pregresse e dagli studi geomorfologici, geotecnici e sismici con relative analisi, non si sono evidenziati fenomeni di dissesto estesi al pendio nella sua interezza; sono state evidenziate soltanto condizioni di instabilità locali sulle quali sarà possibile intervenire con azioni mirate a una effettiva messa in sicurezza.

Il dimensionamento delle opere sarà finalizzato in fase esecutiva, ma già in questa fase si ritiene che le opere previste siano compatibili con l'assetto del complesso opera-terreno, in quanto non invasive per quanto riguarda gli scavi, che saranno opportunamente tamponati con opere in cemento armato per creare il canale di gronda.

Valutando infine i potenziali impatti delle attività di cantiere, non si ritiene che l'occupazione temporanea di aree e la realizzazione delle opere, comporti un'alterazione della morfologia dei luoghi e della permeabilità dei terreni.
Come detto il canale collettore consentirà una notevole miglioria delle condizioni di stabilità del pendio e nell'ambito della cantierizzazione non si avranno influenze con la qualità dei terreni e delle acque, dovendo comunque essere osservate le seguenti prescrizioni.

In fase di cantierizzazione dovranno essere previste:
- Aree di stoccaggio materiali;
- Aree mezzi / officina / carburanti;
- Aree di stoccaggio terre e rocce che potranno in parte essere riutilizzate in sito.

Occorrerà evitare potenziali sversamenti accidentali di sostanze inquinanti (carburanti, oli, materiali di lavorazione, rifiuti).

Allegati a fondo testo.

Planimetria di sovrapposizione (scala 1:500)

Sezioni geologiche interpretative (scala 1:100)

Relazioni geologiche ed indagini pregresse

Chiavari, 2 dicembre 2025



Ph.D. Geol. Paolo Nicchia

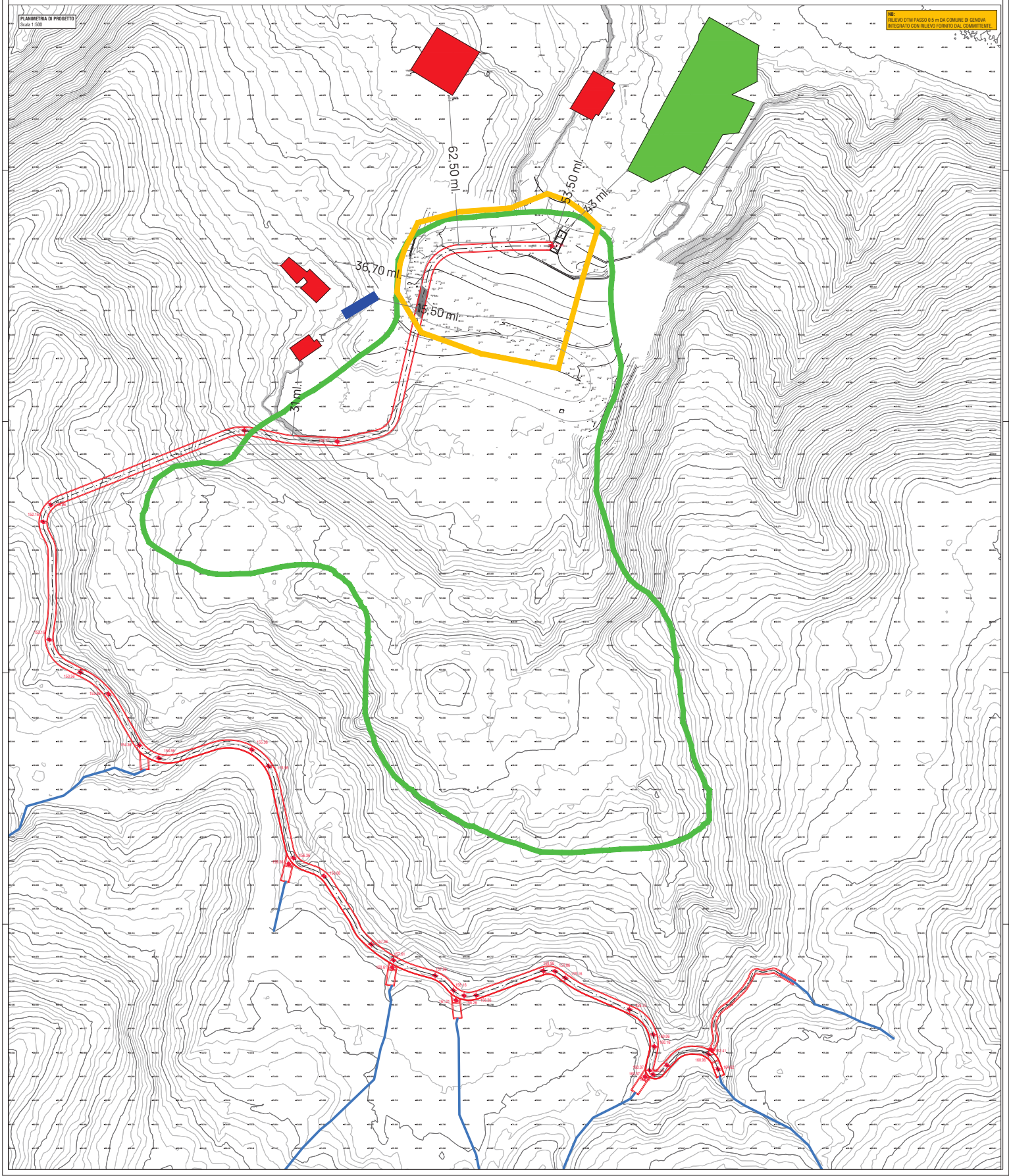
TIPO B2 - DISCARICHE DISMESSE

PG4 DEL PIANO DI BACINO - P4 DEL PAI

FABBRICATI INDUSTRIALI

FABBRICATI CIVILI RESIDENZIALI

FABBRICATO NON ULTIMATO



SEZIONI GEOLOGICHE INTERPRETATIVE

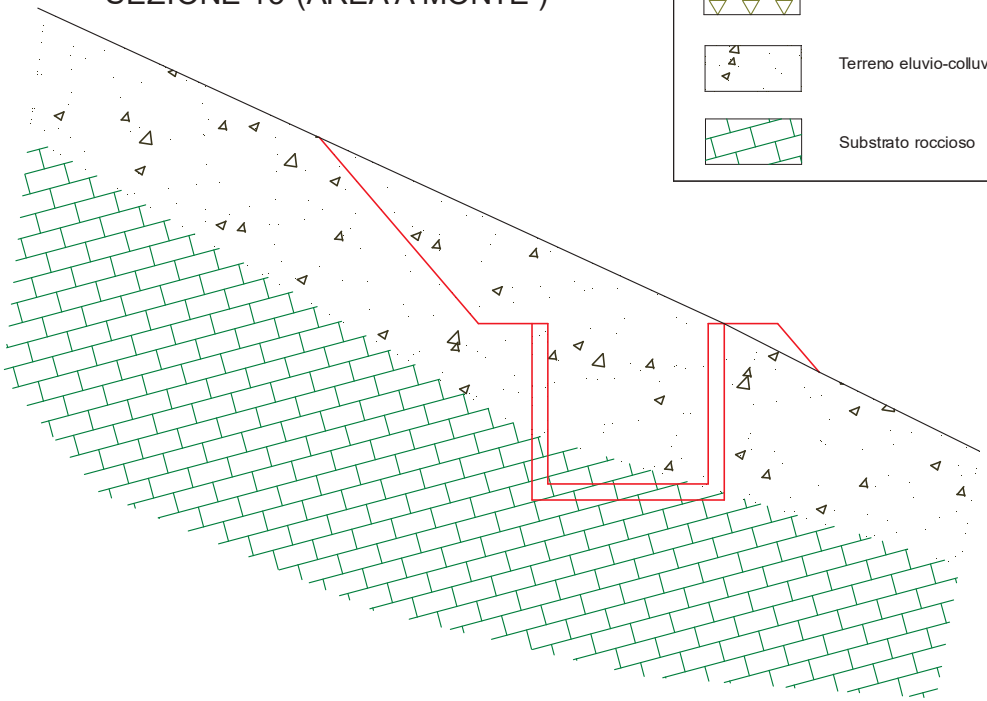
Scala 1:100 | Studio Associato Geologi Migone & Nicchia

Terreno riportato

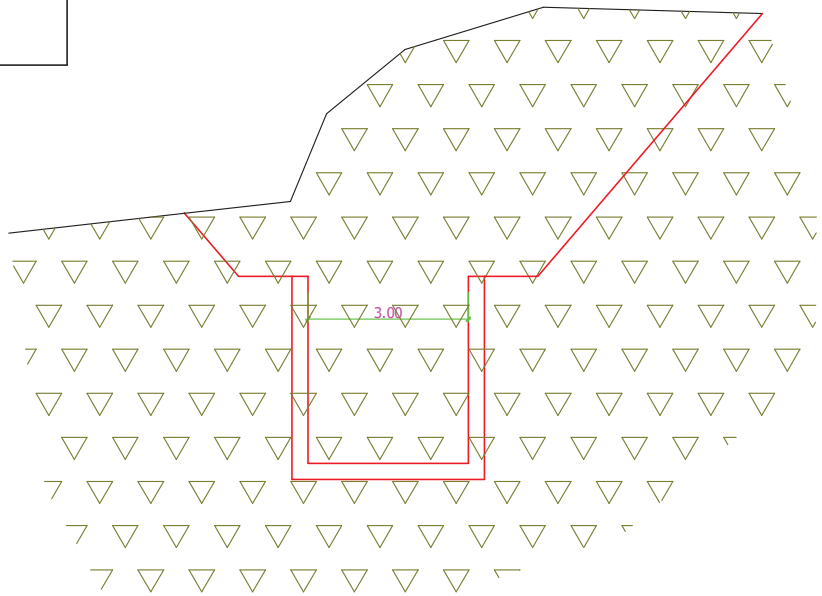
Terreno eluvio-colluviale

Substrato roccioso

SEZIONE 13 (AREA A MONTE)



SEZIONE 27 (AREA EX-DISCARICA)



Pervenuto il 11/3/25

ITEC engineering

COMUNE DI GENOVA
PROVINCIA DI GENOVA

Progetto definitivo per la realizzazione della nuova sede
PHASE MOTION CONTROL SpA
in località Molassana - Genova

INDAGINI GEOLOGICHE, GEOGNOSTICHE ED ANALISI GEOTECNICHE PER LA DEFINIZIONE DEL MARGINE SUD DEL CONFINE EX DISCARICA – COLTRE QUIESCENTE CON RAFFINAMENTO DELLE ANALISI RELATIVE ALLE CONDIZIONI DI STABILITA' GENERALI E LOCALI DEL VERSANTE

Studio Associato Geotechnical Services
Sede legale Via Luccoli, 17 – 16123 Genova
Ufficio Via Passo Buole 3° - 16152 Genova
C.F. – P.IVA 02656560105
Tel. +390106506670 – Fax +390106591896
e-mail: geotecbaracco@gmail.com – geotecmine@gmail.com

CARATTERISTICHE DI QUESTO DOCUMENTO

TITOLO	Preparato da	Controllato da	Data di emissione	Revisione
Relazione Geologica e Geotecnica	C. Baracco R.Vallarino	L.Minetti P. Misurale	05/08/2011	0

Nome del file	G:\doc\ITEC-PHASE\Relazione-Int.doc
Autore della parte geologica Autore della parte geotecnica	Dr.Geol. Carlo Baracco, Geotechnical Services Dr.Ing. Roberto Vallarino ITEC engineering Con la collaborazione del Dr.Geol. Carlo Baracco
Nome del Progetto	Progetto definitivo per la realizzazione della nuova sede Phase Motion Control SpA da realizzarsi in località Molassana (Genova)
Committente	ITEC-Egineering srl –Genova

Distribuzione Copie

Rev.	N° Totale Copie	Rilasciate a:	N°
0	1	Archivio Geotechnical Services	1 informatica (CD)
	6	ITEC-engineering srl	1 informatica (CD) 5 su carta
	1	PHASE MOTION	1 su carta

Questo documento si compone di pagine, allegati compresi	171

Studio Associato Geotechnical Services
Sede legale Via Luccoli, 17 – 16123 Genova
Ufficio Via Passo Buole 3° - 16152 Genova
C.F. – P.IVA 02656560105
Tel. +390106506670 – Fax +390106591896
e-mail: geotecbaracco@gmail.com – geotecmine@gmail.com

SOMMARIO DEI CONTENUTI

1. PREMESSA 5

2. STUDIO GEOMORFOLOGICO 6

3. RIDEFINIZIONE DEL MARGINE SUD DEL CONFINE 9
DISCARICA COLTRE 9

4. ASPETTI E VALUTAZIONI GEOTECNICHE 12

4.1. Premessa 12
4.2. Indagini geognostiche e geotecniche integrative 13
4.3. Revisione del modello geologico e stratigrafico del pendio 19
4.4. Revisione del modello geotecnico del pendio 19
4.5. Revisione del modello della circolazione idrica nel pendio 21
4.6. Zonizzazione sismica del sito 23

5. ANALISI DI STABILITA' GLOBALE E LOCALI 27

5.1. Parametrizzazione dei terreni ai fini delle analisi della stabilità 27
5.1.1. Proprietà idrauliche 27
5.1.2. Proprietà di resistenza al taglio 27
5.2. Condizioni di calcolo 32
5.3. Risultati delle analisi globali 38
5.4. Risultati delle analisi locali 38

6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE 40

Figure e Tabelle

Figura 1	Rilievo plano-altimetrico a quota 140m con posizione trincee
Figura 2a - 2b	Posizione dei sondaggi della campagna 2011
Figura 3	Sezione litostratigrafia del versante
Figura 4	Grafici dei parametri geotecnici
Figure 5 – 6	Zonizzazione sismica del sito
Figure 7 – 8	Distribuzione statistica dell'angolo di attrito
Tabella 1	Elaborazione dati delle prove SPT (campagna 2010 e 2011)
Tabella 2	Quadro riassuntivo dei risultati delle prove di laboratorio
Tabella 3	Risultati delle prove di permeabilità in foro (prove 2010 e 2011)
Tabella 4	Misure piezometriche
Tabella 5	Parametri sismici
Tabella 6	Quadro riassuntivo dei valori del fattore di Sicurezza

Studio Associato Geotechnical Services
Sede legale Via Luccoli, 17 – 16123 Genova
Ufficio Via Passo Buole 3° - 16152 Genova
C.F. – P.IVA 02656560105
Tel. +390106506670 – Fax +390106591896
e-mail: geotecbaracco@gmail.com – geotecmine@gmail.com

ALLEGATI

Allegato A	Documentazione fotografica delle trincee esplorative scavate a quota 136-140m
Allegato B	Stratigrafie dei sondaggi con documentazione fotografica
Allegato C	Certificati delle prove di laboratorio
Allegato D	Schede grafiche delle analisi di stabilità
Allegato D-1	Analisi dell'intero pendio
Allegato D-2	Analisi locali

Studio Associato Geotechnical Services
Sede legale Via Luccoli, 17 – 16123 Genova
Ufficio Via Passo Buole 3° - 16152 Genova
C.F. – P.IVA 02656560105
Tel. +390106506670 – Fax +390106591896
e-mail: geotecbaracco@gmail.com – geotecmine@gmail.com

1. PREMESSA

L'area della vallecola del Rio Brumà è il sito previsto per il nuovo insediamento della Società Phase Motion Control SpA. Gli interventi prevedono, oltre la realizzazione degli edifici destinati ad ospitare la sede della Società, estesi interventi di riqualificazione ambientale del sito, ora caratterizzato da un vistoso disordine idraulico e idrogeologico l.s. La Carta Geomorfologica a corredo del Piano di Bacino del Torrente Bisagno pone il confine tra l'accumulo detritico della ex discarica e la coltre eluvio-colluviale sovrastante, supposta essere un accumulo di frana quiescente, ad una quota valutabile, alla scala di restituzione di 1:10000, in modo incerto e, comunque, compresa tra 138 e 140m.s.l.m.m. Se ciò fosse rigorosamente verificato una sottile porzione dell'edificio andrebbe a ricadere, per pochi metri, all'interno dell'estremo limite del piede della supposta frana quiescente venendo così a costituire un elemento ostativo all'approvazione del Progetto in quanto l'area così classificata è assoggettata ad un regime normativo di versante non insediato con vincolo di mantenimento di tipo (A) che consente soltanto la realizzazione di interventi di consolidamento e messa in sicurezza del pendio. Gli argomenti che necessitano di una definizione certa sono due:

1. Qual è effettivamente la quota di passaggio tra l'area dell'ex discarica e il piede della supposta coltre in frana quiescente?, è possibile tracciare un confine netto tra le due tipologie di materiali che presentano, a parte al componente detritica di origine antropica, caratteristiche geotecniche simili?

2. E' vero che tutta la porzione di versante a monte dell'area di progetto rappresenta una reale situazione di possibile instabilità?

Nei Capitoli che seguono si evidenzierà dapprima come un dettagliato studio geomorfologico, basato su osservazioni di campo e studio crono temporale di foto aeree non identificano elementi decisivi a conferma di una situazione di stabilità al limite relativamente all'intero pendio, si dimostrerà poi, con dati oggettivi ricavati da rilievi sul terreno, indagini geognostiche e analisi geotecniche estese a tutto il versante, fino alla quota 218, che entrambe le ipotesi suddette non corrispondono al reale assetto del sito.

Studio Associato Geotechnical Services
Sede legale Via Luccoli, 17 – 16123 Genova
Ufficio Via Passo Buole 3° - 16152 Genova
C.F. – P.IVA 02656560105
Tel. +390106506670 – Fax +390106591896
e-mail: geotecbaracco@gmail.com – geotecmine@gmail.com

2. STUDIO GEOMORFOLOGICO

L'indagine geomorfologica ha interessato la parte di versante che insiste superiormente agli accumuli di origine antropica risalenti al periodo in cui l'area è stata adibita a discarica di inerti. Il versante posto a monte dell'area di progetto è interessato dalla presenza di due accumuli di coltre che la cartografia del Piano di Bacino del T.Bisagno riporta come frane quiescenti, di questi l'accumulo della parte di versante compresa tra l'area di progetto e la strada che da Sant'Eusebio conduce verso la Sella di Bavari interessa molto marginalmente l'area di progetto.

Lo sviluppo e la genesi di tali situazioni, frequenti nell'areale genovese, sono da ricondurre all'assetto geologico e geomorfologico della zona ed in particolare alla presenza di litologie che mostrano un diverso comportamento nei confronti dei processi erosivi, del regime di circolazione delle acque sottosuperficiali e delle deformazioni: le argilliti, caratterizzate da comportamento plastico, duttile, generalmente predisposte all'alterazione, in possesso di proprietà meccaniche da modeste a scadenti se alterate ed i calcari marnosi, roccia rigida, fratturata ma in genere in buono stato di conservazione anche in affioramento, dotata di buone proprietà di resistenza.

Al fine di evidenziare eventuali sintomi o segni palesi di instabilità nel corpo detritico che insiste immediatamente a monte dell'area di intervento, sono state esaminate foto aeree relative ai seguenti voli:

- 1974
- 1980
- 1989
- 2003

L'ampio arco temporale disponibile ha permesso di evidenziare le condizioni del versante antecedenti, contemporanee e successive al periodo di attività della discarica di inerti, attività cessata nel 1990.

Le foto aeree permettono di evidenziare le modifiche nell'uso del suolo intercorse tra il 1974 ed il 2003: oltre l'attività di discarica, tali modifiche hanno interessato anche la parte a monte di questa, sopra quota 140m circa, in particolare per quanto riguarda uno sviluppo elevato della vegetazione.

Studio Associato Geotechnical Services
Sede legale Via Luccoli, 17 – 16123 Genova
Ufficio Via Passo Buole 3° - 16152 Genova
C.F. – P.IVA 02656560105
Tel. +390106506670 – Fax +390106591896
e-mail: geotecbaracco@gmail.com – geotecmine@gmail.com

Il volo del '74 evidenzia una sviluppata copertura vegetale, in parte boschiva ed in parte prativa nella parte a monte della futura discarica; sono inoltre evidenti le incisioni delle aste torrentizie che solcano la valletta nella porzione inferiore, ovvero il Rio Brumà ed affluenti. Il rio Brumà, inoltre, da esame della cartografia del piano di bacino del torrente Bisagno, risulta essere impostato lungo una faglia.

Il volo del 1980 non evidenzia sostanziali differenze rispetto al precedente ed in particolare non si riscontrano sintomi di instabilità della porzione di coltre a monte dell'area di progetto.

Il volo del 1989 evidenzia il riempimento operato dall'attività di discarica da inerti ormai giunto alle sue fasi terminali; come nei due voli precedentemente descritti, è ben riconoscibile in quanto priva di vegetazione di alto fusto, la superficie spianata posta a monte dell'intervento alla quota di 170 m slmm circa.

Il volo del 2003 presenta una condizione di ritorno della copertura vegetale nell'area della discarica ormai abbandonata da oltre un decennio ed uno sviluppo della vegetazione, in particolare boschiva, in tutta l'area a monte dell'intervento proposto.

In buona sostanza lo studio delle foto aeree ci dice che in circa 30 anni durante i quali si sono registrati ricorrenti eventi alluvionali anche di notevole gravità (e la Val Bisagno è certamente una delle aree più colpite) nella valletta del Rio Brumà non si è mai verificato alcun fenomeno, anche modesto, di instabilità.

Il limite inferiore dell'accumulo è stato individuato in una fascia di quote comprese tra 135 e 140 m s.l.m.m; circa in corrispondenza di tale limite e nella porzione occidentale di questo, una canalizzazione intercetta le acque di ruscellamento lungo il versante in modo da allontanarle dagli accumuli di discarica.

Il rio Brumà ed i suoi modesti tributari hanno inciso il corpo della coltre nella sua zona mediana, realizzando un drenaggio che è completato dalla presenza di altre incisioni di minor rilievo, che si attivano durante i periodi più intensamente piovosi.

Il margine inferiore e la porzione mediana della coltre sono caratterizzate da una morfologia a tratti irregolare: infatti brevi scarpate, avvallamenti ed incisioni si alternano a superfici sub pianeggianti. La vegetazione, sia ad alto fusto che di tipo arbustivo, presenta uno sviluppo lussureggiante, probabilmente favorito dalla presenza di acqua nella coltre; gli alberi ad alto fusto presentano prevalentemente una crescita regolare (verticale) e, solo localmente, si vedono esemplari inclinati.

In alcuni casi, in corrispondenza dei cambi di pendenza, l'acqua che circola nella coltre affiora in superficie come, ad esempio, al piede di monte del raccordo tra la spianata a

Studio Associato Geotechnical Services
Sede legale Via Luccoli, 17 – 16123 Genova
Ufficio Via Passo Buole 3° - 16152 Genova
C.F. – P.IVA 02656560105
Tel. +390106506670 – Fax +390106591896
e-mail: geotecbaracco@gmail.com – geotecmine@gmail.com

quota 170m e il versante soprastante; nelle restanti parti di versante la falda evidenzia valori di soggiacenza elevati

Il margine orientale del corpo della paleofrana è segnato dall'incisione di un tributario di primo ordine del rio Brumà, tombinato in corrispondenza dell'ingresso nel corpo dei materiali di discarica. L'incisione ha messo in evidenza due piccoli affioramenti rocciosi alla quota di circa 145 m s.l.m.m. Oltre il rio si innalza un costone al cui margine superiore si trovano altri piccoli affioramenti rocciosi.

Il margine occidentale dell'affioramento si mostra altrettanto netto, sebbene in continuità con il corpo della coltre e non interessato da incisioni erosive. L'acclività tende a crescere progressivamente mano a mano che ci si allontana dal corpo della coltre ed il terreno, di ridotto spessore, non mostra presenza di acqua.

Le ricerche storiche, le indagini i rilievi in campo e le analisi effettuate non hanno evidenziato segni evidenti di instabilità in atto, incipiente, pregressa, a carico dell'intero corpo della coltre, sono altresì presenti alcuni indicatori di possibili fenomeni locali di instabilità, movimenti modesti limitati a una fascia ben precisa, che potrebbero essere innescati dalla presenza di acqua circolante nell'accumulo.

I margini laterali del corpo detritico si presentano ben evidenti e stabili; il margine ovest coincide, nella parte intermedia della coltre, con un piccolo promontorio roccioso sopra il quale sono stati fondati i tralicci per la linea di alta tensione. Il bordo orientale dell'accumulo, lungo l'area di intervento e a quote superiori coincide con un promontorio roccioso molto evidente.

In conclusione, anche sulla sola base di oggettive evidenze morfologiche riscontrate sul terreno e dall'osservazione delle foto aeree, senza fare riferimento ai risultati delle analisi di cui si tratterà diffusamente in un prossimo capitolo di questa Relazione, non sussistono elementi decisivi e inequivocabili per attribuire al versante a monte di quota 140 circa, limite accertato del passaggio tra detrito e coltre, una condizione di instabilità globale presunta.

Studio Associato Geotechnical Services
Sede legale Via Luccoli, 17 – 16123 Genova
Ufficio Via Passo Buole 3° - 16152 Genova
C.F. – P.IVA 02656560105
Tel. +390106506670 – Fax +390106591896
e-mail: geotecbaracco@gmail.com – geotecmine@gmail.com

3. RIDEFINIZIONE DEL MARGINE SUD DEL CONFINE DISCARICA COLTRE

Il confine tra area di ex discarica e coltre quiescente proposto nella cartografia del PDB del T.Bisagno è stato tracciato sulla base di valutazioni geomorfologiche ad ampia scala e basate su fotointepretazione, pertanto certamente valide in termini di definizione dell'assetto generale del territorio ma sicuramente imprecise alla scala dei rilievi necessari per una progettazione definitiva dove si lavora con precisione centimetrica. Probabilmente già lo spessore della linea con la quale si indica il confine tra le due zone è tale da indurre una imprecisione significativa dell'ordine di grandezza dell'ampiezza della fascia oggetto di discussione.

Allo scopo di evidenziare come in realtà il limite ex discarica – coltre corrisponda con ragionevole accuratezza alla traccia del prospetto sud dell'edificio si è proceduto dapprima al tracciamento topografico sul terreno del perimetro dell'edificio (si veda la planimetria della **Figura 1**) e poi a verificare la reale natura dei terreni compresi entro il perimetro stesso, scavando tre trincee ubicate come riportato sulla già citata Figura e documentate dalle fotografie raccolte nell'Allegato A.

Il materiale di risulta degli scavi risulta essere una commistione tra terreno naturale e detrito di origine antropica; le proporzioni tra le due frazioni è alquanto variabile e compresa tra circa 30% di detrito di discarica – 70% terreno di coltre e tra circa 50% e 50%. La frazione di coltre è costituita da terreno etero granulare formato da uno scheletro grossolano costituito da frammenti angolari e sub angolari di argilliti alterate o, più raramente, calcari marnosi in matrice argillosa e sabbiosa, la frazione detritica risulta di composizione molto eterogenea: sono infatti presenti frammenti di laterizi color rossastro, altro materiale proveniente da demolizioni, quali blocchi di calcestruzzo, talvolta con spezzoni di ferro di armatura e ciottoli poligenici molto lavorati.

Le fotografie dell'**Allegato A** evidenziano questa situazione.

In base a queste evidenze si ritiene che la fascia di terreno esaminata costituisca una zona di transizione nella quale il riporto della discarica si assottiglia e si mescola con il terreno naturale a formare uno strato rimaneggiato che non può essere definito

Studio Associato Geotechnical Services
Sede legale Via Luccoli, 17 – 16123 Genova
Ufficio Via Passo Buole 3° - 16152 Genova
C.F. – P.IVA 02656560105
Tel. +390106506670 – Fax +390106591896
e-mail: geotecbaracco@gmail.com – geotecmine@gmail.com

esattamente in quanto non è accumulo di discarica propriamente detto ma non è neppure definibile come coltre naturale.

E' possibile pertanto stabilire il confine tra accumulo di discarica e coltre eluvio colluviale in un intervallo di quote comprese tra 136m e 138m in questo caso l'intera impronta dell'edificio ricadrebbe nell'area della ex discarica e verrebbero a cadere le prescrizioni di PDB in merito.

Studio Associato Geotechnical Services
Sede legale Via Luccoli, 17 – 16123 Genova
Ufficio Via Passo Buole 3° - 16152 Genova
C.F. – P.IVA 02656560105
Tel. +390106506670 – Fax +390106591896
e-mail: geotecbaracco@gmail.com – geotecmine@gmail.com

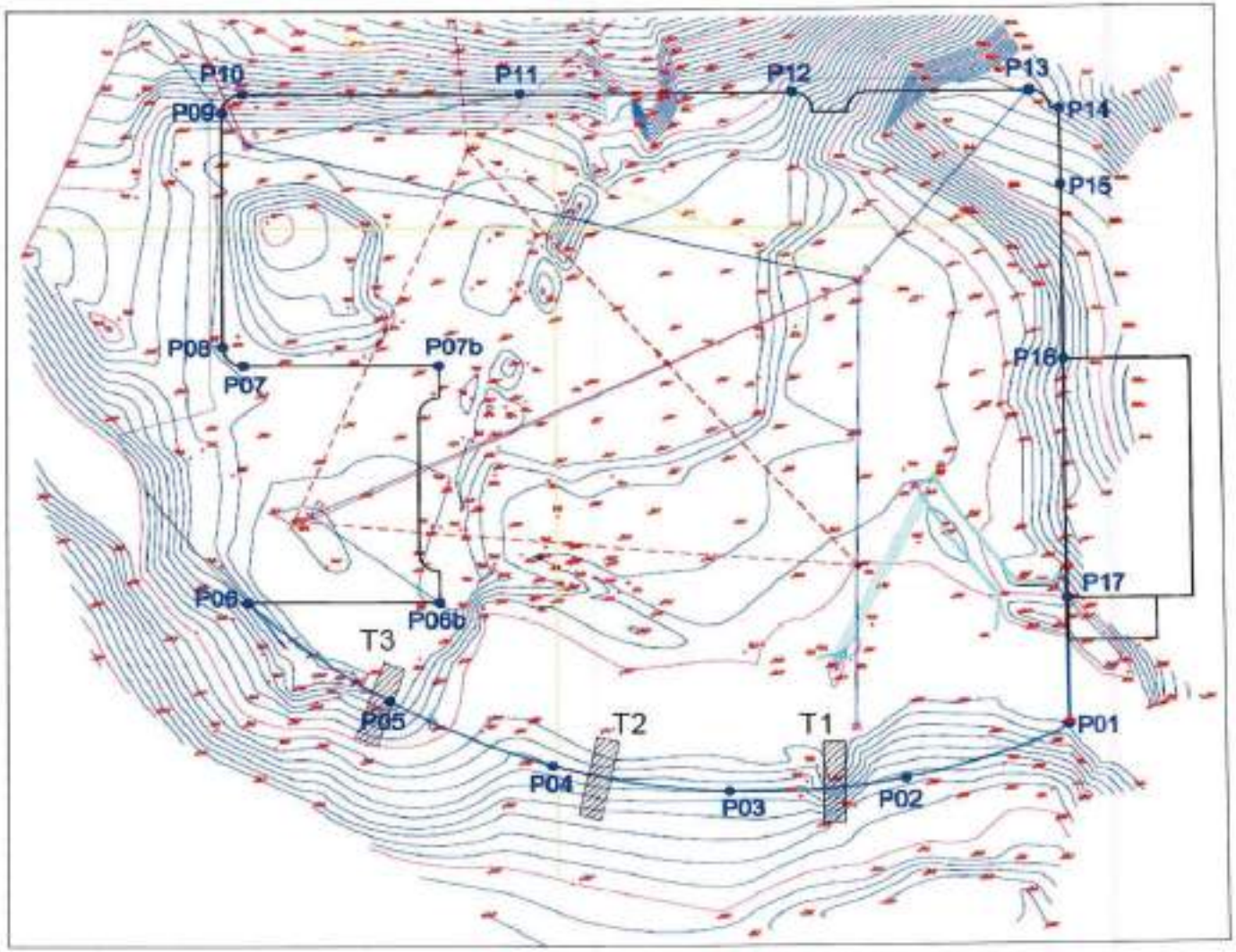
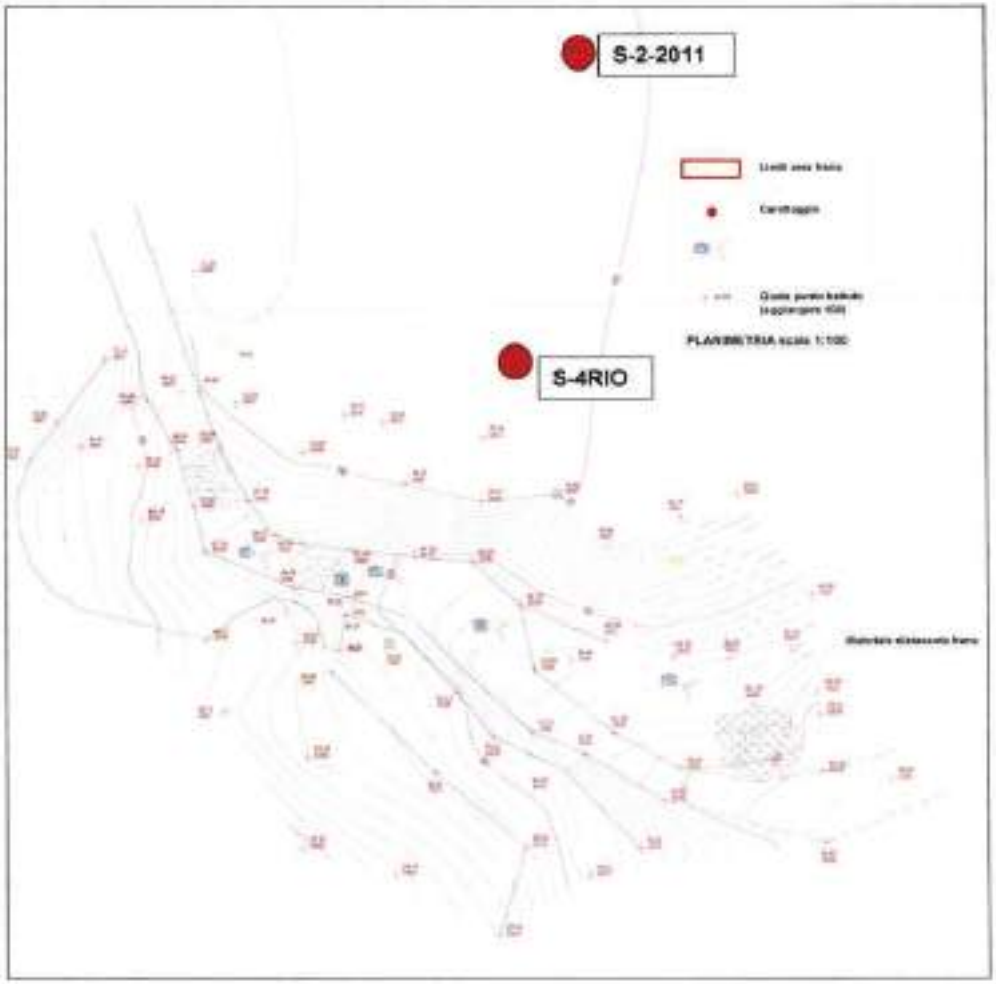
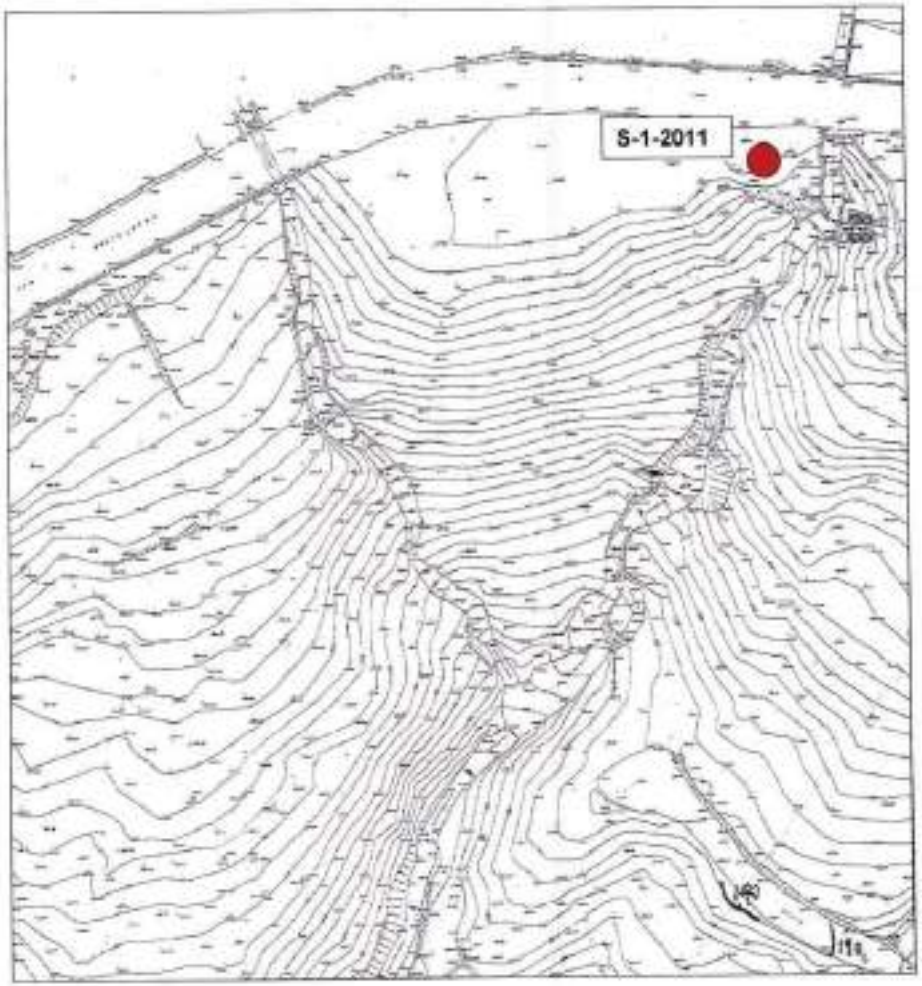


FIGURA 1 - PLANIMETRIA DI DETTAGLIO EDIFICIO B1 A QUOTA 138-140 CON UBICAZIONE TRINCEE ESPLORATIVE

Studio Associato Geotechnical Services
Sede legale Via Luccoli, 17 – 16123 Genova
Ufficio Via Passo Buole 3° - 16152 Genova
C.F. – P.IVA 02656560105
Tel. +390106506670 – Fax +390106591896
e-mail: geotecbarecco@gmail.com – geotecmine@gmail.com



2a - sondaggi S-2-2011 e S-4RIO a quota 170m



2b - sondaggio S-1-2011 a quota 218m

FIGURE 2a - 2b - Ubicazione sondaggi campagna 2011

Studio Associato Geotechnical Services
Sede legale Via Luccoli, 17 – 16123 Genova
Ufficio Via Passo Buole 3° - 16152 Genova
C.F. – P.IVA 02656560105
Tel. +390106506570 – Fax +390106591896
e-mail: geotecbaracco@gmail.com – geotecmine@gmail.com

4. ASPETTI E VALUTAZIONI GEOTECNICHE

4.1. PREMESSA

Tutto quanto illustrato ed affermato nel paragrafo precedente non significa affatto che lo scrivente, il progettista e il committente non tengano nella dovuta considerazione le problematiche relative alla messa in sicurezza complessiva del pendio a monte dell'insediamento.

Fermo restando che gli studi geomorfologici, geognostici e geotecnici con relative analisi, non hanno posto in evidenza fenomeni di dissesto estesi al pendio nella sua interezza, bensì hanno evidenziato soltanto locali condizioni di stabilità al limite sui quali è possibile intervenire con azioni mirate a una effettiva messa in sicurezza, si è provveduto ad eseguire una campagna geognostica e geotecnica integrativa di quella condotta nel 2009-2010 allo scopo di:

- Ottenere informazioni litostratigrafiche fino alla sommità del pendio (quota 218 circa, strada comunale per S.Eusebio)
- Implementare le informazioni geotecniche già disponibili con ulteriori prove in sito ed in laboratorio
- Integrare la esistente rete di piezometri per il monitoraggio della falda con ulteriori piezometri installati nei nuovi fori.

Studio Associato Geotechnical Services
Sede legale Via Luccoli, 17 – 16123 Genova
Ufficio Via Passo Buole 3° - 16152 Genova
C.F. – P.IVA 02656560105
Tel. +390106506670 – Fax +390106591896
e-mail: geotecbaracco@gmail.com – geotecmine@gmail.com

4.2. INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE INTEGRATIVE

I nuovi sondaggi a carotaggio continuo sono stati posizionati come segue:

due sondaggi sulla spianata a quota 170m, di cui S2-2011 di lunghezza 30m ed S4-RIO di lunghezza 15m, entrambi attrezzati con piezometro a tubo aperto (un terzo sondaggio di 15m, S3-RIO, è stato eseguito nel corso delle indagini in prossimità della sponda sinistra del Rio Brumà per altre finalità e non è preso in considerazione in questo contesto)

Un sondaggio a quota 218m della lunghezza di 30m.

La posizione dei sondaggi è indicata nelle **Figure 2a e 2b** che seguono.

In tutti i sondaggi sono state eseguite prove penetrometriche tipo SPT (n. 17 prove) e prove di permeabilità del tipo a gravità (n. 5 prove Lefranc). Sono stati anche prelevati numerosi campioni dei terreni di coltre e del substrato argillitico alterato.
Le caratteristiche granulometriche del terreno non hanno consentito il prelievo di campioni indisturbati, tuttavia alcuni spezzoni di carota a piena sezione possono essere considerati come ragionevolmente rappresentativi delle condizioni "naturali" del terreno. In totale sono stati selezionati n. 12 campioni in S1, n. 11 campioni in S2 e n. 6 campioni in S4-RIO.

Le stratigrafie dei sondaggi e le fotografie delle cassette sono presentate nell'Allegato B.

I 23 campioni raccolti in S1 e S2 sono stati utilizzati per eseguire le seguenti prove geotecniche di laboratorio (le prove sui campioni prelevati in S4-RIO sono ancora in corso)

- n.12 determinazioni della massa volumica
- n. 17 determinazioni della curva granulometrica
- n: 17 determinazione dei limiti di consistenza
- n. 5 determinazione dei parametri di resistenza nelle condizioni drenate (sforzi efficaci) mediante prove di taglio diretto tipo CD
- n. 2 prove di compressione semplice su spezzoni di carote

Studio Associato Geotechnical Services
Sede legale Via Luccoli, 17 – 16123 Genova
Ufficio Via Passo Buole 3° - 16152 Genova
C.F. – P.IVA 02656560105
Tel. +390106506670 – Fax +390106591896
e-mail: geotecbaracco@gmail.com – geotecmine@gmail.com

I risultati e la elaborazione delle prove SPT sono presentati nella **Tabella 1** che riporta anche l'elaborazione delle prove condotte nel corso della campagna del 2010.

I risultati delle prove di laboratorio sono riassunti nella **Tabella 2**, i certificati del laboratorio sono raccolti nell'**Allegato C.**

Studio Associato Geotechnical Services
Sede legale Via Luccoli, 17 – 16123 Genova
Ufficio Via Passo Buole 3° - 16152 Genova
C.F. – P.IVA 02656560105
Tel. +390106506670 – Fax +390106591896
e-mail: geotecbaracco@gmail.com – geotecmine@gmail.com

TABELLA 1
INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI DELLE PROVE SPT

SOND.	prof. (m)	w_t[6] (m)	γ (kN/m3)	σ_{vo} (kPa)	σ'_{vo} (kPa)	Nspt[1]	ER	(N1)60[2]	D_R (%)	$\phi'^{(3)}$ (°)	$\phi'^{(4)}$ (°)	CU[5] (kPa)	E[6] (MPa)
S1	3,0	3,8	20	60	60,0	19	73	16				96,2	
	6,0	*3,8*		*120*	*98,4*	*19*		*15*				*87,9*	
S2	2	10,4		40	40,0	11		11	40	36,1	32,8		8,2
	4,5	10,4		90	90,0	6		5	28	29,9	28,6		6,3
	6,5	10,4		130	130,0	8		6				35,7	
	8,5	10,4		170	170,0	11		7	34	31,5	30,4		7,0
	10,5	10,4		*210*	209,0	*22*		*13*				76,9	
	12,5	10,4		250	229,4	25		14	40	36,8	34,5		9,2
	14,7	10,4		294	251,8	21		11				84,5	
COLTRE	16,7	10,4		334	272,2	47		23				136,4	
S3	2	13		40	40,0	31		30	71	49,1	41,6		14,4
	4	13		80	80,0	13		11	47	37,5	33,0		8,3
	6	13		120	120,0	9		6				37,6	
S4	1,5	11,4		30	30,0	13		14	45	41,7	34,4		9,1
	3,5	11,4		70	70,0	5		4	26	29,6	27,8		6,1
	5,7	11,4		114	114,0	12		9				51,5	
	10,3	11,4		206	205,0	34		20	58	40,5	37,5		11,2
	12,3	11,4		246	237,2	45		24				144,1	
S5	2	8,2		40	40,0	10		10	40	36,2	32,2		7,9
	4	8,2		80	80,0	16		14	48	39,4	34,5		9,2
	6	8,2		*120*	*120,0*	*14*		*10*				58,4	
	10	8,2		200	*162,3*	*14*		9				53,6	
COLTRE	14	8,2		280	223,1	19		11				63,5	
S6	2	3,4		40	40,0	3		3	24	27,6	26,7		5,7
	4	3,4		80	74,1	9		8	36	34,5	31,0		7,3
	6	3,4		120	94,5	*14*		*11*				66,1	
	8	3,4		160	*114,9*	12		*10*				57,3	
COLTRE	10	3,4		200	*135,3*	*18*		*14*				82,6	
COLTRE	12,5	3,4		250	*160,7*	*37*		26				153,3	
S7	14	8,2		280	223,1	19		8				47,6	
COLTRE	2	3,4		40	40,0	3		3				19,7	
COLTRE	4	3,4		80	74,1	9		9				53,0	
COLTRE	10	13,6		200	200,0	35		21	58	41,0	38,0		11,5
COLTRE	13	13,6		260	260,0	38		19				114,0	
	16	13,6		320	296,5	43		20				117,1	
S8	4,5	5,5		90	90,0	9		7	35	33,4	30,6		7,1
	7,5	5,5		150	130,4	22		16				98,0	
	9,5	5,5		190	150,8	12		8				49,1	
S-1-2011	2	5,75	21,8	43,6	43,6	13		15				92,9	
	3,5	5,75		76,3	76,3	26		25				*151,3*	
	5,5	5,75		119,9	119,9	18		13				*79,3*	
	7	5,75		152,6	127,7	100		67				*402,1*	
	8,5	5,75		185,3	143,0	100		63				*377,7*	
S-2-2011	2	2,4		43,6	43,6	9		11	43	36,8	32,8		8,2
	4	2,4		87,2	64,3	3		3	23	25,9	26,9		5,8
	5	2,4		109	74,6	20		20				117,8	
	6,5	2,4		141,7	89,8	17		14				82,2	
	8	2,4		174,4	105,1	17		13				76,1	
	10	2,4		218	125,4	43		29	91	46,3	41,2		14,1
S-3-RIO11	2	10,2		43,6	43,6	37		44				*264,4*	
	3,5	10,2		76,3	76,3	100		97				*582,0*	
	5	10,2		109	109,0	24		20				*117,8*	
	6,5	10,2		141,7	141,7	100		63				*379,8*	
	8	10,2		174,4	174,4	100		56				*334,5*	
	9,5	10,2		207,1	207,1	29		14				*86,7*	
S-4-RIO11	2	5,5		43,6	43,6	100		119				*714,5*	
	3	5,5		65,4	65,4	32		33				*198,5*	
	5,5	5,5		119,9	110,0	34		28				*166,1*	
	7	5,5		152,6	125,3	100		68				*407,5*	
	8,5	5,5		185,3	140,6	100		64				*381,6*	
	10	5,6		218	155,9	43		26				*154,3*	

NOTE

0) falda

1) Nel caso di Nspt a "rifiuto" si attribuisce il valore N = 100 colpi

2) Nspt corretto per granulometria, diametro del foro, lunghezza delle aste, energia di battuta, tipo di campionatore, sovraccarico litostatico

3) Angolo di attrito effettivo con correzione per tensione σ'v (secondo Schmertmann)

4) Angolo di attrito effettivo secondo National Highway Institute (NHI, 2003)

5) cu secondo Hara et alii, 1974, **(valori puramente indicativi)**

6) Moduli E per sabbie argillose (Bowles, 1996)

INDAGINI 2011

INDAGINI 2010

VALORI IN CAMPO GIALLO RIFERITI A TERRENI ASSIMILABILI A GRANULARI, UTILIZZABILI, CON CAUTELA, PER LA STIMA DEI PARAMETRI GEOTECNICI

VALORI IN CAMPO BIANCO E CORSIVO RIFERITI A TERRENI FINI, PLASTICI, NON UTILIZZABILI PER LA STIMA DEI PARAMETRI GEOTECNICI

Studio Associato Geotechnical Services
Sede legale Via Luccoli, 17 – 16123 Genova
Ufficio Via Passo Buole 3° - 16152 Genova
C.F. – P.IVA 02556560105
Tel. +390106506670 – Fax +390106591896
e-mail: geotecbaracco@gmail.com – geotecmime@gmail.com

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

TABELLA 2

TABELLA RIASSUNTIVA PROVE DI LABORATORIO

Cliente : Phase COMM :
Località : Molassana

IDENTIF. CAMPIONE		S1 - CR1	S1 - CR2	S1 - CR3	S1 - CR4	S1 - CR5	S1 - CR6	S1 - CR7	S1 - CR10	S2 - CR1	S2 - CR2	S2 - CR3	S2 - CR4	S2 - CR5	S2 - CR6	S2 - CR7	S2 - CR8	S2 - CR9	S2 - CR10	S2 - CR11
PROFONDITA' (m)		1.30 - 1.50	5.20 - 5.80	7.40 - 7.70	13.20 - 13.40	15.70 - 15.90	16.60 - 16.80	20.10 - 20.30	24.30-24.50	2.70 - 3.00	5.00 - 5.30	6.80 - 7.00	8.20 - 8.50	9.50 - 10.00	12.40 - 12.70	16.50 - 16.80	17.50 - 17.80	22.30 - 22.60	26.30 - 26.60	28.40 - 28.80
γ	(kN/m^3)			22,50	21,46	21,46	21,27				21,01	20,46	22,11		21,83	21,87		22,72	21,85	23,17
W_n	(%)										7,95		8,54		11,35			5,58	6,69	6,43
γ_d	(kN/m^3)																			
G_s	-																			
GHIAIA	(%)	15,13	10,61	16,78	47,53	28,41	14,49	22,79		22,79	16,11	5,01	11,47	39,66	4,09	8,97	42,63	3,68	15,84	6,72
SABBIA	(%)	37,15	51,74	49,19	39	58,75	59,09	47,34		47,34	50,84	19,05	42,00	39,76	33,90	57,66	38,45	53,33	53,12	38,61
LIMO	(%)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
ARGILLA	(%)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
P_{200}	(%)	47,72	37,75	35,03	13,47	12,84	26,42	29,87		29,87	33,05	75,94	46,53	20,58	62,01	33,37	18,92	42,99	31,04	54,67
LL	-	39	26	44	25	26	26	31		31	32	33	33	38	39	31	29	31	29	27
IP	-	13	13	18	12	10	11	10		10	11	10	12	14	18	11	11	10	11	10
Cu	(kPa)											98,09								
PHI'	(°)			30,6		32,4		28,8		28,8		32,20				30,10				
c'	(kPa)			15,1		16,6		12,8		12,8		6,10				5,80				
OMC	(%)																			
CLASS. ASTM		SM	SC	SM	GC	GC	SC	SC		SC	SC	CL	SC	SC	CL	SC	GC	SC	SC	CL
C_o	(Mpa)							7,48	15,75											
E	(Mpa)																			
γ	(kN/m^3)							26,15	26,32											
ν	-																			
σ_t	(Mpa)																			
ABS	(%)																			
Is 50	(Mpa)																			
Vel Son	(m/s)																			

Studio Associato Geotechnical Services
Sede legale Via Luccoli, 17 – 16123 Genova
Ufficio Via Passo Buole 3° - 16152 Genova
C.F. – P.IVA 02656580105
Tel. +390106506670 - Fax +390106591896
e-mail: geotecberacco@gmail.com – geotecmine@gmail.com

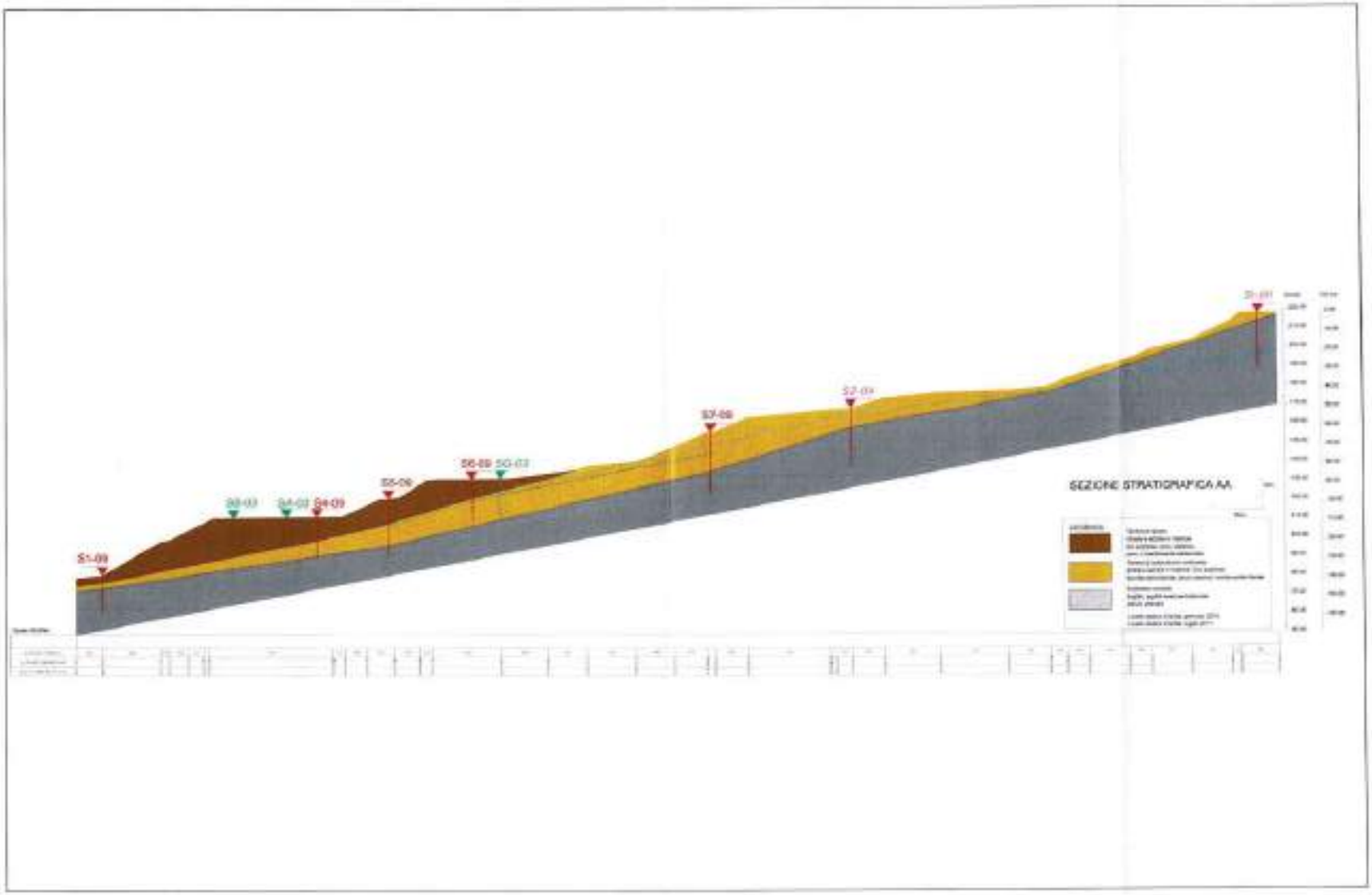


FIGURA 3 - SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA DEL PENDIO DA QUOTA CIRCA 80m A QUOTA CIRCA 218m

Studio Associato Geotechnical Services
Sede legale Via Luccoli, 17 – 16123 Genova
Ufficio Via Passo Buole 3° - 16152 Genova
C.F. – P.IVA 02655560105
Tel. +390106506670 – Fax +390106591896
e-mail: geotecbaracco@gmail.com – geotecmine@gmail.com

4.3. REVISIONE DEL MODELLO GEOLOGICO E STRATIGRAFICO DEL PENDIO

Utilizzando le informazioni stratigrafiche dei sondaggi S1, S2 e S4-RIO è possibile completare una sezione litostratigrafica completa del pendio da quota 80m a quota 218m. La sezione è illustrata nella **Figura 3**. Si rileva che a monte del sondaggio S7-2010 lo spessore della coltre eluvio colluviale inizia a ridursi progressivamente, in S2 è infatti pari a 10m e in S1 a 4m; questo andamento è logico in quanto a monte della strada per S. Eusebio le argilliti lasciano il posto al Flysch dell'Antola e la morfologia assume profili più accentuati.

Come già rilevato a seguito delle indagini del 2010, il passaggio da coltre eluvio-colluviale a basamento argillitico è molto sfumato quindi di difficile ubicazione precisa. Il substrato sano non è stato raggiunto in alcun sondaggio: il fatto non è inconsueto nelle formazioni delle argilliti nelle quali l'alterazione spinta può raggiungere le mote decine di metri di spessore.

4.4. REVISIONE DEL MODELLO GEOTECNICO DEL PENDIO

I risultati delle prove eseguite sui campioni 2011 confermano quanto evidenziato dalle prove condotte sui campioni della campagna 2010.

Nei grafici raccolti nella **Figura 4**, che rappresentano una sintesi delle principali proprietà indici e di resistenza dei terreni di coltre e dell'alterazione delle argilliti, si evidenzia come i nuovi valori granulometrici, di massa volumica e di plasticità ricadano regolarmente negli intervalli di variabilità scaturiti a seguito delle prove del 2010.

Studio Associato Geotechnical Services
Sede legale Via Luccoli, 17 – 16123 Genova
Ufficio Via Passo Buole 3° - 16152 Genova
C.F. – P.IVA 02656560105
Tel. +390106506670 – Fax +390106591896
e-mail: geotecbaracco@gmail.com – geotecmine@gmail.com

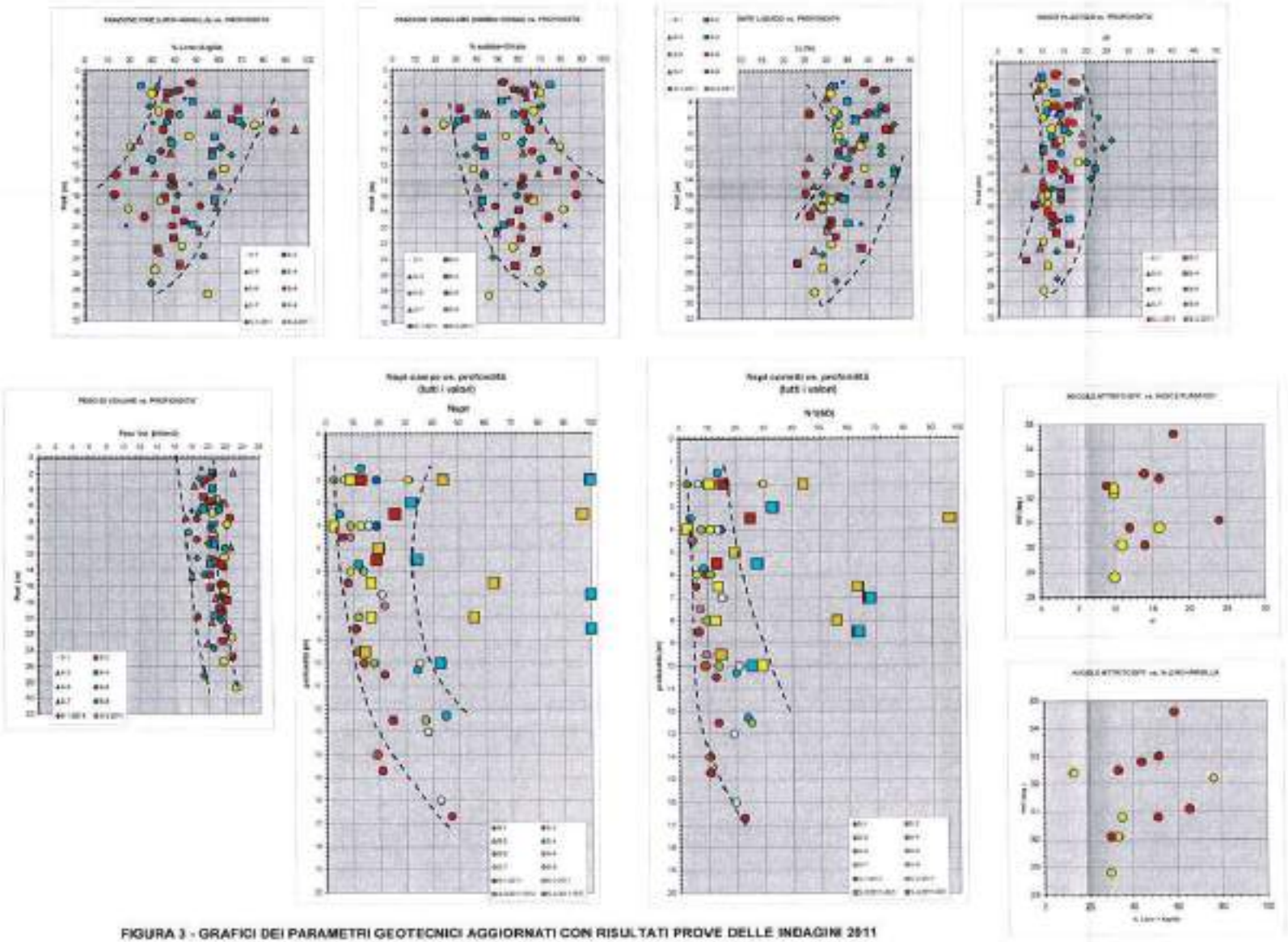


FIGURA 3 - GRAFICI DEI PARAMETRI GEOTECNICI AGGIORNATI CON RISULTATI PROVE DELLE INDAGINI 2011

Studio Associato Geotechnical Services
Sede legale Via Luccoli, 17 – 16123 Genova
Ufficio Via Passo Buole 3° - 16152 Genova
C.F. – P.IVA 02656560105
Tel. +390106506670 – Fax +390106591895
e-mail: geotechsavarco@gmail.com – geotecmine@gmail.com

4.5. REVISIONE DEL MODELLO DELLA CIRCOLAZIONE IDRICA NEL PENDIO

Ulteriori prove di permeabilità a gravità eseguite nel corso delle perforazioni hanno confermato sostanzialmente quanto ottenuto nel 2010 (**Tabella 3**). Le misure dei livelli piezometrici nei sondaggi S1 e S2, corroborate da nuove misure dei piezometri installati nel 2010 (si veda la **Tabella 4** seguente) permettono di ricostruire l'andamento della superficie libera della falda lungo tutto il pendio e pertanto il modello di filtrazione aggiornato si basa ora su misure dirette e non sulle ipotesi del precedente.

TABELLA 3

MISURE DI PERMEABILITA IN FORO

Sondaggio	Tipo di terreno	Profondità (m)	Coef.Permeabilità k(m/s)	k (medio) (m/s)
S-4/2010	detrito	4,50-5,50	3,00E-05	
S-5/2010	detrito	8,0-9,0	8,70E-05	1,60E-04
S-6/2010	detrito	5,50-6,50	3,40E-04	
S-4/2010	coltre	7.0-7,50	7,30E-06	
S-2/2011	coltre	3,50-4,50	3,50E-07	5,70E-06
S-2/2011	coltre	6,0-7,0	9,30E-06	
S-3/2010	argilloscisti	10,50-11,0	4,20E-07	
S-1/2011	argilloscisti	12,0-12,50	1,30E-05	4,80E-06
S-1/2011	argilloscisti	18,50-19,0	1,00E-06	

Studio Associato Geotechnical Services
Sede legale Via Luccoli, 17 – 16123 Genova
Ufficio Via Passo Buole 3° - 16152 Genova
C.F. – P.IVA 02656560105
Tel. +390106506670 – Fax +390106591896
e-mail: geotecbaracco@gmail.com – geotecmine@gmail.com

TABELLA 4									
LETTURE PIEZOMETRICHE									
Piezometro	Soggiacenza falda (m da piano campagna)								
	22/06/2011	29/06/2011	06/07/2011	11/07/2011	20/07/2011	02/08/2011	dic09-gen10	feb-10	mar-10
S-1-2010	5,75		5,8	6,1	6,18	5,9	3,6	4,5	4,8
S-2-2010	25		25,2	25,3	25	25	10,4	12,7	14,3
S-3-2010	14,2		14,4	14,3	14,25	14	13	13,5	13,9
S-4-2010	14,15		14,3	17,9	17,5	17,7	11,4	12,2	13,6
S-5-2010	25,8		26,3	26,5	26	25,8	21,1	22	21,7
S-6-2010	14		14,4	11	10,5	11	3,4	4,4	4,7
S-7-2010	5,8		5,8	5,9	5,65	5,55	nr	5,1	5,6
S-8-2010	7,2		7,4	7,8	7,3	7,6	5,5	6,7	6,8
S-1-2011	5,75		20	22,24	22,1	22			
S-2-2011	1,8		2,4	2,49	2,35	2,5			
S-4-2011		5,5	5,9	6,11	6	6,5			

Studio Associato Geotechnical Services
Sede legale Via Luccoli, 17 – 16123 Genova
Ufficio Via Passo Buole 3° - 16152 Genova
C.F. – P.IVA 02656560105
Tel. +390106506670 – Fax +390106591896
e-mail: geotecbaracco@gmail.com – geotecmine@gmail.com

4.6. ZONIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

Il territorio del Comune di Genova, in base alla vigente classificazione sismica nazionale (OPCM 3519/2006 e BURL n. 47 del 19/11/2008) della Regione Liguria, è compreso nella zona 3B alla quale è associato un valore di accelerazione massima su suolo rigido (pga) di 0.100g.

Con riferimento ai risultati delle indagini geognostiche che riportano la presenza diffusa di potenti terreni di coltre di copertura (spessori fino 20m circa) caratterizzate da una V_{s30} di 438m/s, la categoria di suolo di riferimento (NTC 2008) da considerare sarebbe la B, *(Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti con spessori a 30m*), in realtà sia i valori di N_{SPT} sia la consistenza sono in contrasto con tale attribuzione, pertanto si ritiene, cautelativamente, opportuno attribuire i terreni in questione alla categoria di sottosuolo C: "*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti*".

Nel seguito si presentano nelle **Figure 5 e 6**, rispettivamente, l'ubicazione del sito rispetto ai punti di riferimento di INGV e il quadrato per calcolare i parametri sismici, che sono riepilogati nella **Tabella 5**

Studio Associato Geotechnical Services
Sede legale Via Luccoli, 17 – 16123 Genova
Ufficio Via Passo Buole 3° - 16152 Genova
C.F. – P.IVA 02656560105
Tel. +390106506670 – Fax +390106591896
e-mail: geotecbaracco@gmail.com – geotecmine@gmail.com

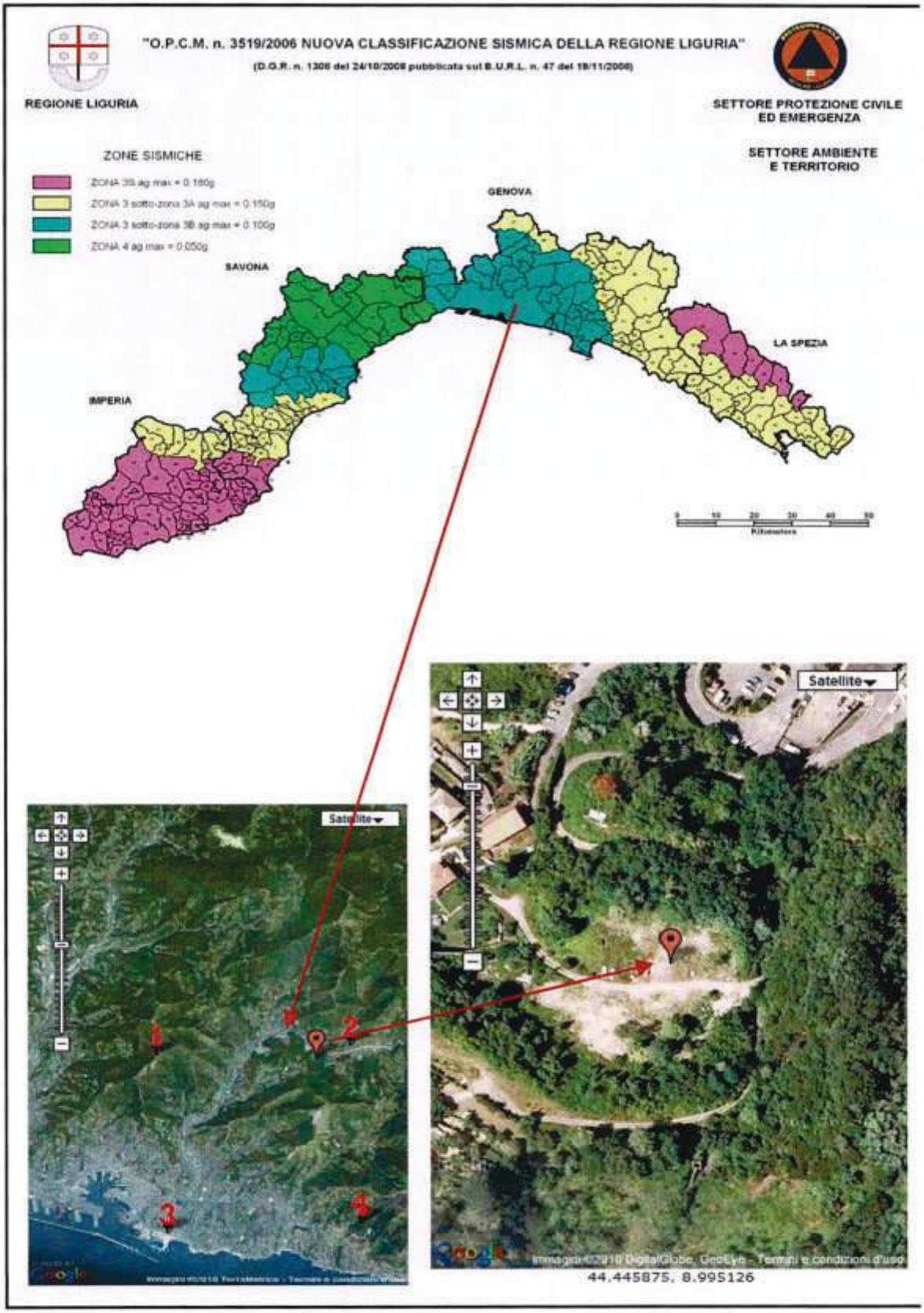


FIGURA 5

Studio Associato Geotechnical Services
Sede legale Via Luccoli, 17 – 16123 Genova
Ufficio Via Passo Buole 3° - 16152 Genova
C.F. – P.IVA 02656560105
Tel. +390106506670 – Fax +390106591896
e-mail: geotecbaracco@gmail.com – geotecmine@gmail.com

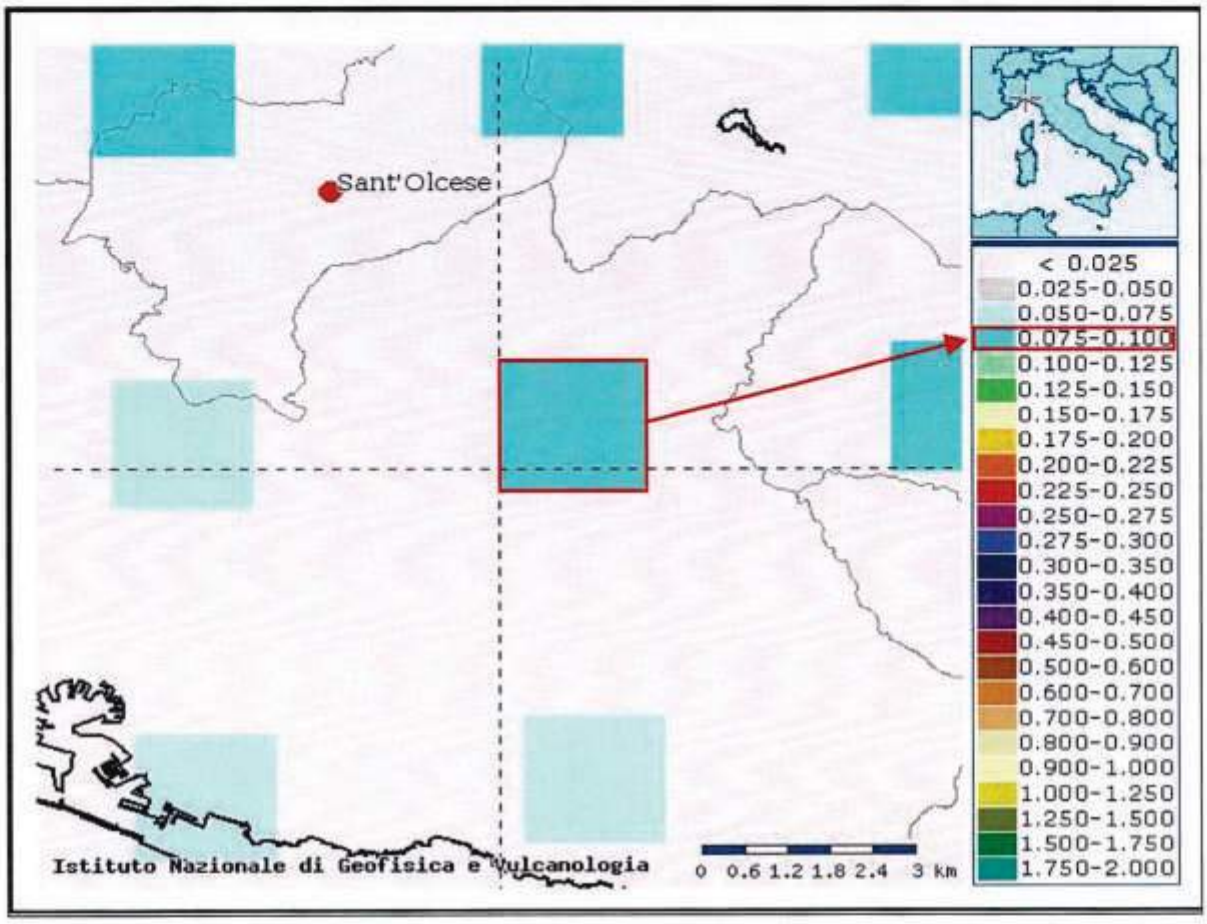


FIGURA 6

Studio Associato Geotechnical Services
Sede legale Via Luccoli, 17 – 16123 Genova
Ufficio Via Passo Buole 3° - 16152 Genova
C.F. – P.IVA 02656560105
Tel. +390106506670 – Fax +390106591896
e-mail: geotecbaracco@gmail.com – geotecmine@gmail.com

Parametri sismici					
		SLE		SLU	
		SLO	SLD	SLV	SLC
Cat.suolo		C			
Classe uso		III			
V_N	anni	50			
C_u		1,5			
V_R	anni	75			
P_{VR}	%	81	63	10	5
T_R	anni	45	75	712	1462
a_g	g	0,037	0,054	0,181	0,241
F_o		2,615	2,566	2,453	2,481
T_c	s	0,203	0,229	0,298	0,313
S_s		1,50	1,50	1,43	1,34
C_c		1,78	1,71	1,57	1,54
S_t		1,2			
a_{max}	m/s^2	0,000	0,000	0,000	0,000
β		0,200	0,200	0,240	0,280
kh		0,013	0,019	**0,075**	0,109
kv	±	0,007	0,01	0,037	0,054

Significato dei simboli	
V_N	vita nominale della struttura
C_u	coefficiente che dipende dalla classe d'uso
V_R	periodo di riferimento dell'azione sismica
P_{VR}	periodo di ritorno per la definizione dell'azione sismica
T_R	tempo di ritorno
a_g	accelerazione orizzontale di riferimento massima su suolo rigido (Cat. A)
F_o	fattore di amplificazione spettrale massima su suolo rigido
T_c	periodo conrrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro
S_s	coefficiente di amplificazione stratigrafica
C_c	coefficiente correttivo del periodo Tc
S_t	coefficiente di correzione topografica
a_{max}	accelerazione orizzontale massima attesa al sito
β	coeffciente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito
kh	coefficiente sismico orizzontale
kv	coefficiente sismico verticale

dffdd

TABELLA 5

Studio Associato Geotechnical Services
Sede legale Via Luccoli, 17 – 16123 Genova
Ufficio Via Passo Buole 3° - 16152 Genova
C.F. – P.IVA 02656560105
Tel. +390106506670 – Fax +390106591896
e-mail: geotecbaracco@gmail.com – geotecmine@gmail.com

5. ANALISI DI STABILITA' GLOBALE E LOCALI

5.1. PARAMETRIZZAZIONE DEI TERRENI AI FINI DELLE ANALISI DELLA STABILITÀ

5.1.1. Proprietà idrauliche

Per definire il modello di filtrazione è richiesto di attribuire a ciascun tipo di terreno un valore del coefficiente di permeabilità k. La permeabilità dei differenti strati di terreno è stata determinata mediante prove a gravità in foro (prova Lefranc). I risultati delle prove, condotte sia nel corso delle indagini 2010 sia 2011 per un totale di 9 prove, sono riepilogati nella **Tabella 3**

I valori medi sono i seguenti:

- detrito 1,60E-04m/s
- coltre 5,70E-06m/s
- argilliti alterate 4,80E-06m/s

La permeabilità è stata considerata isotropa (kh = kv), la scelta è giustificata dal composizione eterogenea dei geomateriali che non evidenziano particolari assetti giaciturali o strutturali.

5.1.2. Proprietà di resistenza al taglio

Le caratteristiche di resistenza meccanica dei terreni che formano il pendio sono state determinate mediante prove di taglio diretto consolidate - drenate, lente, nella scatola di Casagrande.
Sono state eseguite in totale 12 prove, sette delle quali nel corso delle prove sui campioni prelevati nel corso delle indagini 2010 e cinque sui campioni raccolti durante i sondaggi eseguiti nel 2011.

Studio Associato Geotechnical Services
Sede legale Via Luccoli, 17 – 16123 Genova
Ufficio Via Passo Buole 3° - 16152 Genova
C.F. – P.IVA 02656560105
Tel. +390106506670 – Fax +390106591896
e-mail: geotecbaracco@gmail.com – geotecmine@gmail.com

Le caratteristiche granulometriche non hanno consentito il prelievo di campioni indisturbati, pertanto le prove sono state eseguite su spezzoni di carota a sezione piena, utilizzando il "cuore" della carota che si può ritenere solo parzialmente disturbato.

Compatibilmente con le caratteristiche granulometriche delle carote disponibili si è cercato di selezionare i campioni in modo da coprire l'intervallo di profondità più ampio possibile.

I risultati delle prove di taglio sono riassunti di seguito:

Tipo di terreno	**Prof.(m)**	**ϕ'deg.)**	**c'(kPa)**	
Detrito	6,5	34,6	14,9	
Detrito	11,0	31,1	8,8	
Coltre	3,0	28,8	12,8	(campagna 2011)
Coltre	7,0	32,2	6,1	(campagna 2011)
Coltre	11,5	30,1	nulla	
Coltre	15,7	32,4	16,6	(campagna 2011)
Coltre	17,0	33	15	
Coltre	23,0	32,8	7,6	
Argilliti alt.	15,7	32,4	16,6	(campagna 2011)
Argilliti alt.	16,5	30,1	8,8	(campagna 2011)
Argilliti alt.	20,3	30,8	nulla	
Argilliti alt.	23	32.5	4	

I valori degli angoli di attrito effettivo ricavati dalle precedenti e dalle nuove prove sono sostanzialmente coerenti con la natura dei terreni, la loro curva granulometrica e il grado di plasticità, tipicamente non elevato, essendo praticamente sempre ben rappresentata la frazione sabbiosa.

Per attribuire i parametri di resistenza di calcolo si è fatto ricorso ad una semplice analisi statistica dei dati determinando con il programma KAPPAGEO vs.1.0, separatamente per la coltre e l'alterazione delle argilliti, il valore dell'angolo di attrito caratteristico. Dato il non elevato numero di valori disponibili (n <30) si è utilizzata la distribuzione di Student

La distribuzione dei valori della tangente di ϕ' è di tipo normale (si vedano le curve di distribuzione delle Figure 7 e 8) e fornisce i seguenti dati.

Studio Associato Geotechnical Services
Sede legale Via Luccoli, 17 – 16123 Genova
Ufficio Via Passo Buole 3° - 16152 Genova
C.F. – P.IVA 02656560105
Tel. +390106506670 – Fax +390106591896
e-mail: geotecbaracco@gmail.com – geotecmine@gmail.com

Terreni della coltre

$\tan\phi'_{medio} = 0.624$ $\phi'_{medio} =$ 32°
$\tan\phi'_{k} = 0.589$ $\phi'_{k} =$ 30.5
Deviazione standard = 2.05

Al valore della tangente di ϕ'_k è stato applicato il coefficiente parziale $\gamma_{\phi'}$ di 1.25 come previsto dalle NTC, il valore operativo di ϕ'_k è quindi di 25.2° (tan30.5°/1.25 = 0.471 = 25.2°)

Argilliti e argilloscisti alterati

$\tan\phi'_{medio} = 0.609$ $\phi'_{medio} =$ 31.3°
$\tan\phi'_{k} = 0.586$ $\phi'_{k} =$ 30.4°
Deviazione standard = 1.07

Al valore della tangente di ϕ'_k è stato applicato il coefficiente parziale γ_{ϕ} di 1.25 come previsto dalle NTC, il valore operativo di ϕ'_k è quindi di 25.1° (tan30.4°/1.25 = 0.469 = 25.1°)

Per valutare la sensitività del Fattore di Sicurezza al variare del valore di ϕ' si determina l'intervallo di variabilità di ϕ' rispetto al valore caratteristico, ovvero si stabilisce la "distanza" dei valori di ϕ'_{min} e ϕ'_{max} dal valore caratteristico, se si vuole accettare il rischio che statisticamente solo circa l'1% dei valori di ϕ' sia inferiore al valore minimo, allora:

$\phi'_{kmin} = \phi'_{k} - 3sd$ e,
$\phi'_{k\,max} = \phi'_{k} + 3sd$

Applicata questa regola ai materiali in esame si ottengono i seguenti intervalli

Terreni della coltre

$\phi'_{kmin} = \phi'_{kmin} - 3sd$ = 25.2° - 6.15° = 19,05°
$\phi'_{k\,max} = \phi'_{k\,max} + 3sd$ = 25.2° + 6,15° = 31,4°

Studio Associato Geotechnical Services
Sede legale Via Luccoli, 17 – 16123 Genova
Ufficio Via Passo Buole 3° - 16152 Genova
C.F. – P.IVA 02656560105
Tel. +390106506670 – Fax +390106591896
e-mail: geotecbaracco@gmail.com – geotecmine@gmail.com

Argilliti alterate

$\phi'_{k\ min} = \phi'_{k\ min} - 3sd$ $= 25.1° - 3,1°$ $= 21,9°$

$\phi'_{k\ max} = \phi'_{k\ max} + 3sd$ $= 25.1° + 3,1°$ $= 28,2°$

Studio Associato Geotechnical Services
Sede legale Via Luccoli, 17 – 16123 Genova
Ufficio Via Passo Buole 3° - 16152 Genova
C.F. – P.IVA 02656560105
Tel. +390106506670 – Fax +390106591896
e-mail: geotecbaracco@gmail.com – geotecmine@gmail.com

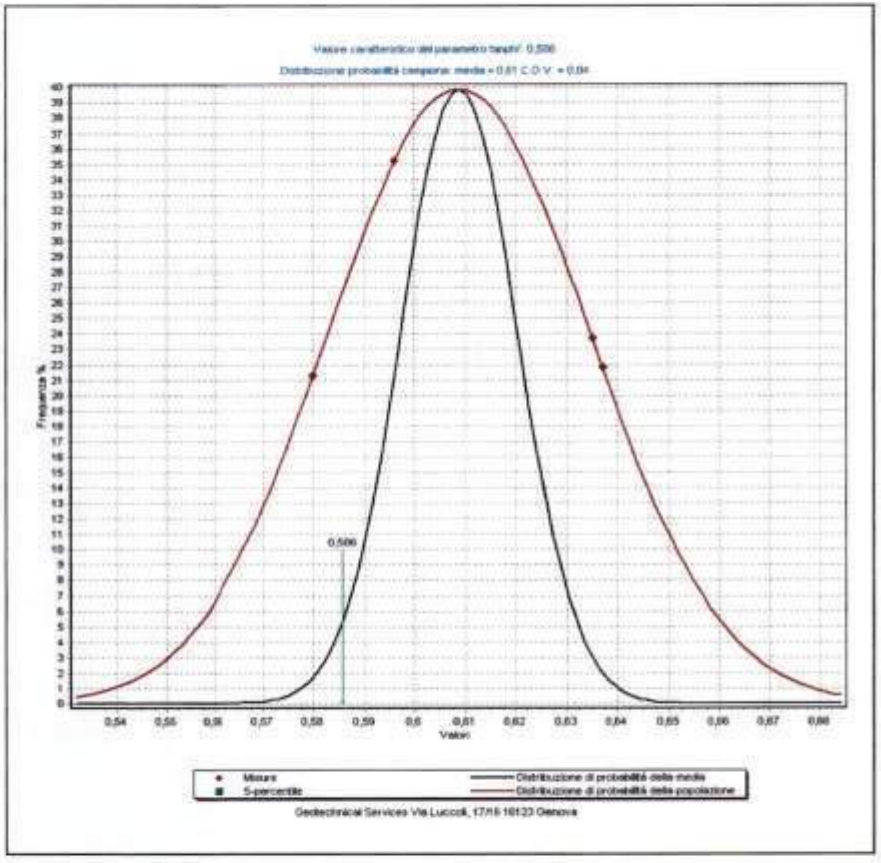


FIGURA 7 - Distribuzione angolo di attrito eff. delle argilliti totalmente alterate

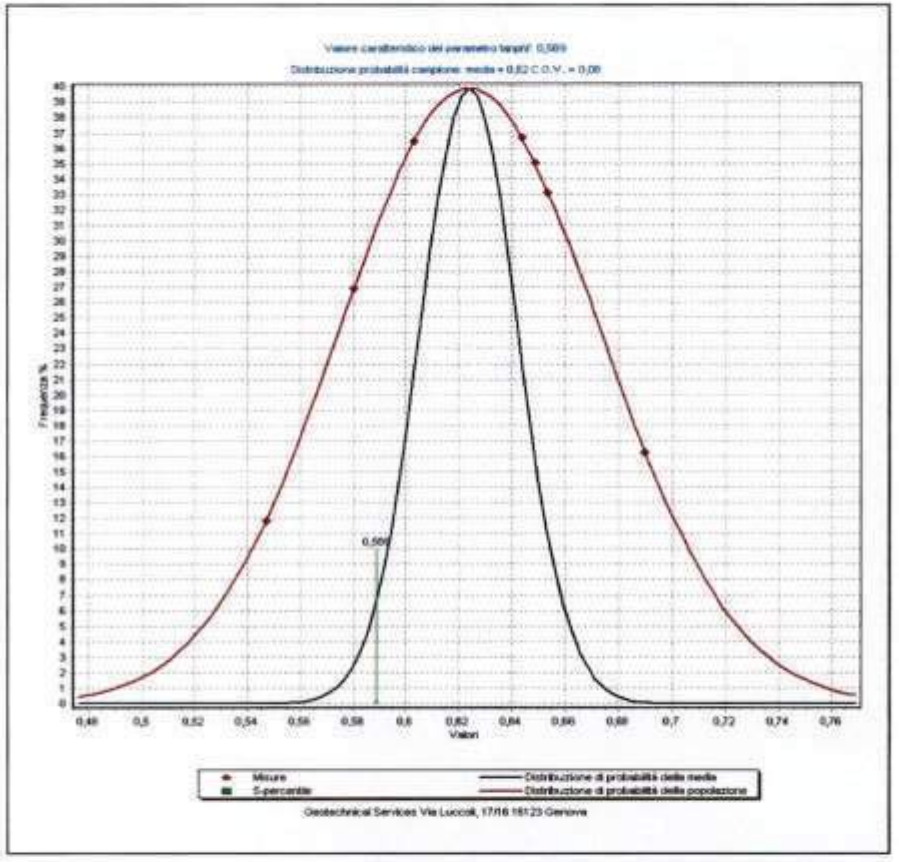


FIGURA 8 -Distribuzione angolo di attrito eff, terreni di coltre

Studio Associato Geotechnical Services
Sede legale Via Luccoli, 17 – 16123 Genova
Ufficio Via Passo Buole 3° - 16152 Genova
C.F. – P.IVA 02656560105
Tel. +390106506670 – Fax +390106591896
e-mail: geotecbaracco@gmail.com – geotecmine@gmail.com

5.2. CONDIZIONI DI CALCOLO

Le analisi sono state eseguite utilizzando il codice SLIDE vs. 5.044 (Rocscience, 2010) può effettuare l'analisi utilizzando differenti metodi che applicano il criterio dell'equilibrio limite: nello specifico si sono utilizzati il metodo di Bishop semplificato, il metodo di Janbu corretto e il metodo General Limit Equilibrium (GLE) / Morgenstern-Price (questo ultimo tiene in conto anche della risultante delle forze che si generano tra i conci) In SLIDE è inoltre possibile modellare il flusso bidimensionale dell'acqua nel sottosuolo mediante la routine a elementi finiti "Groundwater" inserita nel programma.

Dopo aver impostato il modello stratigrafico, inserito i parametri fisici, di resistenza e idraulici si effettua l'analisi di filtrazione che viene utilizzata automaticamente per l'analisi di stabilità.

Per la ricerca della superficie critica si è utilizzato il metodo dei "blocchi" mediante il quale è possibile "forzare" le superfici entro uno "strato" delimitato dalla geometria dei blocchi distribuiti lungo il pendio in modo da includere quelle che si ritengono essere le condizioni più critiche nei riguardi della stabilità, strato che nel caso in esame include il contatto tra coltre e argilliti alterate.

Nelle schede che seguono sono riportati gli input generali forniti al programma, le impostazioni delle analisi

Studio Associato Geotechnical Services
Sede legale Via Luccoli, 17 – 16123 Genova
Ufficio Via Passo Buole 3° - 16152 Genova
C.F. – P.IVA 02656560105
Tel. +390106506670 – Fax +390106591896
e-mail: geotecbaracco@gmail.com – geotecmine@gmail.com

Slide Analysis Information

Project Settings

Project Title: SLIDE - PHASE
Failure Direction: Right to Left
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m3
Groundwater Method: Finite Element Analysis
Tolerance (groundwater): 0.0001
Maximum number of iterations (groundwater): 2000
Data Output: Standard
Calculate Excess Pore Pressure: Off
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: On
Random Numbers: Pseudo-random Seed
Random Number Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified
GLE/Morgenstern-Price with interslice force function: Half Sine
Janbu corrected

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Non-Circular Block Search
Number of Surfaces: 1000
Pseudo-Random Surfaces: Enabled
Convex Surfaces Only: Disabled
Left Projection Angle (Start Angle): 135
Left Projection Angle (End Angle): 170
Right Projection Angle (Start Angle): 60
Right Projection Angle (End Angle): 30
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.075

Studio Associato Geotechnical Services
Sede legale Via Luccoli, 17 – 16123 Genova
Ufficio Via Passo Buole 3° - 16152 Genova
C.F. – P.IVA 02656560105
Tel. +390106506670 – Fax +390106591896
e-mail: geotecbaracco@gmail.com – geotecmine@gmail.com

Groundwater Analysis

Maximum Number of Iterations: 2000
Iteration Tolerance: 0.0001
Mesh Element Type: 3 noded triangles
Number of Elements: 1290
Number of Nodes: 710

Material Properties (Hydraulic)

Material: DETRITO
Ks: 1,6e-004
K2/K1: 1
K Angle: 0
Model: Simple

Material: COLTRE
Ks: 5.7e-006
K2/K1: 1
K Angle: 0
Model: Simple

Material: ARGILLITI ALTERATE.
Ks: 4.8e-006
K2/K1: 1
K Angle: 0
Model: Simple

Material Properties (Geotechnical)

Material: DETRITO
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 22 kN/m3
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 25.4 degrees
Unsaturated Shear Strength Angle: 0 degrees
Air Entry Value: 0 kPa

Material: COLTRE
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m3
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 25.2 degrees
Unsaturated Shear Strength Angle: 0 degrees
Air Entry Value: 0 kPa

Material: ARGILLITI ALTERATE.
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 22 kN/m3
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 25,1 degrees
Unsaturated Shear Strength Angle: 0 degrees
Air Entry Value: 0 kPa

Studio Associato Geotechnical Services
Sede legale Via Luccoli, 17 – 16123 Genova
Ufficio Via Passo Buole 3° - 16152 Genova
C.F. – P.IVA 02656560105
Tel. +390106506670 – Fax +390106591896
e-mail: geotecbaracco@gmail.com – geotecmine@gmail.com

Probabilistic Analysis Input

Project Settings
Sensitivity Analysis: On
Probabilistic Analysis: On
Sampling Method: Monte-Carlo
Number of Samples: 1000
Analysis Type: Global Minimum

Material: DETRITO
Property: Phi
Distribution: Normal
Minimum: 19,05 (relative minimum: 6,15)
Mean: 25.2
Maximum: 31,4 (relative maximum: 6,15)
Standard Deviation: 2,05

Material: COLTRE
Property: Phi
Distribution: Normal
Minimum: 19,05 (relative minimum: 6,15)
Mean: 25.2
Maximum: 31,4 (relative maximum: 6,15)
Standard Deviation: 2,05

Material: ARGILLITI ALT.
Property: Phi
Distribution: Normal
Minimum: 21,9 (relative minimum: 3,2)
Mean: 25,1
Maximum: 28,3 (relative maximum: 3,2)
Standard Deviation: 1,07

Studio Associato Geotechnical Services
Sede legale Via Luccoli, 17 – 16123 Genova
Ufficio Via Passo Buole 3° - 16152 Genova
C.F. – P.IVA 02656560105
Tel. +390106506670 – Fax +390106591896
e-mail: geotecbaracco@gmail.com – geotecmine@gmail.com

List of All Coordinates

Material Boundary

0.000	75.660
12.500	77.400
118.000	99.700
153.000	108.600
193.500	122.150
232.500	132.500
245.000	137.180
250.160	140.000

Material Boundary

0.000	73.000
103.000	89.300
153.000	97.400
310.660	136.400
379.000	159.500
477.500	178.000
579.600	214.700
588.560	217.200

External Boundary

588.560	50.000
588.560	217.200
588.560	218.950
570.560	218.000
566.160	215.000
546.160	205.000
526.760	200.000
515.260	195.000
495.260	189.000
484.760	185.000
476.860	181.000
455.860	179.000
421.760	178.000
394.760	175.000
379.060	170.000
371.600	169.200
368.460	169.200
328.460	165.000
312.460	157.800
308.860	157.390
293.160	150.000
274.160	142.000
250.160	140.000
230.660	135.000
208.360	132.500
174.360	131.500
167.860	130.000
155.860	122.500
143.360	120.000
131.560	115.000
126.060	112.500
65.060	111.500
.... 62.160	110.000

Studio Associato Geotechnical Services
Sede legale Via Luccoli, 17 – 16123 Genova
Ufficio Via Passo Buole 3° - 16152 Genova
C.F. – P.IVA 02656560105
Tel. +390106506670 – Fax +390106591896
e-mail: geotecbaracco@gmail.com – geotecmine@gmail.com

54.760	105.500
42.500	100.500
41.500	100.000
12.500	82.000
0.000	80.500
0.000	75.660
0.000	73.000
0.000	50.000

Focus/Block Search Window

33.155	76.830
33.498	80.222
14.883	76.343
15.206	73.488

Focus/Block Search Window

115.307	89.821
115.352	93.082
94.543	89.154
94.365	85.943

Focus/Block Search Window

177.936	101.244
177.763	105.722
158.373	99.686
158.378	95.473

Focus/Block Search Window

275.995	124.608
276.151	132.364
250.089	125.539
250.244	118.868

Focus/Block Search Window

386.105	159.003
386.105	163.502
368.730	158.693
368.420	154.039

Focus/Block Search Window

570.758	207.523
570.301	214.378
554.780	207.833
554.935	203.180

Focus/Block Search Window

490.196	179.181
489.879	183.945
465.266	177.911
465.266	173.147

Studio Associato Geotechnical Services
Sede legale Via Luccoli, 17 – 16123 Genova
Ufficio Via Passo Buole 3° - 16152 Genova
C.F. – P.IVA 02656560105
Tel. +390106506670 – Fax +390106591896
e-mail: geotecbaracco@gmail.com – geotecmine@gmail.com

5.3. RISULTATI DELLE ANALISI GLOBALI

Le analisi globali hanno preso in considerazione l'intero pendio che si sviluppa tra la quota 80m e la quota 218m. L'analisi è stata ripetuta in presenza di sisma. I Fattori di Sicurezza calcolati con i tre metodi ricordati, sono sempre superiori a 1,4 e scendono a valori di poco superiori all'unità in caso di sisma.

L'analisi di sensitività mostra che il valore di FdS si mantiene sempre al disopra dell'unità anche per valori di ϕ' al limite inferiore dell'intervallo di variabilità dell'angolo di attrito (si veda la scheda grafica 6, **Allegato D-1**)

A scopo speculativo si è voluta esaminare la condizione ipotetica del versante "svuotato" del corpo di detrito, ovvero nelle sue condizioni naturali. In questo caso è evidente come l'ammasso detritico, che costituisce una berma di contrasto sulla la parte medio – bassa del versante abbia svolto una significativa funzione stabilizzatrice della coltre, infatti l'analisi in queste condizioni porta a calcolare valori del FdS inferiori, mediamente, del 21% rispetto alle condizioni attuali. (si vedano le schede 4B e 4C dell'**Allegato D-1**).

Gli elaborati grafici delle analisi sono presentati **Allegato D-1**

5.4. RISULTATI DELLE ANALISI LOCALI

In un secondo gruppo di analisi si è passati a valutare le condizioni di stabilità relative a 5 distinte parti di versante, sono stati applicati i medesimi criteri utilizzati per la verifica globale: Tutte le analisi indicano assenza di condizioni critiche, con l'eccezione dell'analisi 5 prende in considerazione il tratto di pendio compreso tra le quote 140m e 170m, che evidenzia FdS inferiori all'unità in presenza di sisma: per questo caso saranno valutati e dimensionati i necessari interventi atti a migliorare le condizioni di stabilità. In linea di massima si ritiene di intervenire con canne drenanti suborizzontali e con la realizzazione di blocchi di contenimento in terra armata.

I risultati delle analisi, globali e locali sono riassunti nella **Tabella 6** che segue
Gli elaborati grafici di questa serie di analisi sono presentati nell'**Allegato D-2**

Studio Associato Geotechnical Services
Sede legale Via Luccoli, 17 – 16123 Genova
Ufficio Via Passo Buole 3° - 16152 Genova
C.F. – P.IVA 02656560105
Tel. +390106506670 – Fax +390106591896
e-mail: geotecbaracco@gmail.com – geotecmine@gmail.com

TABELLA 6					
QUADRO RIEPILOGATIVO DEI RISULTATI DELLE ANALISI DI STABILITA'					
Tipo di analisi	Intervallo di analisi		Fattori di Sicurezza		
	quote iniz.	quote fin.	Bishop	Janbu cor.	GLE
Tuttto il pendio	80,5-111,5	180,5-218	1,456	1,453	1,446
c.s. con sisma	c.s.	c.s.	1,072	1,068	1,063
Parziale-0	c.s.	131,5-135	1.600	1,593	1,578
Parziale-1	c.s.	170-181	1,461	1,453	1,447
Parziale-2	c.s.	165-170	1,395	1,377	1,37
Parziale-3	c.s.	140-142	1,515	1,5	1,496
Parziale-4	c.s.	130-140	1,541	1,525	1,515
Parziale-5	140-142	165-170	1,117	1,104	1,191
Parziale-5+sisma	c.s.	c.s.	0,882	0,866	0,943
Tuttto il pendio scaricato del detrito	80,5-111,5	180,5-218	1,14	1,152	1,145

Studio Associato Geotechnical Services
Sede legale Via Luccoli, 17 – 16123 Genova
Ufficio Via Passo Buole 3° - 16152 Genova
C.F. – P.IVA 02656560105
Tel. +390106506670 – Fax +390106591896
e-mail: geotecbaracco@gmail.com – geotecmine@gmail.com

6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il risultato complessivo di questo studio, articolato sui vari aspetti che giocano un ruolo importante sull'assetto del versante può essere sintetizzato affermando che non esistono elementi, geomorfologici e geotecnici, che conducano concretamente ad immaginare scenari di rischio per il versante in esame e, quindi, ostativi nei riguardi della realizzazione della nuova unità produttiva della PHASE. Anche il presunto limite, anche normativo, dell'interferenza dell'edificio B1 con una sottilissima porzione del piede della cosiddetta "frana quiescente" si è dimostrato confutabile a seguito di un dettagliato rilievo e di una esplorazione visuale diretta della tipologia di materiali presenti in quella striscia, materiali che si evidenziano come una miscela di terreno naturale e materiale detritico di chiara origine antropica. E' evidente che la sovrapposizione in questione è sostanzialmente dovuta all'impossibilità di riportare, e interpretare, un preciso tracciamento della demarcazione del limite inferiore della coltre, e quindi del supposto corpo di frana quiescente, alla scala della carta del PDB.

E' peraltro certo che tutte le situazioni locali che presentano aspetti al limite della criticità (vedi settore 5 del versante, per le sole condizioni sismiche) saranno valutate con la massima attenzione e scrupolosità al fine di progettare le necessarie opere di presidio e sistemazione. Si sottolinea, inoltre, che un intervento di riordino e razionalizzazione del reticolo idrografico presente sul versante è già stato progettato ed approvato e costituisce un primo importante passo nella direzione di una definitiva messa in sicurezza idrogeologica dell'area.

Genova, 5 agosto 2011

Dr.Geol. Carlo Baracco



Studio Associato Geotechnical Services
Sede legale Via Luccoli, 17 – 16123 Genova
Ufficio Via Passo Buole 3° - 16152 Genova
C.F. – P.IVA 02656560105
Tel. +390106506670 – Fax +390106591896
e-mail: geotecbaracco@gmail.com – geotecmine@gmail.com

ITEC engineering

19038 SARZANA (LA SPEZIA)
Via Enzo, 136c
TEL. +39 0187 610552 • FAX +39 0187 610775

16129 GENOVA
Via Antonio Cecchi, 7/9
TEL. +39 010 3509680 • FAX +39 010 5848566

PHASE
MOTION CONTROL

PHASE MOTION CONTROL
Via Adamoli, 461 - 16141 Genova

Titolo :

SISTEMAZIONE IDROGEOLOGICA EX-DISCARICA IN LOCALITA' CASTAGNELLO BRUMA' - GENOVA



Oggetto:

RELAZIONE GEOLOGICA

Livello di progetto

DEFINITIVO

data:
luglio 2009

Firme

ORDINE INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI GENOVA
Dott. Ing.
PIETRO
MISURALE
5390

ORDINE INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI GENOVA
Dott. Ing.
DOMENICO
ROCCA

CODICE PROGETTO:
21-08
NOME FILE:

Rev.	Data	Modifiche / Revisioni	Redatto	Controllato	Revisionato	Approvato
0	luglio 2009	PRIMA EMISSIONE	Ing. M. Ivaldi Cherchi -	Ing. P. Misurale	Ing. D. Rocca	Ing. P. Misurale
0	-	-	- -	-	-	-
0	-	-	- -	-	-	-
0	-	-	- -	-	-	-

E' vietata a norma di legge la riproduzione, anche parziale, non autorizzata di questo documento.

Studio di Geologia
Dott.ssa ELISABETTA BARBORO
Geologo Consulente ambientale
Pianificazione Territoriale
Viale F.Gambaro 19/3 –16146 Genova
Tel. 010/310.370
e.mail ebarboro@libero.it

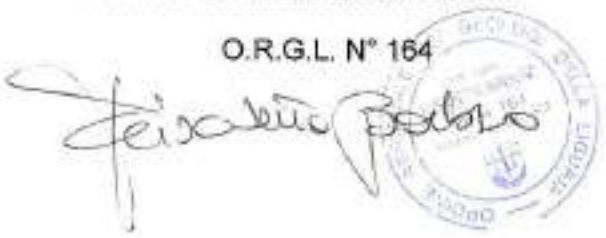
COMUNE DI GENOVA

SISTEMAZIONE IDROGEOLOGICA DELL'EX-DISCARICA IN LOCALITA' CASTAGNELLO- BRUMA' IN GENOVA MOLASSANA

Committente: PHASE MOTION CONTROL

RELAZIONE GEOLOGICA

Dott.ssa Geol. Elisabetta Barboro
O.R.G.L. N° 164



rif.56/2008

Genova, 31.07.2009

RELAZIONE GEOLOGICA RELATIVA ALLA SISTEMAZIONE IDROGEOLOGICA DELL'EX-DISCARICA IN LOCALITA' CASTAGNELLO- BRUMA' IN GENOVA MOLASSANA

PREMESSA

La scrivente ha ricevuto incarico dalla Società Phase Motion Control di eseguire studi specifici di carattere geologico ed idrogeologico dell'area situata in località Brumà in Genova-Molassana, al fine di verificare gli interventi atti alla riqualificazione e sistemazione idrogeologica della stessa.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Decreto Ministeriale 14.01.2008 Testo Unitario –Norme Tecniche per le Costruzioni
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Istreuzioni per l'applicazione dell "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M.14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Pericolosità sismica e Criteri per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n.36 del 27.07.2007
- Eurocodice 8 (1988)
- Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture- Parte 5: Fondazioni , strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)
- Eurocodice 7.1 (1997) -Progettazione geotecnica – Parte I : Regile Generali. – UNI
- Eurocodice 7.2 (2002) –Progettazione geotecnica- Parte II : Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI
- Eurocodice 7.3 (2002) –Progettazione geotecnica- Parte II : Progettazione assistita con prove in sito (2002). UNI
- Piano di Bacino del T Bisagno
- L.R. n.4/99 ed annesse circolari regionali emanate a riguardo
- PUC di Genova "Norme Geologiche di Attuazione" approvato nel 2000 con il Decreto del Presidente della Giunta Regionale n. 44

VINCOLI DI CARATTERE GEOLOGICI A CUI È SOTTOPOSTA L'AREA BRUMÀ

L'area in esame è sottoposta alle seguenti leggi e norme di carattere geologico ed idrogeologico:

-**Piano stralcio del T.Bisagno** redatto ai sensi dellart.17 comma 6 ter della Legge 18/5/1989 n.183, approvato con Delibera del Consiglio Provinciale di Genova n°62 del 4/12/2001

-**Vincolo per scopi idrogeologici** ai sensi della L.R. n.4/99 ed annesse circolari regionali emanate a riguardo

-**Piano Urbanistico Comunale** redatto ai sensi della L.R.n°36/97 ed approvato con Delibera del Consiglio Comunale n.44/2000.

Di seguito verranno fornite le relative norme nel dettaglio finalizzate all'utilizzo dell'area.

Per quanto riguarda il **Piano stralcio del T.Bisagno** l'area in esame, allo stato attuale, ricade nella zona classificata VI, versante insediato, a regime di modificabilità del tipo A, per la parte più in basso, dal primo gradone del riempimento fino al fondovalle, ed in zona VNI, versante non insediato, a regime di mantenimento del tipo A, per la parte più in quota, dal secondo gradone fin alla quota di spartiacque del bacino del Rio Brumà.(vedi cartografia allegata)

La normativa delle zone **VNI-MA tipo A** riporta all'art.16 quanto segue:

a)Interventi non compatibili sul suolo naturale:

a1)Intervento che richiedano sbancamenti e riporti che modifichino negativamente la configurazione morfologica esistente, compromettendo la stabilità dei versanti ed incidano sul territorio producendone l'erosione, il dilavamento e/o l'impermeabilizzazione

a5)interventi di qualunque tipo nelle aree a pericolosità alta e molto alta se non a seguito di approfondite indagini specifiche di dettaglio.

c) Norme inerenti l'insediamento, interventi non compatibili:

c1a) nuove edificazioni e sopraelevazioni dell'esistente non finalizzate al risanamento igienico-sanitario o all'adeguamento a normative esistenti

c1e) interventi edilizi e sistemazioni superficiali di aree nelle zone a maggiore attenzione non corredate da appositi studi e perizie geologiche, geomorfologiche e geologico-tecniche che attestino la coerenza tra le soluzioni progettuali previste e le condizioni puntuali e generali di stabilità dei versanti e di carico ammissibile.

La motivazione più cogente per cui questa porzione di territorio del Bacino del T.Bisagno è stata normata in modo così restrittiva sono le non bune condizioni idrogeologiche in cui versa il T.Brumà e per le in-complete sistemazioni idrauliche a corredo del riempimento in oggetto. Infatti nel programma degli interventi da attuarsi, sotto il profilo di tutela idrogeologica, nell'ambito del bacino del T Bisagno, per l'area Brumà, sono previste opere di corretta regimazione delle acque.

La normativa delle zone **VI-MO tipo A** riporta all'art.17 quanto segue:

a)Interventi non compatibili sul suolo naturale:

a1)Intervento che richiedano sbancamenti e riporti che modifichino negativamente la configurazione morfologica esistente, compromettendo la stabilità dei versanti ed incidano sul territorio producendone l'erosione, il dilavamento e/o l'impermeabilizzazione

c) Norme inerenti l'insediamento, interventi non compatibili:

c2a)nuove costruzioni ed interventi sul patrimonio edilizio esistente e sue pertinenze con incremento dell'impermeabilizzazione complessiva superiore a tre volte la superficie coperta ed, in ogni caso, al 30% della superficie fondiaria disponibile netta, dovendosi intendere per aree disponibili in possesso del richiedente non ancora edificate e impermeabilizzate, sulle quali è previsto l'intervento in progetto, immediatamente prospicienti lo stesso, senza soluzioni di continuità e facenti parte dello stesso bacino idrografico.

Nella **Tav. 20 Carta degli interventi**, cartografia del Piano di Bacino del Bisagno, l'area in esame è stata rilevata come intervento di attuazione del Piano; inoltre nel fascicolo 3 capitolo 9 modulo H "programmi di attuazione del Piano" negli interventi sui versanti al punto 10 viene riportato " Bonifica idrogeologica e regimazione delle acque superficiali in località Castagnello".

E' importate sottolineare che è in fase di approvazione da parte della Provincia di Genova e successivamente della Regione Liguria, la richiesta, inoltrata dalla Società Phase Motion Control, di inserimento dell'intero corpo dell'ex-discarica di inerti nella classe di normativa di Piano di Bacino del T.Bisagno in CV "Cave, discariche e riempimenti".

L'art. 22 comma f) riporta: a conclusione delle opere di sistemazione a riqualificazione di aree in oggi interessate dalla coltivazione o dismesse le stesse non ricadranno più nella zona CV e pertanto non saranno più soggette a tale normativa specifica, previo parere del Comitato Tecnico Provinciale che definirà anche la nuova indicazione di ambito."

Per quanto riguarda il **Piano Urbanistico Comunale** l'intera zona in oggetto è classificata come zona E "Aree allo stato attuale interdette" poiché le condizioni rilevate pongono in evidenza problematiche geologiche in atto o latenti di presunta gravità, per tendenza evolutiva veloce, per imprevedibilità di sviluppo, o per la dimensione delle aree coinvolte ed in generale per le specifiche tendenze evolutive di carattere geomorfologico ed idrogeologico manifestatamente negative.

Tale normativa allo stato attuale non permette nuove edificazioni; solo tramite accurati e specifici studi geologici si potrà dimostrare l'effettiva vocazione e recettività del lotto in esame.

Ai sensi delle norme sopracitate è stato predisposto un'accurato studio e conseguente progettazione per la riqualificazione sistemazione idrologica ed idrogeologica dell'ex-discarica di inerti in località Bruma.

STATO DEI LUOGHI

La zona d'intervento è ubicata in sponda idrografica di sinistra del T.Bisagno, nella parte di mezzacosta del versante denominato Camporotondo. Il fianco vallivo si presenta nelle sue parti di fondovalle urbanizzato sia da insediamenti sparsi abitativi che da insediamenti prettamente produttivi.

L'elemento morfologico dominante è determinato dalla piana fluviale del T.Bisagno caratterizzata da depositi alluvionali recenti ed antichi. I depositi sono costituiti da ghiaie e sabbie grossolane, costituenti l'apporto solido del bacino del T.Bisagno e da alcuni suoi tributari di sinistra.

La piana si raccorda con i versanti con una falda detritica, debolmente inclinata, costituente una frangia pedemontana di detrito colluviale frammista a matrice alluvionale, in molti tratti tale accumulo è stato totalmente modellato e risistemato dagli interventi antropici.

I versanti a monte appaiono non radicalmente mutati rispetto all'originario assetto morfologico che li caratterizzava; infatti la condizione geomorfologica della zona è un po' particolare in quanto, oltre alle forti pendenze medie dei versanti e degli alvei torrentizi, la presenza di due soli litotipi con diverso comportamento all'erosione, quali le argilliti ed i calcari marnosi, dà luogo ad una accentuata discontinuità morfologica, con profili trasversali alla valle sempre asimmetrici.

Infatti la zona in oggetto è costituita da un grosso lembo di terreno argillitico caratterizzata da pendii con pendenze modeste, linee morbide ed arrotondate, i quali spesso sono mascherati dall'attività antropica di costruzione che dall'attività agricola; infatti sono frequenti le sistemazioni a terrazzamento costituite da ristette spianate sostenute e valle da muri a secco o scarpate terrose.

A sud di tale placca si stagliano, fino a quote elevate, costoloni perpendicolari in roccia affiorante mostrando quindi fianchi vallivi molto ripidi e soggetto a fenomeni intesi di erosione.

Frequentemente a cavallo dei due settori, con tendenza ad invadere il settore di affioramento delle argilliti si trova la fascia detritico-pedemontana, avente caratteristica di cono detritico. Gli spessori di tale copertura variano da zona a zona indipendenza delle modalità di accumulo e della precedente morfologia del substrato roccioso.

L'immagine complessiva morfologica del comprensorio esaminato è caratterizzato da tre ambienti nettamente distinti, da una fascia intermedia netta e da una meno definita, da un'ambiente artificiale, nonché da presenza edilizi e antropizzazioni minori.

Il primo ambiente è quello morfologicamente più alto, compreso tra i 560 e 380 mt delle vette della cresta M.Poggiasco-Forte Ratti e della cresta M.Crocetta-M.te Croce, tra loro separate dalla marcata sella di San Eusebio e le prime rotture di pendio, variabili tra i 250-200 mt di quota ai piedi della prima cresta. Si tratta di un paesaggio aspro, con pendenze dei versanti estremamente elevate, geologicamente caratterizzato dalla presenza di litotipi tenaci delle Formazione dei Calcari del M,te Antola e determinato dalla giacitura degli strati e dai principali sistemi di frattura. Questo sttore non viene interessato dal comparto esaminato, ma è determinante per le successive analisi.

Il secondo ambiente, nel quale si sviluppa l'area in esame, è caratterizzato da estrema variabilità di assetto morfologico, da numeroso rotture di pendio e pesino da locali contropendenze, da valori medi e complessivi dell'inclinazione del pendio oggettivamente modesti, accompagnati da improvvisi spaccati, nei quali il pendio assume assetto prossimo alla verticale. E' l'ambiente caratterizzato dalla presenza delle rocce argillitiche della Formazione delle Argilliti di Montoggio; qui, oltre che litologico, il controllo è anche tettonico-strutturale per quanto riguarda il reticolo idrografico principale e geomorfologico per quanto riguarda il reticolo idrografico minore.

All'interno di tale ambiente si può notare una forma antropica ben distinta, attribuita ad una passata discarica di inerti, la quale ha interessato parte della valle del Rio Brumà sia dopo la confluen-

za in questo dell'affluente di sinistra sia a monte della stessa confluenza, con espansione sia a valle del Brumà stesse sia del suo minore affluente. Il corpo artificiale di inerti si sviluppa su due ampi gradoni, di cui il più esteso è posto a quota sui 110 mt ed il secondo a quota 135. spezzati da una strada sterrata che fornisce l'accesso non solo ai due gradoni ma anche ad insediamenti rurali sparsi.

Il terzo ambiente è quello della piana alluvionale laterale di fondovalle del T.Bisagno. Si tratta di una fascia piuttosto stretta, di alluvioni terrazzate, compresa tra i piedi delle colline e l'attuale letto del T.Bisagno, caratterizzata dalla massiccia antropizzazione e delle conseguenti alterazioni rispetto allo stato originario

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'indagine geologica di dettaglio eseguita sul territorio in esame ha evidenziato le seguenti informazioni sulle condizioni litologiche dall'area investigata.

L'ossatura geologica del versante idrografico di sinistro del bacino del T.Bisagno, e quindi della parte alta della zona in oggetto, è impostata prevalentemente su terreni di età cretacea medio-superiore appartenenti alle seguenti formazioni costituita delle Argilliti di Montoggio e da terreni sedimentari appartenenti alla falda del "Flysch ad Helmintoidi del M.te Antola", nota in cartografia al termine di Formazione dei Calcari del M.te Antola.

Nel complesso si tratta di una serie di terreni a litofacies diversificate, se analizzate nel dettaglio, ma globalmente abbastanza uniformi, se si considerano le alternanze e le convergenze possibili fra i vari tipi litologici; essi comunque corrispondono tutti ad un identico processo genetico, sedimentazione di tipo flyscioide, da cui derivano sia i termini totalmente argillosi, sia termini calcarei ed arenacei nelle varia combinazioni percentuali.

Le Argilliti di Montoggio sono composte da argilliti nere, galestrine, fortemente manganesifere, con siltiti ed areniti tenaci, con sporadiche intercalazioni di sottili straterelli quarzitici, se non alterate risultano scheggiose. Considerata la forte componente argillosa presente in questi litotipi tale formazione è particolarmente soggetta all'alterazione chimico-fisica degli agenti esogeni.

Si sono rilevati alcuni e ristretti affioramenti lungo i sentieri all'interno della vallata del Brumà, dai quali è emersa la presenza di argilliti lamellari e scagliose nerastre, soggette da una fissilità pervasiva e con gli strati ripiegati., arenarie quarzose a grana medio-fine compatte. Gli affioramenti si distribuiscono sui contraforti laterali al Rio Brumà, convalidando la perimetrazione dell'accumulo di paloefrana.

La giacitura è variabile con prevalenza a reggipoggio con inclinazioni variabili degli strati.

Nei comparti non rilevati, la loro presenza a substrato argillititico è dedotta dalla morfologia dei versanti, i quali perdono decisamente pendenza. Altra traccia inequivocabile è la presenza di acque e zone di impregnazione, infatti si sono rilevati molti pozzi per acque, in corrispondenza dei salti di pendenza.

Per quanto riguarda la formazione dei Calcari dell'Antola si tratta di una sequenza di età Terziaria (Eocene inf.-Paleocene) costituita da calcari marnosi grigi, calcareniti, marne calcaree talora ardesiache, con livelli di argilloscisti.

Sono di colore grigio se alterati e tendente al nero al taglio fresco, compatti, talora scistosi poiché passano a componenti più marnose, e costituiscono, nell'ambito della formazione, un complesso compatto e rigido che ha reagito agli eventi tettonici prevalentemente fratturandosi.

Appaiono interessati da sistemi di fratturazione, fino ad un massimo di tre, incrociati tra di loro ed ortogonali rispetto agli strati; le fratture sono beanti o spesso interessate da fenomeni di ricementazione calcitica. Tali sistemi di fratturazione possono indebolire l'originaria compattezza, isolando blocchi di dimensioni variabili, suscettibili di fenomeni locali di scivolamento.

A volte sono presenti tra uno strato e l'altro di calcare marnoso livelletti di argilloscisti, i quali rappresentano il termine più plastico dell'intera formazione e si presentano non di rado fittamente micropieghettati.

Le sequenze sedimentarie caratterizzano bancate di spessore variabile da alcuni decimetri fino a 3-4 mt. frequentemente deformate da pieghe polifasate.

Risalendo lungo la strada per ai Piani di S.Eusebio e lungo le parti più in vetta delle pendici del Monte Serra Lunga, si possono notare numerosi affioramenti di calcare marnoso con strati d ad immersione costante SW ed inclinazione a sui 60°.

In tale condizione strutturale assume importanza il fattore fratturazione: questa è presente in sistemi differenziati aventi tutti andamento perpendicolare rispetto ai piani di stratificazione e provoca situazioni di distacco in porzioni di strato.

Le coltri di copertura del versante possono essere distinte in:

a) coltri disposte lungo la zona di contatto tra i Calcari del Monte Antola e le Argilliti di Montoggio costituite da una matrice limo-argillosa in cui si trova caoticamente distribuito materiale detritico calcereo-marnoso di varia pezzatura;

b) coltri di tipo eluviale definite da argille limose di colore nocciola, con frammenti, scaglie e blocchi, localmente trovanti, di calcare marnoso grigio. Esse costituiscono orizzonti misti di accumulo di materiali provenienti dall'alterazione del substrato roccioso calcareo; sono in larga parte rimaneggiate dall'intervento antropico ed in particolare dall'attività agricola.

Gli spessori di questi ricoprimenti, nell'ambito dell'area d'intervento, sono rilevanti.

Mentre per le coltri derivanti da substrati argillitici, nell'area in esame, appaiono costituiti da una matrice argilloso-limosa, di colore grigio chiaro, con immersi abbondanti frammenti di argillite. Gli spessori per tali accumuli in questa zona sono notevoli.

c)Paleoaccumuli costituiti da antichi accumuli di materiale franato. A causa della loro genesi tali ammassi presentano granulometrie irregolari, alternando frammenti litoidi ad altri più fini.

ASSETTO TETTONICO E GEOSTRUTTURALE

Le formazioni geologiche sopra descritte formano un'unità litostratigrafica e tettonica posta in condizioni di complessiva sovrapposizione per scorrimenti sull'unità della Valpolcevera. Il trasporto tettonico si è verificato a livello della base fluidificante costituita dalla Argilliti di Montoggio, favorito dallo spiccato contrasto reologico tra il sovrastante membro calcareo ed il membro argilloso.

L'asseto giaciturale complessivo è dato, nell'area esaminata, da una struttura monoclinale debolmente immergente verso SSW, complicata nel dettaglio dalla presenza di sistemi di pieghe, perlopiù chiuse, a sviluppo metrico con assi variabili tra N-S e NW-SE. Condizioni giaciturali assai complesse si rivengono di frequente all'interno della formazione argillitica ed in corrispondenza dei maggiori sistemi disgiuntivi.

Lo studio aereofotointerpretativo ha verificato la presenza di estesi adunamenti di lineazioni tettoniche con carattere di faglie, coerenti con il campo delle fratture rilevate sul terreno. Si tratta di sistemi disgiuntivi sub-verticali, identificabili in almeno tre principali famiglie. Le più evidenti corrispondono a lineazioni ad andamento all'incirca N 40°-50° e N 130°. A cui se ne aggiunge un'altra con direzione N 80°-90°. Anche per questo tratto il contatto tra il Calcari del M.te Antola e le Argilliti di Montoggio appare in più punti variamente dislocato e tettonizzato e risulta a NW vistosamente ribassato da faglie dirette a rigetto crescente verso W, sulle quali si è impostato l'attuale corso del Rio Castagnello.

INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Le caratteristiche geomorfologiche sono direttamente correlate all'esistenza di litofacies fortemente disomogenee. Il passaggio tra le Argilliti di Montoggio ed i sottostanti Calcari del M.te Antola

è costantemente rimarcato da un0evidente rottura di pendio.

I versanti attestati sui litotitpi calcarei sono in grado di mantenere estese situazioni con pendenze accentuate. E' altresì evidente come le costolature morfologiche si sviluppano secondo l'andamento delle maggiori lineazioni tettoniche.

I versanti modellati nel substrato argillitico mostrano morfologie decisamente meno accentuate.

La zona d'intervento è ubicata in sponda idrografica di sinistra del T.Bisagno, nella parte di mezzacosta del versante denominato Camporotondo. Il fianco vallivo si presenta nelle sue parti di fondovalle urbanizzato sia da insediamenti sparsi abitativi che da insediamenti prettamente produttivi.

L'elemento morfologico dominante è determinato dalla piana fluviale del T.Bisagno caratterizzata da depositi alluvionali recenti ed antichi. I depositi sono costituiti da ghiaie e sabbie grossolane, costituenti l'apporto solido del bacino del T.Bisagno e da alcuni suoi tributari di sinistra.

La piana si raccorda con i versanti con una falda detritica, debolmente inclinata, costituente una frangia pedemontana di detrito colluviale frammista a matrice alluvionale, in molti tratti tale accumulo è stato totalmente modellato e risistemato dagli interventi antropici.

I versanti a monte appaiono non radicalmente mutati rispetto all'originario assetto morfologico che li caratterizzava; infatti la condizione geomorfologica della zona è un po' particolare in quanto, oltre alle forti pendenze medie dei versanti e degli alvei torrentizi, la presenza di due soli litotipi con diverso comportamento all'erosione, quali le argilliti ed i calcari marnosi, dà luogo ad una accentuata discontinuità morfologica, con profili trasversali alla valle sempre asimmetrici.

Infatti la zona in oggetto è costituita da un grosso lembo di terreno argillitico caratterizzata da pendii con pendenze modeste, linee morbide ed arrotondate, i quali spesso sono mascherati dall'attività antropica di costruzione che dall'attività agricola; infatti sono frequenti le sistemazioni a terrazzamento costituite da ristette spianate sostenute e valle da muri a secco o scarpate terrose.

A sud di tale placca si stagliano, fino a quote elevate, costoloni perpendicolari in roccia affiorante mostrando quindi fianchi vallivi molto ripidi e soggetto a fenomeni intesi di erosione.

Frequentemente a cavallo dei due settori, con tendenza ad invadere il settore di affioramento delle argilliti si trova la fascia detritico-pedemontana, avente caratteristica di cono detritico. Gli spessori di tale copertura variano da zona a zona indipendenza delle modalità di accumulo e della precedente morfologia del substrato roccioso.

All'interno del comparto esaminato si sono individuati due corpi di paleofrane quiescenti che hanno interessato la parte mediana ed alta della valle del rio Brumà.

Al di sopra della strada comunale per S.Esuebio è stata perimentrata una scaglia collassata quiescente, appartenete alla casistica nota in questo areale genovese, che tendono a verificarsi al contatto tra le placche calcaree rigide ed il loro complesso di base argillitico. Nel caso specifico il dissesto è sicuramente stato regolato in gran parte anche dalle linee disgiuntive a carattere di faglie regionali. Tale accumulo è derivante dal collasso in roccia verosimilmente appartenente ad una più recente generazione rispetto al primitivo collasso posto più in basso, tendente ad uno scivolamento lento e massivo; la frana è inquadrabile in un fenomeno di scorrimento e scivolamento allo stato attuale quiescente.

Il corpo consistente, che si estende in gran parte nel bacino in posizione mediana del rio Brumà, è attribuibile ad una frana complessa quiescente, la quale si correla con la precedente.

I fenomeni osservati variano dallo scorrimento traslativo di detrito, al soliflusso, al tipico collageno più profondo di materiale argillificato saturo: tali fenomeni sono caratterizzati dall'azione concomitante di due principali fattori: la presenza di un substrato argillitico profondamente alterato ed un contenuto di acqua anomalo ed eccezionale all'interno delle coltri e del substrato alterato, non localizzata e limitata ai colatori naturali ed alle incisioni torrentizie.

All'interno della valletta del Brumà si può notare una forma antropica ben distinta, attribuita ad

una passata discarica di inerti, la quale ha interessato parte della valle del Rio Brumà sia dopo la confluenza in questo dell'affluente di sinistra sia a monte della stessa confluenza, con espansione sia a valle del Brumà stesse sia del suo minore affluente. Il corpo artificiale di inerti si sviluppa su due ampi gradoni, di cui il più esteso è posto a quota sui 155 mt ed il secondo a quota 168. Spezzati da una strada sterrata che fornisce l'accesso non solo ai due gradoni ma anche ad insediamenti rurali sparsi.

Il rio Brumà scorre, la dove non risulta tombinato dalle opere di captazione della discarica di inerti, in gran parte in fase erosiva, con limitato trasporto solido di medie dimensioni. Si è individuato una limitata zona in disseto, per erosione spondale, lungo l'asta del rio Brumà a quota 165 dove sono previsti interventi di sistemazione.

L'indagine di superficie non ha rilevato evidenti segni di instabilità del rilevato della discarica di inerti, ma si sono segnalati ristrette aree lungo le scarpate dei due gradoni soggette a dilavamento da parte delle acque ruscellamenti; queste porzioni sono alquanto limitate e ristrette considerata la fitta vegetazione presente su quasi tutta l'area di ex-discarica.

INQUADRAMENTO IDROLOGICO ED IDROGEOLOGICO

L'idrologia di superficie è rappresentata dal Rio Brumà, affluente di sinistra del T.Bisagno, e da alcuni suoi tributari.

Sono corsi d'acqua a carattere torrentizio con portate stagionali ad eccezione del rio Brumà, anche se risente comunque delle variazioni stagionali di apporto piovoso.

Il sistema idrologico del comparto ha risentito della presenza di un'esteso accumulo di frana (detritico ed argillitico alterato) tale da mostrare un disordinato sistema di colatori a tratti evidenti in altri assenti.

Si è rilevata un'ampia zona pianeggiante all'interno della quale si sono impostati zone di ristagno d'acqua senza una visibile adduzione di colatori. L'alimentazione di tali ristagni deriva da una falda posta in superficie, tra gli starti sottili di coltre e livelli di argillitici molto alterati, ed in pressione. Tali ristagni quindi non denotano evidenti colatori sia immissari sia emissari.

L'intero sistema idrologico, sempre all'interno del pianoro, mostra un sistema di colatori disordinato.

Nella porzione di monte del corpo di frana il sistema degli impluvi assume un'aspetto più ordinato senza profonde incisioni.

Sono presenti numerose risorgive, quasi tutte captate.

Nell'intorno del copro franoso i rivi assumono un carattere più torrentizio presentando forme di erosione sia lineare che spondale, mostrandosi a tratti incisi nel substrato argillitico.

Per quanto riguarda la sistemazione attuale delle acque superficiali a corredo della discarica sono state attinte informazioni tramite sopralluoghi e da elaborati tecnici del progetto di discarica Brumà.

Il rio Brumà risulta attualmente tombinato, con scatolare in ca, dove l'ingresso a monte è arginato con sponde e provvisto di griglie separatrici e due salti per diminuire la velocità del trasposto liquido e solido.

Analoga constatazione per il rio di sinistra, posto in posizione più laterale al riempimento, provvisto di più pozzetti ispezionabili.

I rimanenti tre affluenti di sinistra del rio Brumà, risultano non sufficientemente regimati, la dove è stato possibile individuare le tubazioni, o inesistente poiché non rilevate le condotte.

Sul gradone più in quota dell'ex-discarica è stata rilevato un disordine nella sistemazione dei rivi laterali del Rio Brumà, i quali in parte si infiltrano nel rilevato ed in altre lo attraversano superfcialmente con canalizzazioni in terra e sistemazioni non idonee ed congrue.

A monte e sui lati della discarica, la morfologia è ancora visibile e mostra fianchi vallivi a pen-

denze medie in prossimità delle aste fluviali mentre sui lati l'acclività aumenta anche repentinamente.

Il rio Brumà risulta , la dove non tombinato, in fase di generale stabilità con limitati tratti in erosione, mentre i suoi affluenti, nelle porzioni a monte, mostrano una generale condizione di stabilità, solo in corrispondenza del gradone più in quota dell'ex-discarica mostrano una diffusa condizione di disordine idrologico.

mostra un forte trasporto solido anche con pezzature di un certo rilievo con un generale e diffuso dissesto idrologico; al contrario gli affluenti laterali sembrano essere in discrete condizioni.

Il corpo di discarica non mostra evidenti segni di dissesto né di cedimento; si è rilevata una fenomenologia erosiva concentrata lungo la scarpata a valle dell'ultimo gradone.

Tale fenomeno è causato dal cattivo incanalamento di un affluente di sinistra del Rio Brumà nella tubazione centrale di adduzione dello stesso Brumà verso valle. Infatti le acque competenti a questo affluente scorrono a cielo aperto infossato in una canale in terra lungo l'ultimo gradone posto a monte ed in occasione di forti piovaschi le stesse scorrono selvaggiamente lungo la scarpata e la strada di accesso alla discarica.

Nell'ambito del territorio esaminato la componente idrogeologica ha una funzione determinate.

La formazione dei Calcari del M.te Antola è definita permeabile per fratturazione, determinata dalla fitta maglia di fessurazioni presenti nella roccia calcarea che permette l'infiltrazione, l'immagazzinamento e lo spostamento di ingenti volumi d'acqua. Il grado complessivo di permeabilità evolve secondo due fenomeni ad effetto contrastante: da un lato la tendenza al progressivo allargamento delle fratture per dissoluzione chimica della frazione carbonatica; dall'altro, una moderata predisposizione alla sigillazione delle fessure per produzione di materiale argilloso-limoso di alterazione.

Nel caso specifico, le condizioni di particolare fratturazione del calcare sembrano minimizzare l'influenza degli interstrati limosi e conferire al complesso una permeabilità in grande decisamente elevata.

Le Argilliti di Montoggio, al contrario, appartengono alle rocce impermeabili, solo localmente semimpermeabili per fratturazione. Se non particolarmente fratturate, possono ospitare una modestissima circolazione idrica per filetti lineari sono attraverso sottili livelli arenitici.

Per quanto riguarda le coltri ed i corpi di materiali sciolti è possibile effettuare una schematica caratterizzazione: i livelli più superficiali, caratterizzati dall'abbondanza della frazione clastica, dall'alta porosità e dal basso costipamento, mostrano generalmente una capacità drenante discreta; nei livelli sottostanti, di spessore talora considerevole, si verifica un'aumento della componente limoso-argillosa ed una sensibile diminuzione di permeabilità, mentre risultano notevolmente incrementate la capacità di ritenzione e di adsorbimento.

L'assetto geostrutturale già descritto nei precedenti paragrafi fa sì che il Calcari costituiscano un cospicuo serbatoio ricettore delle acque, che vengono poi rilasciate in corrispondenza del substrato impermeabile delle Argilliti.

Si è notato che non esiste una sola linea di emergenze idriche in corrispondenza del contatto litologico delle due formazioni, bensì una serie di altre, copiose, localizzate all'interno ed alla base del corpo di paleofrana.

Da indagini geognostiche effettuate in corrispondenza di questo comparto hanno verificato la presenza di una rete acquifera in leggera pressione con acque risalenti sino a quote prossime a quelle del piano compagna.

Per quanto riguarda le coltri di copertura, queste hanno spesso mostrato un contenuto d'acqua prossimo alla saturazione o addirittura fenomeni di ristagno acquitrinoso (vedi zona pianeggiante già descritta) con abbondante sviluppo di vegetazione idrofila. Queste condizioni, osservate anche

durante periodo siccitoso, non possono essere riferite alle sole acque di ruscellamento superficiale, bensì a meccanismi di alimentazione sotterranea attraverso falde semi-confinate a modesta profondità e per dispersione delle acque di circolazione profonda.

INDAGINI GEOGNOSTICHE PREGERESSE EFFETTUATE NELL'AREA IN ESAME

Nell'area di discarica di inerti in località Brumà-Castagnello , a seguito del fallimento SPE srl, società che ha costruito e gestito l'impianto di smaltimento di rifiuti inerti, per conto della Sanpaolo IMI , è stata eseguita una campagna di indagini, nel 2003, finalizzata alla ricostruzione delle caratteristiche geologiche, idrogeologiche del sito, a mezzo di indagini dirette ed indirette.

Le **indagini dirette** hanno consistito nell'esecuzione di:

-8 sondaggi a carotaggio continuo di cui tre attrezzati a piezometro, con prelievo di campioni del substrato argillitico per prove geotecniche

-12 pozzetti esplorativi spinti fino a 4 mt dal p.c.

- 5 prove di carico su piastra sulla parte superficiale del materiale di riporto

Commento delle indagini dirette

I sondaggi a carotaggio continuo sono stati spinti fino al raggiungimento del substrato argillitico ed è stato rilevato che, a partire dal p.c. e procedendo perso il basso è presente uno spessore più o meno potente di terreno di riporto molto vario ed eterogeneo avente spessore da 5,3 a 18 mt; tal terreno di riporto molto caotico ed eterogeneo, litologicamente è costituito da sabbie limoso-argillose con ciottolo e trovanti fino a blocchi con addensamento che può essere stimato mediamente denso.

Al di sotto di riporti è presente un'argilla argilla marnosa debolmente limosa di colore grigio scuro molto consistente con all'interno dei clasti calcarei e scaglie marnose.

Durante i sondaggi non è stata riscontrata una vera e propria falda; nel giorno 26.11.2003 è stata rilevata la presenza di acqua nei piezometri

PZA	19,82
PZG	4,58
PZH	7,48

I campioni di substrato argillitico prelevato nei sondaggi sono stati sottoposti a prova ad espansione laterale libera ed alla prova di taglio diretto consolidata e drenata, hanno rilevato :

$\phi' = 22°\text{-}27°$

c'=24-32 KPa

Cu=97-53 KPa

$\gamma = 1{,}8$ kg/cm^3

I pozzetti esplorativi hanno messo I luce la variabilità del terreno di riporto composto da una matrice terrigena generalmente di colore marrone e di natura variabile da sabbioso-limosa a limoso-argillosa, inglobante riporti antropici da varia natura compatibili all'impianto di inerti.

Nei pozzetti che vanno da C1 a C5 sono state eseguite, alla profondità di 0,50 mt dal p.c., anche delle prove di carico su piastra del diametro di 30 cm. I risultati hanno evidenziato che i valori dei coefficienti di sottofondazione Ks (pressione del carico che genera un cedimento di 10 mm) variano in un range che va da 2,75 kg/cm^2 a 9,5 kg/cm^2, denotando un buon grado di resistenza ad un sovraccarico.

Le **indagini indirette** hanno consistito nell'esecuzione di:

-2 stendimenti sismici in foro down-hole

-indagini geofisiche con interpretazione tomografica mediante 3 stendimenti geoelettrici e 5

stendimenti sismici a rifrazione

Commento delle indagini indirette

Ni sondaggi PZA e PZG sono state eseguite delle prove sismiche in foro del tipo Down-hole dai quali è emerso il passaggio tra i terreni di riporto ed il substrato argillitico sottostante

Le velocità riscontrate per i riporti:

Vp	760-860 m/sec
Vs 320	320-330 m/sec

Le velocità per il substrato:

Vp	1.400-1.800 m/sec
Vs 320	620-810m/sec

Le indagini geofisiche hanno permesso di ricostruire con linearità la stratigrafia del sottosuolo, si allegano i profili sismici

VERIFICHE DI STABILITÀ

Al fine di verificare le condizioni di stabilità della discarica, è stata effettuata una verifica di stabilità in corrispondenza della sezione stratigrafica passante da monte a valle del corpo di discarica di inerti, utilizzando il software Slope 2009 della Geostru.

La verifica di stabilità è stata effettuata con il metodo dell'equilibrio limite dei conci che consiste nello studiare l'equilibrio di un corpo rigido, costituito dal pendio e da una superficie di scorrimento di forma qualsiasi (linea retta, arco di cerchio, spirale logaritmica); da tale equilibrio vengono calcolate le tensioni da taglio (τ) e confrontate con la resistenza disponibile (τ_f), valutata secondo il criterio di rottura di *Coulomb*, da tale confronto ne scaturisce la prima indicazione sulla stabilità attraverso il coefficiente di sicurezza $F = \tau_f / \tau$.

Il metodo di verifica utilizzato è quello di MORGENSTERN e PRICE che consiste nello stabilire una relazione tra le componenti delle forze di interfaccia del tipo $X = \lambda f(x)E$, dove λ è un fattore di scala e f(x), funzione della posizione di E e di X, e definire una relazione tra la variazione della forza X e della forza E all'interno della massa scivolante. La funzione f(x) è scelta arbitrariamente (costante, sinusoide, semisinusoide, trapezia, spezzata...) e influenza poco il risultato, ma va verificato che i valori ricavati per le incognite siano fisicamente accettabili.

VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Nelle verifiche agli Stati Limite Ultimi la stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica viene eseguita con il metodo pseudo-statico. Per i terreni che sotto l'azione di un carico ciclico possono sviluppare pressioni interstiziali elevate viene considerato un aumento in percento delle pressioni neutre che tiene conto di questo fattore di perdita di resistenza.

Ai fini della valutazione dell'azione sismica, nelle verifiche agli stati limite ultimi, vengono considerate le seguenti forze statiche equivalenti:

$$F_H = K_o \cdot W$$
$$F_V = K_v \cdot W$$

Essendo:

F_H e F_V rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro del concio;

W: peso concio

K_O: Coefficiente sismico orizzontale

K_V: Coefficiente sismico verticale.

Calcolo coefficienti sismici
Le **NTC 2008** calcolano i coefficienti K_O e K_V in dipendenza di vari fattori:

$$K_O = \beta s \times (a_{max}/g)$$

$$K_V = \pm 0{,}5 \times K_O$$

Con
βs coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;
a_{max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito;
g accelerazione di gravità.
Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

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

S_S (effetto di amplificazione stratigrafica): 0.90 ≤Ss≤ 1.80; è funzione di F_0 (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E).
S_T (effetto di amplificazione topografica).
Il valore di S_T varia con il variare delle quattro categorie topografiche introdotte:

T1$(S_T = 1.0)$ ***T2***$(S_T = 1.20)$ ***T3***$(S_T = 1.20)$ ***T4***$(S_T = 1.40)$.

Questi valori sono calcolati come funzione del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = -V_R / \ln(1 - PVR)$$

Con V_R vita di riferimento della costruzione e PVR probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso V_R dovrà essere maggiore o uguale a 35 anni.

Per l'applicazione dell'**Eurocodice 8** (progettazione geotecnica in campo sismico) il coefficiente sismico orizzontale viene così definito:

$$K_O = a_{gR} \cdot \gamma_I \cdot S / (g)$$

a_{gR} : accelerazione di picco di riferimento su suolo rigido affiorante,
γ_I: fattore di importanza,
S: soil factor e dipende dal tipo di terreno (da A ad E).

$$a_g = a_{gR} \cdot \gamma_I$$

è la "design ground acceleration on type A ground".
Il coefficiente sismico verticale K_V è definito in funzione di K_O, e vale:

$$K_V = \pm 0.5 \cdot K_O$$

Il metodo di calcolo soddisfa tutte le equazioni di equilibrio ed è applicabile a superfici di qualsiasi forma.

E' stato utilizzato il metodo per superfici circolari con il sistema dei cerchi su maglia rettangolare, allo scopo di ricercare la probabile superficie di scorrimento corrispondente a quella che fornisce il coefficiente di sicurezza più basso rispetto ad una serie di superfici circolari ipotizzabili.

Le superfici totali esaminate sono state 221.

La stratigrafia, ricavata dalle indagini eseguite, è stata schematizzata a 2 strati ed i parametri di resistenza al taglio utilizzati sono stati i seguenti:

Il metodo di calcolo soddisfa tutte le equazioni di equilibrio ed è applicabile a superfici di qualsiasi forma.

E' stato utilizzato il metodo per superfici circolari con il sistema dei cerchi su maglia rettangolare, allo scopo di ricercare la probabile superficie di scorrimento corrispondente a quella che fornisce il coefficiente di sicurezza più basso rispetto ad una serie di superfici circolari ipotizzabili.

La stratigrafia, ricavata dalle indagini eseguite, è stata schematizzata a 2 strati ed i parametri di resistenza al taglio utilizzati sono stati i seguenti:

1. Riporti
   - -peso di volume $\gamma = 1,9$ t/mt^3
   - -peso di volume saturo $\gamma_{sat} = 2,2$ t/mt^3
   - -coesione efficace $c' = 1$ KPa
   - -angolo di attrito efficace $\varphi' = 29°$
2. Argilla o argilla marnosa debolmente limosa
   - -peso di volume $\gamma = 1,8$ t/mt^3
   - -peso di volume saturo $\gamma_{sat} = 2$ t/mt^3
   - -coesione efficace $c' = 24$ KPa
   - -angolo di attrito efficace $\varphi' = 25°$

In via cautelativa sono stati utilizzati i valori più bassi dei parametri di resistenza al taglio dei terreni ottenuti dalle indagini eseguite; per quanto riguarda i riporti, considerato comunque un certo grado di addensamento del terreno, è stato utilizzato un valore di coesione efficace, anche se molto basso.

La verifica è stata condotta nell'ipotesi di condizioni drenate; nonostante dalle indagini eseguite non sia stata riscontrata la presenza di una vera e propria falda, in via cautelativa nelle verifiche è stata considerata la presenza di una falda libera impostata alla profondità dell'acqua riscontrata all'interno dei piezometri il giorno 26/11/2003.

Parametri sismici

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente".

L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

Il sito in esame ricade quindi nella CATEGORIA DI SOTTOSUOLO C secondo la Tab. 3.2.II del Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 14/01/2008 "Norme tecniche per le costruzioni".

Stima delle pericolosità sismica

Per la determinazione di **ag** (accelerazione orizzontale massima attesa su di un sito di riferimento rigido) è necessario conoscere:

-coordinate geografiche dell'opera da verificare

-individuazione dei nodi del reticolo di riferimento

-Vita nominale Vn tab.2.41. NTC nel nostro caso Vn= 50 anni

-condizioni topografiche nel nostro caso T4 "rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base ed inclinazione media >30°" nel nostro caso assunto il valore di 1,1

```
Tipo di elaborazione:   Stabilità dei pendii Loc.Brumà
Sito in esame.
      latitudine: 44,4456
      longitudine:      8,99486
      Classe:           1
      Vita nominale:    50
```

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 16696	Lat:	44,4477	Lon:	8,9383	Distanza: 4497,168
Sito 2	ID: 16697	Lat:	44,4503	Lon:	9,0082	Distanza: 1183,497
Sito 3	ID: 16918	Lat:	44,3977	Lon:	8,9421	Distanza: 6774,085
Sito 4	ID: 16919	Lat:	44,4004	Lon:	9,0119	Distanza: 5205,038

Parametri sismici

Categoria sottosuolo:	C	
Categoria topografica:	T4	
Periodo di riferimento:	35	anni
Coefficiente cu:	0,7	

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento:	81	%
Tr:	30	[anni]
ag:	0,026	g
Fo:	2,500	
Tc*:	0,195	[s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento:	63	%
Tr:	35	[anni]
ag:	0,028	g
Fo:	2,509	
Tc*:	0,200	[s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	332	[anni]
ag:	0,068	g
Fo:	2,531	
Tc*:	0,276	[s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento:	5	%
Tr:	682	[anni]
ag:	0,090	g
Fo:	2,510	
Tc*:	0,286	[s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss:	1,500
Cc:	1,800
St:	1,100
Kh:	0,009
Kv:	0,004
Amax:	0,417
Beta:	0,200

SLD:

Ss:	1,500
Cc:	1,790
St:	1,100
Kh:	0,009
Kv:	0,005
Amax:	0,448
Beta:	0,200

SLV:

Ss:	1,500
Cc:	1,610
St:	1,100
Kh:	0,023
Kv:	0,011
Amax:	1,105
Beta:	0,200

SLC:

```
Se:    1,500
Cc:    1,590
St:    1,100
Kh:    0,030
Kv:    0,015
Amax:        1,453
Beta:        0,200

Geostru software - www.geostru.com
```

Per quanto riguarda l'azione sismica la stabilità del pendio è stata verificata con il metodo pseudo-statico; per i terreni che sotto l'azione di un carico ciclico possono sviluppare pressioni interstiziali elevate viene considerato un aumento in percento delle pressioni neutre che tiene conto di questo fattore di perdita di resistenza.

Sugli elaborati grafici sono state rappresentate sia tutte le superfici verificate che la superficie a fattore di sicurezza minimo ottenuta.

Guardando attentamente i tabulati si può rilevare come il coefficiente di sicurezza minimo ottenuto attorno ad 1 è stato rilevato nella parte superficiale delle due scarpate dei due gradoni che formano il corpo di discarica.

Infine i coefficienti di sicurezza sia del copro discarica che anche del sistema discarica e versante mostrano coefficienti di sicurezza nella norma.

I dati soprariportati trovano riscontro nell'indagine di superficie dalla quale non si sono rilevati evidenti segni di instabilità del rilevato della discarica di inerti, ma si sono segnalati ristrette aree lungo le scarpate dei due gradoni soggette a dilavamento da parte delle acque ruscellamenti; queste porzioni sono alquanto limitate e ristrette considerata la fitta vegetazione presente su quasi tutta l'area di ex-discarica.

Si conclude che il sistema corpo discarica-versante h mostrato condizioni di stabilità non solo allo stato attuale ma anche pregresso anche in occasione di forti ed intense precipitazioni registrate negli anni precedenti; si ravvisa la necessità di riordinare correttamente il sistema idrologico dele rio Brumà nella porzione di discarica e dei suoi affluenti.

INTERVENTI PREVISTI E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Gli interventi di riqualificazione e sistemazione idrologica ed idrogeologica dell'area in esame possono essere suddivisi in due comparti differenti uno competente al corpo di discarica e l'altro al bacino a monte.

Interventi nel comparto del corpo di discarica

Con l'obiettivo di riqualificare e sistemare il rio Brumà si è optato nel riportarlo a cielo aperto, poiché attualmente tombinato, con opportuna canalizzazione.

Per quanto riguarda la scelta del percorso del canale è stato studiato attentamente al fine di non creare disequilibri sul corpo di discarica, quindi non attravesandola, e per captare tutti i rivi laterali; inoltre la scelta è stata mirata a non sconvolgere l'assetto stabile attuale della colmata e volutamente nei tratti di strada esistente.

Per quanto riguarda quest'opera sotto il profilo geologico e geomorfologico considerato il suo tracciamento a contorno del gradone posto a quote più alte, sulla strada a cavallo dei due gradoni ed a monte della colmata non dovrebbero esserci particolari problematiche nè esecutive ne di stabilità finale.

Il tracciato dell'opera di sistemazione del Brumà nella sua parte di valle percorre una porzione a cavallo tra la discarica ed il versante strutturato in roccia da affiorante a subaffiorante, gli interventi di carattere geologico possono essere individuati in un'accurato disboscamento e di alberature instabili e pulizia da vegetazione infestante, disgaggio delle porzioni rocciose disarticolate e la dove

ritenuto necessario effettuare la posa di reti metalliche opportunamente ancorate al versante con cavi d'acciaio.

Nel tratto di canale che percorre il perimetro a monte della discarica si effettuerà un accurato riprofilo del versante a monte ed in alternativa utilizzare interventi di ingegneria naturalista atti a diminuire gli angoli di inclinazione delle scarpate, nelle porzioni di versante con angoli di inclinazione elevati.

Interventi nel comparto del bacino a monte

Le caratteristiche geomorfologiche rilevate allo stato attuale del bacino a monte ha rilevato una sostanziale condizione di stabilità sia dei versanti che dei rivi, ad eccezione di un punto ben definito del rio Brumà dove sono presenti fenomeni di erosione di fondo e spondale; in questo tratto è prevista le realizzazione di briglie in pietrame ed argini in gabbioni rinforzati da palificate vie a doppia parete.

A quota circa 165 è presente un pianoro lambito dal rio Brumà sulla destra e sulla sinistra dal rio 2 (così come definito nella progettazione di sistemazione) affluente di sinistra del Rio Brumà; sul quale insistono alcune zone di ristagno ed emergenze idriche.

Ul tre stagni individuati hanno apporto idrico di monte e risultano in modo disordinato collegati tra di loro.

E' stato attentamente studiato e verificato di riordinare gli stagni esistenti unendo i due più piccolo posti più a monte e collegamendoli, con canalizzazione, con lo stagno più grande a valle. Quest'ultimo anch'esso verrà rimodellato con moderate operazioni di movimentazione terra per non alterarne il suo equilibrio.

Lo stagno più grande verrà fatto scaricare con opportune canalizzazioni sia a sinistra nel rio 2 che a destra nel rio Brumà, evitando così di incrementare le portate del rio 1, il quale riemerge lungo la scarpata del pianoro su cui insistono i laghetti.

IL TECNICO INCARICATO

ALLEGATI:

TAV.1 CARTA GEOLOGICA CON INSERIMENTIO CORPO EX-DISCARICA DI INERTI IN SCALA 1:3.000
TAV.2 CARTA GEOMORFOLOGICA IN SCALA 1:3.000
-PLANIMETRIA UBICAZIONE DELLE PROVE DIRETTE ED INDIRETTE 2003
-STRATIGRAFIA DEI SONDAGGI GEOGNOSTICI A CAROTAGGIO CONTINUO
-TABULATI PROVE DOWN-HOLE
-PROFILI SISMICI
-TABULATI VERIFICHE DI STABILITÀ

CARTA GEOLOGICA CON INSERIMENTO CORPO EX-DISCARICA INERTI

Scala 1: 3.000

(Base tratta dalla C.T.R. 1:5.000)

TAV. 1

LEGENDA

Unità del M. Antola

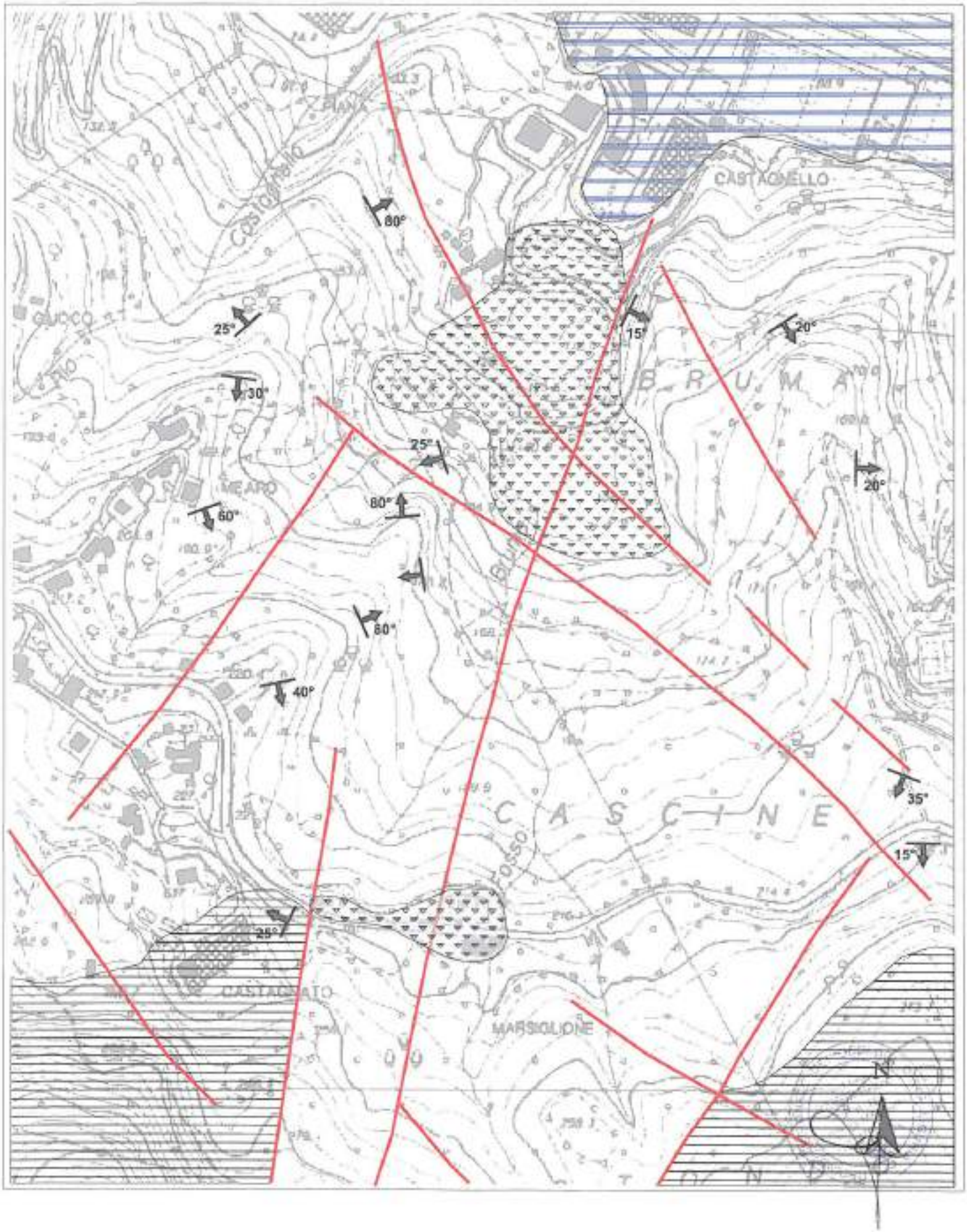
- Formazione del "Calcari di M. Antola"
- Argilliti di Montoggio

Quaternario

- Alluvioni antiche e recenti
- Corpo discarica inerti
- Riporti antropici

Dati strutturali

- Giaciture inclinate di stratificazione e scistosità principali
- Lineamento tettonico



CARTA GEOMORFOLOGICA

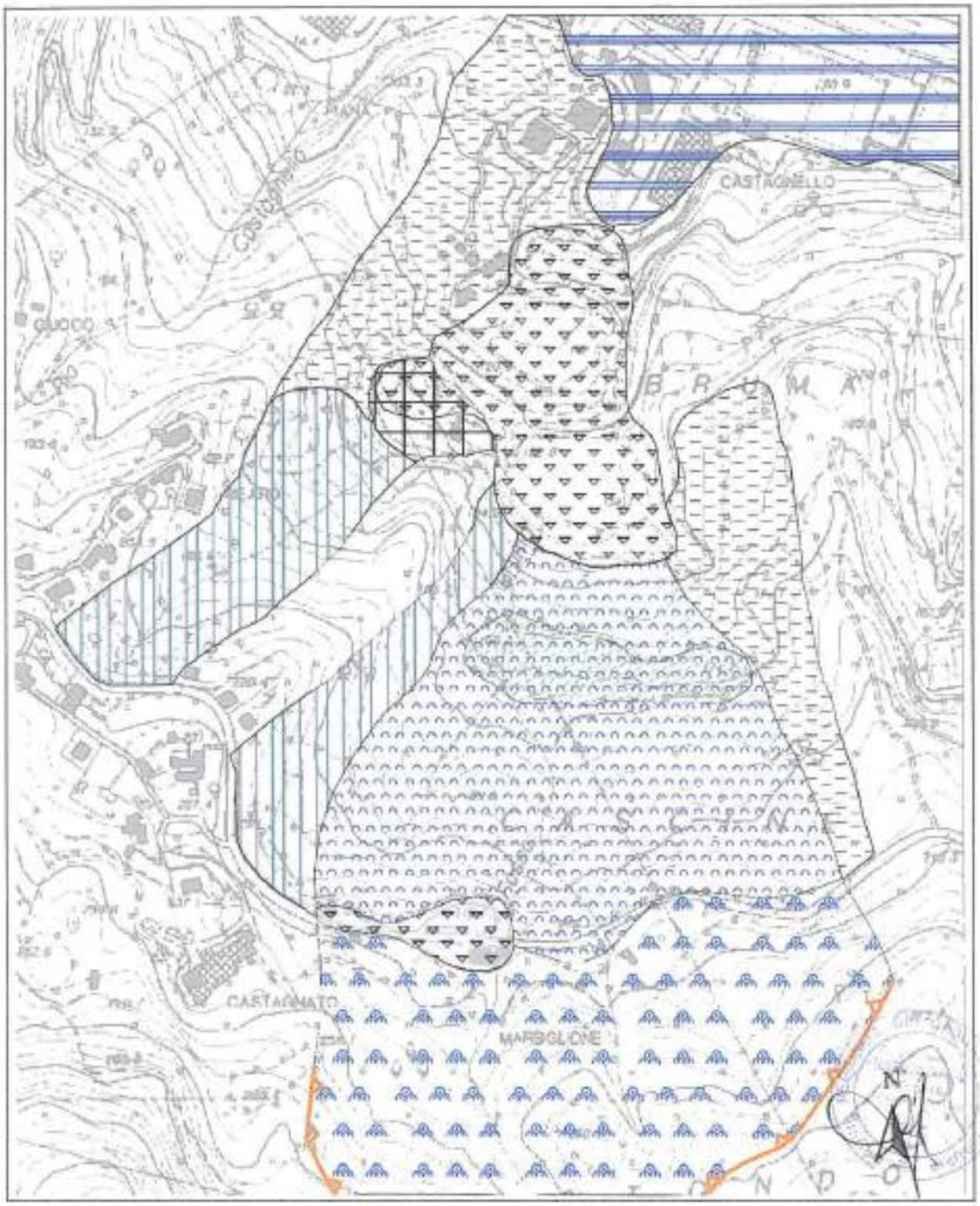
Scala 1: 5.000

(Base tratta dalla C.T.R. 1:5.000)

TAV. 2

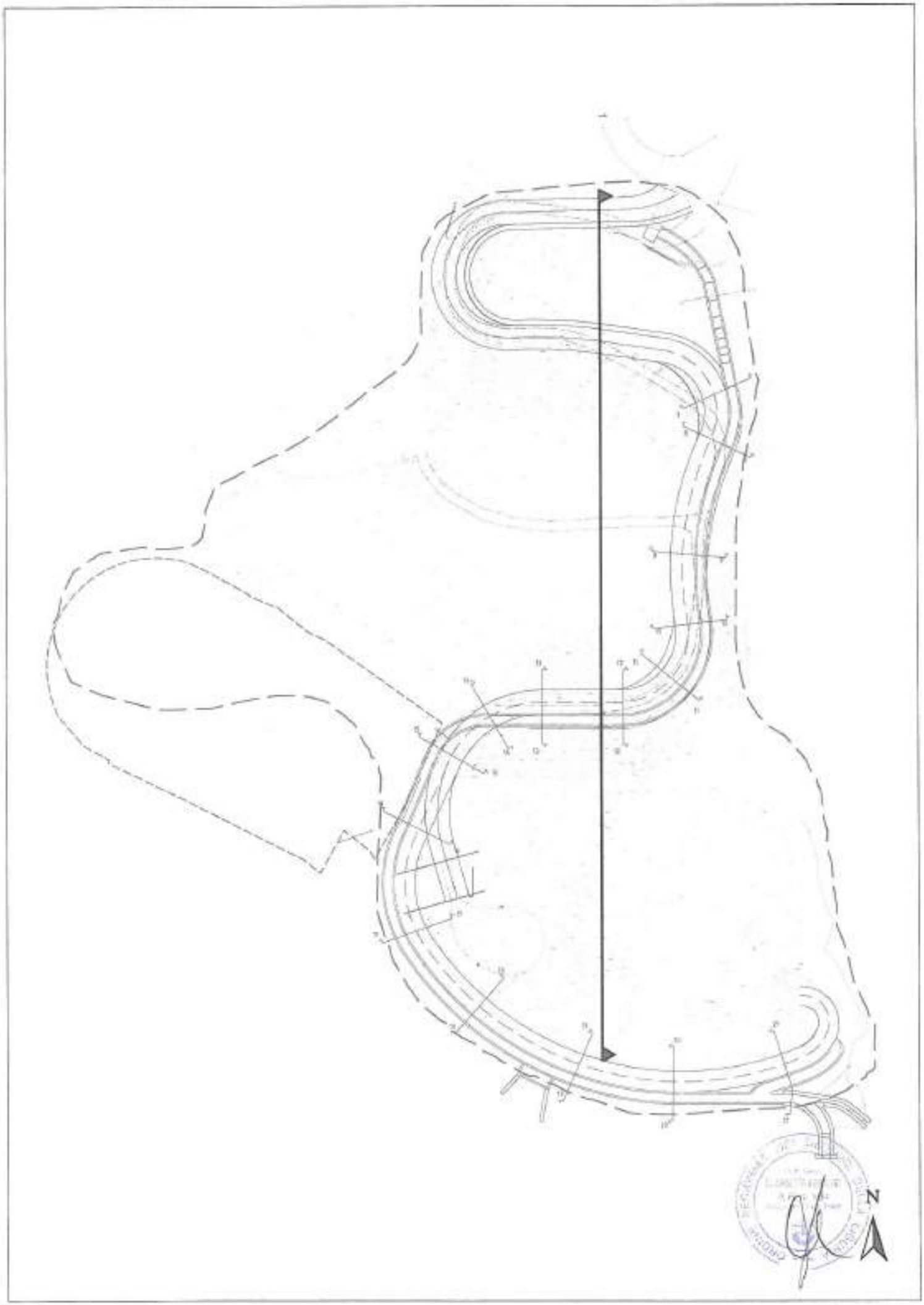
LEGENDA

- Alluvioni antiche rimaneggiate
- Coltri eluvio-colluviali di spessore da 2-3 mt.
- Coltri eluvio-colluviali di spessore >5 mt.
- Roccia affiorante e/o subaffiorante in buone condizioni di conservazione
- Riporti antropici
- Corpo discarica inerti
- Area fortemente rimaneggiata
- Area pianeggiante con presenza di stagni
- Corpo di paleofrana quiescente in materiale incoerente
- Corpo di paleofrana quiescente in roccia
- Cigli quiescenti



PLANIMETRIA
Scala 1:1.300

TAV.3



SEZIONI GEOLOGICO-TECNICHE SCHEMATICHE

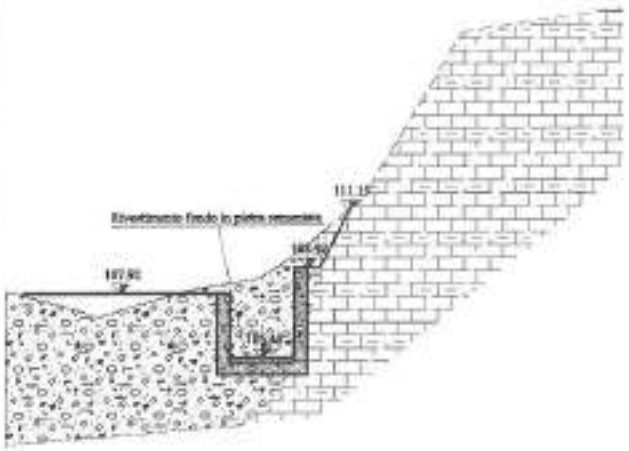
Scala 1: 200

TAV. 4

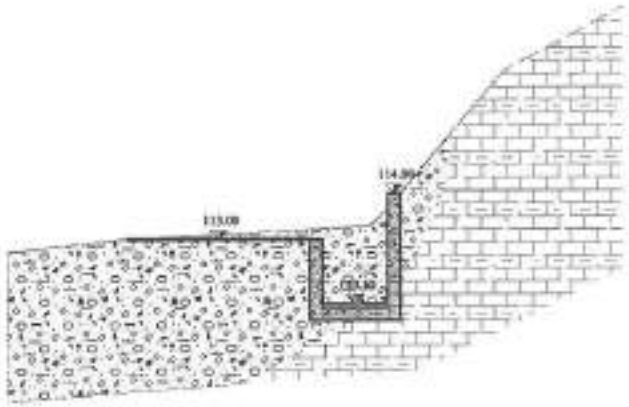
LEGENDA

- Coltre detritica
- Riporti
- Argilla o argilla marnosa debolmente limosa
- Substrato roccioso costituito da calcari marnosi massicci fratturati

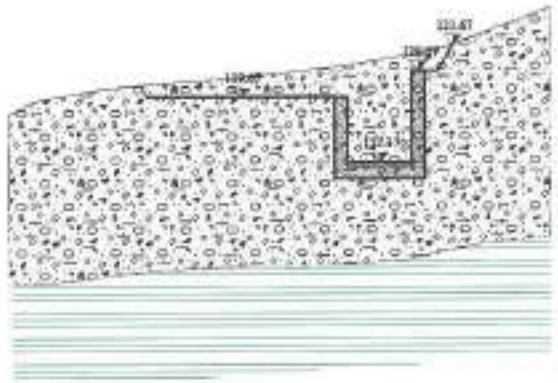
SEZIONE 8



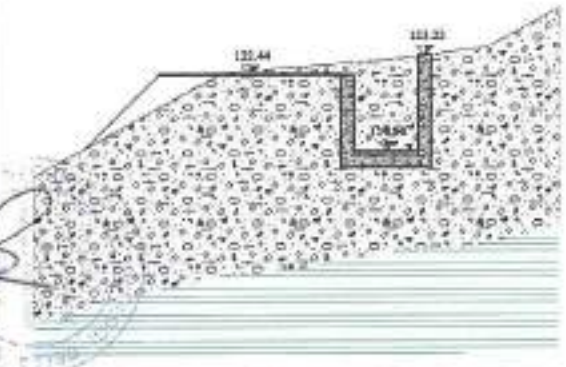
SEZIONE 9



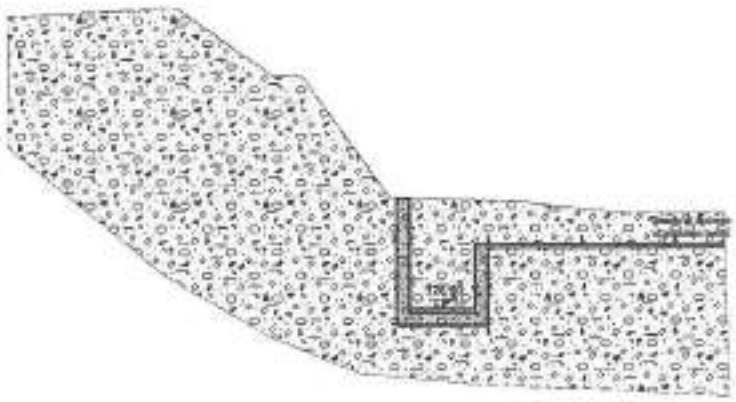
SEZIONE 12



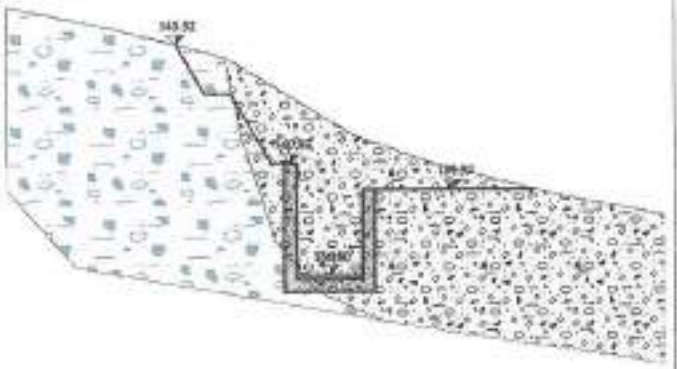
SEZIONE 13

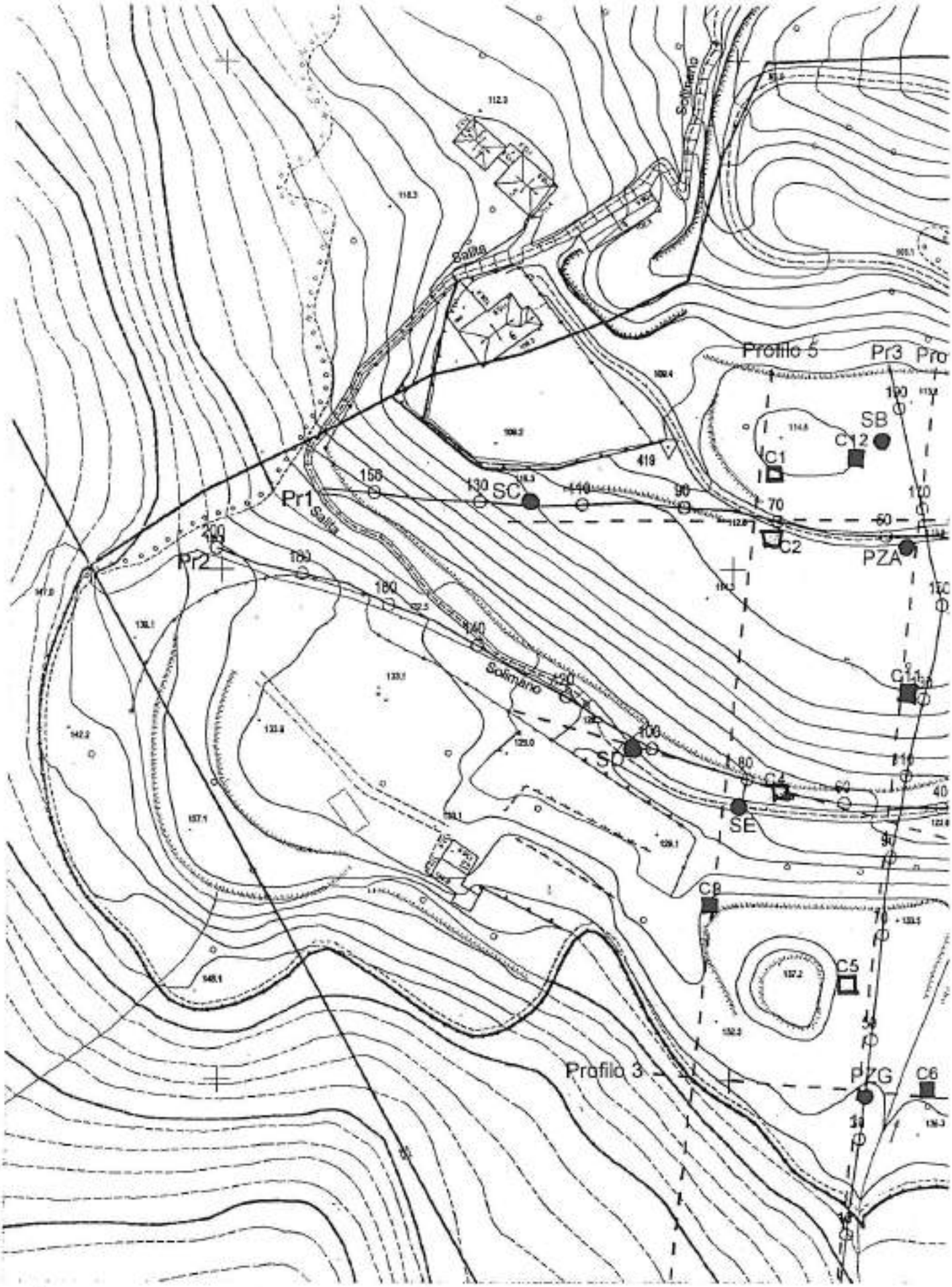


SEZIONE 16



SEZIONE 20




Profilo 5
Pr3
Pro
SB
C12
C1
Pr1
SC
Salita
Pr2
C2
PZA
Sottomano
SD
SE
C4
C3
C5
Profilo 3
PZG
C6

SONECO SRL SONDAGGI GEOGNOSTICI via Caretti, 30 44100 FERRARA tel. 0532 773196 E-mail:info@songeo.it www.sonegeo.it	DATA ESECUZIONE DAL 28/10/03 AL 30/10/03	METODO PERFOR. CAROTAGGIO CONTINUO	**SONDAGGIO N. PZ A**
	QUOTA P.C.	ATTREZZI: Carotiere diametro 101 mm. Rivestimento metallico diam 127mm	SONDA IDRAULICA CMV MK 420/TR 600 montata su cingoli
COMMITTENTE TESECO S.p.A		PIEZOMETRO	Tubo in PVC diam 3" microfessurato da mt -24 a mt -16 p.c.
LOCALITA' Via Solimano, Molassana (Genova)			
NOTE	CAMPIONI CAROTIERE SEMPLICE O SPT ● INDISTURBATI ■	LIVELLO ACQUA DATA / MT. dal P.C.	PROF. FORO 24,00 / PROF. RIVEST 24,00 / ASSISTENTI Dott. D'ambrosi Francesco / OPERATORI Dott. Alberti Luca

mt.	QUOTA da P.C.	SIMBOLOGIA	CAMPIONI TIPO	CAMPIONI NUM.	CAMPIONI PROF.	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	POCKET kN/m²	TORVANE kN/m²	PIEZOMETRO
1	1,30					Terreno di riporto costituito principalmente da ghiaia grossolana spigolosa e subarrotondata in matrice limosa di colore nocciola, con resti sparsi di laterizi e frammenti di plastica.			
2	1,70		O	C1	1,30 1,60	Terreno di riporto costituito da ghiaia medio fine con rari ciottoli subarrotondati, in matrice limosa poco abbondante.			
3									
4	3,80					Terreno di riporto costituito da limo argilloso color grigio scuro, con all'interno ghiaia eterometrica di dimensioni medio grandi da mt 3,20 a mt 3,80 p.c. e resti sparsi di sostanza organica.			
5	5,00		O	C2	4,30 4,70	Argilla di colore grigio, a tratti debolmente limosa.			
6									
7						Terreno di riporto costituito da limo di colore grigio, da debolmente argilloso ad argilloso con concrezioni calcaree, fenomeni d'ossidazione, un trovante calcareo (6,10-6,15) e ghiaia costituita da clasti spigolosi.			
8	8,00								
9									
10	10,20					Terreno di riporto costituito da ghiaia media subarrotondata, con qualche ciottolo spigoloso e subarrotondato, in abbondante matrice limosa di colore grigio.			
11									
12	12,00					Terreno di riporto costituito da limo di colore grigio, con concrezioni calcaree sparse, fenomeni d'ossidazione, clasti spigolosi, rari ciottoli e resti sparsi di laterizi.			
13									
14	14,00					Terreno di riporto costituito da limo di colore marrone con all'interno ghiaia eterometrica e frammenti di materiale plastico.			
15									
16						Terreno di riporto costituito da limo di colore nocciola chiaro con all'interno ghiaia prevalentemente fine, resti sparsi di laterizi ed un trovante calcareo.			
17									
18	18,00								
19						Argilla debolmente limosa di colore grigio scuro molto consistente, con all'interno clasti di composizione calcarea e scaglie marnose.			
20									
21									
22			O	C3	21,30 21,60				
23	23,20								
24	24,00					Roccia di composizione calcarea.			
25									
26									
27									
28									
29									

PIEZOMETRO: TUBO IN PVC CIECO DIAM. 3" — DESTONITE — TUBO IN PVC MICROFESS. DIAM. 3"

scheda n°	bozza	data	15/11/03	COMMESSA	Indagini geognostiche
Procedure di riferimento	ASTM D 2488-2000; AGI 1977			RIF. CONTRATTO	
	responsabili		revisione	Inizio lavori	28 Ottobre 2003 — fine lavori: 11 novembre 2003
elaborazione	Dott. Francesco D'Ambrosi		0	responsabile cantiere	Dott.Luca Alberti
verifica	Dott.Renato Sacchetti			direzione lavori	Dott.ssa Geol. Barbara Simi
SPERIMENTATORE				DIRETTORE	

SONGEO SRL SONDAGGI GEOGNOSTICI via Calvino, 32 44100 FERRARA tel. 0532 772135 E-mail info@songeo.it www.songeo.it	DATA ESECUZIONE DAL 30/10/03 AL 03/11/03	METODO PERFOR. CAROTAGGIO CONTINUO	SONDAGGIO N. SB
	QUOTA P.C.	ATTREZZI: Carotiere diametro 101 mm. Rivestimento metallico diam 127mm	SONDA IDRAULICA CMV MK 420/TR 600 montata su cingoli
COMMITTENTE TESECO S.p.A		PIEZOMETRO	
LOCALITA' Via Solimano, Molassana (Genova)			
NOTE CAMPIONI CAROTIERE SEMPLICE O SPT ● INDISTURBATI ■		LIVELLO ACQUA DATA / MT. da P.C. PROF. FORO 20,00 PROF. RIVEST. 3,00	ASSISTENTI Dott. D'ambrosi Francesco OPERATORI Dott. Alberti Luca

mt.	QUOTA da P.C.	SIMBOLOGIA	CAMPIONI TIPO	CAMPIONI NUM.	CAMPIONI PROF.	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	POCKET kN/m²	TORVANE kN/m²	PIEZOMETRO
1–2	2,00					Terreno di riporto limoso di colore nocciola chiaro con all'interno ghiaia fine e resti sparsi di laterizi.			
3–4	4,00					Terreno di riporto costituito da limo a tratti debolmente argilloso di colore variegato grigio nocciola con all'interno ghiaia grossolana spigolosa.			
5–8	8,00		O	C1	4,70 5,00	Terreno di riporto costituito da limo a tratti debolmente argilloso, di colore grigio.			
9–11	11,20					Terreno di riporto costituito da ghiaia prevalentemente fine in matrice limosa di colore grigio, con clasti spigolosi e subarrotondati e resti vegetali sparsi.			
12–13	13,00		O	C2	12,60 12,90	Terreno di riporto costituito da limo di colore grigio scuro.			
14	14,00					Terreno di riporto costituito da ghiaia eterometrica prevalentemente fine.			
15	15,50					Terreno di riporto costituito da limo di colore nocciola con al tetto clasti spigolosi, concrezioni calcaree sparse e resti di laterizi.			
16	16,70					Terreno di riporto costituito da ghiaia eterometrica in matrice limosa color nocciola.			
17–18	18,00					Terreno di riporto costituito da limo di colore variegato grigio nocciola con all'interno resti sparsi di ghiaia e laterizi.			
19–20	20,00		O	C3	19,20 19,50	Argilla debolmente limosa di colore grigio scuro, molto consistente con all'interno clasti calcarei e scaglie marnose.			

scheda n°	bozza	data	15/11/03	COMMESSA	Indagini geognostiche
Procedure di riferimento	ASTM D 2488-2000; AGI 1977			RIF. CONTRATTO	
	responsabili		revisione	inizio lavori	28 Ottobre 20003 — fine lavori 11 novembre 2003
elaborazione	Dott. Francesco D'Ambrosi		0	responsabile cantiere	Dott Luca Alberti
verifica	Dott. Renato Sacchetti			direzione lavori	Dott.ssa Geol. Barbara Simili
SPERIMENTATORE				DIRETTORE	

SONGEO SRL
SONDAGGI GEOGNOSTICI
via Calvino, 30
44100 FERRARA
tel. 0532 773136
E mail info@songeo.it
www.songeo.it

DATA ESECUZIONE: DAL [illegible] AL [illegible]

METODO PERFOR.: CAROTAGGIO CONTINUO

N. SC

QUOTA: P.C.

ATTREZZI: Carotiere diametro 101 mm. Rivestimento metallico da 127 mm.

SONDA IDRAULICA: CMV MK 420/TR 600 montata su cingoli

COMMITTENTE: TESECO S.p.A

PIEZOMETRO

LOCALITA': Via Solimano, Molassana (Genova)

NOTE

CAMPIONI: CAROTIERE SEMPLICE ○ SPT ● INDISTURBATI ■

LIVELLO ACQUA DATA	MT. dal P.C.	PROF. FORO	PROF. RIVEST.
		10,00	9,00

ASSISTENTI: Dott. D'ambrosi Francesco

OPERATORI: Dott. Alberti Luca

mt.	QUOTA da P.C.	SIMBOLOGIA	CAMPIONI TIPO	CAMPIONI NUM.	CAMPIONI PROF.	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	POCKET (kN/m²)	TORVANE (kN/m²)	PIEZOMETRO
1									
2									
3			○	C1	2,70 2,90	Terreno di riporto limoso color marrone chiaro con all'interno ghiaia media, resti sparsi di laterizi e resti vegetali.			
	3,60								
4						Terreno di riporto costituito da limo di colore grigio blu con all'interno resti sparsi di ghiaia eterometrica e rare concrezioni calcaree sparse.			
	4,70								
5						Terreno di riporto costituito da ghiaia eterometrica prevalentemente medio grossa con presenza di calcestruzzo.			
	5,30								
6						Terreno di riporto costituito da ghiaia eterometrica in abbondante matrice limosa color marrone chiaro e resti sparsi di laterizi.			
7	7,00								
			○	C2	7,30 7,60	Terreno di riporto costituito da limo di colore nocciola con all'interno resti di ghiaia medio fine.			
8	8,00								
9			○	C3	9,20 9,40	Terreno di riporto costituito da ghiaia eterometrica medio grossa in abbondante matrice limosa color marrone chiaro.			
10	10,00								

scheda n°	bozza	data	15/11/03	COMMESSA	Indagini geognostiche		
Procedure di riferimento	ASTM D 2488-2000; AGI 1977			RIF. CONTRATTO			
	responsabili		revisione	Inizio lavori	28 Ottobre 20003	fine lavori	11 novembre 2003
elaborazione	Dott. Francesco D'Ambrosi		0	responsabile cantiere	Dott.Luca Alberti		
verifica	Dott.Renato Secchetti			direzione lavori	Dott.ssa Geol. Barbara Sirili		
SPERIMENTATORE				DIRETTORE			

SONGEO SRL SONDAGGI GEOGNOSTICI via Calvino, 30 44100 FERRARA tel. 0532 772135 E mail info@songeo.it www.songeo.it	DATA ESECUZIONE DAL ********** AL **********	METODO PERFOR. CAROTAGGIO CONTINUO	SONDAGGIO N. SD
	QUOTA P.C.	ATTREZZI: Carotiera diametro 101 mm. Rivestimento metallico da 127 mm.	SONDA IDRAULICA CMV MK 420/TR 600 montata su cingoli

COMMITTENTE TESECO S.p.A			PIEZOMETRO			
LOCALITA' Via Soliman, Molassana (Genova)						
NOTE	CAMPIONI CAROTIERE SEMPLICE ○ SPT ● INDISTURBATI ▮	LIVELLO ACQUA DATA / MT. dal P.C.	PROF. FORO 18,00	PROF. RIVEST. 10,50	ASSISTENTI Dott. D'ambrosi Francesco OPERATORI Dott. Alberti Luca	

mt.	QUOTA da P.C.	SIMBOLOGIA	CAMPIONI TIPO	CAMPIONI NUM.	CAMPIONI PROF.	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	POCKET kg/cm²	TORVANE kN/m²	PIEZOMETRO
1									
	1,40		O	C1	1,20 1,40	Terreno di riporto limoso color marrone con all'interno ghiaia e resti sparsi di laterizi.			
2						Terreno di riporto costituito da ghiaia eterometrica prevalentemente media grossa con abbondanza di clasti spigolosi e subarrotondati; in alcuni tratti presente la matrice limosa color marrone.			
3									
4	4,50								
5						Terreno di riporto costituito da limo di colore marrone con all'interno ghiaia fine, resti abbondanti di laterizi, ghiaia eterometrica prevalentemente fine e resti sparsi di calcestruzzo; presente livello di ghiaia eterometrica media costituita da clasti spigolosi da 6,30 a 6,50 m.			
6									
7									
8									
9			O	C2	8,70 9,00				
	9,60								
10	10,00					Ghiaia eterometrica con clasti prevalentemente spigolosi.			
11						Terreno di riporto costituito da limo di colore marrone con trovante da 10,60 a 10,65 m. e ghiaia prevalentemente fine.			
	11,80								
12	12,30					Limo di colore grigio scuro con all'interno ghiaia fine.			
13						Argilla marnosa debolmente limosa molto compatta con inclusi clasti anche decimetrici di composizione calcareo marnosa di colore marrone e scaglie marnose grigiastre.			
14									
15			O	C3	14,40 14,70				
16									
17									
18	18,00								
19									
20									

scheda n°	bozza	data	15/11/03	COMMESSA	Indagini geognostiche		
Procedure di riferimento	ASTM D 2488-2000; AGI 1977			RIF. CONTRATTO			
	responsabili		revisione	inizio lavori	28 Ottobre 2003	fine lavori	11 novembre 2003
elaborazione	Dott. Francesco D'Ambrosi		0	responsabile cantiere	Dott.Luca Alberti		
verifica	Dott.Renato Sacchetti			direzione lavori	Dottssa Geol. Barbara Simi		
SPERIMENTATORE				DIRETTORE			

SONGEO SRL
SONDAGGI GEOGNOSTICI
via Calvino, 39
44100 FERRARA
tel. 0532 773136
E mail:info@songeo.it
www.songeo.it

DATA ESECUZIONE
DAL 29/09/2003 AL 30/09/2003

METODO PERFOR. CAROTAGGIO CONTINUO

SONDAGGIO N. SE

QUOTA
P.C.

ATTREZZI:
Carotiere diametro 101 mm.
Rivestimento metallico da 127 mm.

SONDA IDRAULICA
CMV MK 420/TR 600 montata su cingoli

COMMITTENTE TESECO S.p.A

LOCALITA' Via Solimano, Molassana (Genova)

PIEZOMETRO

NOTE

CAMPIONI
CAROTIERE SEMPLICE ○
SPT ●
INDISTURBATI ■

LIVELLO ACQUA DATA	MT. dal P.C.	PROF. FORO	PROF. RIVEST.
		15,00	15,50

ASSISTENTI
Dott. D'Ambrosi Francesco

OPERATORI
Dott. Alberti Luca

mt.	QUOTA da P.C.	SIMBOLOGIA	CAMPIONI TIPO	CAMPIONI NUM.	CAMPIONI PROF.	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	POCKET kN/cm²	TORVANE kN/cm²	PIEZOMETRO
						Terreno di riporto costituito da ghiaia e laterizi in matrice limosa marrone.			
	0,60								
1						Terreno di riporto limoso di colore grigio chiaro, a tratti argilloso con all'interno resti sparsi di ghiaia e laterizi.			
2									
3			O	C1	3,00 3,30				
4									
5	5,00								
						Terreno di riporto limoso di colore marrone chiaro con all'interno ghiaia eterometrica.			
6									
7	7,30								
						Terreno di riporto costituito da argilla e limo marrone con all'interno ghiaia e rari resti sparsi di laterizi. Presente trovante calcareo da 8,80 a 9,00 m.			
8									
9			O	C2	8,50 8,80				
10									
11									
12									
13									
14	14,00								
						Argilla marnosa debolmente limosa molto compatta con inclusi clasti anche decimetrici di composizione calcareo marnosa di colore marrone e scaglie marnose grigiastre.			
15	15,00		O	C3	14,50 14,80				

scheda n°	bozza	data	15/11/03	COMMESSA	Indagini geognostiche		
Procedure di riferimento	ASTM D 2488-2000; AGI 1977			RIF. CONTRATTO			
	responsabili		revisione	inizio lavori	29 Ottobre 20003	fine lavori	11 novembre 2003
elaborazione	Dott. Francesco D'Ambrosi		0	responsabile cantiere	Dott.Luca Alberti		
verifica	Dott.Renato Sacchetti			direzione lavori	Dott.ssa Geol. Barbara Sirtori		
SPERIMENTATORE				DIRETTORE			

SONGEO SRL SONDAGGI GEOGNOSTICI via Calvino, 38 44100 FERRARA tel. 0532 773136 E mail:info@songeo.it www.songeo.it	DATA ESECUZIONE DAL ######## AL ######## QUOTA P.C.	METODO PERFOR. CAROTAGGIO CONTINUO	SONDAGGIO N. SF
		ATTREZZI: Carotiere diametro 101 mm. Rivestimento metallico da 127 mm.	SONDA IDRAULICA CMV MK 420/TR 600 montata su cingoli
COMMITTENTE TESECO S.p.A		PIEZOMETRO	
LOCALITA' Via Solimano, Molassana (Genova)			
NOTE	CAMPIONI CAROTIERE SEMPLICE ○ SPT ● INDISTURBATI ▮	LIVELLO ACQUA DATA / MT. dal P.C.	PROF. FORO 15,00 / PROF. RIVEST. 15,00
			ASSISTENTI Dott. D'ambrosi Francesco OPERATORI Dott. Alberti Luca

mt.	QUOTA da P.C.	SIMBOLOGIA	CAMPIONI TIPO	CAMPIONI NUM.	CAMPIONI PROF.	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	POCKET kN/cm²	TORVANE kg/cm²	PIEZOMETRO
1									
	1,40		O	C1	4,70 5,00	Terreno di riporto costituito da ghiaia prevalentemente medio grossa in matrice limosa di colore nocciola scuro.			
2						Terreno di riporto costituito da limo di colore nocciola chiaro con all'interno ghiaia prevalentemente medio fine e resti sparsi di laterizi.			
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9	9,00		O	C2	8,50 8,80				
10						Argilla marnosa debolmente limosa molto compatta con inclusi clasti anche decimetrici di composizione calcareo marnosa di colore grigio nerastra e scaglie marnose grigio scure.			
11									
12									
13									
14									
15	15,00		O	C3	14,70 15,00				

scheda n°	bozza	data	15/11/03	COMMESSA	Indagini geognostiche		
Procedure di riferimento	ASTM D 2488-2000; AGI 1977			RIF. CONTRATTO			
	responsabile		revisione	inizio lavori	29 Ottobre 2003	fine lavori	11 novembre 2003
elaborazione	Dott. Francesco D'Ambrosi			responsabile cantiere	Dott. Luca Alberti		
verifica	Dott. Rinaldo Serchia		0	direzione lavori	Dott.ssa Geol. Barbara Sinni		
SPERIMENTATORE				DIRETTORE			

SONGEO SRL SONDAGGI GEOGNOSTICI via Calvino, 30 44100 FERRARA tel. 0532 772138 E mail info@songeo.it www.songeo.it	DATA ESECUZIONE DAL 10/11/03 AL 10/11/03	METODO PERFOR. CAROTAGGIO CONTINUO	SONDAGGIO N. PZ G
	QUOTA P.C.	ATTREZZI: Carotiere diametro 101 mm. Rivestimento metallico diam 127mm	SONDA IDRAULICA CMV MK 420/TR 600 montata su cingoli
COMMITTENTE TESECO S.p.A			
LOCALITA' Via Sottosanto, Molassana (Genova)		PIEZOMETRO	Tubo in PVC diam 3" microfessurato da mt -7 a mt -4 p.c.
NOTE Da mt -6.00 a mt -8.00 p.c. è stato utilizzato il carotiere doppio con corona diamantata.	CAMPIONI CAROTIERE SEMPLICE O SPT ● INDISTURBATI ▮	LIVELLO ACQUA DATA / MT. dal P.C.	PROF. FORO: 8.00 / PROF. RIVEST.: 7.50
			ASSISTENTI Dott. D'Ambrosi Francesco OPERATORI Dott. Alberti Luca

mt.	QUOTA da P.C.	SIMBOLOGIA	CAMPIONI TIPO	CAMPIONI NUM.	CAMPIONI PROF.	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	POCKET kN/m²	TORVANE kN/cm²	PIEZOMETRO
1						Terreno di riporto limoso di colore nocciola chiaro con all'interno ghiaia eterometrica, abbondanti resti di laterizi ed due trovanti calcarei (2.00-2.20) (2,30-2,50).			
2	2,50								
3						Terreno di riporto limoso di colore grigio con all'interno ghiaia, resti di laterizi ed un trovante calcareo (3,30-3.40).			
4			O	C1	4.20 4.50				
5	5,30								
6			O	C2	6.00 6.30	Argilla debolmente limosa, molto consistente, di colore grigio, con all'interno clasti calcarei e scaglie marnose.			
7	6,50					Roccia di composizione calcareo marnosa con all'interno vene calcitiche.			
8	8,00								
9									
10									

PIEZOMETRO: BENTONITE; TUBO IN PVC MICROFESSURATO DIAM. 3"; TUBO IN PVC CIECO DIAM. 3"

scheda n°	bozza	data	13/11/03	COMMESSA	Indagini geognostiche
Procedure di riferimento	ASTM D 2488-2000; AGI 1977			RIF. CONTRATTO	
	responsabili		revisione	inizio lavori	28 Ottobre 2003 — fine lavori: 15 Novembre 2003
elaborazione	Dott. Francesco D'Ambrosi		0	responsabile cantiere	Dott Luca Alberti
verifica	Dott Renato Sacchetti			direzione lavori	Dott.ssa Geol. Barbara Gaeli
SPERIMENTATORE				DIRETTORE	

SONGEO SRL SONDAGGI GEOGNOSTICI via Colvino, 39 44100 FERRARA tel. 0532 772106 E-mail:info@songeo.it www.songeo.it	DATA ESECUZIONE DAL 10/11/03 AL 11/11/03	METODO PERFOR CAROTAGGIO CONTINUO	SONDAGGIO N. **PZ H**
	QUOTA P.C.	ATTREZZI: Carotiere diametro 101 mm. Rivestimento metallico diam 127mm	SONDA IDRAULICA CMV MK 420/TR 600 montata su cingoli
COMMITTENTE TESECO S.p.A		PIEZOMETRO	Tubo in PVC diam 3" microfessurato da mt -10 a mt -7 p.c.
LOCALITA' Via Solimano, Molassana (Genova)			

NOTE	CAMPIONI	LIVELLO ACQUA DATA	LIVELLO ACQUA MT. dal P.C.	PROF. FORO	PROF. RIVEST.	ASSISTENTI
Da mt -4,00 a mt -5,00 p.c. è stato utilizzato il carotiere doppio con corona diamantata.	CAROTIERE SEMPLICE O SPT ● INDISTURBATI ■			10,00	10,00	Dott. D'ambrosi Francesco OPERATORI Dott. Alberti Luca

mt.	QUOTA da P.C.	SIMBOLOGIA	CAMPIONI TIPO	CAMPIONI NUM.	CAMPIONI PROF.	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	POCKET kN/m²	TORVANE kN/m²	PIEZOMETRO
1						Terreno di riporto limoso color nocciola chiaro con all'interno ghiaia eterometrica prevalentemente fine, con qualche ciottolo spigoloso e subarrotondato, con resti sparsi di materiale plastico, laterizi ed un trovante calcareo (4,80-5,00).			TUBO IN PVC CIECO DIAM. 3"
2									
3									
4									
5			O	C1	5,30 5,60				
6	6,00					Argilla debolmente limosa di colore grigio scuro, molto compatta, con clasti calcarei e scaglie marnose grigio scure.			BENTONITE
7			O	C2	6,60 6,90				
8									
9			O	C3	9,40 9,70				TUBO IN PVC MICROFESSURATO DIAM. 3"
10	10,00		O	C4	9,80 10,00				

scheda n°	bozza	data	15/11/03	COMMESSA	Indagini geognostiche		
Procedure di riferimento	ASTM D 2488-2000; AGI 1977			RIF. CONTRATTO			
	responsabili		revisione	Inizio lavori	28 Ottobre 20003	fine lavori	11 novembre 2003
elaborazione	Dott. Francesco D'Ambrosi		0	responsabile cantiere	Dott.Luca Alberti		
verifica	Dott.Renato Sacchetti			direzione lavori	Dott.ssa Geol. Barbara Sinil		
SPERIMENTATORE				DIRETTORE			

DOWN - HOLE

Sondaggio " PZ A "

prof.	Dist.	tp	ts	dtp	dts	dDist	Vp	Vs	densità (KN/m3)	coeff. Poisson	Mod. Taglio Dinam.	Mod. Young	Mod. Bulk	densità (KN/m3)	tp media	Vs media	coeff. Poisson	Mod. Taglio Dinam.	Mod. Young	Mod. Bulk
0.0	2.0	3.6	8.6																	
				0.5	1.5	0.3	303	157	15	0.40	37.872	106.481	186.202							
1.0	2.5	4.2	10.1																	
				0.8	2.0	0.6	740	296	15	0.40	134.132	376.847	666.482							
2.0	2.8	5.0	12.1																	
				1.0	2.4	0.8	777	324	15	0.39	160.317	447.272	709.972							
3.0	3.6	6.0	14.5																	
				1.1	2.6	0.9	788	333	15	0.39	169.863	472.554	733.301							
4.0	4.5	7.1	17.1																	
				1.2	2.8	0.9	794	351	15	0.36	188.558	519.813	717.469							
5.0	5.4	8.3	19.7																	
				1.3	3.1	0.9	752	303	15	0.40	140.408	393.962	676.354							
6.0	6.3	9.5	22.8																	
				1.2	2.8	1.0	796	341	15	0.39	178.061	494.174	732.119							
7.0	7.3	10.7	25.6																	
				1.3	3.1	1.0	745	312	15	0.38	148.506	413.829	648.455							
8.0	8.2	12.0	28.7																	
				1.3	3.1	1.0	749	314	15	0.38	150.738	420.048	656.170							
9.0	9.2	13.3	31.8																	
				1.3	3.0	1.0	753	326	15	0.38	162.666	450.391	649.360	15	150	320	0.38	156.575	435.985	674.414
10.0	10.3	14.6	34.8																	
				1.3	3.0	1.0	756	327	15	0.38	163.934	453.902	654.442							
11.0	11.2	15.9	37.8																	
				1.3	3.1	1.0	758	318	15	0.38	154.431	430.340	672.247							
12.0	12.2	17.2	40.9																	
				1.3	3.1	1.0	760	319	15	0.38	155.133	432.296	675.302							
13.0	13.2	18.5	44.0																	
				1.3	3.2	1.0	761	309	15	0.40	146.110	409.451	690.494							
14.0	14.1	19.8	47.2																	
				1.3	3.2	1.0	762	310	15	0.41	146.530	413.207	784.926							
15.0	15.1	21.1	50.4																	
				1.3	3.1	1.0	793	318	15	0.40	154.502	433.065	756.548							
16.0	16.1	22.3	53.5																	
				1.2	3.0	1.0	827	333	15	0.40	169.657	476.221	829.209							
17.0	17.1	23.5	56.5																	
				1.0	2.6	1.0	884	414	15	0.33	262.005	731.056	1.159.942							
18.0	18.1	24.5	58.9																	
				0.8	1.8	1.0	1243	552	21	0.35	593.063	1.798.436	2.435.382							
19.0	19.1	25.3	60.7																	
				0.7	1.6	1.0	1421	602	21	0.36	827.490	2.256.591	2.218.893							
20.0	20.1	26.0	62.3																	
				0.6	1.4	1.0	1656	737	21	0.38	1.163.500	3.204.099	4.338.884							
21.0	21.1	26.6	63.7																	
				0.5	1.2	1.0	1991	866	21	0.39	1.904.782	4.440.216	8.349.509	21	1840	810	0.38	1.404.495	3.875.882	5.374.921
22.0	22.1	27.1	64.8																	
				0.4	1.0	1.0	2212	996	21	0.37	2.123.883	5.832.357	7.656.468							
23.0	23.1	27.5	65.8																	
				0.4	0.9	1.0	2491	1107	21	0.38	2.623.793	7.225.523	8.784.561							
24.0	24.1	28.0	66.7																	

METODO DIFFERENZIALE

PRIME DIAGRAFIONE

Prof. = profondita' del geofonio da p.c. (m)
Dist. = distanza di traslle energizzazione geofonio (m)
Tp = tempo di transito onde P (sec.10-3)
Ts = tempo di transito onde S (sec.10-3)

dTp = differenza tra i tempi di transito contigui delle onde P (sec. 10-3)
dTs = differenza tra i tempi di transito contigui delle onde S (sec. 10-3)
dDist. = differenza tra distanze di transito di geofoni contigui (m)
Vp e Vs = velocita' sismica delle onde P e S (m/sec)
Mod. = moduli elastici dinamici (KN/mq)

DOWN - HOLE

Sondaggio " PZ A "

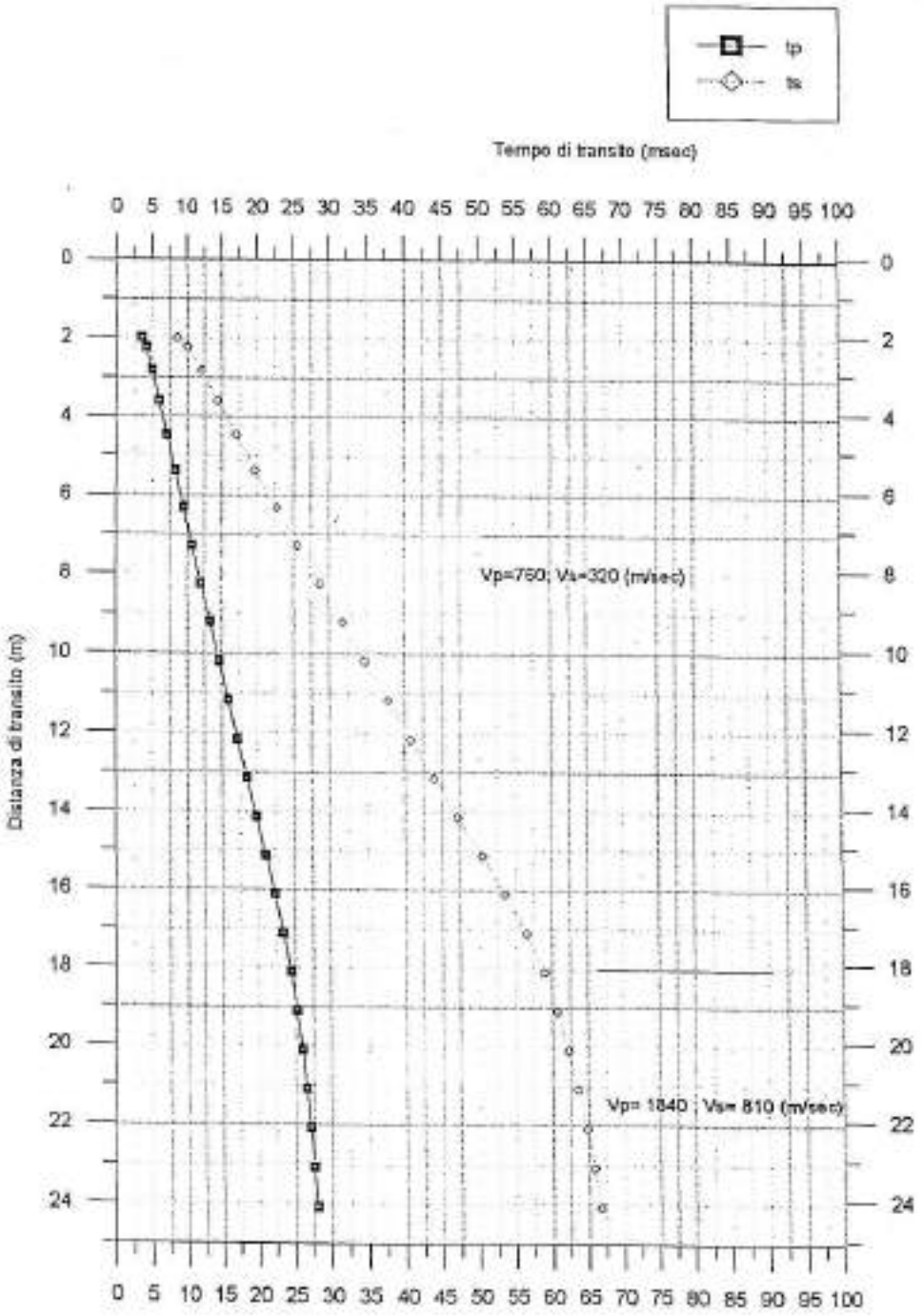
prof.	Dist.	Tp	Ts	dTp	dTs	dDist	Vp	Vs	densità (kN/mc)	coeff. Poisson	Mod. Taglio Dinam.	Mod. Young	Mod. Bulk	densità (kN/mc)	Vp media	Vs media	coeff. Poisson	Mod. Taglio Dinam.	Mod. Young	Mod. Bulk
0.0	2.0	3.6	8.6																	
				0.6	1.6	8.3	3563	1527	15	0.40	37.872	106.431	186.202							
1.0	3.2	4.2	10.1																	
				0.8	2.0	8.6	748	2993	15	0.40	134.132	376.847	659.482							
2.0	3.8	5.0	12.1																	
				1.0	2.4	8.6	777	3241	15	0.39	160.317	447.272	709.672							
3.0	3.8	6.0	14.3																	
				1.1	2.6	8.9	788	3333	15	0.39	169.863	472.554	722.501							
4.0	4.5	7.1	17.1																	
				1.2	2.6	9.9	794	3511	15	0.38	188.539	519.813	712.409							
5.0	5.4	8.3	19.7																	
				1.3	3.1	9.9	752	3013	15	0.40	140.408	393.962	676.354							
6.0	6.3	9.5	22.8																	
				1.2	2.8	10	756	3411	15	0.39	178.081	494.174	732.110							
7.0	7.3	10.7	25.6																	
				1.3	3.1	10	743	3412	15	0.39	148.509	413.829	646.455							
8.0	8.2	12.0	28.7																	
				1.3	3.1	10	749	3314	15	0.39	150.736	420.046	656.170							
9.0	9.2	13.3	31.8											15	709	320	0.39	156.575	435.985	674.414
				1.3	3.0	10	753	3251	15	0.38	162.095	450.591	649.388							
10.0	10.2	14.6	34.8																	
				1.3	3.0	10	756	3327	15	0.38	163.934	453.662	654.442							
11.0	11.2	15.9	37.8																	
				1.3	3.1	10	758	3318	15	0.39	164.431	456.340	672.247							
12.0	12.2	17.2	40.9																	
				1.3	3.1	10	760	3319	15	0.39	165.133	432.299	675.302							
13.0	13.2	18.5	44.0																	
				1.5	3.2	10	781	3309	15	0.40	146.110	403.451	590.494							
14.0	14.1	19.8	47.2																	
				1.3	3.2	10	792	3318	15	0.41	148.530	413.207	764.908							
15.0	15.1	21.1	50.4																	
				1.3	3.1	10	793	3318	15	0.40	154.502	433.965	758.548							
16.0	16.1	22.3	53.6																	
				1.2	3.0	10	827	3313	15	0.40	169.687	476.221	820.203							
17.0	17.1	23.5	56.8																	
				1.0	2.4	10	994	4164	15	0.39	282.035	791.006	1.159.942							
18.0	18.1	24.9	58.9																	
				0.8	1.8	10	1249	5521	21	0.38	653.063	1.798.430	2.439.362							
19.0	19.1	25.3	60.7																	
				0.7	1.9	10	1421	6222	21	0.38	827.490	2.286.991	3.219.805							
20.0	20.1	26.0	62.3																	
				0.6	1.4	10	1659	7317	21	0.38	1.163.930	3.204.000	4.538.884							
21.0	21.1	26.6	63.7																	
				0.5	1.2	10	1901	8556	21	0.38	1.664.762	4.440.216	6.349.509	21	1840	810	0.38	1.404.495	3.875.992	5.374.901
22.0	22.1	27.1	64.6																	
				0.4	1.0	10	2213	9966	21	0.37	2.122.883	5.837.557	7.656.456							
23.0	23.1	27.6	65.8																	
				0.4	0.9	10	2491	11207	21	0.38	2.623.793	7.225.522	9.784.561							
24.0	24.1	28.0	66.7																	

Prof. = profondita' del geofono da p.c. (m)
Dist. = distanza di transito energizzazione geofono (m)
Tp = tempo di transito onde P (sec.10-3)
Ts = tempo di transito onde S (sec.10-3)

dTp = differenza tra i tempi di transito contigui delle onde P (sec. 10-3)
dTs = differenza tra i tempi di transito contigui delle onde S (sec . 10-3)
dDist. = differenza tra distanze di transito di geofoni contigui (m)
Vp e Vs = velocita' sismica delle onde P e S (m/sec)
Mod. = moduli elastici dinamici (KN/mq)

PROVA "DOWN-HOLE"

Sondaggio "DH PZ A"



DOWN - HOLE

Sondaggio " PZ G "

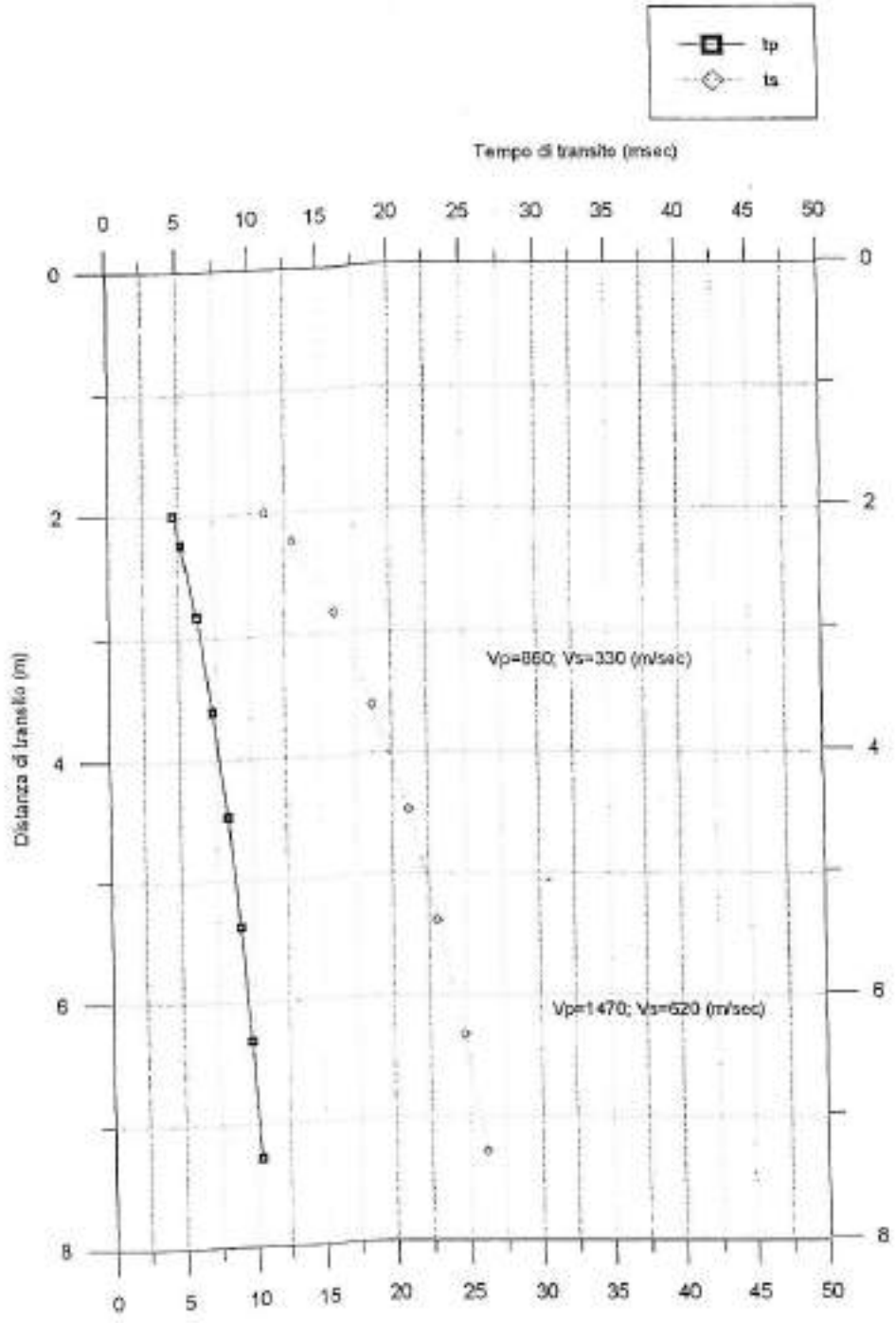
				METODO DIFFERENZIALE										DALLE DROMOCRONE						
prof.	Dist.	tp	ts	dtp	dts	dDist	Vp	Vs	densità (kN/m3)	coeff. Poisson	Mod. Taglio Dinam.	Mod. Young	Mod. Bulk	densità (kN/m3)	Vp media	Vs media	coeff. Poisson	Mod. Taglio Dinam.	Mod. Young	Mod. Bulk
0.0	2.0	4.5	11.0																	
				0.5	2.0	0.2	472	118	15	0.41	21.302	62.488	212.441							
1.0	2.2	5.1	13.0																	
				1.1	3.0	0.8	539	197	15	0.42	59.614	169.583	563.929							
2.0	2.9	6.2	16.0											15	660	330	0.41	166.514	470.760	938.860
				1.0	3.6	0.8	777	293	15	0.41	136.602	386.090	741.292							
3.0	3.6	7.2	18.6																	
				1.0	2.5	0.9	867	347	15	0.40	183.723	516.175	933.309							
4.0	4.5	8.2	21.1																	
				0.9	1.9	0.9	1141	461	15	0.39	353.089	983.102	1.520.557							
5.0	5.4	9.0	23.0																	
				0.7	1.7	0.9	1342	553	21	0.40	653.649	1.827.494	2.993.664							
6.0	6.3	9.7	24.7																	
				0.6	1.4	1.0	1593	683	21	0.39	997.353	2.767.376	4.099.816	21	1478	620	0.39	822.875	2.290.578	3.426.614
7.0	7.3	10.3	26.1																	

Prof. = profondita' del geofono da p.c. (m)
Dist. = distanza di tiranbo energizzazione geofono (m)
Tp = tempo di transito onde P (sec.10-3)
Ts = tempo di transito onde S (sec.10-3)

dTp = differenza tra i tempi di transito contigui delle onde P (sec. 10-3)
dTs = differenza tra i tempi di transito contigui delle onde S (sec. 10-3)
dDist. = differenza tra distanze di tiranbo di geofoni contigui (m)
Vp e Vs = velocita' sismica delle onde P e S (m/sec)
Mod. = moduli elastici dinamici (KN/mq)

PROVA "DOWN-HOLE"

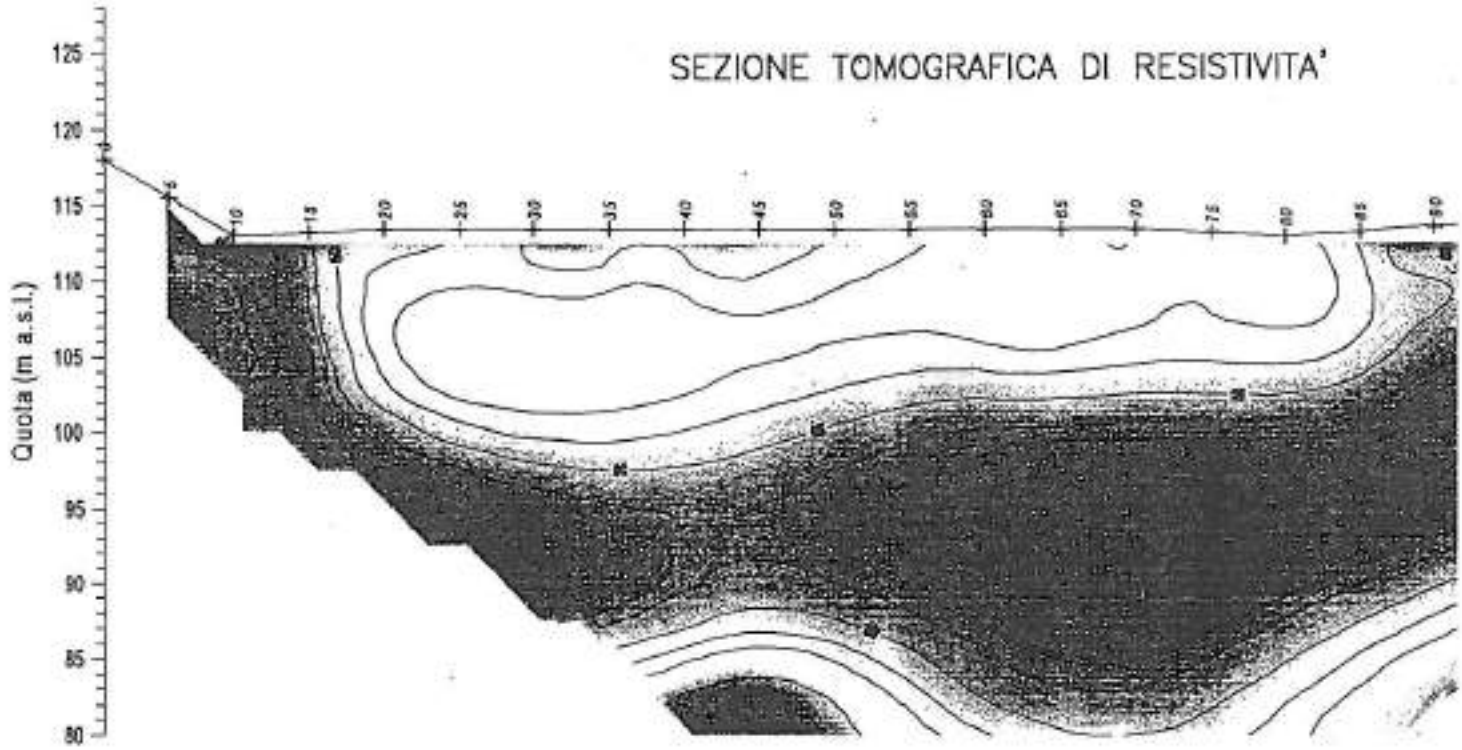
Sondaggio "DH PZ G"

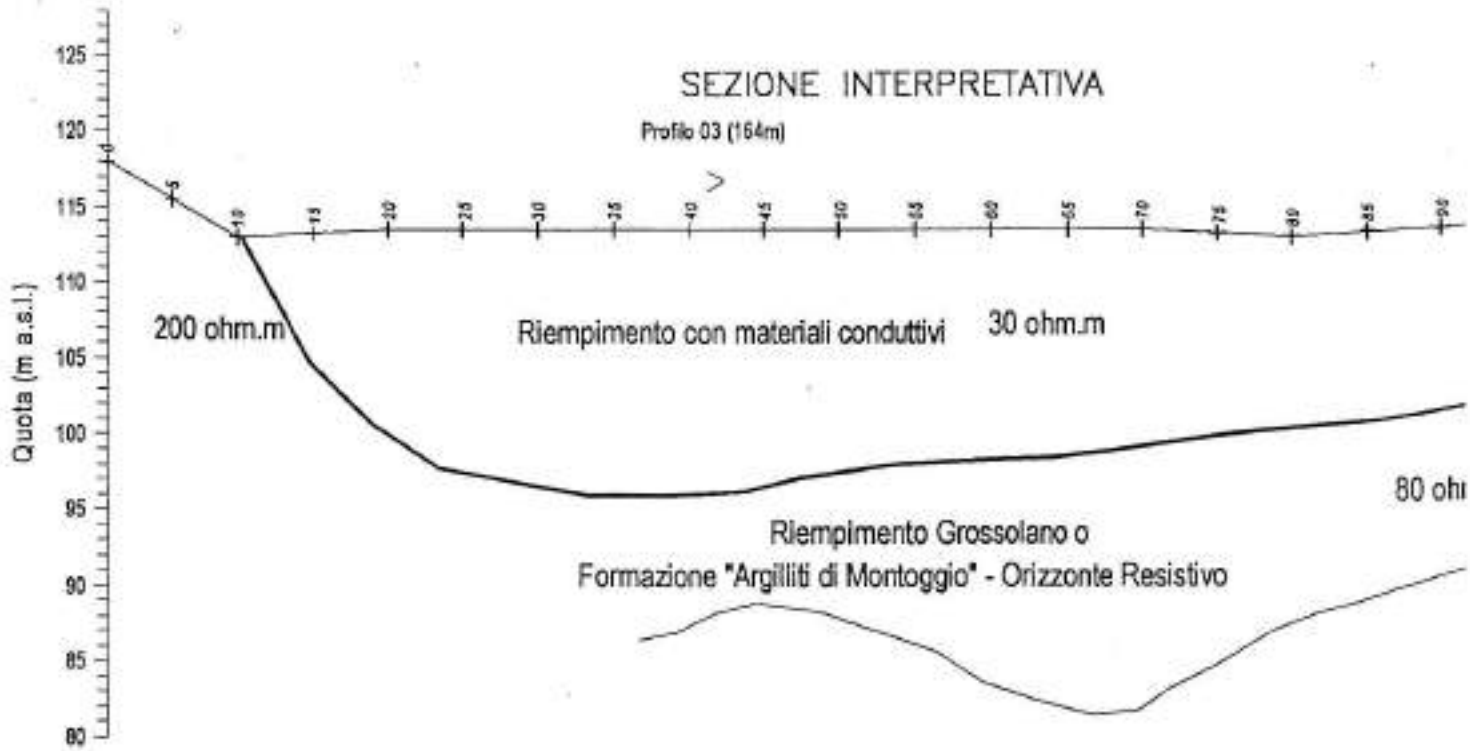


LOCALITA' MOLASSANA – Comune di Genova
Indagini sismiche di superficie e in foro

Archivio n° 2770/03

E

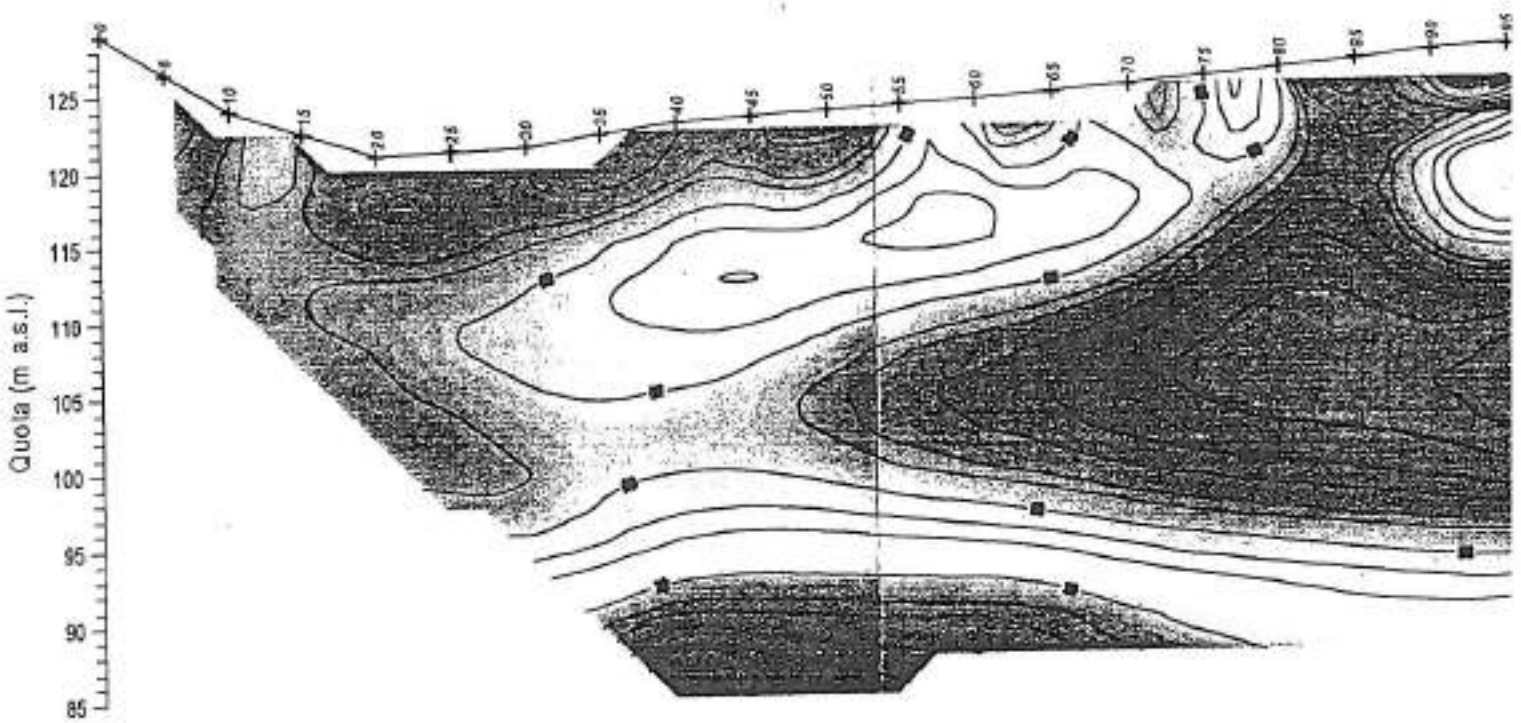

SEZIONE TOMOGRAFICA DI RESISTIVITA'
Quota (m a.s.l.)
125
120
115
110
105
100
95
90
85
80


SEZIONE INTERPRETATIVA
Profilo 03 (164m)
Quota (m a.s.l.)
200 ohm.m
Riempimento con materiali conduttivi
30 ohm.m
80 ohi
Riempimento Grossolano o
Formazione "Argilliti di Montoggio" - Orizzonte Resistivo

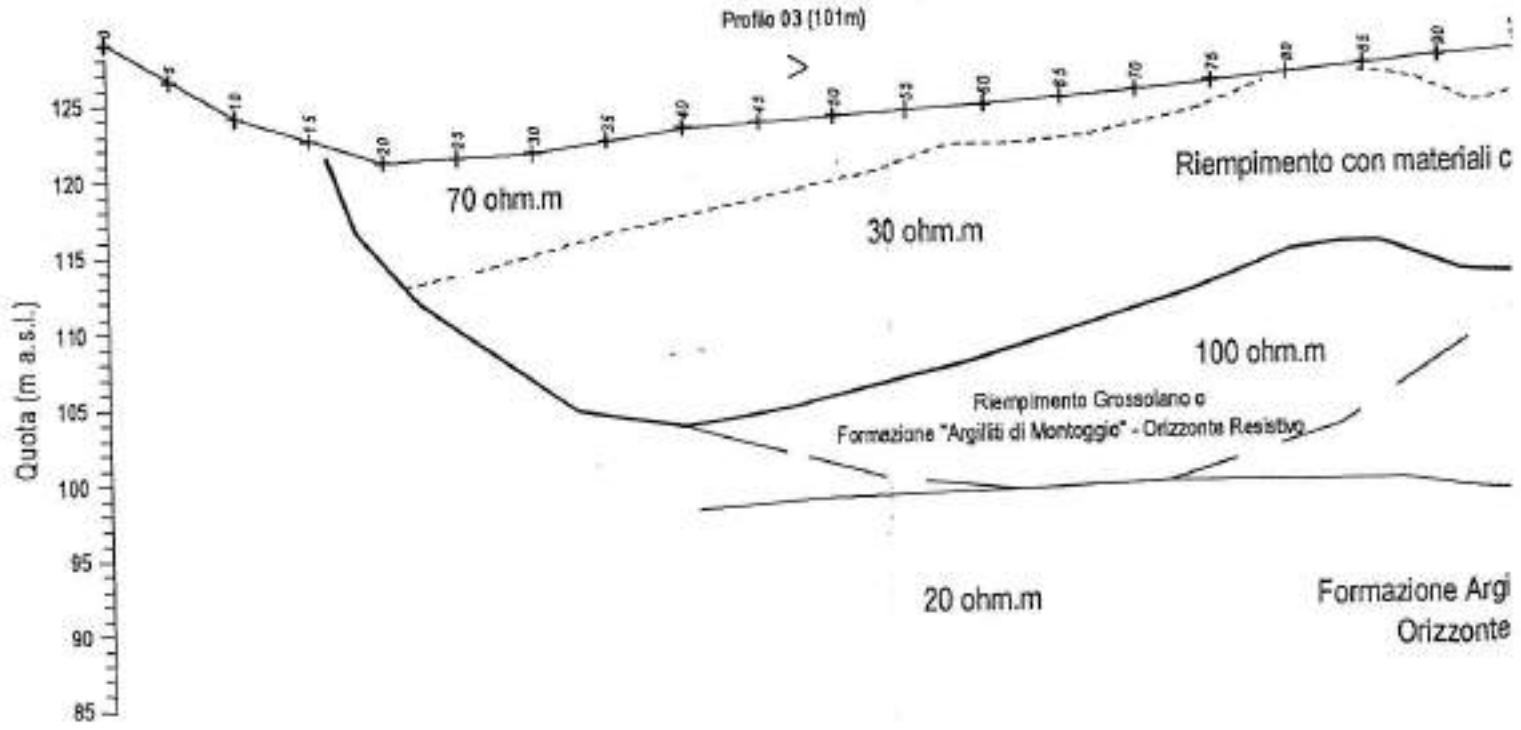
PROFILO 2

E

SEZIONE TOMOGRAFICA DI RESISTIVITA'

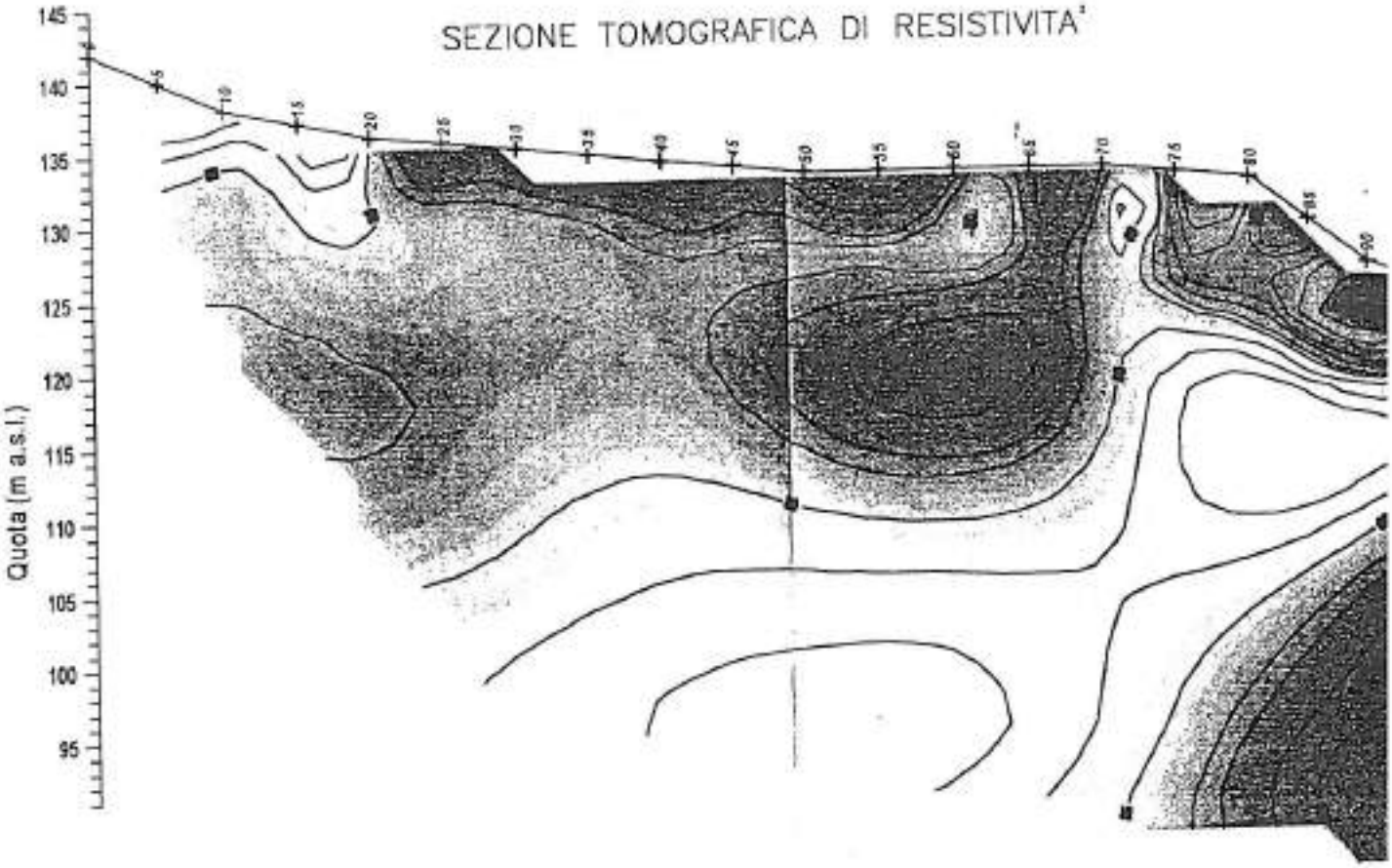


SEZIONE INTERPRETATIVA

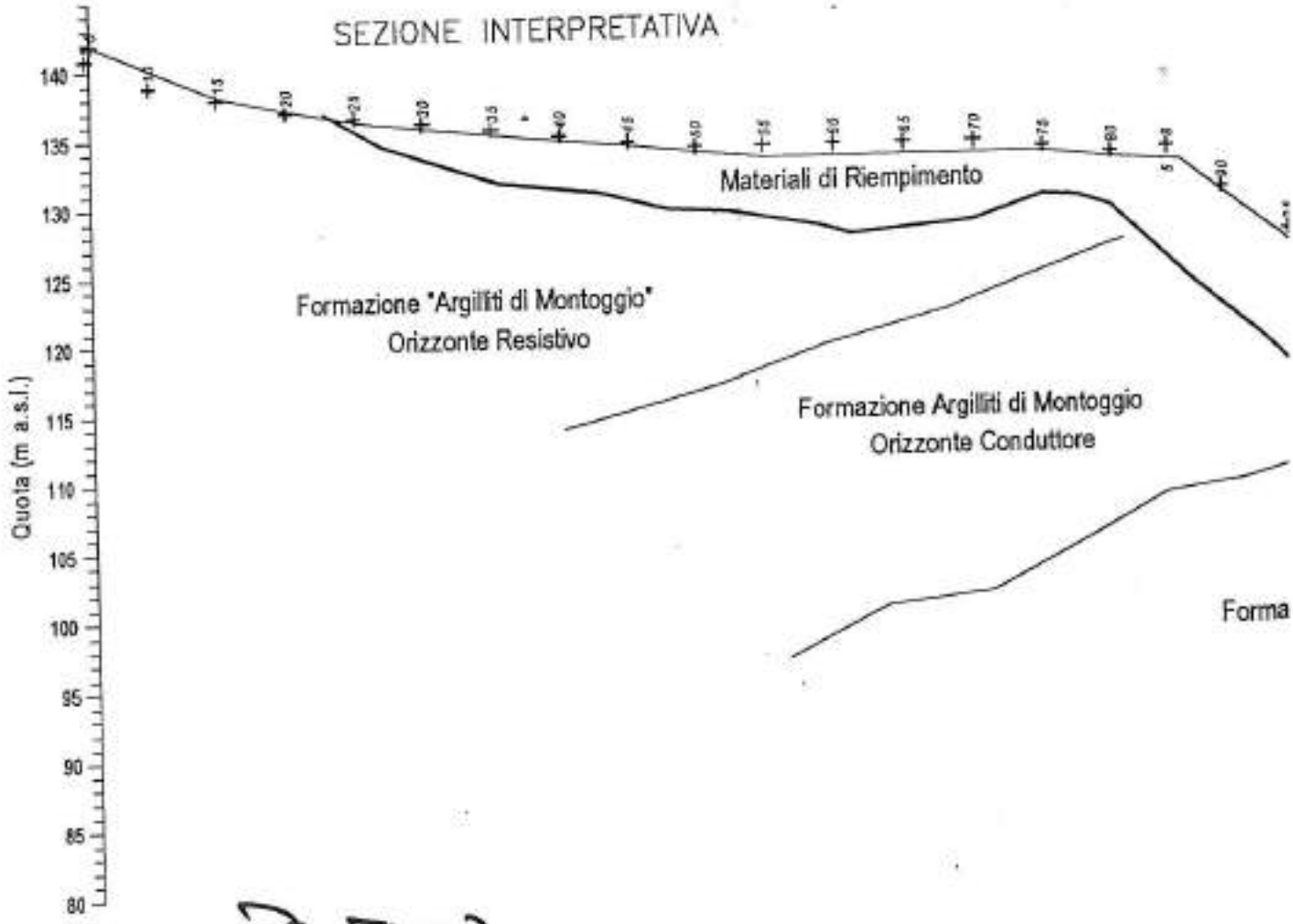


S

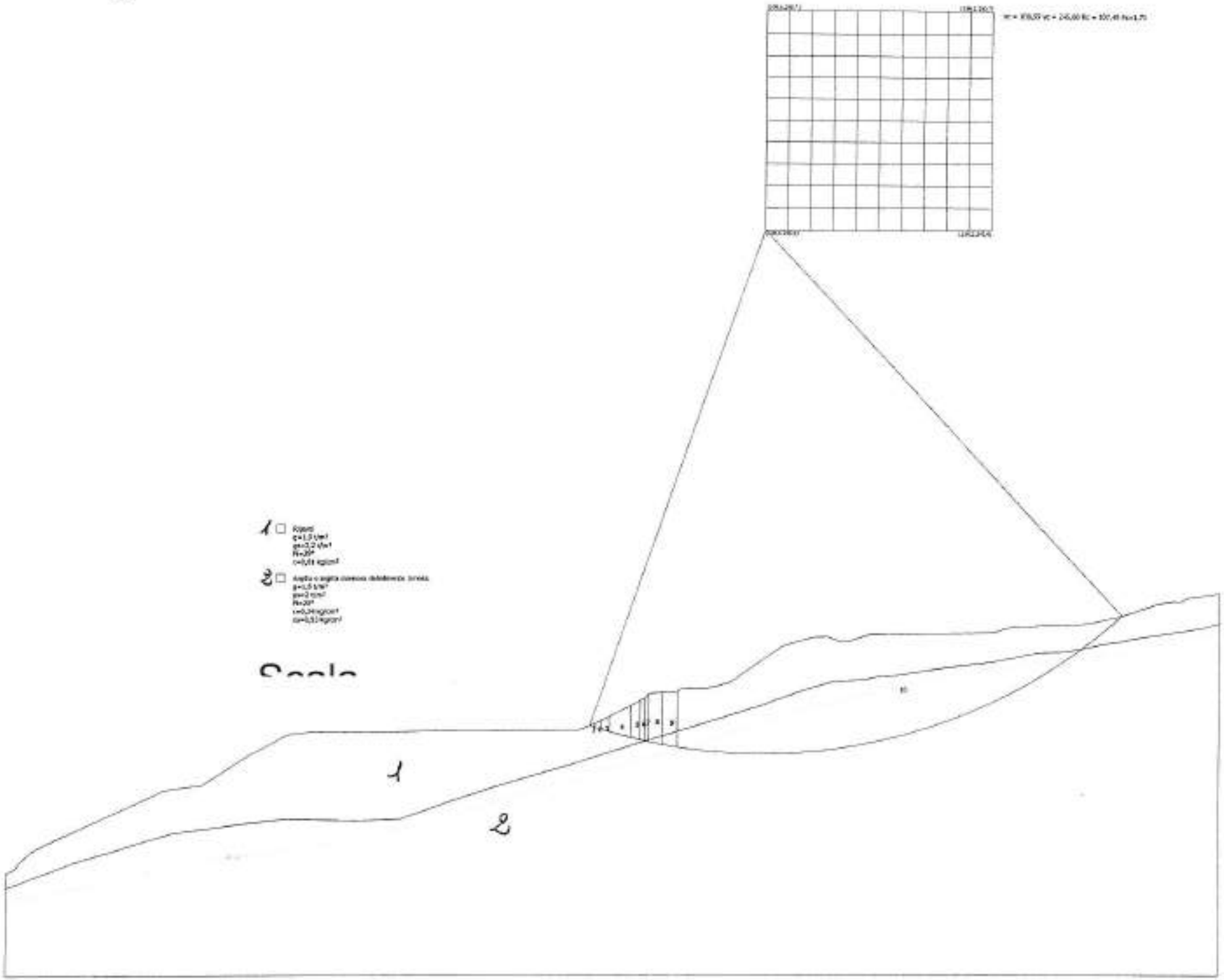
SEZIONE TOMOGRAFICA DI RESISTIVITA'



SEZIONE INTERPRETATIVA



PROFILO 3


1
2

Analisi di stabilità dei pendii con MORGENSTERN-PRICE

Numero di strati	2,0
Numero dei conci	10,0

Superficie di forma circolare

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	108,59 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	245,6 m
Ascissa vertice destro superiore xs	154,22 m
Ordinata vertice destro superiore ys	290,67 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Descrizione: Verifiche di stabilità discarica inerti loc. Brumà Ge-Molassana

Latitudine:	44,45
Longitudine:	8,99
Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe I
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	35,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T4

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	21,0	0,25	2,5	0,2
S.L.D.	35,0	0,27	2,51	0,2
S.L.V.	332,0	0,67	2,53	0,28
S.L.C.	682,0	0,88	2,51	0,29

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,525	0,2	0,0107	0,0054
S.L.D.	0,567	0,2	0,0116	0,0058
S.L.V.	1,407	0,2	0,0287	0,0143
S.L.C.	1,848	0,2	0,0377	0,0188

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,0107
Coefficiente azione sismica verticale	0,0054

Vertici profilo

N	X m	y m
1	-43,92	113,49
2	-42,03	114,41
3	-41,38	115,54
4	-38,45	118,25
5	-36,4	119,33
6	-20,71	126,42
7	-12,21	130,37
8	-9,67	130,86
9	-5,88	131,34
10	-4,64	131,34
11	3,27	136,54

12	5,65	138,0
13	9,54	140,06
14	12,9	141,95
15	17,82	142,55
16	34,6	142,55
17	43,31	142,76
18	71,93	142,92
19	75,07	144,28
20	76,37	144,93
21	77,94	145,63
22	82,38	147,96
23	84,22	149,04
24	85,03	149,36
25	85,95	150,45
26	88,71	150,66
27	91,63	150,82
28	92,44	151,47
29	96,5	151,42
30	99,42	151,96
31	102,45	152,88
32	105,97	155,37
33	110,35	158,45
34	112,68	160,13
35	118,9	161,97
36	121,88	162,08
37	124,2	161,16
38	125,77	161,0
39	127,45	161,59
40	130,26	162,51
41	138,7	162,73
42	145,36	162,78
43	155,1	162,95
44	158,78	164,03
45	162,24	164,14
46	165,36	164,48
47	171,33	164,51
48	175,01	164,95
49	177,99	165,65
50	180,91	166,3
51	184,05	167,33
52	186,21	168,14
53	188,16	168,79
54	191,46	169,49
55	193,25	169,44
56	194,06	170,03
57	198,06	170,63
58	200,99	171,06

Falda

Nr.	X m	y m
1	-43,88	107,5
2	2,35	117,11
3	16,37	118,67
4	25,98	120,23
5	42,63	124,52
6	62,44	130,43
7	94,18	139,69
8	118,22	147,64
9	145,48	154,27
10	172,7	158,14
11	180,24	158,92
12	185,17	159,96
13	189,06	161,0
14	200,75	163,07

Vertici strato 1

N	X m	y m
1	-43,92	110,33
2	-37,8	112,73
3	-30,12	115,65
4	-24,76	117,28
5	-17,68	119,55
6	-10,1	121,77
7	-0,41	123,07
8	6,24	123,99
9	12,57	124,69
10	26,64	124,36
11	29,62	124,42
12	35,79	124,69
13	46,66	128,58
14	58,13	132,21
15	70,31	135,84
16	83,46	140,11
17	96,39	144,11
18	107,86	147,79
19	117,33	151,26
20	122,85	152,93
21	128,91	153,31
22	132,37	153,96
23	136,32	154,23
24	139,25	154,77
25	148,07	156,07
26	155,32	156,99
27	164,52	158,89
28	169,76	159,0
29	178,04	160,73
30	180,62	161,07
31	183,78	161,81
32	188,0	162,46
33	197,63	163,97
34	200,99	164,95

Stratigrafia

c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm²)	Fi (°)	G (t/m³)	Gs (t/m³)	K (Kg/cm³)	Litologia	
1	0,01	29	1,9	2,2	0,00		Riporti
2	0,24	25	1,8	2	0,00		Argilla o argilla marnosa debolmente limosa

Terra rinforzata

No	X (m)	Y (m)	Stato	Tipologia
1	0	0	Disattivato	

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1,71
Ascissa centro superficie	108,59 m
Ordinata centro superficie	245,6 m
Raggio superficie	107,49 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Ei, Ei-1: Forze agenti normalmente alle facce del concio; Xi, Xi-1: Forze di tipo tagliante applicate sulle facce laterali .

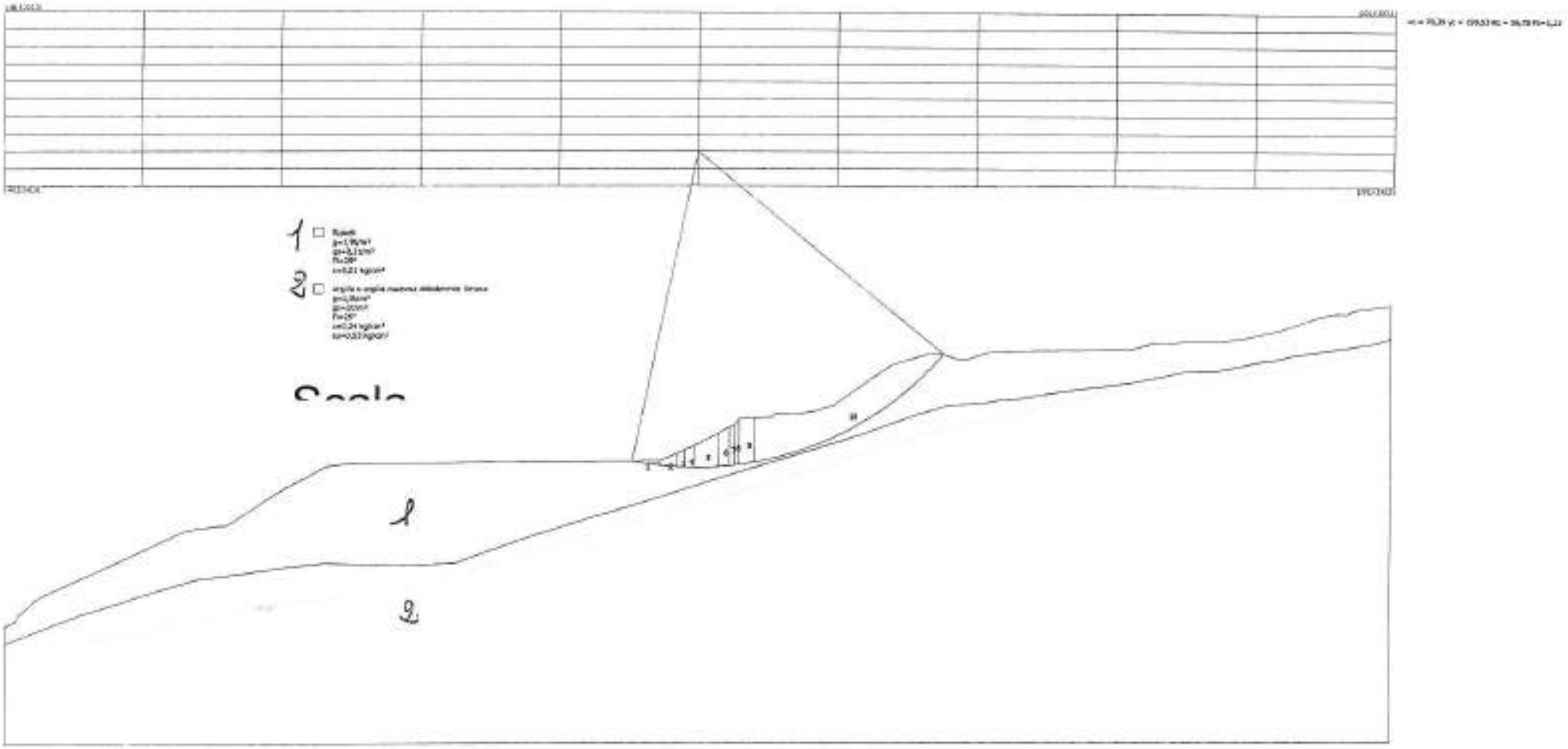
Analisi dei conci. Superficie...xc = 108,589 yc = 245,604 Rc = 107,491 Fs=1,7066

Lambda = -0,057

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)
1	1,05	-18,47	1,11	806,79
2	1,3	-17,81	1,36	3306,42
3	1,57	-17,0	1,64	7352,04
4	4,44	-15,34	4,6	40903,45
5	1,84	-13,61	1,89	25749,92
6	0,81	-12,88	0,83	12926,45
7	0,92	-12,41	0,94	16208,43
8	2,76	-11,41	2,82	53800,27
9	2,92	-9,87	2,97	60566,06
10	89,66	16,74	93,62	3630019,0

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (Kg)	Ei (Kg)	Xi-1 (Kg)	Ei-1 (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)	Ui (Kg)
1	-302,18	5329,6	0,0	0,0	-629,33	-135,85	0,0
2	-692,7	12217,24	-302,18	5329,6	1441,4	487,08	0,0
3	-1220,79	21531,31	-692,7	12217,24	4872,75	1512,73	0,0
4	-2851,96	50300,47	-1220,79	21531,31	33736,41	10168,68	0,0
5	-3912,32	69002,3	-2851,96	50300,47	21856,38	6538,82	0,0
6	-4556,6	80365,65	-3912,32	69002,3	10794,25	3224,73	0,0
7	-10924,23	192672,6	-4556,6	80365,65	-1964,72	530,87	0,0
8	-18175,22	320559,7	-10924,23	192672,6	34943,66	11725,17	0,0
9	-25402,87	448035,1	-18175,22	320559,7	45374,71	14479,05	0,0
10	-18682,55	329507,6	-25402,87	448035,1	3443235,0	956548,2	0,0


1
2
1
2

Analisi di stabilità dei pendii con MORGENSTERN-PRICE

Numero di strati	2,0
Numero dei conci	10,0

Superficie di forma circolare

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-44,55 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	192,33 m
Ascissa vertice destro superiore xs	201,33 m
Ordinata vertice destro superiore ys	223,31 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Descrizione: Verifiche di stabilità discarica inerti loc. Brumà Ge-Molassana

Latitudine:	44,45
Longitudine:	8,99
Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe I
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	35,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T4

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	21,0	0,25	2,5	0,2
S.L.D.	35,0	0,27	2,51	0,2
S.L.V.	332,0	0,67	2,53	0,28
S.L.C.	682,0	0,88	2,51	0,29

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,525	0,2	0,0107	0,0054
S.L.D.	0,567	0,2	0,0116	0,0058
S.L.V.	1,407	0,2	0,0287	0,0143
S.L.C.	1,848	0,2	0,0377	0,0188

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,0107
Coefficiente azione sismica verticale	0,0054

Vertici profilo

N	X m	y m
1	-43,92	113,49
2	-42,03	114,41
3	-41,38	115,54
4	-38,45	118,25
5	-36,4	119,33
6	-20,71	126,42
7	-12,21	130,37
8	-9,67	130,86
9	-5,88	131,34
10	-4,64	131,34
11	3,27	136,54

12	5,65	138,0
13	9,54	140,06
14	12,9	141,95
15	17,82	142,55
16	34,6	142,55
17	43,31	142,76
18	71,93	142,92
19	75,07	144,28
20	76,37	144,93
21	77,94	145,63
22	82,38	147,96
23	84,22	149,04
24	85,03	149,36
25	85,95	150,45
26	88,71	150,66
27	91,63	150,82
28	92,44	151,47
29	96,5	151,42
30	99,42	151,96
31	102,45	152,88
32	105,97	155,37
33	110,35	158,45
34	112,68	160,13
35	118,9	161,97
36	121,88	162,08
37	124,2	161,16
38	125,77	161,0
39	127,45	161,59
40	130,26	162,51
41	138,7	162,73
42	145,36	162,78
43	155,1	162,95
44	158,78	164,03
45	162,24	164,14
46	165,36	164,48
47	171,33	164,51
48	175,01	164,95
49	177,99	165,65
50	180,91	166,3
51	184,05	167,33
52	186,21	168,14
53	188,16	168,79
54	191,46	169,49
55	193,25	169,44
56	194,06	170,03
57	198,06	170,63
58	200,99	171,06

Falda

Nr.	X m	y m
1	-43,88	107,5
2	2,35	117,11
3	16,37	118,67
4	25,98	120,23
5	42,63	124,52
6	62,44	130,43
7	94,18	139,69
8	118,22	147,64
9	145,48	154,27
10	172,7	158,14
11	180,24	158,92
12	185,17	159,96
13	189,06	161,0
14	200,75	163,07

Vertici strato 1

N	X m	y m
1	-43,92	110,33
2	-37,8	112,73
3	-30,12	115,65
4	-24,76	117,28
5	-17,68	119,55
6	-10,1	121,77
7	-0,41	123,07
8	6,24	123,99
9	12,57	124,69
10	26,64	124,36
11	29,62	124,42
12	35,79	124,69
13	46,66	128,58
14	58,13	132,21
15	70,31	135,84
16	83,46	140,11
17	96,39	144,11
18	107,86	147,79
19	117,33	151,26
20	122,85	152,93
21	128,91	153,31
22	132,37	153,96
23	136,32	154,23
24	139,25	154,77
25	148,07	156,07
26	155,32	156,99
27	164,52	158,89
28	169,76	159,0
29	178,04	160,73
30	180,62	161,07
31	183,78	161,81
32	188,0	162,46
33	197,63	163,97
34	200,99	164,95

Stratigrafia

c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm²)	Fi (°)	G (t/m³)	Gs (t/m³)	K (Kg/cm³)	Litologia	
1	0,01	29	1,9	2,2	0,00		Riporti
2	0,24	25	1,8	2	0,00		Argilla o argilla marnosa debolmente limosa

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1,23
Ascissa centro superficie	78,39 m
Ordinata centro superficie	198,53 m
Raggio superficie	56,78 m

Analisi dei conci. Superficie...xc = 78,393 yc = 198,526 Rc = 56,778 Fs=1,2348

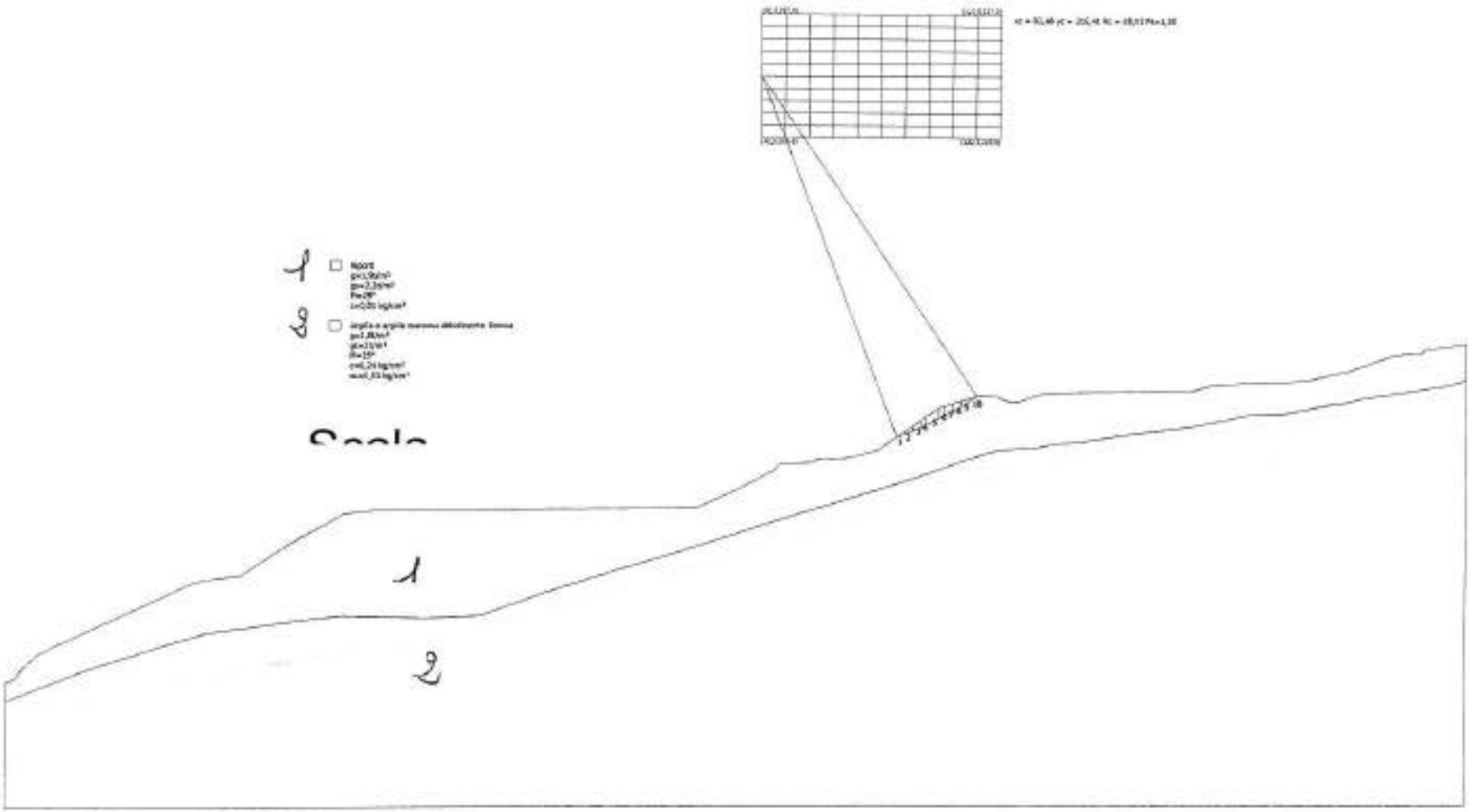
Lambda = 0,152

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)
1	4,9	-9,04	4,96	4271,42
2	3,14	-4,94	3,15	9788,64
3	1,3	-2,7	1,3	6886,06
4	1,57	-1,25	1,57	10484,63
5	4,44	1,78	4,44	42302,27
6	1,84	4,95	1,85	22852,66
7	0,81	6,3	0,82	10965,58
8	0,92	7,18	0,93	13478,27

9	2,76	9,06	2,79		42464,06
10	33,21	30,26	38,45	401971,0	

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (Kg)	Ei (Kg)	Xi-1 (Kg)	Ei-1 (Kg)	Ni (Kg)	Ti (Kg)	Ui (Kg)
1	810,72	5319,15	0,0	0,0	2612,04	1375,08	0,0
2	1984,83	13022,5	810,72	5319,15	7980,25	3452,83	0,0
3	2846,52	18676,1	1984,83	13022,5	5792,16	2444,67	0,0
4	3915,32	25688,57	2846,52	18676,1	9319,52	3900,91	0,0
5	6730,73	44160,57	3915,32	25688,57	40256,43	16704,48	0,0
6	8154,73	53503,47	6730,73	44160,57	22257,25	9197,83	0,0
7	8955,76	58759,04	8154,73	53503,47	10725,67	4427,83	0,0
8	9828,38	64484,36	8955,76	58759,04	13276,41	5475,63	0,0
9	11646,97	76416,19	9828,38	64484,36	42171,76	17383,63	0,0
10	2805,49	18406,88	11646,97	76416,19	325335,3	135158,6	0,0


1
2
Scala

Analisi di stabilità dei pendii con MORGENSTERN-PRICE

Numero di strati	2,0
Numero dei conci	10,0

Superficie di forma circolare

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	82,48 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	205,85 m
Ascissa vertice destro superiore xs	122,47 m
Ordinata vertice destro superiore ys	226,97 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Descrizione: verifiche di stabilità discarica inerti loc.Brumà Ge-Molassana

Latitudine:	44,45
Longitudine:	8,99
Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe I
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	35,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T4

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	21,0	0,25	2,5	0,2
S.L.D.	35,0	0,27	2,51	0,2
S.L.V.	332,0	0,67	2,53	0,28
S.L.C.	682,0	0,88	2,51	0,29

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,525	0,2	0,0107	0,0054
S.L.D.	0,567	0,2	0,0116	0,0058
S.L.V.	1,407	0,2	0,0287	0,0143
S.L.C.	1,848	0,2	0,0377	0,0188

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,0107
Coefficiente azione sismica verticale	0,0054

Vertici profilo

N	X m	y m
1	-43,92	113,49
2	-42,03	114,41
3	-41,38	115,54
4	-38,45	118,25
5	-36,4	119,33
6	-20,71	126,42
7	-12,21	130,37
8	-9,67	130,86
9	-5,88	131,34
10	-4,64	131,34
11	3,27	136,54

12	5,65	138,0
13	9,54	140,06
14	12,9	141,95
15	17,82	142,55
16	34,6	142,55
17	43,31	142,76
18	71,93	142,92
19	75,07	144,28
20	76,37	144,93
21	77,94	145,63
22	82,38	147,96
23	84,22	149,04
24	85,03	149,36
25	85,95	150,45
26	88,71	150,66
27	91,63	150,82
28	92,44	151,47
29	96,5	151,42
30	99,42	151,96
31	102,45	152,88
32	105,97	155,37
33	110,35	158,45
34	112,68	160,13
35	118,9	161,97
36	121,88	162,08
37	124,2	161,16
38	125,77	161,0
39	127,45	161,59
40	130,26	162,51
41	138,7	162,73
42	145,36	162,78
43	155,1	162,95
44	158,78	164,03
45	162,24	164,14
46	165,36	164,48
47	171,33	164,51
48	175,01	164,95
49	177,99	165,65
50	180,91	166,3
51	184,05	167,33
52	186,21	168,14
53	188,16	168,79
54	191,46	169,49
55	193,25	169,44
56	194,06	170,03
57	198,06	170,63
58	200,99	171,06

Falda

Nr.	X m	y m
1	-43,88	107,5
2	2,35	117,11
3	16,37	118,67
4	25,98	120,23
5	42,63	124,52
6	62,44	130,43
7	94,18	139,69
8	118,22	147,64
9	145,48	154,27
10	172,7	158,14
11	180,24	158,92
12	185,17	159,96
13	189,06	161,0
14	200,75	163,07

Vertici strato 1

N	X m	y m
1	-43,92	110,33
2	-37,8	112,73
3	-30,12	115,65
4	-24,76	117,28
5	-17,68	119,55
6	-10,1	121,77
7	-0,41	123,07
8	6,24	123,99
9	12,57	124,69
10	26,64	124,36
11	29,62	124,42
12	35,79	124,69
13	46,66	128,58
14	58,13	132,21
15	70,31	135,84
16	83,46	140,11
17	96,39	144,11
18	107,86	147,79
19	117,33	151,26
20	122,85	152,93
21	128,91	153,31
22	132,37	153,96
23	136,32	154,23
24	139,25	154,77
25	148,07	156,07
26	155,32	156,99
27	164,52	158,89
28	169,76	159,0
29	178,04	160,73
30	180,62	161,07
31	183,78	161,81
32	188,0	162,46
33	197,63	163,97
34	200,99	164,95

Stratigrafia

c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm²)	Fi (°)	G (t/m³)	Gs (t/m³)	K (Kg/cm³)	Litologia	
1	0,01	29	1,9	2,2	0,00		Riporti
2	0,24	25	1,8	2	0,00		Argilla o argilla marnosa debolmente limosa

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1,05
Ascissa centro superficie	82,48 m
Ordinata centro superficie	216,41 m
Raggio superficie	65,53 m

Analisi dei conci. Superficie...xc = 82,477 yc = 216,411 Rc = 65,529 Fs=1,0545

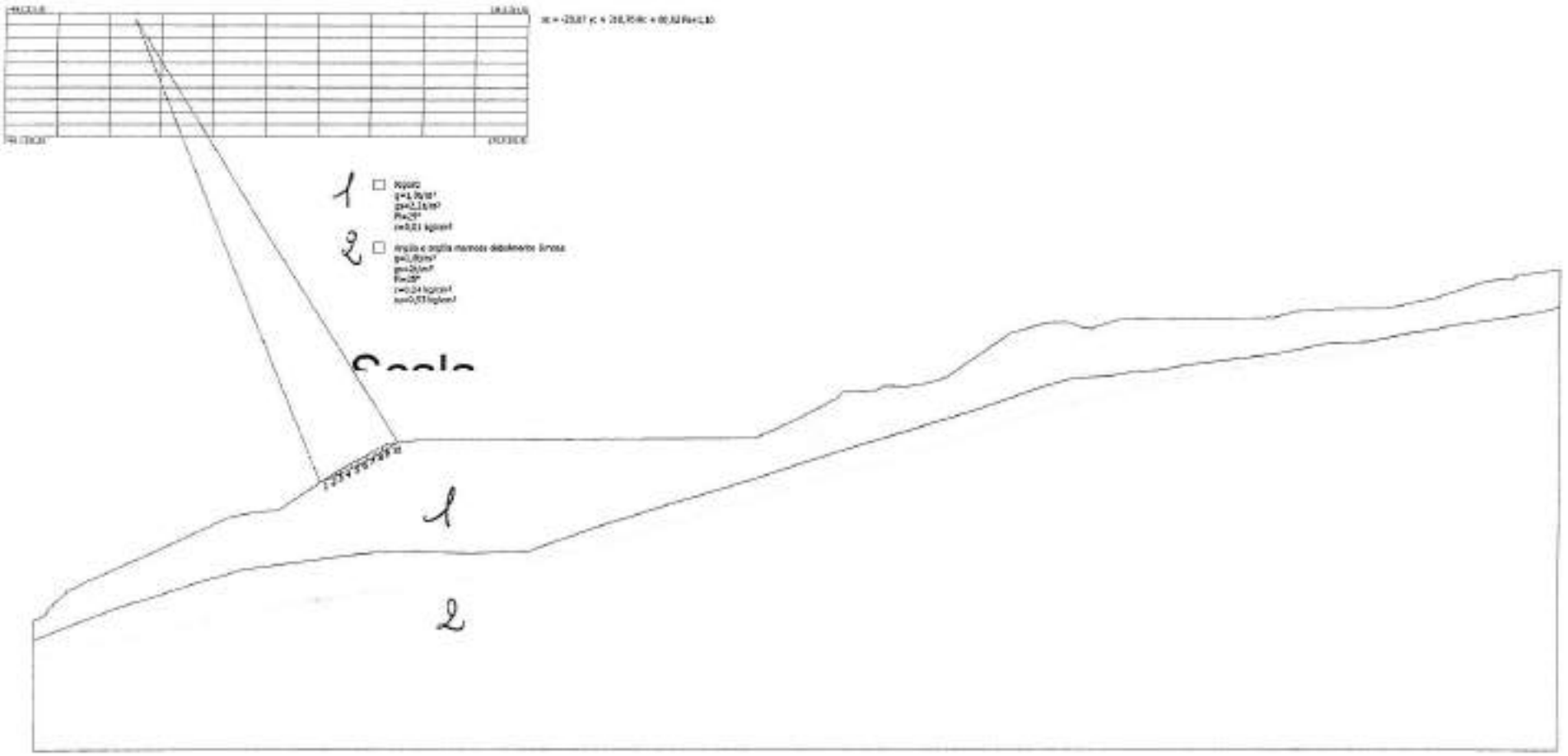
Lambda = 0,543

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)
1	0,4	20,82	0,43	50,78
2	2,27	22,08	2,45	2088,89
3	1,34	23,79	1,46	2518,99
4	0,77	24,8	0,85	1836,36
5	2,33	26,31	2,6	7185,85
6	0,92	27,9	1,04	3093,51
7	1,34	29,02	1,53	3792,81
8	1,34	30,37	1,55	2857,61

9	1,34	31,74	1,57	1813,96	
10	1,34	33,12	1,6	657,2	

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (Kg)	Ei (Kg)	Xi-1 (Kg)	Ei-1 (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)	Ui (Kg)
1	55,82	102,88	0,0	0,0	31,92	46,69	0,0
2	168,01	309,67	55,82	102,88	1911,5	1092,58	0,0
3	248,95	458,86	168,01	309,67	2292,58	1202,35	0,0
4	304,3	560,86	248,95	458,86	1660,28	855,27	0,0
5	263,77	486,16	304,3	560,86	6445,42	3269,59	0,0
6	231,27	426,26	263,77	486,16	2733,95	1382,5	0,0
7	141,18	260,21	231,27	426,26	3312,96	1694,94	0,0
8	52,58	96,91	141,18	260,21	2457,17	1287,47	0,0
9	-5,41	-9,98	52,58	96,91	1533,91	847,88	0,0
10	0,24	0,45	-5,41	-9,98	550,48	379,69	0,0


1
2
1
2

Analisi di stabilità dei pendii con MORGENSTERN-PRICE

Numero di strati	2,0
Numero dei conci	10,0

Superficie di forma circolare

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-49,05 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	191,77 m
Ascissa vertice destro superiore xs	34,88 m
Ordinata vertice destro superiore ys	211,76 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Descrizione:	Verifiche di stabilità discrica inerti loc.Brumà Ge-Molassana
Latitudine:	44,45
Longitudine:	8,99
Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe I
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	35,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T4

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	21,0	0,25	2,5	0,2
S.L.D.	35,0	0,27	2,51	0,2
S.L.V.	332,0	0,67	2,53	0,28
S.L.C.	682,0	0,88	2,51	0,29

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,525	0,2	0,0107	0,0054
S.L.D.	0,567	0,2	0,0116	0,0058
S.L.V.	1,407	0,2	0,0287	0,0143
S.L.C.	1,848	0,2	0,0377	0,0188

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,0107
Coefficiente azione sismica verticale	0,0054

Vertici profilo

N	X m	y m
1	-43,92	113,49
2	-42,03	114,41
3	-41,38	115,54
4	-38,45	118,25
5	-36,4	119,33
6	-20,71	126,42
7	-12,21	130,37
8	-9,67	130,86
9	-5,88	131,34
10	-4,64	131,34

11	3,27	136,54
12	5,65	138,0
13	9,54	140,06
14	12,9	141,95
15	17,82	142,55
16	34,6	142,55
17	43,31	142,76
18	71,93	142,92
19	75,07	144,28
20	76,37	144,93
21	77,94	145,63
22	82,38	147,96
23	84,22	149,04
24	85,03	149,36
25	85,95	150,45
26	88,71	150,66
27	91,63	150,82
28	92,44	151,47
29	96,5	151,42
30	99,42	151,96
31	102,45	152,88
32	105,97	155,37
33	110,35	158,45
34	112,68	160,13
35	118,9	161,97
36	121,88	162,08
37	124,2	161,16
38	125,77	161,0
39	127,45	161,59
40	130,26	162,51
41	138,7	162,73
42	145,36	162,78
43	155,1	162,95
44	158,78	164,03
45	162,24	164,14
46	165,36	164,48
47	171,33	164,51
48	175,01	164,95
49	177,99	165,65
50	180,91	166,3
51	184,05	167,33
52	186,21	168,14
53	188,16	168,79
54	191,46	169,49
55	193,25	169,44
56	194,06	170,03
57	198,06	170,63
58	200,99	171,06

Falda

Nr.	X m	y m
1	-43,88	107,5
2	2,35	117,11
3	16,37	118,67
4	25,98	120,23
5	42,63	124,52
6	62,44	130,43
7	94,18	139,69
8	118,22	147,64
9	145,48	154,27
10	172,7	158,14
11	180,24	158,92
12	185,17	159,96
13	189,06	161,0
14	200,75	163,07

Vertici strato 1

N	X m	y m
1	-43,92	110,33
2	-37,8	112,73
3	-30,12	115,65
4	-24,76	117,28
5	-17,68	119,55
6	-10,1	121,77
7	-0,41	123,07
8	6,24	123,99
9	12,57	124,69
10	26,64	124,36
11	29,62	124,42
12	35,79	124,69
13	46,66	128,58
14	58,13	132,21
15	70,31	135,84
16	83,46	140,11
17	96,39	144,11
18	107,86	147,79
19	117,33	151,26
20	122,85	152,93
21	128,91	153,31
22	132,37	153,96
23	136,32	154,23
24	139,25	154,77
25	148,07	156,07
26	155,32	156,99
27	164,52	158,89
28	169,76	159,0
29	178,04	160,73
30	180,62	161,07
31	183,78	161,81
32	188,0	162,46
33	197,63	163,97
34	200,99	164,95

Stratigrafia

c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm²)	Fi (°)	G (t/m³)	Gs (t/m³)	K (Kg/cm³)	Litologia	
1	0,01	29	1,9	2,2	0,00		Riporti
2	0,24	25	1,8	2	0,00		Argilla o argilla marnosa debolmente limosa

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1,1
Ascissa centro superficie	-28,07 m
Ordinata centro superficie	210,76 m
Raggio superficie	80,82 m

Analisi dei conci. Superficie...xc = -28,071 yc = 210,764 Rc = 80,818 Fs=1,1049

Lambda = 0,53

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)
1	1,1	22,39	1,19	288,05
2	1,4	23,35	1,52	1064,71
3	0,98	24,27	1,08	1134,69
4	1,51	25,25	1,67	2104,07
5	1,25	26,34	1,39	1882,5
6	1,13	27,28	1,28	1766,47

7	1,36	28,29	1,55	2193,09	
8	1,25	29,34	1,43	2052,83	
9	0,74	30,15	0,86	1209,44	
10	1,76	31,19	2,05	1444,66	

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (Kg)	Ei (Kg)	Xi-1 (Kg)	Ei-1 (Kg)	Ni (Kg)	Ti (Kg)	Ui (Kg)
1	69,24	130,62	0,0	0,0	252,33	198,04	0,0
2	139,72	263,57	69,24	130,62	966,24	546,54	0,0
3	200,66	378,52	139,72	263,57	1026,67	543,43	0,0
4	239,28	451,36	200,66	378,52	1899,84	982,93	0,0
5	262,14	494,48	239,28	451,36	1685,9	865,9	0,0
6	272,74	514,48	262,14	494,48	1569,48	804,6	0,0
7	251,14	473,75	272,74	514,48	1930,24	988,16	0,0
8	216,55	408,49	251,14	473,75	1786,54	914,53	0,0
9	214,68	404,96	216,55	408,49	1044,76	536,2	0,0
10	187,51	353,71	214,68	404,96	1231,25	704,44	0,0