STUDIO di GEOLOGIA TECNICA dott. geol. GUIDO CARIERI

COMMITTENTE: Ditta SCAVOTER S.r.l.

COMUNE: VADO LIGURE

LOCALITA': LOC. SAN GENESIO

OGGETTO: REALIZZAZIONE CENTRO DI RACCOLTA TEMPORANEA E DI RECUPERO DI MATERIALI INERTI



DATA: LUGLIO '08

Firma per accettazione del Committente	Data di consegna	Firma del Tecnico	Firma del Revisore
	03 SET. 2008		

Via Alla Rocca di Legino, 5b 17100 - SAVONA - Tel. 019801866,019807203, fax 0198403931; e-mail: guido@carieri.com P.I. 01211680093

SOMMARIO

PREMESSA 3
1. - ASSETTI VINCOLISTICI 4
1.1 vincolo idrogeologico 4
1.2 vincolo paesistico ambientale 5
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO 5
3. CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO DEL COMUNE DI VADO LIGURE 8
4. INDAGINI GEOGNOSTICHE 10
4.1 Campagne d'indagine precedenti 10
4.1.1 Prove penetrometriche continue di tipo dinamico (DPT) 11
4.1.2 Classificazione e caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso (orografica destra) 12
4.2 Campagna d'indagine attuale 13
4.2.1 Classificazione e caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso (area a monte della zona d'intervento ARS 1 e 2) 14
5. NORMA DI PIANO DI BACINO 15
6. VERIFICHE DI STABILITA' STATO ATTUALE - PROGETTO 15
7. INTERVENTI DI REGIMAZIONE DELLE ACQUE DI SUPERFICIE 17
8. BONIFICA DEL SOTTOSUOLO NELL'AREA DI SEDIME DEI BOX DI RACCOLTA E STOCCAGGIO DEGLI INERTI 18
CONCLUSIONI 18
ALLEGATI AL TESTO 19
ALLEGATI FUORI TESTO 19

Dott. Geol. Carieri Guido – studio via alla Rocca, 5/b 17100 SAVONA (SV) – e-mail: guido@carieri.com
tel. 019/801866 – 807203 – fax. 019/8403931

PREMESSA

Il sottoscritto dr. geol. Guido Carieri, iscritto all'Ordine dei Geologi della Liguria al n. 396, ha ricevuto incarico dalla ditta Scovoter S.r.l., concessionaria dei terreni comunali censiti al F. n. 40, mapp. le 163 (parte) del N.C.T. del Comune di Vado Ligure, di svolgere gli accertamenti geologico-applicati a corredo del progetto di realizzazione di un centro di deposito e lavorazione di materiali inerti derivanti dalle attività di scavo condotte dalla ditta Committente.

Nella presente relazione vengono sviluppate le analisi d'inquadramento: geologico, geomorfologico ed idrogeologico dell'area di progetto.

Le indagini dirette e quelle acquisite attraverso la relazione geologico tecnica a firma del dott. geol. M. Dossi, hanno permesso allo scrivente di caratterizzare sotto il profilo geotecnico le coltri di copertura del substrato roccioso e di sviluppare le relazioni di calcolo geotecniche.

I contenuti delle suddette relazioni sono conformi alle norme tecniche relative al D.M. 11/3/88 e relativa circolare applicativa (LL.PP. 24/09/1988 n. 30.483), nonché alle prescrizioni della L.R. 22/01/99 n. 4 e Circolare Prot. 57382, relativamente alla ex L.R. 16/04/84 n. 22 (Artt. 34 e 25), emessa dal Servizio Difesa del Suolo della Regione Liguria il 06/09/91, concernenti il "vincolo idrogeologico".

L'area d'intervento insiste lungo un tratto di versante censito dalla Norma di Piano di Bacino del T. Segno come a suscettività al dissesto "elevata Pg3b", trattandosi di zone interessate da attività di discarica e/o di cava.

In osservanza di quanto stabilito dalla suddetta Norma (ex art. 16, c.ma 4 e 5 lett. a e b, DCP n. 47 del 25/11/2003 e successive mod. ed integrazioni) la presente relazione costituisce indagine di maggior dettaglio a corredo degli studi propedeutici alla pianificazione di bacino (ex D.L. 180/1998 convertito in legge 267/98).

Dott. Geol. Carieri Guido – studio via alla Rocca, 5/b 17100 SAVONA (SV) – e-mail: guido@carieri.com
tel. 019/801866 – 807203 – fax. 019/8403931

1. - ASSETTI VINCOLISTICI

1.1 vincolo idrogeologico

Il tratto di versante interessato dagli interventi di progetto è assoggetto alla normativa di vincolo idrogeologico (ex R.D. 3267/1923; l. RL. n. 4/1999) come si evidenzia nello stralcio cartografico seguente:



LEGENDA:

Vincolo Idrogeologico

Area d'intervento

Dott. Geol. Carieri Guido – studio via alla Rocca, 5/b 17100 SAVONA (SV) – e-mail: guido@carieri.com
tel. 019/801866 – 807203 – fax. 019/8403931

1.2 vincolo paesistico ambientale

L'area di progetto non è perimetrata all'interno del Vincolo Paesistico Ambientale di cui alla l. 1497/1939, né al D.M. 24/4/1985 (decreti Galassini) e successivi aggiornamenti (ex d.lgs. n. 42/2004), pur essendo assogettata alla Norma di applicazione in quanto trattasi di area "boscata".



LEGENDA:

Vincolo Paesistico

vincolo legge galasso

Area d'intervento

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

L'area d'intervento è situata poco a monte dell'abitato di San Genesio, a una quota variabile tra i 50 ed i 100 m s.l.m, in prossimità del toponimo "Boscaccio", ed insiste sui versanti settentrionali del Monte Rocchetto, nella vallecola di un affluente destro del rio Calcinara, a sua volta tributario destro del torrente Segno.

Il sito è attualmente caratterizzato dal riempimento parziale della vallecola realizzato mediante abbancamento di materiali rimaneggiati (argille plioceniche in facies argillosa, limoso, sabbiosa) di risulta degli scavi per la realizzazione della vicina centrale ENEL (lavori risalenti alla fine anni '60).

La morfologia originaria dei luoghi è fortemente modificata entro la fascia altimetrica compresa tra i 60 ed i 100 m.s.l.m.m., come pure l'idrografia di superficie, a seguito della tombinatura del corso d'acqua preesistente, che risulta rettificato mediante la posa di una condotta in cls, in aderenza al piede del versante orografico destro.

L'imbocco a monte del tombinamento, immediatamente a valle della via Montegrappa, è caratterizzato dalla presenza di una vasca di calma, attrezzata con una griglia selettiva.

Il contesto geologico generale risente della complessa evoluzione tettonica che ha caratterizzato l'areale ligure, ma risulta relativamente semplice sulla verticale dell'area in esame.

Infatti il rilievo di campagna, supportato da fonti bibliografiche, evidenzia la presenza di litologie riconducibili a metasedimenti permiani, visibili nella parte alta della vallecola, ed in prossimità del tombino di ispezione (ubicato a quota 75 m s.l.m., sul fondovalle), associabili alla Formazione di Murialdo (filladi scure e micascisti con frequenti vene di quarzo).

Si tratta di rocce sedimentarie successivamente metamorfosate, che si presentano con una foliazione evidente, alterazione superficiale e fratturazione caratterizzata da più sistemi tra loro intersecantisi.

A monte dell'area di indagine sono rilevabili invece affioramenti di dolomie della Formazione di S. Pietro dei Monti e quarziti di "Ponte di Nava".

L'esame aerofotogrammetrico (Volo "B/N", 1998 -Lotto Arroscia-Melogno, Strisciate n. 14-16) ha permesso di rilevare la presenza di una lineazione tettonica in direzione della sella morfologica di M. Rocchetto, che prosegue a sud, verso Punta del Maiolo presso Bergeggi e lungo la quale si è impostato l'asse della vallecola in parola.

In relazione alle peculiarità tettoniche, nonché alla successiva antropizzazione dell'area, si evidenzia una sostanziale "asimmetria" morfologica della vallecola: in destra orografica l'acclività risulta medio-alta ed il substrato roccioso è generalmente subaffiorante, alterato nella fascia più superficiale (cappellaccio), con caratteristiche geotecniche assimilabili, alle coltri detritiche di copertura, che qui raggiungono potenza massima stimata di 2,5-3,5 m. e risultano caratterizzate da clasti e scaglie lapidee disperse in una matrice sabbioso-limosa.

Lungo la parte sinistra, che si caratterizza per una morfologia più dolce e acclività bassa, il substrato è osservabile in piccoli affioramenti trovandosi sepolto dai materiali fini riportati a fine anni '60 dall'ENEL (argille limoso-sabbiose).

Sebbene il rilievo strutturale abbia evidenziato una notevole dispersione delle giaciture, il valore medio dei litotipi nell'area di studio presenta una vergenza verso NE con inclinazione massima di circa 80°, che conferisce alla formazione permiana una giacitura prevalente da traverpoggio fino a

Dott. Geol. Carieri Guido – studio via alla Rocca, 5/b 17100 SAVONA (SV) – e-mail: guido@carieri.com
tel. 019/801866 – 807203 – fax. 019/8403931

reggipoggio, lungo il versante orografico destro, e franapoggio lungo il versante sinistro (vd dati del rilevamento geomeccanico).

L'esecuzione di un sondaggio a carotaggio continuo in posizione centrale rispetto all'area di progetto ha permesso di definire le caratteristiche del corpo del riempimento, costituito da materiali eterogenei, con una classatura granulometrica variabile:

in superficie appare evidente una granulometria grossolana rappresentata da sabbie e ghiaie con scarsa matrice limosa, mentre più in profondità (a partire dai -4,0 m. da p.c.), prevalgono materiali fini, argille - limose con intervalli più sabbiosi, sino ai 5,60 m., profondità alla quale si osserva un orizzonte eluvio colluviale molto alterato del substrato roccioso, che assume caratteristiche migliori a partire dalla profondità di – 7,30 m. sino a fine sondaggio (- 10,0 m. dal p.c.).





L'area d'intervento si caratterizza per una morfologia da pianeggiante a subpianeggiante in assenza di dissesti idrogeologici, come è emerso dal rilevamento geomorfologico di dettaglio realizzato dallo scrivente.

Poco più a valle, spostandosi lungo il versante in orografica sinistra, nella fascia altimetrica a quota 115 m sl.m.m, ossia poco sotto la via Montegrappa, è stata rilevata una estesa area subpianeggiante, in leggera contropendenza, con locali zone di emergenza idrica, delimitata a monte da una netta scarpata a forma semicircolare riconducibile alla zona di "coronamento" di una fenomenologia gravitativa non recente (paleofrana), che nelle attuali condizioni non evidenzia segni di riattivazione.

Attualmente la "testata di paleofrana" è adibita a campo scuola del centro d'equitazione "I tigli", in forza degli ampi spazi disponibili e della morfologia sub-pianeggiante.

L'allestimento del campo d'equitazione ha, comunque, presupposto la realizzazione d'interventi di regimazione delle acque sia superficiali che ipogee, estesi all'intera area.

I suddetti interventi hanno consentito di migliorare sensibilmente le condizioni idrogeologiche del tratto di versante significativamente riconnesso alla realizzazione dell'insediamento sportivo.

Sotto il profilo idrogeologico i materiali costituenti la colmata in materiali inerti (argille limoso-sabbiose) sono da ritenersi scarsamente permeabili, sebbene la presenza di livelli e/o lenti più sabbiose possa determinare vie di drenaggio preferenziali.

Lungo la verticale del sondaggio a carotaggio continuo non sono stati misurati livelli fratici nel terreno.Ciò è coerente sia con i valori ridotti della conducibilità idraulica media per terreni a comportamento prettamente coesivo, sia con le condizioni di elevata impermeabilizzazione superficiale presenti immediatamente a monte delle aree d'interesse (strada comunale San genesio – Bergeggi).

Per quanto attiene al substrato, localmente caratterizzato dalla Formazione di Murialdo (filladi scure e micascisti con frequenti vene di quarzo), i terreni sono permeabili per fratturazione.

3. CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO DEL COMUNE DI VADO LIGURE

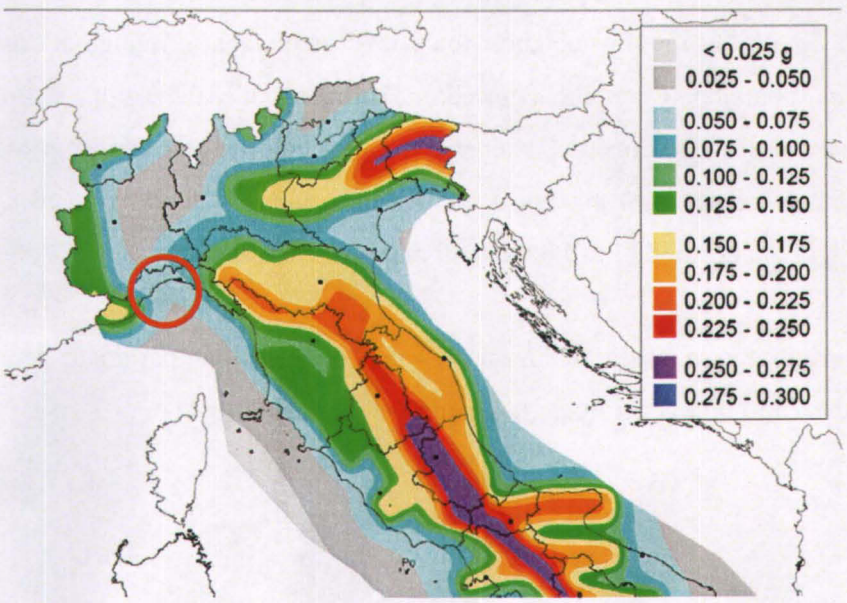
Normativa sismica di riferimento:

- l. 05.11.1971 n. 1086 e relative norme di attuazione, ex D.M. 9.01.1996 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso per le strutture metalliche;

- l. 02.02.1974 n. 64 e relative norme di attuazione, ex D.M. 16.01.1996 "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi; ex D.M. 16.01.1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche"; D.M. 11.03.1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";
- O.P.C.M. N. 3274 del 20.03.2003 e relativi allegati n. 1 e n. 2;
- D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380, Testo Unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia;
- D.M. 14.09.2005 "Testo Unico per le Costruzioni";
- O.P.C.M. n. 3519 del 28.04.2006. L'Ordinanza esplica criteri di classificazione sismica del territorio italiano, che rappresentano un'evoluzione dell'O.P.C.M. n. 3274/2003;
- D.M. 04.01.2008 "Nuovo Testo Unico per le Costruzioni", pubblicato sulla G.U. del 04.02.2008.

L'O.P.C.M. n. 3519 del 28.04.2006. All. 1b introduce una nuova mappatura di pericolosità sismica del territorio italiano, espressa in termini di accelerazione sismica massima al suolo, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita ai suoli rigidi (Vs_{30}>800 m/sec; Cat. A. par. 3.2.1. D.M. 14.09.2005).

Secondo tale mappatura il territorio del Comune di Vado Ligure (con tutti i restanti comuni della Regione Liguria, assume una classe di accelerazione al suolo 0.050<g<0.075 g (dove g = 9,81 m./sec^2).



4. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Il presente studio trae i presupposti di conoscenza emersi dalla campagna d'indagine geognostica a corredo del presente progetto di realizzazione di "centro raccolta temporaneo e di recupero di materiali inerti" (sondaggio a carotaggio continuo e rilevamento geomeccanico di dettaglio lungo il fronte a monte dell'area d'intervento) e da precedenti indagini svolte dallo scrivente e/o da terzi ad altro titolo, volte a caratterizzare i materiali coinvolti dal sedime di progetto sotto il profilo geotecnico.

In particolare, la Planimetria d'ubicazione delle indagini geognostiche (tav. n. 1, sc. 1:2.000 allegata) consente d'identificare compiutamente le differenti prove ed osservazioni svolte in un ampio intorno dell'area di progetto.
L'interpretazione delle indagini consente di valutare compiutamente il relativo grado di suscettività al dissesto delle aree d'intervento, coerentemente con la metodologia sviluppata dal Piano di Bacino, dimostrandone peraltro un livello di pericolosità più contenuto rispetto all'entità dei parametri geologici, geomorfologici, geotecnici ed alla propensione al movimento gravitativo proprio delle frane quiescenti (ex art. 16, c.ma 5 lett. a e b, DCP n. 47 del 25/11/2003 Provincia di Savona).

4.1 Campagne d'indagine precedenti

Il paragrafo descrive le indagini svolte ad altro titolo dallo scrivente e/o da terzi in un intorno significativo dell'area in esame, la cui ubicazione è riportata nell'allegata tavola n. 1.
In particolare le prove in situ comprendono una campagna d'indagine costituita da prove penetrometriche dinamiche e statiche a corredo del progetto di realizzazione del maneggio "i tigli" (n. 4 prove penetrometriche dinamiche superpesanti e medio-leggere e n. n. prova penetrometrica statica) oltre ad un rilevamento geomeccanico eseguito lungo il fondovalle ed a mezza costa del versante in orografica destra dell'affluente tombinato del rio Calcinara.

Nel seguito, si riportano le tabelle di sintesi dei valori dei principali parametri geotecnici dei terreni suddivisi per orizzonti omogenei lungo le verticali di ciascuna prova:

Dott. Geol. Carieri Guido – studio via alla Rocca, 5/b 17100 SAVONA (SV) – e-mail: guido@carieri.com
tel. 019/801866 – 807203 – fax. 019/8403931

4.1.1 Prove penetrometriche continue di tipo dinamico (DPT)

DPT 1

0,0 - 2,60 (m dal. p.c.)	materiale incoerente sciolto, presenza di materiale grossolano, con livelli superficiali molto sciolti e ben areati	Nspt = 3
2,60 - 5,60 (m dal. p.c.)	materiale fine, poco consistente, con rari ciottoli	Nspt = 5
5,60 - 8,80 (m dal. p.c.)	materiale prevalentemente incoerente, debolmente coesivo, mediamente addensato, con ciottoli	Nspt = 15
8,80 - 10,60 (m dal. p.c.)	materiale misto, mediamente addensato, con ciottoli	Nspt = 18
10,60 - 11,00 (m dal. p.c.)	cappellaccio di alterazione del substrato	Nspt = 53
11,00 - 11,20 (m dal. p.c.)	rifiuto strumentale su substrato roccioso	

DPT 2

0,0-2,20(m dal. p.c.)	materiale incoerente sciolto, presenza di materiale grossolano con livellisuperficiali poco addensati e ben areati con vuoti	Nspt = 2
2,20-2,40 (m dal. p.c.)	rifiuto strumentale (presumibilmente su tombinatura)	

DPT 3

0,0 - 1 ,00 (m dal. p.c.)	materiale incoerente sciolto, presenza di materiale grossolano con livelli superficiali poco addensati e ben areati	Nspt = 8
1,00 - 2,00 (m dal. p.c.)	materiale incoerente sciolto, presenza di materiale grossolano con livelli superficiali poco addensati e ben areati, con vuoti	Nspt = 5
2,00 - 3,20 (m dal. p.c.)	materiale incoerente, mediamente addensato, con ciottoli	Nspt = 22
3,20 - 3,40 (m dal. p.c.)	rifiuto strumentale su substrato roccioso	

DPT 4

da m.	a m.	Litotipo	g	Rd	Id	f	Su
0.0	2	sabbie areate	17,8 +/- 4,4	10 +/- 10	83,3 +/- 23	37 +/- 9	
2	4	limi sabbiosi	17,6 +/- 0,4	4 +/- 1	44,4 +/- 6	36 +/- 1	
4	6	sabbie limoso argillose	18,4 +/- 0,5	5 +/- 1	48,4 +/- 2,2	37 +/- 0	
6	8,2	argille sabbiose	19,7 +/- 4,4	9 +/- 3			229,6 +/- 70,1
8,2	10,7	limi sabbiosi addensati	21 +/- 0	13 +/- 5	56,4 +/- 7,2	37 +/- 0	

CPT 1

0.0-3.8 (m dal. p.c.)	argilla medio-compatta	Rp = 9,9 kg/cmq	RL = 0,55 kg/cmq;
3.8-5.2 (m dal. p.c.)	sabbie limose	Rp = 23 kg/cmq	RL = 0, 76 kg/cmq;
5.2-5.8 (m dal. p.c.)	argilla compatta	Rp = 14,3 kg/cmq	RL = 0,6 kg/cmq;
5.8-7.0 (m dal. p.c.)	sabbie limose	Rp= 28,16 kg/cmq	RL = 1,27 kg/cmq;
7.0-8.6 (m dal. p.c.)	argille sabbiose	Rp = 25, 7 kg/cmq	RL = 1 ,08 kg/cmq;
8.6-10.0 (m dal. p.c.)	argilla molto compatta	Rp = 26, 14 kg/cmq	RL = 1 ,36 kg/cmq;
>10.0 (m dal. p.c.)	substrato roccioso		

Per la parametrizzazione dei terreni sui quali si andrà ad intervenire viene fatto riferimento ai valori geotecnici medi desunti dalla prova statica (CPT), riferibili ad un materiale a prevalente comportamento "coesivo":

$\gamma = 1,85$ KN/m3

cu = 45 KN/m2 ;

c' = 3 KN/m2

$\varphi' = 20°$

4.1.2 Classificazione e caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso (orografica destra)

Sommario principale del rilievo strutturale di dettaglio

Famiglia	Immersione (°)	Inclinazione (°)	Spaziatura (cm)
1	138,5	64,9	51,6
2	265,6	72,8	70
3	60,1	45	31,6

CLASSIFICAZIONE DI BIENIAWSKI [RMR], 1989

Parametro	Valore misurato	Coefficiente numerico
Co (MPa)	45,20	5
RQD (%)	92	18
Spaziatura (m)	0,51	10
Condizioni dei giunti		9
Venute d'acqua	< 10 l/minuto	10

Risultati:

RMR di base	52
Correzione giacitura [Ic]	N/A
RMR corretto	52
Classe ammasso roccioso	CLASSE III
qualità ammasso roccioso	MEDIOCRE

Parametri base derivati secondo Bieniawski

Angolo d'attrito	31°
Coesione	260 kPa
Modulo elastico	4,00 GPa

Dott. Geol. Carieri Guido – studio via alla Rocca, 5/b 17100 SAVONA (SV) – e-mail: guido@carieri.com
tel. 019/801866 – 807203 – fax. 019/8403931

4.2 Campagna d'indagine attuale

Le indagini svolte a corredo della presente relazione constano:

- nell'esecuzione di n. 1 sondaggio a carotaggio continuo, sospinto sino ad una profondità di 10,0 m. dal piano campagna, ubicato centralmente rispetto all'area destinata a deposito dei prodotti della lavorazione dei materiali inerti;
- rilievo geomeccanico di dettaglio dell'ammasso roccioso e delle famiglie di discontinuità maggiormente rappresentative in corrispondenza degli affioramenti di roccia a monte della strada comunale via Montegrappa (vd planimetria d'ubicazione indagini geognostiche).

Sui campioni raccolti nelle cassette porta campioni, contraddistinti da maggiore presenza di matrice fine, lo scrivente ha eseguito alcune misure di resistenza a rottura del terreno in condizioni non drenate ("c_u" valori dedotti dall'interpretazione di prove tipo "pocket Vane Test).

Il sondaggio ha permesso di identificare correttamente la stratigrafia del sottosuolo lungo la verticale della terebrazione, definendo le quote di transizione tra i diversi orizzonti che caratterizzano localmente il sottosuolo.

La conoscenza della stratigrafia locale, congiuntamente con i dati del rilevamento geologico applicato di superficie (affioramenti del substrato lapideo presenti sia lungo la via Montegrappa, sia al piede della scarpata sul fondo alveo tombinato), hanno permesso di interpretare l'andamento dei singoli orizzonti in profondità attraverso la sezione geologico interpretativa A-A' (vd. Tav. n. 2 allegata).

Nel seguito, si riportano solo le sintesi delle indagini di cui sopra:

Sondaggio a carotaggio continuo S1

COMMITTENTE: SCAVOTER S.r.l.
CANTIERE: San Genesio, Vado Ligure (SV)
DATA: 30 luglio 2008
Quota p.c.:

SONDA TIPO ELLETTARI EK 200 S
METODO: a carotaggio continuo
ϕ: 101 mm diam. est. carotiere
ϕ: 127,5 mm diam. est. rivestimento

Rivestimento	Profondità dal p.c.(m)	Colonna stratigrafica	Descrizione stratigrafica	% recupero	R.Q.D.(%)	Spaziatura cm	Profondità falda (m)	Colpi/avanzamento parziale	Carotiere	S.P.T. Profondità (m)	S.P.T. N° colpi	Note
	0,40		Riporti ghiaioso sabbiosi	100					S			Colore del campione grigio chiaro
	1 1,20		Riporti sabbioso - ghiaiosi con debole matrice limo-argillosa	100					S			Colore del campione marrondino chiaro
	2 3		Riporti sabbioso - ghiaiosi con prevalenza di sabbie , campioni allo stato sciolto e deboli passaie plurzcerenti molto discontinui	100				4,5 (0,30)	S			Colore del campione da marrocho chiaro a marrone più scuro Presenza di clotoli di quarzo derivanti dal conglomerati pliocenici rimaneggiati
	4 5		Conglomerati pliocenici ripetuti con matrice limo-argillosa in aumento a comportamento prevalentemente incoerente	100				3,8 (4,70) 3,6 (5,15)	S			I campioni sono ricomposti in spezzoni coerenti di carota di colore marroncino chiaro
	5,60 6 7		Orizzonte eluvio-colluviale della formazione di Bluriaido con ammasso roccioso milonitizzato e perdita della tessitura originale	80					S			Il campione si presenta come una ghiaia in matrice sabbiosa di colore grigio marrone chiaro
	7,30 8 10		Campioni lapidei calcarenati di colore marrone scuro con foliazioni e scistosità riconoscibili	75	10%				D			

La startigrafia del terreno desunta dall'osservazione dei campioni estratti nel corso del sondaggio a carotaggio continuo (indagine diretta) rispecchia quanto emerso dall'interpretazione della prova penetrometrica statica (analisi indiretta).

In particolare, si osserva un valore di Rock Quality Designation "RQD" nell'ordine del 10% (valore molto basso, tipico di ammassi rocciosi molto fratturati), che contrasta con i valori desunti dall'analisi in superficie (rilievo geomeccanico sugli affioramenti) che fornisce valori di RQD ricompresi tra il 66 ed il 92%, valori caratterizzanti ammassi rocciosi in condizioni di conservazione da discrete sino a buone.
Tale differenza, a parere dello scrivente, è interpretabile in forza dell'elevato disturbo subito dai campioni lapidei nel corso dell'approfondimento della perforazione.

4.2.1 Classificazione e caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso (area a monte della zona d'intervento ARS 1 e 2)

Sommario principale del rilievo strutturale di dettaglio
CLASSIFICAZIONE DI BIENIAWSKI [RMR], 1989

Parametro	Valore misurato	Coefficiente numerico
Co (MPa)	25,00	3
RQD (%)	66	12
Spaziatura (m)	0,70	12
Condizioni dei giunti		17
Venute d'acqua	Nessuna	15

Risultati:

RMR di base	59
Correzione giacitura [Ic]	N/A
RMR corretto	59
Classe ammasso roccioso	CLASSE III
qualità ammasso roccioso	MEDIOCRE

Parametri base derivati secondo Bieniawski

Angolo d'attrito	34,5°
Coesione	295 kPa
Modulo elastico	18,0 GPa

5. NORMA DI PIANO DI BACINO

Le aree di progetto sono censite dalla cartografia di Suscettività al Dissesto di Versante (CSDV) del Piano di Bacino del T. Segno come aree a suscettività al dissesto elevata Pg3b, in ragione dell'abbancamento d'inerti (terreni di riporto) condotto sino alla fine degli anni 60 dalla Soc. ENEL lungo il fianco sinistro del corso d'acqua affluente di destra del rio Calcinara.
Nel seguito, in ottemperanza a quanto previsto dall'art. 16, c.ma 5 lett. a e b della DCP n. 47 del 25/11/2003, da un lato, si conferma il relativo inquadramento della zona d'intervento nella classe di suscettività al dissesto elevata, avendo avuto riscontro della natura dei terreni di riporto attraverso le indagini di tipo diretto e dall'altra, si dimostra che tali aree presentano, peraltro, un livello di pericolosità più contenuto rispetto: all'entità dei parametri geologici, geomorfologici, geotecnici ed alla propensione al movimento gravitativo, adottando le verifiche dello stato attuale e di progetto previste dalla vigente normativa geotecnica (ex D.M. 11/3/88, Cap. G 3.3 e 3.2.).

6. VERIFICHE DI STABILITA' STATO ATTUALE - PROGETTO

In ottemperanza a quanto prescritto dalla vigente normativa geotecnica (ex D.M. 11/3/88 cap G.3.2.), le condizioni di stabilità del tratto di versante significativamente connesso all'area d'intervento sono state verificate mediante diverse sessioni d'analisi all'equilibrio limite (scorrimento globale) lungo la sezione maggiormente onerosa.

Le verifiche di stabilità sono riferite:
1) allo stato attuale del versante in assenza di qualsiasi intervento;
2) allo stato di progetto (realizzazione impianto di lavorazione dei materiali derivanti da attività edilizie e scavi), tenendo conto del sovraccarico dovuto allo stoccaggio degli inerti (sovraccarico massimo = 7 tonn/m^2).

Le verifiche simulano le condizioni di stabilità dell'intero declivio (scorrimento globale) nei diversi momenti di sviluppo delle opere in oggetto, favorendo l'analisi degli stati tensionali nel terreno in corso d'opera.
Come già accennato l'andamento in profondità del substrato roccioso è stato ricostruito per interpolazione dai dati di profondità assunti dalle indagini geognostiche eseguite, attribuendo allo stesso i valori dei parametri di resistenza a taglio desunti dalla classificazione dell'ammasso (ex par. n. 4.2.1).

Di seguito si sviluppano brevemente i criteri d'analisi su cui si fonda il programma di calcolo utilizzato per svolgere le verifiche di stabilità all'equilibrio limite, volte a definire il valore del coefficiente di sicurezza, attraverso gli algoritmi di calcolo proposti dai seguenti autori:

- Metodo di Janbu
- Metodo di Bell
- Metodo di Morgenstern – Price
- Spencer
- U.S.C.o.E. (United States Corp of Engineer).

Le verifiche di stabilità sono sviluppate attraverso un programma d'analisi che consente di generare superfici di taglio, il cui fattore di sicurezza è direttamente correlato all'algoritmo di calcolo proposto da ciascun autore.

La verifica eseguita secondo molteplici metodi consente di verificare la stabilità della scarpata, valutando sia l'equilibrio delle forze, alla base dei conci e lungo le superfici laterali (es. metodo di Bell), sia l'equilibrio dei momenti delle forze (es. metodo di Morgenstern – Price).

Il metodo di di Morgenstern – Price è considerato rigoroso nel valutare le condizioni di equilibrio statico del versante, interessato dalla verifica di stabilità allo scorrimento globale (teoria dell'equilibrio limite).

Sono state considerate superfici di scivolamento mistilinee passanti attraverso l'interfaccia substrato roccioso - coltri e per ogni metodo di calcolo viene eseguita la ricerca del minimo valore di Fs.

I limiti di sviluppo delle superfici critiche di taglio, a monte ed a valle del tratto di versante significativamente influenzato dal progetto, sono stati prescelti valutando lo sviluppo maggiore possibile delle superfici stesse, condizione decisamente conservativa ai fini del calcolo del fattore di sicurezza.

Le tabelle analitiche allegate, riportanti tutti i dati introdotti nel calcolo delle verifiche di stabilità, indicano sempre valori del coefficiente di sicurezza all' equilibrio limite maggiori rispetto al valore minimo prescritto dalla vigente normativa geotecnica (par. G.3.2 ex D.M. 11/3/88) pari a 1,3:

Le verifiche svolte lungo la sezione considerata maggiormente onerosa nelle condizioni di stato attuale/progetto indicano per i diversi metodi di calcolo adottai i seguenti valori del fattore di sicurezza:

METODO DI VERIFICA	COEFF. SICUREZZA Fs SEZIONE A-A STATO ATTUALE	COEFF. SICUREZZA Fs SEZIONE A-A STATO DI PROGETTO
Metodo di Janbu	1,514	1,932
Metodo di Bell	1,520	1,440
Metodo di Morgenstern – Price	1,682	1,682
Metodo di Spencer	1,540	1,932
Metodo dell'U.S.C.o.E	1,530	1,478

E' evidente che se ad oggi il tratto di versante deve essere considerato stabile (Fs sempre maggiore del valore minimo 1,3), rispetto a potenziali cinematismi di scivolamento rototraslativo interessanti sia i terreni di copertura, sia l'eluvio-colluvio del substrato roccioso in posto, è altresì dimostrato che il sovraccarico dovuto allo stoccaggio provvisorio dei materiali inerti non modifica in maniera significativa le condizioni di stabilità del tratto di versante in oggetto.

7. INTERVENTI DI REGIMAZIONE DELLE ACQUE DI SUPERFICIE

Il falso-piano su cui sorgerà il nuovo centro di raccolta temporanea e di recupero di materiali inerti attualmente è già contraddistinto da una leggera pendenza a scendere verso l'area d'accesso, all'innesto con la retrostante via comunale Montegrappa.

Il progetto dovrà anche prevedere una leggera contropendenza da valle verso monte (2%), con l'impermeabilizzazione delle superfici mediante asfaltatura.

Le acque di precipitazione e ruscellamento superficiale potranno così essere convenientemente intercettate e regimate mediante canalette in cls grigliate e carrabili, ubicate sia lungo il lato di monte sia al centro delle aree di progetto.

Le canalette in cls prefabbricato convoglieranno le acque di superficie lungo il margine di monte del centro di raccolta temporanea e di recupero di materiali inerti, in prossimità dell'ingresso, sino ad una vasca di raccolta e sedimentazione munita di un troppo pieno, a cui sarà allacciato una tubazione interrata (almeno 1,0 m. di profondità debitamente protetta con bauletto in cls) che conferirà le acque ad una seconda vasca interrata al margine superiore della scarpata a valle dell'area di progetto.

Da questa le acque di superficie saranno recapitate al rio tombinato sul fondovalle, attraverso un impianto fognario costituito da embrici e pozzettoni di calma.

8. BONIFICA DEL SOTTOSUOLO NELL'AREA DI SEDIME DEI BOX DI RACCOLTA E STOCCAGGIO DEGLI INERTI

La bonifica mediante sostituzione del terreno d'appoggio delle strutture in c.a. (travi rovesce) di fondazione dei box è propedeutica all'eliminazione di qualsiasi fenomeno di cedimento differenziale indotto nel terreno dall'applicazione dei sovraccarichi strutturali ed incidentali di progetto.

In fase realizzativa il sottofondo di tout - venant dovrà essere sottoposto a verifiche di compattazione in cantiere, mediante l'esecuzione di prove di carico su piastra eseguite secondo le norme SNV 670 317a.

CONCLUSIONI

In riferimento al contesto ambientale del tratto di versante esteso sia monte che a valle dell'areale d'intervento, emergono elementi di degrado geomorfologico dell'area da intendersi di livello puntuale e/o locale.

L'origine degli stessi è da associarsi ad un generale stato di abbandono dell'area, ed al depauperamento nel numero delle infrastrutture preposte alla captazione e regimazione delle acque di superficie realizzate a fine anni '60.

Le condizioni di bassa permeabilità dei materiali, che costituiscono il riempimento, favoriscono il ristagno delle acque di superficie e l'assenza totale di opere di drenaggio favorisce i fenomeni di lenta saturazione dei terreni, con riduzione delle condizioni stabilità dell'intero rilevato.

Gli interventi di regimazione delle acque di superficie previsti ed il presidio delle aree connesso alla realizzazione degli impianti in progetto costituiscono elementi certamente migliorativi delle condizioni idrogeologiche del tratto di versante oggetto del presente studio.

In osservanza di quanto definito dalla Norma di Applicazione del Piano di Bacino la presente relazione e le campagne d'indagini riportate in allegato, costituiscono indagine di "maggior dettaglio" a corredo del progetto di infrastruttura di tipo industriale proposto dall'impresa Committente (vd. art. 16, c.ma 4, DCP n. 47 del 25/11/2003).

Mediante le verifiche contemplate dalla vigente normativa geotecnica (par. G.3.2 ex D.M. 11/3/88), così come previsto dal punto n. 6 della Circ. Esplicativa n. 2 allegata alla Norma di Piano di Bacino, la fattibilità geotecnica del progetto risulta soddisfatta, avendo ottenuto valori del fattore di

sicurezza nelle condizioni di stato di fatto e di progetto sempre superiori al valore minimo contemplato dal suddetto dettato normativo (ex D.M. 11/3/88).

Savona, luglio 2008.



ALLEGATI AL TESTO

Corografia sc. 1: 5.000;

Tabella litostratigrafia sondaggio a carotaggio continuo S1;

Allegato fotografico cassette portacampioni sondaggio S1;

Tabelle e diagrammi interpretativi prove penetrometriche dinamiche e statiche;

Classificazione dell'ammasso roccioso aree a monte dell'area d'intervento e lungo il versante in orografica destra del tributario destro del rio Calcinara;

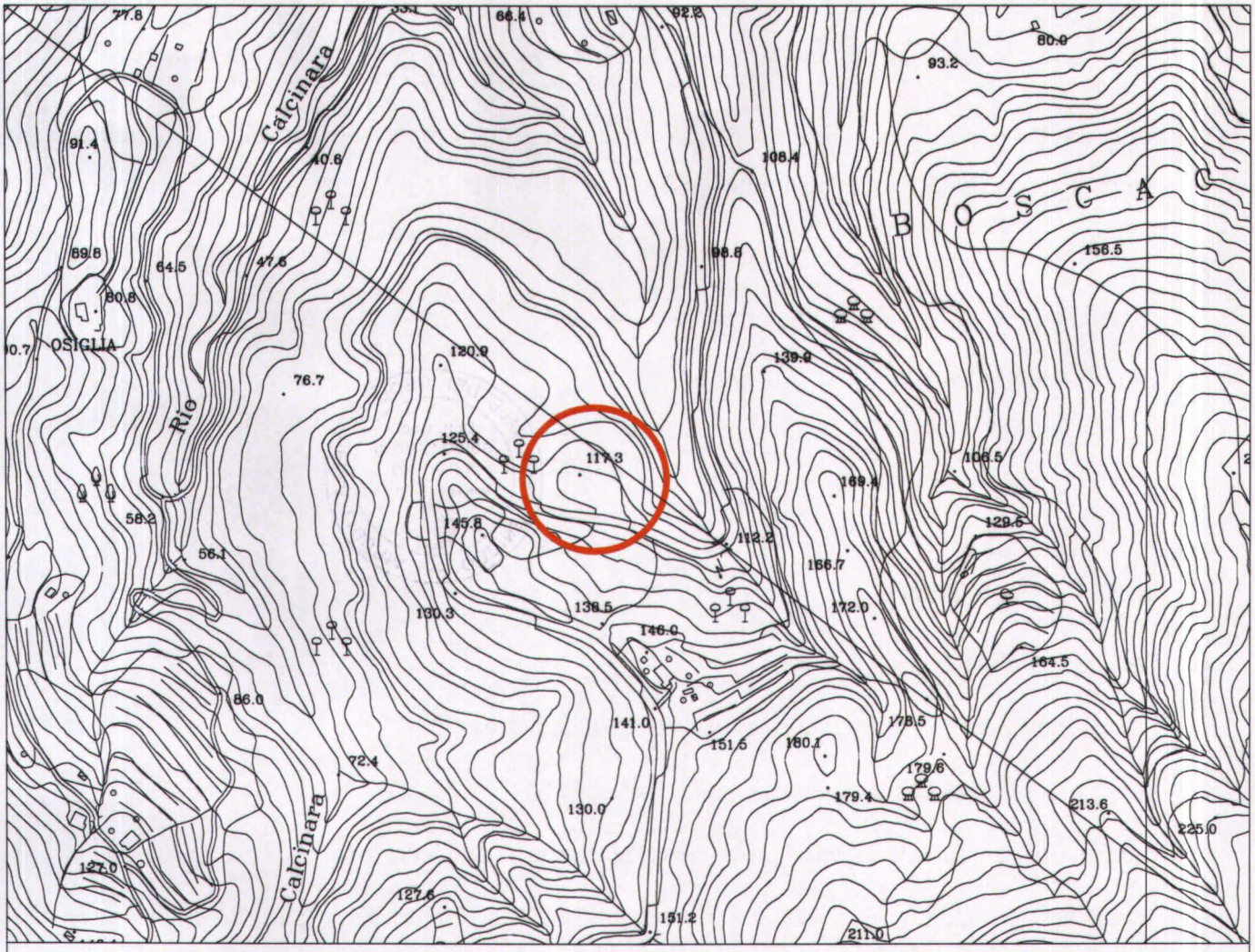
Tabelle e diagrammi interpretativi delle verifiche di stabilità all'equilibrio limite nelle condizioni di stato attuale e di progetto;

Tav. n. 1: Ubicazione indagini geognostiche sc. 1: 2.000

Tav. n. 2: Sezione geologica interpretativa A-A' sc. 1: 500

ALLEGATI FUORI TESTO

Relazione di conformità dell'intervento rispetto alla Norma di Piano di Bacino del T. Segno



COROGRAFIA

AREA NTERVENTO

SCALA 1:5000

SONDAGGIO N°1

COMMITTENTE: SCAVOTER S.r.l.

CANTIERE: San Genesio, Vado Ligure (SV)

DATA: 30 luglio 2008

Quota p.c.:

SONDA TIPO ELLETTARI EK 200 S

METODO: a carotaggio continuo

ϕ: 101 mm diam. est. carotiere

ϕ: 127,5 mm diam. est. rivestimento

Rivestimento	Profondità dal p.c.(m)	Colonna stratigrafica	Descrizione stratigrafica	% recupero	R.Q.D. (%)	Spaziatura(cm)	Profondità falda (m)	Scissometro pocket	Carotiere	S.P.T. Profondità (m)	S.P.T. N° colpi	Note
	0,40		Riporti ghiaioso sabbiosi	100					S			Colore del campione grigio chiaro
	1		Riporti sabbioso - ghiaiosi con debole matrice limo-argillosa	100					S			Colore del campione marroncino chiaro
	1,30											
	2		Riporti sabbioso - ghiaiosi con prevalenza di sabbie, campioni allo stato sciolto e deboli passate più coerenti molto discontinui									Colore del campione da marrocino chiaro a marrone più scuro Presenza di ciottoli di quarzo derivanti dai conglomerati pliocenici rimaneggiati
	3			100				4,5 (2,30)	S			
	4		Conglomerati pliocenici riportati con matrice limo-argillosa in aumento a comportamento prevalentemente incoerente					3,8 (4,70)				I campioni sono ricomposti in spezzoni coerenti di carota di colore marroncino chiaro
	5			100				3,6 (5,15)	S			
	5,60											
	6		Orizzonte eluvio-colluviale della formazione di Murialdo con ammasso roccioso milonitizzato e perdita della tessitura originale	80					S			Il campione si presenta come una ghiaia in matrice sabbiosa di colore grigio marrone chiaro
	7											
	7,30											
	8		Campioni lapidei cataclasati di colore marrone scuro con fogliazioni e scistosità riconoscibili	75	10%				D			
	10											
	20											

dott. geol. Guido Carieri

Via alla Rocca 5/b 17100 Savona
Tel. 019.801866 Fax 019.8403931
mail: guido@carieri.com

Dott. Geol. Carieri Guido – studio via alla Rocca, 5/b 17100 SAVONA (SV) – e-mail: guido@carieri.com
tel. 019/801866 – 807203 – fax. 019/8403931

ALLEGATO FOTOGRAFICO
SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO S1



Sonda oleodinamica Ellettari mod. EK200S impiegata nell'esecuzione del carotaggio continuo

Dott. Geol. Carieri Guido – studio via alla Rocca, 5/b 17100 SAVONA (SV) – e-mail: guido@carieri.com
tel. 019/801866 – 807203 – fax. 019/8403931



cassetta portacampioni sondaggio S1, profondità 0,00 – 5,0 m. da p. c. – vista frontale



cassetta portacampioni sondaggio S1, profondità 0,00 – 5,0 m. da p.c. – vista trasversale

Dott. Geol. Carieri Guido – studio via alla Rocca, 5/b 17100 SAVONA (SV) – e-mail: guido@carieri.com
tel. 019/801866 – 807203 – fax. 019/8403931



cassetta portacampioni sondaggio S1, profondità 5,00 – 10,0 m. da p. c. – vista frontale



cassetta portacampioni sondaggio S1, profondità 5,00 – 10,0 m. da p.c. – vista trasversale

ANALISI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE

Dati del Penetrometro:

DPM Medio (ISSMFE/Emilia)

W	H	A	D	Wa	Wc
30,0	20,0	60,0	35,7	2,5	18,0

W = peso del maglio (Kg)
H = altezza di caduta (cm)
A = Angolo d'apertura del cono (°)
D = Diametro di base del cono (mm)
Wa = peso delle aste (Kg/m)
Wc = peso della cuffia (Kg)

Passo delle misure = 10,00 cm.

Profondità iniziale della prova = 0,1 m.

Profondità della falda = 0,0 m.

PROVA PENETROMETRICA

VALORI DI N

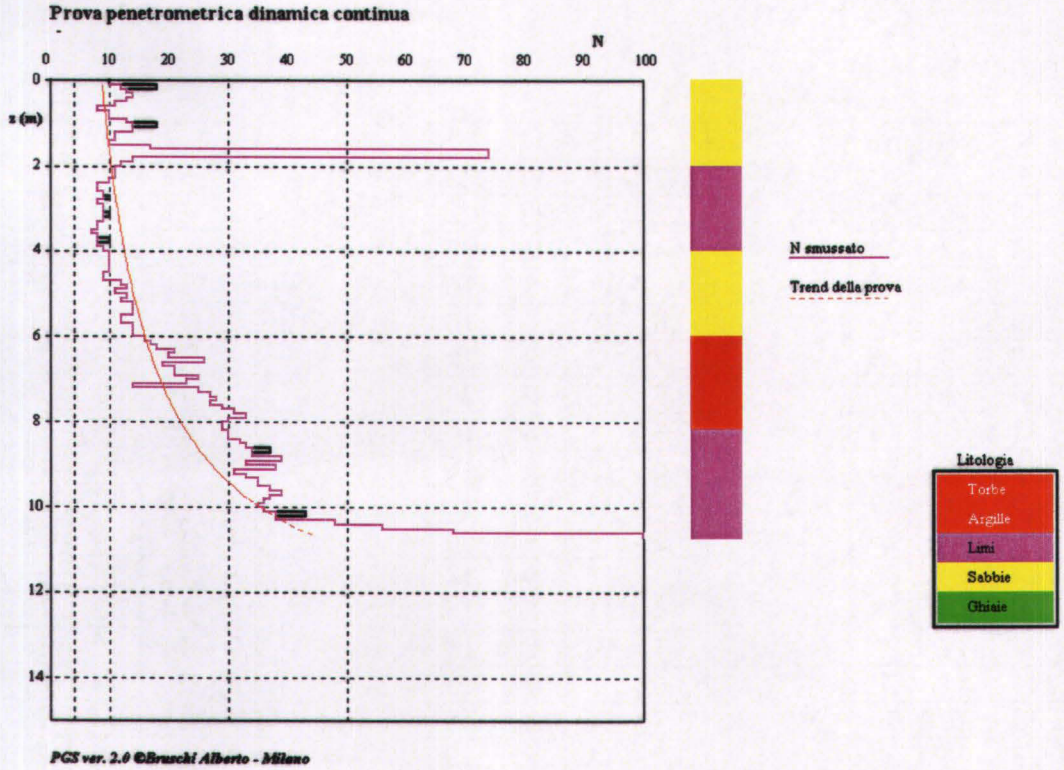
z (m)	N	N60	Nc
0,1	13	10	20
0,2	24	12	36
0,3	17	13	26
0,4	19	14	28
0,5	17	13	26
0,6	14	11	22
0,7	11	8	16
0,8	13	10	20
0,9	13	10	20
1,0	17	13	26
1,1	24	14	36
1,2	19	14	28
1,3	14	11	22
1,4	15	11	22
1,5	13	10	20
1,6	23	17	34
1,7	99	74	148
1,8	99	74	148
1,9	18	14	28
2,0	16	12	24
2,1	15	11	22
2,2	15	11	22
2,3	14	11	22
2,4	13	10	20
2,5	11	8	16
2,6	10	8	16
2,7	12	9	18
2,8	13	9	20
2,9	11	8	16
3,0	12	9	18
3,1	12	9	18
3,2	13	9	20
3,3	12	9	18
3,4	11	8	16
3,5	10	8	16
3,6	9	7	13
3,7	11	8	15
3,8	13	8	19
3,9	11	8	15
4,0	10	9	16
4,1	12	10	18
4,2	12	10	18
4,3	12	10	18
4,4	12	10	17
4,5	12	10	17
4,6	11	9	15
4,7	11	9	15
4,8	14	12	20
4,9	15	13	21
5,0	13	11	18
5,1	15	13	21
5,2	14	12	19
5,3	16	14	22
5,4	17	14	22
5,5	16	14	21
5,6	14	12	18
5,7	14	12	18
5,8	16	14	21
5,9	17	14	20
6,0	17	14	20
6,1	17	16	23
6,2	18	17	24
6,3	19	18	25
6,4	22	21	29

6,5	21	20	27
6,6	27	26	35
6,7	20	19	25
6,8	22	21	28
6,9	22	21	28
7,0	26	25	32
7,1	24	23	30
7,2	15	14	18
7,3	26	25	32
7,4	28	27	34
7,5	29	28	35
7,6	28	27	33
7,7	30	29	35
7,8	33	31	37
7,9	35	33	39

8,0	32	30	36
8,1	31	29	34
8,2	30	29	34
8,3	32	30	35
8,4	32	30	34
8,5	34	32	36
8,6	35	33	37
8,7	39	34	41
8,8	36	34	38
8,9	41	39	43
9,0	35	33	36
9,1	40	38	41
9,2	33	31	33
9,3	35	33	35
9,4	37	35	37

9,5	37	35	37
9,6	39	37	39
9,7	41	39	41
9,8	39	37	38
9,9	38	36	37
10,0	37	35	36
10,1	36	36	36
10,2	43	38	43
10,3	38	38	38
10,4	48	48	48
10,5	56	56	55
10,6	68	68	67
10,7	100	100	97

z = profondità
N = numero colpi originale
N60 = numero colpi standardizzato
Nc = numero dei colpi corretto per la pressione litostatica



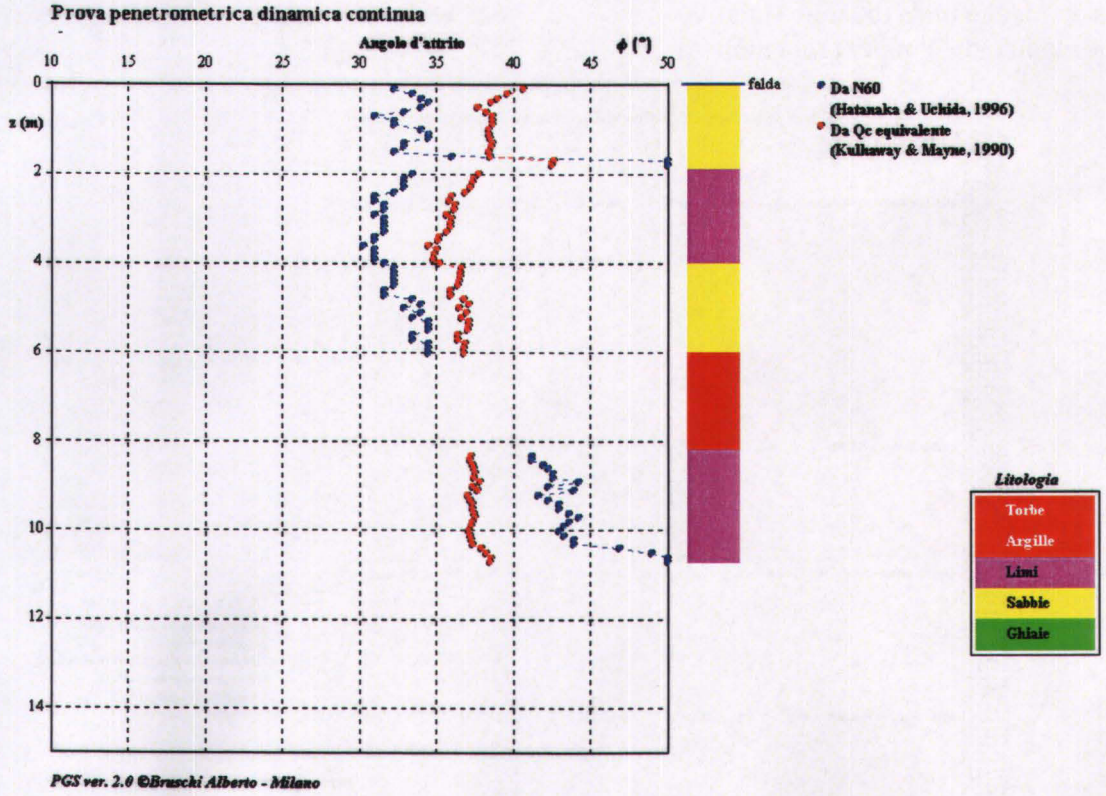
CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

z	Litotipo	g	Rd	Id	f	Su	M	E	Go	Vs	k
0,1	Sabbia	5,9	17,9	100	40,6		12,9	10	41,4	405	1,2
0,2	Sabbia	7,1	20,1	100	39,5		15,5	12	46,6	455	1,49
0,3	Sabbia	7,6	18,8	100	38,9		16,6	13	48,3	475	1,65
0,4	Sabbia	8,1	19,1	100	38,5		17,7	14	50,3	494	1,81
0,5	Sabbia	7,5	18,8	100	37,6		16,4	13	45,8	471	1,65
0,6	Sabbia	6,3	18,2	91	38,1		16,1	11	44,8	422	1,34
0,7	Sabbia	4,5	17,2	75	38,6		15,1	8	42,5	342	0,92
0,8	Sabbia	5,6	17,9	81	38,5		17	10	46,9	392	1,2
0,9	Sabbia	5,6	17,9	79	38,5		17,6	10	48,2	392	1,2
1,0	Sabbia	7,2	18,8	87	38,3		19,7	13	53	459	1,65
1,1	Sabbia	7,7	20,1	87	38,4		21	14	56,2	478	1,81
1,2	Sabbia	7,6	19,1	85	38,4		21,5	14	57,1	475	1,81
1,3	Sabbia	5,9	18,2	73	38,6		20,5	11	55	405	1,34
1,4	Sabbia	5,9	18,2	72	38,5		20,9	11	55,7	405	1,34
1,5	Sabbia	5,3	17,9	67	38,4		20,5	10	54,6	379	1,2
1,6	Sabbia	9	19,8	86	38,4		25	17	65	528	2,35
1,7	Sabbia	38,9	21	100	42,6		85,1	74	215,8	1321	-46,05
1,8	Sabbia	38,6	21	100	42,4		84,4	74	212,9	1315	-46,05
1,9	Sabbia	7,2	19,1	100	42,4		84,4	74	212,9	1315	1,81
2,0	Limo	6,2	18,5	58	37,7		11,3	6	55,1	349	1,49
2,1	Limo	5,6	18,2	54	37,4		10,3	5,5	53,3	327	1,34
2,2	Limo	5,6	18,2	54	37,3		10,3	5,5	53,1	327	1,34
2,3	Limo	5,5	18,2	53	37,2		10,2	5,5	53	324	1,34
2,4	Limo	5	17,9	50	36,8		9,5	5	50,7	305	1,2
2,5	Limo	4	17,2	44	36,0		8	4	45,2	265	0,92
2,6	Limo	3,9	17,2	43	35,8		7,8	4	44,8	261	0,92
2,7	Limo	4,4	17,6	46	36,2		8,6	4,5	47,7	281	1,06
2,8	Limo	4,4	17,9	45	36,1		8,6	4,5	48,4	281	1,06
2,9	Limo	3,9	17,2	42	35,6		7,8	4	45,3	261	0,92
3,0	Limo	4,3	17,6	44	35,9		8,4	4,5	48	277	1,06
3,1	Limo	4,3	17,6	44	35,8		8,4	4,5	47,9	277	1,06
3,2	Limo	4,3	17,9	43	35,8		8,4	4,5	48,6	277	1,06
3,3	Limo	4,2	17,6	43	35,6		8,3	4,5	47,4	273	1,06
3,4	Limo	3,7	17,2	40	35,1		7,5	4	44	252	0,92
3,5	Limo	3,7	17,2	39	35,1		7,5	4	44,8	252	0,92
3,6	Limo	3,2	16,8	36	34,5		6,8	3,5	40,8	230	0,79
3,7	Limo	3,7	17,2	39	35,0		7,5	4	44,6	252	0,92
3,8	Limo	3,6	17,9	38	34,8		7,4	4	44,1	248	0,92
3,9	Limo	3,6	17,2	38	34,8		7,4	4	44	248	0,92
4,0	Limo	4	17,6	40	35,1		8	4,5	47,1	265	1,06
4,1	Sabbia	4,5	17,9	49	36,6		23,7	10	59,7	342	1,2
4,2	Sabbia	4,4	17,9	48	36,5		23,6	10	59,4	337	1,2
4,3	Sabbia	4,4	17,9	47	36,5		24	10	60,4	337	1,2
4,4	Sabbia	4,4	17,9	47	36,4		24	10	60,3	337	1,2
4,5	Sabbia	4,4	17,9	47	36,4		24	10	60,2	337	1,2
4,6	Sabbia	3,9	17,6	44	35,9		22,4	9	56,3	312	1,06

4,7	Sabbia	3,9	17,6	44	35,8		22,4	9	56,2	312	1,06
4,8	Sabbia	5,1	18,5	50	36,8		26,4	12	65,7	370	1,49
4,9	Sabbia	5,5	18,8	51	37,0		28	13	69,4	387	1,65
5,0	Sabbia	4,7	18,2	47	36,4		25,6	11	63,7	351	1,34
5,1	Sabbia	5,5	18,8	51	36,9		28	13	69,2	387	1,65
5,2	Sabbia	5	18,5	48	36,6		26,8	12	66,3	365	1,49
5,3	Sabbia	5,8	19,1	52	37,0		29	14	71,4	401	1,81
5,4	Sabbia	5,8	19,1	51	37,0		29,5	14	72,6	401	1,81
5,5	Sabbia	5,8	19,1	51	37,0		29,5	14	72,5	401	1,81
5,6	Sabbia	4,9	18,5	47	36,3		26,7	12	65,8	360	1,49
5,7	Sabbia	4,9	18,5	47	36,3		26,7	12	65,7	360	1,49
5,8	Sabbia	5,7	19,1	50	36,8		29,5	14	72,2	396	1,81
5,9	Sabbia	5,6	19,1	49	36,7		29,5	14	72,2	392	1,81
6,0	Sabbia	5,6	19,1	49	36,7		29,5	14	72,1	392	1,81
6,1	Argilla	6,4	19,6			171,5	8,4	0	101,3	276	2,16
6,2	Argilla	6,7	19,8			179,7	8,7	0	105,9	284	2,35
6,3	Argilla	7,1	20,1			190,7	9,1	0	112	294	2,54
6,4	Argilla	8,2	20,7			221,2	10,2	0	129,2	322	3,17
6,5	Argilla	7,8	20,5			210	9,8	0	122,7	312	2,95
6,6	Argilla	10,1	21			273,7	12,1	0	158,7	367	4,45
6,7	Argilla	7,3	20,3			195,8	9,3	0	114,5	300	2,74
6,8	Argilla	8	20,7			215,2	10	0	125,3	317	3,17
6,9	Argilla	8	20,7			215,1	10	0	125,1	317	3,17
7,0	Argilla	9,5	21			256,6	11,5	0	148,4	353	4,17
7,1	Argilla	8,7	21			234,3	10,7	0	135,7	334	3,65
7,2	Argilla	5,2	19,1			136,9	7,2	0	81	242	1,81
7,3	Argilla	9,3	21			250,7	11,3	0	144,6	349	4,17
7,4	Argilla	10	21			270	12	0	155,3	365	4,75
7,5	Argilla	10,3	21			278,3	12,2	0	159,8	372	5,06
7,6	Argilla	9,9	21			267	11,9	0	153,4	363	4,75
7,7	Argilla	10,6	21			286,4	12,6	0	164	379	5,4
7,8	Argilla	11,3	21			305,7	13,3	0	174,6	394	6,12
7,9	Argilla	11,9	21			322,2	13,9	0	183,6	407	6,95
8,0	Argilla	10,8	21			291,6	12,8	0	166,5	383	5,75
8,1	Argilla	10,4	21			280,3	12,4	0	160,1	374	5,4
8,2		10,3	21			-8,7	0	0	0	0	5,4
8,3	Limo	10,6	21	53	37,2		17,9	15	92,1	488	5,75
8,4	Limo	10,6	21	53	37,2		17,9	15	92	488	5,75
8,5	Limo	11,2	21	54	37,3		18,7	16	95,3	505	6,52
8,6	Limo	11,5	21	55	37,3		19,2	16,5	95,9	514	6,95
8,7	Limo	11,8	21	55	37,4		19,7	17	98,3	522	7,4
8,8	Limo	11,8	21	55	37,4		19,7	17	98,2	522	7,4
8,9	Limo	13,4	21	58	37,8		22,1	19,5	105,4	565	10,21
9,0	Limo	11,3	21	53	37,3		18,9	16,5	97,4	508	6,95
9,1	Limo	13	21	57	37,6		21,5	19	104	555	9,56
9,2	Limo	10,5	21	51	37,0		17,7	15,5	93,7	485	6,12
9,3	Limo	11,1	21	52	37,1		18,6	16,5	97,1	502	6,95
9,4	Limo	11,8	21	54	37,3		19,7	17,5	99,4	522	7,88

9,5	Limo	11,7	21	53	37,3		19,5	17,5	100,3	519	7,88
9,6	Limo	12,3	21	55	37,4		20,4	18,5	101,5	536	8,96
9,7	Limo	12,9	21	56	37,5		21,3	19,5	104,4	552	10,21
9,8	Limo	12,2	21	54	37,3		20,3	18,5	102,4	533	8,96
9,9	Limo	11,8	21	53	37,2		19,7	18	100,8	522	8,4
10,0	Limo	11,4	21	52	37,1		19,1	17,5	99,1	511	7,88
10,1	Limo	11,7	21	52	37,2		19,5	18	101,6	519	8,4
10,2	Limo	12,3	21	54	37,2		20,4	19	102,8	536	9,56
10,3	Limo	12,3	21	53	37,3		20,4	19	104,6	536	9,56
10,4	Limo	15,4	21	60	37,8		25,1	24	115,1	617	19,81
10,5	Limo	17,9	21	64	38,2		28,8	28	124,2	678	47,33
10,6	Limo	21,6	21	70	38,5		34,4	34	134,1	763	-100,45
10,7	Limo	31,7	21	85	38,4		49,5	50	149,2	970	-17,74

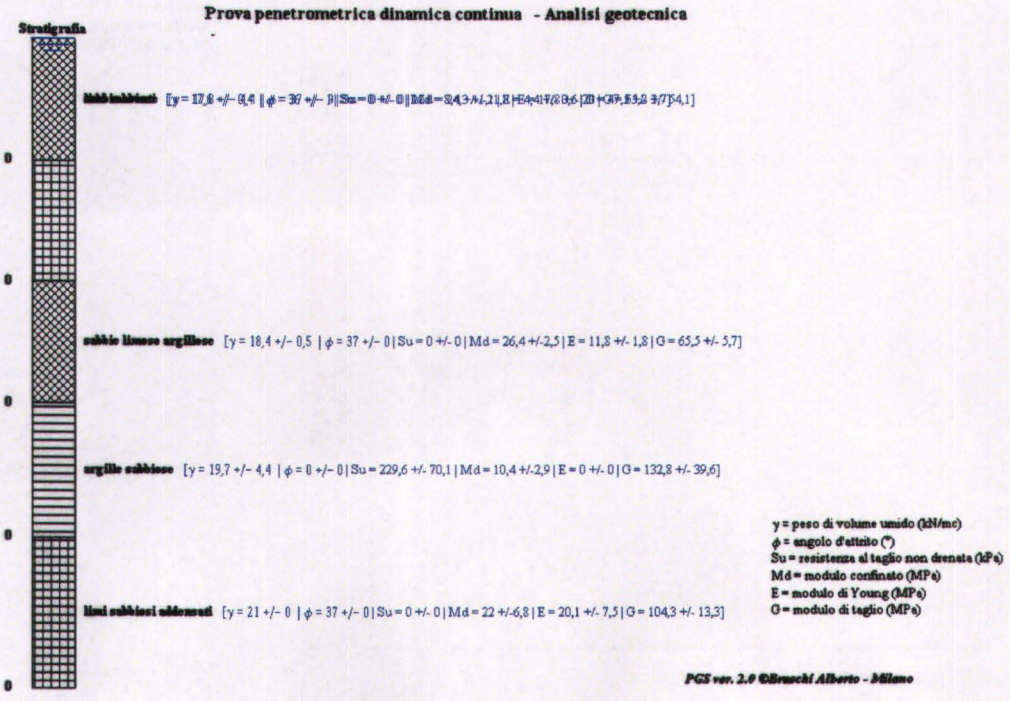
z = profondità (m)
g = peso di volume (kN/mc)
Rd = resistenza dinamica (MPa)
Id = indice di densità (%)
f = angolo d'attrito (°)
Su = resistenza al taglio non drenata (kPa)
M = modulo confinato (MPa)
E = modulo di Young (MPa)
Go = modulo di taglio (MPa)
Vs = velocità onde di taglio (m/s)
k = modulo di Winkler (Kg/cmc)



CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

da m.	a m.	Litotipo	g	Rd	Id	f	Su	M	E	Go	Vs	k
0.0	2	sabbie areate	17,8 +/- 4,4	10 +/- 10	83,3 +/- 23	37 +/- 9		24,3 +/- 21,8	17,8 +/- 20	65,2 +/- 54,1	505,9 +/- 306,4	-3,6 +/- 14,9
2	4	limi sabbiosi	17,6 +/- 0,4	4 +/- 1	44,4 +/- 6	36 +/- 1		8,4 +/- 1,1	4,4 +/- 0,6	47,5 +/- 3,7	277,7 +/- 31,4	1 +/- 0,1
4	6	sabbie limoso argillose	18,4 +/- 0,5	5 +/- 1	48,4 +/- 2,2	37 +/- 0		26,4 +/- 2,5	11,8 +/- 1,8	65,5 +/- 5,7	363,8 +/- 29,7	1,4 +/- 0,2
6	8,2	argille sabbiose	19,7 +/- 4,4	9 +/- 3			229,6 +/- 70,1	10,4 +/- 2,9		132,8 +/- 39,6	322,9 +/- 83,6	3,8 +/- 1,6
8,2	10,7	limi sabbiosi addensati	21 +/- 0	13 +/- 5	56,4 +/- 7,2	37 +/- 0		22 +/- 6,8	20,1 +/- 7,5	104,3 +/- 13,3	558,7 +/- 105,6	4,6 +/- 24

g = peso di volume (kN/mc)
Rd = resistenza dinamica (MPa)
Id = indice di densità (%)
f = angolo d'attrito (°)
Su = resistenza al taglio non drenata (kPa)
M = modulo confinato (MPa)
E = modulo di Young (MPa)
Go = modulo di taglio (MPa)
Vs = velocità onde di taglio (m/s)
k = modulo di Winkler (Kg/cmc)



ANALISI PROVE STATICHE CON PENETROMETRO MECCANICO [CPT]

Data: 09/01/2003

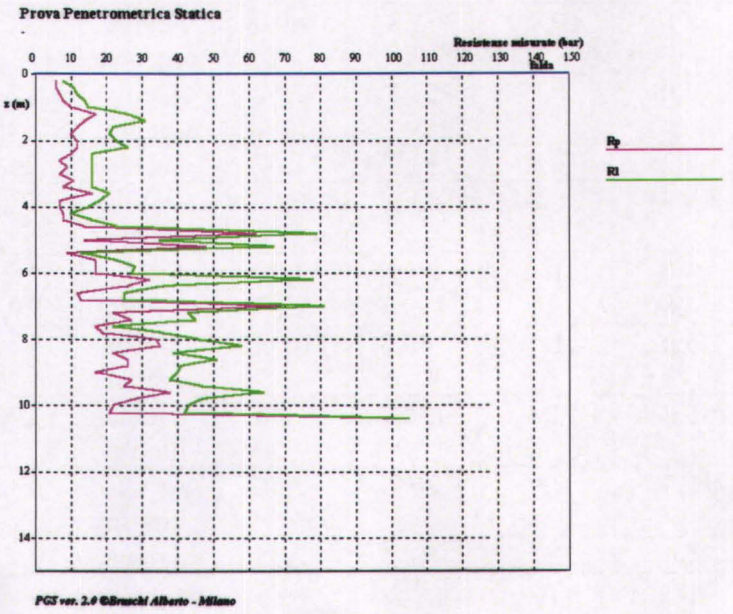
Passo delle misure = 20,00 cm.
Profondità della falda = 0,0 m.

PROVA PENETROMETRICA STATICA

VALORI DI RESISTENZE MISURATI

z	Rp	Rl
0,2	6	8
0,4	6	11
0,6	7	12
0,8	8	14
1,0	10	15
1,2	17	26
1,4	14	31
1,6	12	22
1,8	10	21
2,0	12	23
2,2	12	26
2,4	10	16
2,6	7	16
2,8	9	16
3,0	7	16
3,2	11	16
3,4	8	16
3,6	16	21
3,8	7	18
4,0	7	15
4,2	8	10
4,4	8	16
4,6	14	23
4,8	62	79
5,0	14	35
5,2	48	67
5,4	9	13
5,6	17	23
5,8	17	28
6,0	17	27
6,2	32	78
6,4	26	36
6,6	12	25
6,8	13	25
7,0	69	81
7,2	22	43
7,4	27	45
7,6	17	22
7,8	19	36
8,0	34	46
8,2	35	58
8,4	22	39
8,6	26	51
8,8	26	41
9,0	17	40
9,2	27	38
9,4	25	47
9,6	38	64
9,8	28	47
10,0	22	43
10,2	21	42
10,4	104	105

z = profondità
Rp = resistenza di punta (bar)
Rl = resistenza d'attrito (bar)

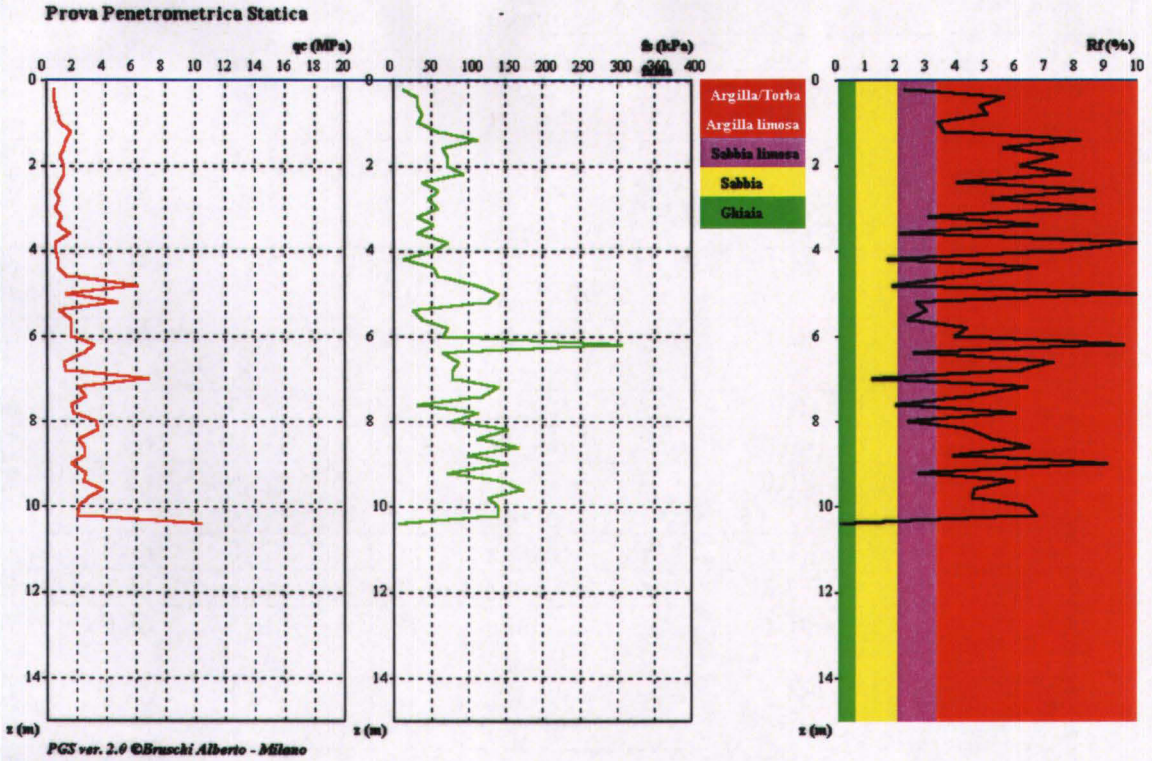


VALORI CALCOLATI

z	Qc	Fs	Rf	L	g	sv	sv'	Uo
0,2	0,6	13,3	2,22	Argilla limosa	18,5	3,7	1,7	2,0
0,4	0,6	33,3	5,56	Argilla organica	17,5	7,2	3,3	3,9
0,6	0,7	33,3	4,76	Argilla	18,0	10,8	4,9	5,9
0,8	0,8	40,0	5,00	Argilla	18,0	14,4	6,6	7,8
1,0	1,0	33,3	3,33	Argilla limosa	18,5	18,1	8,3	9,8
1,2	1,7	60,0	3,53	Argilla limosa	18,5	21,8	10,0	11,8
1,4	1,4	113,3	8,10	Argilla organica	17,5	25,3	11,6	13,7
1,6	1,2	66,7	5,56	Argilla	18,0	28,9	13,2	15,7
1,8	1,0	73,3	7,33	Argilla organica	17,5	32,4	14,7	17,7
2,0	1,2	73,3	6,11	Argilla organica	17,5	35,9	16,3	19,6
2,2	1,2	93,3	7,78	Argilla organica	17,5	39,4	17,8	21,6
2,4	1,0	40,0	4,00	Argilla	18,0	43,0	19,5	23,5
2,6	0,7	60,0	8,57	Argilla organica	17,5	46,5	21,0	25,5
2,8	0,9	46,7	5,19	Argilla	18,0	50,1	22,6	27,5
3,0	0,7	60,0	8,57	Argilla organica	17,5	53,6	24,2	29,4
3,2	1,1	33,3	3,03	Argilla limosa	18,5	57,3	25,9	31,4
3,4	0,8	53,3	6,67	Argilla organica	17,5	60,8	27,4	33,4
3,6	1,6	33,3	2,08	Sabbia	20,0	64,8	29,5	35,3
3,8	0,7	73,3	10,48	Argilla organica	17,5	68,3	31,0	37,3
4,0	0,7	53,3	7,62	Argilla organica	17,5	71,8	32,6	39,2
4,2	0,8	13,3	1,67	Sabbia	20,0	75,8	34,6	41,2
4,4	0,8	53,3	6,67	Argilla organica	17,5	79,3	36,1	43,2
4,6	1,4	60,0	4,29	Argilla	18,0	82,9	37,8	45,1
4,8	6,2	113,3	1,83	Sabbia	20,0	86,9	39,8	47,1
5,0	1,4	140,0	10,00	Argilla organica	17,5	90,4	41,4	49,1
5,2	4,8	126,7	2,64	Sabbia limosa	19,5	94,3	43,3	51,0
5,4	0,9	26,7	2,96	Argilla limosa	18,5	98,0	45,0	53,0
5,6	1,7	40,0	2,35	Sabbia	19,5	101,9	47,0	54,9

				limosa				
5,8	1,7	73,3	4,31	Argilla	18,0	105,5	48,6	56,9
6,0	1,7	66,7	3,92	Argilla limosa	18,5	109,2	50,3	58,9
6,2	3,2	306,7	9,58	Argilla	18,0	112,8	52,0	60,8
6,4	2,6	66,7	2,56	Sabbia limosa	19,5	116,7	53,9	62,8
6,6	1,2	86,7	7,22	Argilla organica	17,5	120,2	55,5	64,7
6,8	1,3	80,0	6,15	Argilla organica	17,5	123,7	57,0	66,7
7,0	6,9	80,0	1,16	Sabbia	20,0	127,7	59,0	68,7
7,2	2,2	140,0	6,36	Argilla	18,0	131,3	60,7	70,6
7,4	2,7	120,0	4,44	Argilla limosa	18,5	135,0	62,4	72,6
7,6	1,7	33,3	1,96	Sabbia	20,0	139,0	64,4	74,6
7,8	1,9	113,3	5,96	Argilla	18,0	142,6	66,1	76,5
8,0	3,4	80,0	2,35	Sabbia limosa	19,5	146,5	68,0	78,5
8,2	3,5	153,3	4,38	Argilla limosa	18,5	150,2	69,8	80,4
8,4	2,2	113,3	5,15	Argilla	18,0	153,8	71,4	82,4
8,6	2,6	166,7	6,41	Argilla	18,0	157,4	73,0	84,4
8,8	2,6	100,0	3,85	Argilla limosa	18,5	161,1	74,8	86,3
9,0	1,7	153,3	9,02	Argilla organica	17,5	164,6	76,3	88,3
9,2	2,7	73,3	2,72	Sabbia limosa	19,5	168,5	78,2	90,3
9,4	2,5	146,7	5,87	Argilla	18,0	172,1	79,9	92,2
9,6	3,8	173,3	4,56	Argilla limosa	18,5	175,8	81,6	94,2
9,8	2,8	126,7	4,52	Argilla limosa	18,5	179,5	83,4	96,1
10,0	2,2	140,0	6,36	Argilla	18,0	183,1	85,0	98,1
10,2	2,1	140,0	6,67	Argilla	18,0	186,7	86,6	100,1
10,4	10,4	6,7	0,06	Ghiaia	20,5	190,8	88,8	102,0

z = profondità (m)
Qc = resistenza alla punta (MPa)
Fs = resistenza d'attrito (kPa)
Rf = rapporto delle resistenza (%)
L = litologia (criterio di Schmertmann, 1976)
g = peso di volume (kN/mc)
sv = tensione litostatica totale (kPa)
sv' = tensione litostatica effettiva (kPa)
Uo = pressione nei pori (kPa)



CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

z	L	Id	f	Su	OCR	M	Cc	Go	Vs
0,2	Argilla limosa			5,73908533225751	30	3,2	0,097	0,0	97
0,4	Argilla organica			6,10574502564726	30	3,2	0,141	0,0	97
0,6	Argilla			10,0181084488332	30	3,4	0,130	0,0	106
0,8	Argilla			12,9779084971396	30	3,6	0,134	0,0	116
1,0	Argilla limosa			21,0743532481785	30	4	0,111	0,0	133
1,2	Argilla limosa			24,5831397315719	30	5,4	0,114	0,0	186
1,4	Argilla organica			17,6500297774216	30	4,8	0,175	0,0	164
1,6	Argilla			23,4872641183403	28,3	4,4	0,141	0,0	149
1,8	Argilla organica			17,7729399853585	21	4	0,165	0,0	133
2,0	Argilla organica			23,0963915840698	22,8	4,4	0,148	0,0	149
2,2	Argilla organica			20,6914472343353	20,8	4,4	0,170	0,0	149
2,4	Argilla			26,2687367000133	15,7	4	0,120	0,0	133
2,6	Argilla organica			12,8358111379451	9,9	3,4	0,181	0,0	106

2,8	Argilla			21,0853863171742	12	3,8	0,136	0,0	125
3,0	Argilla organica			13,0807233548608	8,5	3,4	0,181	0,0	106
3,2	Argilla limosa			35,4195800574953	12,8	4,2	0,107	0,0	141
3,4	Argilla organica			17,0275388054273	8,6	3,6	0,156	0,0	116
3,6	Sabbia	30	33,8		0	11,7		30,5	179
3,8	Argilla organica			12,360798446217	6,5	3,4	0,206	0,0	106
4,0	Argilla organica			14,3195492168277	6,1	3,4	0,168	0,0	106
4,2	Sabbia	20	30,1		0	6,9		18,1	116
4,4	Argilla organica			17,4777923717913	6,3	3,6	0,156	0,0	116
4,6	Argilla			37,0414450390313	11,1	4,8	0,124	0,0	164
4,8	Sabbia	55	39,6		0	29,5		72,9	418
5,0	Argilla organica			23,9247543448579	10,1	4,8	0,200	0,0	164
5,2	Sabbia limosa	47	38,1		0	26,2		65,0	356
5,4	Argilla limosa			32,236305405645	5,6	3,8	0,106	0,0	125
5,6	Sabbia limosa	28	33,0		0	12,8		32,4	186
5,8	Argilla			45,0600295940853	10,4	5,4	0,124	0,0	186
6,0	Argilla limosa			48,3475358877762	10,1	5,4	0,119	0,0	186
6,2	Argilla			50,8203527753227	19	8,4	0,194	0,0	276
6,4	Sabbia limosa	33	34,7		0	18		44,7	242
6,6	Argilla organica			25,3913290777117	6,2	4,4	0,163	0,0	149
6,8	Argilla organica			29,8763504624791	6,6	4,6	0,149	0,0	157
7,0	Sabbia	53	39,1		0	33,9		81,6	447
7,2	Argilla			46,6483177522596	10,9	6,4	0,152	0,0	218
7,4	Argilla limosa			68,3405610257636	13,1	7,4	0,126	0,0	248
7,6	Sabbia	25	32,2		0	13,5		33,4	186
7,8	Argilla			43,1491100420538	8,5	5,7	0,146	0,0	199
8,0	Sabbia limosa	36	35,4		0	22,4		54,3	287
8,2	Argilla limosa			87,2511814182154	15,3	8,9	0,125	0,0	292
8,4	Argilla			53,5137103320837	9,1	6,4	0,136	0,0	218
8,6	Argilla			55,1125483638021	10,7	7,2	0,152	0,0	242
8,8	Argilla limosa			74,4087153251056	10,4	7,2	0,118	0,0	242

9,0	Argilla organica			32,1270452545095	6,4	5,4	0,187	0,0	186
9,2	Sabbia limosa	31	34,0		0	19,4		46,8	248
9,4	Argilla			56,5750552253123	9,3	7	0,145	0,0	236
9,6	Argilla limosa			93,8592113222852	14,2	9,6	0,128	0,0	307
9,8	Argilla limosa			72,7713501440404	10	7,6	0,127	0,0	254
10,0	Argilla			48,4621911954225	7,5	6,4	0,152	0,0	218
10,2	Argilla			45,58908848633	7	6,2	0,156	0,0	212
10,4	Ghiaia	53	40,1		0	51,2		119,0	578

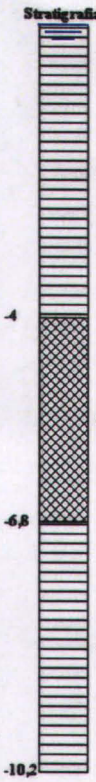
z = profondità (m)
Id = indice di densità (%)
f = angolo d'attrito (°)
Su = resistenza al taglio non drenata (kPa)
OCR = grado di sovraconsolidamento
M = modulo confinato (MPa)
Cc = indice di compressibilità (-)
Go = modulo di taglio (MPa)
Vs = velocità onde di taglio (m/s)

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA (valori medi accorpati)

da m.	a m.	Litotipo	g	Id	f	Su	M	OCR	Go	Vs	Cc
0.0	4	argille plioceniche rimaneggiate	17,9 +/- 0,6	1,7 +/- 7,2	2 +/- 8	5,9 +/- 0,2	4,3 +/- 1,8		1,6 +/- 7	131,1 +/- 26,6	0,118 +/- 0,031
4	6,8	sabbie limoso argillose	18,5 +/- 0,9	13 +/- 19,8	13 +/- 18		9,8 +/- 8,6		16,6 +/- 26,3	199,2 +/- 93,5	0 +/- 0
6,8	10,2	argille e limi sabbiosi	18,4 +/- 0,7			44,8 +/- 30,7	10,5 +/- 7,7		12,7 +/- 25,2	246,1 +/- 65	0,108 +/- 0,063

g = peso di volume (kN/mc)
Id = indice di densità (%)
f = angolo d'attrito (°)
Su = resistenza al taglio non drenata (kPa)
M = modulo confinato (MPa)
OCR = grado di sovraconsolidamento (-)
Go = modulo di taglio (MPa)
Vs = velocità onde di taglio (m/s)
Cc = indice di compressibilità (-)

Prova penetrometrica statica - Analisi geotecnica



argille plioceniche rimaneggiate [γ = 17,9 +/- 0,6 | ϕ = 2 +/- 8 | Su = 5,9 +/- 0,2 | Md = 4,3 +/-1,8 | OCR = 30 +/- 0 | G = 1,6 +/- 7 | Cc = 0,118 +/-0,031]

sabbie limoso argillose [γ = 18,5 +/- 0,9 | ϕ = 13 +/- 18 | Su = 0 +/- 0 | Md = 9,8 +/-8,6 | OCR = 0 +/- 0 | G = 16,6 +/- 26,3 | Cc = 0 +/-0]

argille e limi sabbiosi [γ = 18,4 +/- 0,7 | ϕ = 0 +/- 0 | Su = 44,8 +/- 30,7 | Md = 10,5 +/-7,7 | OCR = 7,7 +/- 5 | G = 12,7 +/- 25,2 | Cc = 0,108 +/-0,065]

γ = peso di volume umido (kN/mc)
ϕ = angolo d'attrito (°)
Su = resistenza al taglio non drenata (kPa)
Md = modulo confinato (MPa)
OCR = grado di sovraconsolidamento (-)
G = modulo di taglio (MPa)
Cc = indice di compressibilità (-)

PGS ver. 2.0 ©Bruschi Alberto - Milano

CARATTERIZZAZIONE e STABILITA DI AMMASSI ROCCIOSI

LITOLOGIA DELL'UNITA' DI RILIEVO

Litotipo dominante: Filladi
Formazione: Formazione di Murialdo
Peso di volume della roccia: 27,0 kN/mc
L'ammasso si presenta molto alterato.

RESISTENZA DELLA ROCCIA INTATTA

La resistenza della roccia intatta é stata ricavata da: Prova di compressione monoassiale
La resistenza a compressione monoassiale della roccia è pari a: 25,0 Mpa

La valutazione della roccia intatta, in termini di resistenza alla compressione, è molto scadente: Roccia Tenera

Condizioni idrogeologiche

La zona di rilevamento, dal punto di vista idrogeologico, é caratterizzabile come: Acqua completamente assente

CONDIZIONI DELLE SINGOLE DISCONTINUITA'

Famiglia 1

Continuità del giunto	da 1 a 3 m
Apertura del giunto	Chiusi
Scabrezza del giunto	Leggermente scabri
riempimento del giunto	Assente
Valutazione sul giunto	Condizioni mediocri

Famiglia 2

Continuità del giunto	< 1 m
Apertura del giunto	da 0,1 a 1 mm
Scabrezza del giunto	Scabri
riempimento del giunto	Mineralizzato
Valutazione sul giunto	Condizioni mediocri

Famiglia 3

Continuità del giunto	< 1 m
Apertura del giunto	da 0,1 a 1 mm
Scabrezza del giunto	Leggermente scabri
riempimento del giunto	Mineralizzato
Valutazione sul giunto	Condizioni mediocri

Famiglia 4

Continuità del giunto	da 1 a 3 m
Apertura del giunto	da 1 a 5 mm
Scabrezza del giunto	Lisci
riempimento del giunto	Assente
Valutazione sul giunto	Condizioni scadenti

Famiglia 5

Continuità del giunto	< 1 m
Apertura del giunto	da 1 a 5 mm
Scabrezza del giunto	Leggermente scabri
riempimento del giunto	Assente
Valutazione sul giunto	Condizioni mediocri

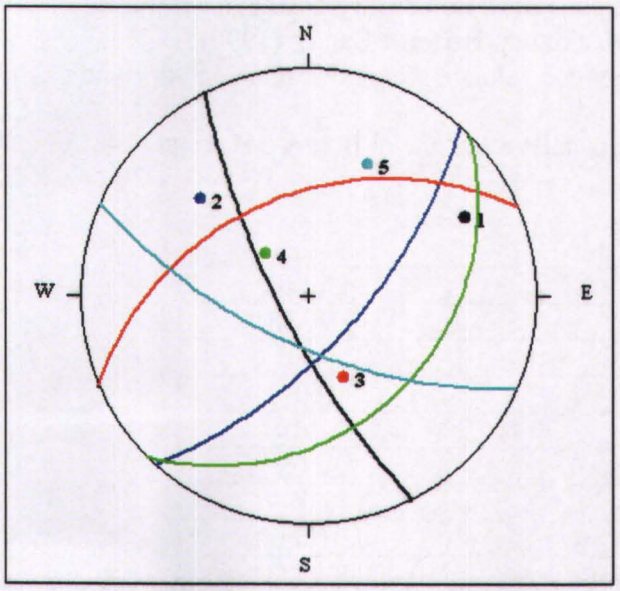
SOMMARIO PRINCIPALE DEL RILIEVO STRUTTURALE DI DETTAGLIO

Le famiglie presentano i seguenti valori medi:

Famiglia	Immersione (°)	Inclinazione (°)	Spaziatura (cm)
1	243	75	11
2	132	65	40
3	337	42	100
4	135	30	100
5	204	65	100

Nell'area di rilievo sono presenti 2 famiglie random

PROIEZIONE STEREOGRAFICA



GIACITURE MEDIE DELLE FAMIGLIE

- 1 = 243°/75°
- 2 = 132°/65°
- 3 = 337°/42°
- 4 = 135°/30°
- 5 = 204°/65°

Dalle spaziature medie, applicando le relazioni di Palstrom, si ha:

Jv	RQD
14,99	66

Il volume del blocco unitario minimo è stimato (da Palstrom, 1995 - 2000) in 0 mc
Il volume del blocco unitario medio è stimato (da Palstrom, 1995 - 2000) in 0,024 mc
Il volume del blocco unitario massimo è stimato (da Palstrom, 1995 - 2000) in 0 mc

MODELLO GEOMECCANICO DEI GIUNTI

Il modello costitutivo adottato del comportamento del giunto nell'ammasso roccioso è quello noto come modello 'JRC-JCS', sviluppato da Barton e Bandis e messo a punto da Barton e Choubey (1977).

Tale modello esprime la resistenza al taglio del giunto secondo la:

tau = sigma*tan(JRC*log(JCS/sigma)+phir)

con tau = resistenza al taglio,
sigma = tensione normale,
phir = angolo d'attrito residuo.

Nelle elaborazioni si è mantenuto un valore di tensione normalizzata pari a 100 kPa.

Il parametro JCS è calcolato dal valore della resistenza monoassiale corretto per lo stato di alterazione delle pareti del giunto secondo la relazione di Miller (1965).
I valori base sono quindi stati corretti, per tenere conto dell'effetto scala, secondo le relazioni di Barton e Bandis (1982).
L'angolo d'attrito di base è ricavato da un dato prefissato funzione della litologia della roccia (Barton, 1973)
L'angolo d'attrito residuo è ricavato dalla relazione di Barton e Chryssanthakis (1990).
L'angolo d'attrito di picco è valutato con le relazioni di Barton e Bandis (1990).
L'apertura idraulica equivalente della frattura viene valutata secondo la relazione di Bandis (1985).

La permeabilità della singola frattura è derivata dalla relazione di Barton e Bakhtar (1987)

FAMIGLIA 1

Parametro JCS di base	24,5 MPa
Parametro JCS corretto	19,9 MPa
Parametro JRC di base	10,0
Parametro JRC corretto	9,0
Angolo d'attrito di base	22,0°
Angolo d'attrito di picco	26,0°
Angolo d'attrito residuo	5,0°
Apertura idraulica equivalente	0,31 mm.
Permeabilità per la sigma normalizzata	0,000000000 cm/s
Spostamento per il superamento della resistenza di picco	6,5 mm

FAMIGLIA 2

Parametro JCS di base	24,5 MPa
Parametro JCS corretto	25,6 MPa
Parametro JRC di base	14,0
Parametro JRC corretto	14,0
Angolo d'attrito di base	22,0°
Angolo d'attrito di picco	39,0°
Angolo d'attrito residuo	5,0°
Apertura idraulica equivalente	0,10 mm.
Permeabilità per la sigma normalizzata	0,000000000 cm/s
Spostamento per il superamento della resistenza di picco	4,4 mm

FAMIGLIA 3

Parametro JCS di base	24,5 MPa
Parametro JCS corretto	25,2 MPa
Parametro JRC di base	10,0
Parametro JRC corretto	10,0
Angolo d'attrito di base	22,0°
Angolo d'attrito di picco	29,0°
Angolo d'attrito residuo	5,0°
Apertura idraulica equivalente	0,12 mm.
Permeabilità per la sigma normalizzata	0,000000000 cm/s
Spostamento per il superamento della resistenza di picco	3,9 mm

FAMIGLIA 4

Parametro JCS di base	24,5 MPa
Parametro JCS corretto	21,6 MPa
Parametro JRC di base	6,0
Parametro JRC corretto	6,0
Angolo d'attrito di base	22,0°
Angolo d'attrito di picco	19,0°
Angolo d'attrito residuo	5,0°
Apertura idraulica equivalente	0,28 mm.
Permeabilità per la sigma normalizzata	0,000000000 cm/s
Spostamento per il superamento della resistenza di picco	5,7 mm

FAMIGLIA 5

Parametro JCS di base	24,5 MPa
Parametro JCS corretto	25,1 MPa
Parametro JRC di base	8,0
Parametro JRC corretto	8,0
Angolo d'attrito di base	22,0°
Angolo d'attrito di picco	24,0°
Angolo d'attrito residuo	5,0°
Apertura idraulica equivalente	0,14 mm.
Permeabilità per la sigma normalizzata	0,000000000 cm/s
Spostamento per il superamento della resistenza di picco	3,7 mm

DETERMINAZIONE DELLA PERMEABILITA' DELL'AMMASSO

Teoria della percolazione

Dati dal rilievo strutturale

Famiglia	Continuità (m)	Spaziatura (cm)	Apertura (mm)	JRC
1	2,0	11,00	0,01	9
2	0,9	40,00	0,50	14
3	0,9	100,00	0,50	10
4	2,0	100,00	3,00	6
5	0,9	100,00	3,00	8

Valori di calcolo

Famiglia	Apertura idraulica equivalente (micron)	Apertura idraulica limite (micron)
1	0	109
2	3	197
3	8	109
4	1021	45
5	497	74

Parametri indicativi dell'ammasso

Raggio medio (cm)	Apertura media (cm)	Spaziatura media (cm)	K (cm/sec)
85,3	0,0026	70,2000	0,0000000311

Dati del versante

Immersione (°)	Inclinazione (°)	Altezza del fronte (m)
275	80	5

CLASSIFICAZIONE DI BIENIAWSKI [RMR], 1989

Parametro	Valore misurato	Coefficiente numerico
Co (MPa)	25,00	3
RQD (%)	66	12
Spaziatura (m)	0,70	12
Condizioni dei giunti		17
Venute d'acqua	Nessuna	15

Risultati:

RMR di base	59
Correzione giacitura [Ic]	N/A
RMR corretto	59
Classe ammasso roccioso	CLASSE III
qualità ammasso roccioso	MEDIOCRE

CLASSIFICAZIONE DI ROMANA (classificazione SMR, 1985)

RMR di base: 59

L'indice SMR viene calcolato per ciascun sistema di discontinuità presente nell'area del rilievo. Il valore minimo calcolato viene considerato come rappresentativo della qualità dell'ammasso roccioso per la stazione di misura.

Indice SMR rappresentativo per i cinematismi piani e di toppling: 65

Qualità ammasso roccioso	BUONA
Classe ammasso roccioso	CLASSE II
Commento sulla stabilità	Stabile
Commento sul tipo di rottura	Qualche blocco
Commento sui consolidamenti	Occasionale

CLASSIFICAZIONE DI ROMANA MODIFICATA DA ANBALAGAN & al. (1992) PER I CUNEI

RMR di base: 59

L'indice SMR viene calcolato per ciascun sistema di discontinuità presente nell'area del rilievo. Il valore minimo calcolato viene considerato come rappresentativo della qualità dell'ammasso roccioso per la stazione di misura.

Indice SMR rappresentativo per i cinematismi a cuneo: 65

Qualità ammasso roccioso	BUONA
Classe ammasso roccioso	CLASSE II
Commento sulla stabilità	Stabile

CLASSIFICAZIONE Q [Barton 1974]

Parametro RQD	66
Parametro Jn	15,00
Parametro Jr	1,00
Parametro Ja	4,00
Parametro Jw	1,00
Parametro SRF	2,31

Il valore di Jr si riferisce al valore assoluto inferiore calcolato per ogni famiglia di discontinuità in quanto, in accordo con Barton, si fa sempre riferimento alle condizioni dell'ammasso più sfavorevoli per la stabilità.

Il valore di Ja si riferisce al valore assoluto superiore calcolato per ogni famiglia di discontinuità in quanto, in accordo con Barton, si fa sempre riferimento alle condizioni dell'ammasso più sfavorevoli per la stabilità.

Il valore di SRF è stato calcolato secondo la procedura iterativa proposta da Kirsten (1988), funzione della resistenza della roccia intatta e dello stato tensionale al contorno.

Risultati:

RQD/Jn	4,400
Jr/Ja	0,250
Jw/SRF	0,4332
Q	0,477
Classe ammasso roccioso	CLASSE VII
Qualità ammasso roccioso	MOLTO SCADENTE

CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DELL'AMMASSO

Geological Strength Index [GSI] di progetto: 45

Parametri di Resistenza al Taglio [Valori deterministici]

Criterio di rottura di Hoek-Brown

mi	mp	mr	si	sp	sr
7	0,1377	0,0176	1	0,0001	0,000001

mi = Parametro m della roccia intatta
mp = Parametro m di picco dell'ammasso
mr = Parametro m residuo dell'ammasso
si = Parametro s della roccia intatta
sp = Parametro s di picco dell'ammasso
sr = Parametro s residuo dell'ammasso

Criterio di rottura di Mohr-Coulomb

Parametri equivalenti stimati da quelli di Hoek-Brown (Soluzione di Palmer)

cp	cr	fp	fr
0,055 MPa	0,008 MPa	41,0°	22,3°

Parametri derivati dalle correlazioni di Bieniawski

cp	cr	fp	fr
0,225 MPa	0,180 MPa	27,5°	23,0°

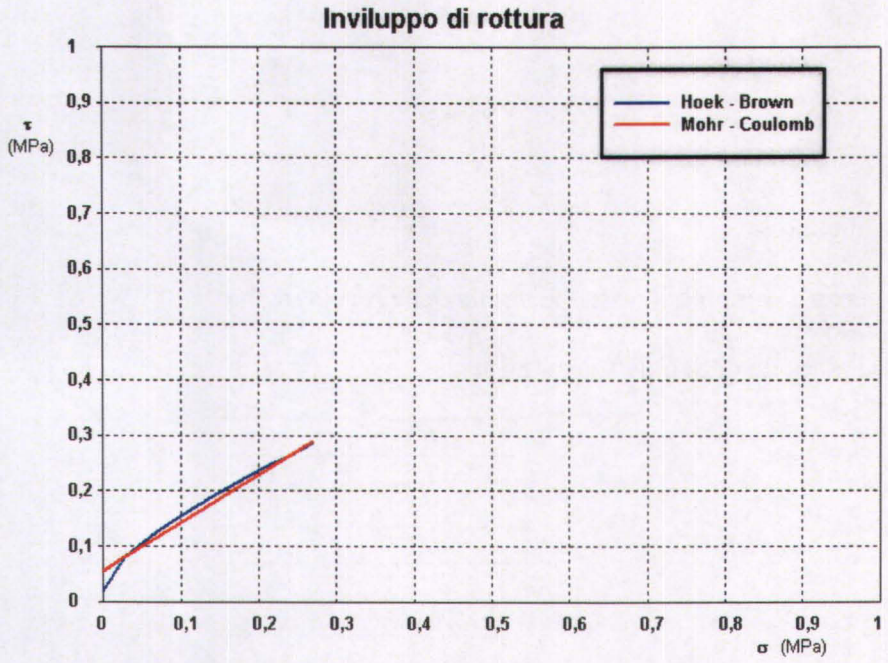
cp = coesione di picco dell'ammasso
cr = coesione residua dell'ammasso
fp = angolo d'attrito di picco dell'ammasso
fr = angolo d'attrito residuo dell'ammasso

Parametri di deformabilità [Valori in GPa]

Ed_p	Ed_r	Ed_1	Ed_2
1,87	1,12	12,75	3,80

Ed_p = Modulo di deformabilità di picco dalla relazione di Serafim-Pereira
Ed_r = Modulo di deformabilità residuo dalla relazione di Serafim-Pereira
Ed_1 = Modulo di deformabilità dalla relazione di Berardi-Bellingeri

Ed_2 = Modulo di deformabilità dalla relazione di Mehrotra-Mitra-Agrawal per rocce tenere



Classificazione di Hoek & Brown [2002]
c0 = 25 Mpa
GSI = 45 mi = 7 D = 1

Parametri di Hoek & Brown [2002]
mb = 0,138 s = 0,0001045
a = 0,508

Parametri di Mohr & Coulomb
c = 0,055 MPa ϕ = 41,0°

Parametri dell'ammasso
Resistenza a trazione = -0,019 MPa
Resistenza a compressione = 0,237 MPa
Resistenza globale = 1,187 MPa
Modulo d'Elasticità = 1,87 GPa

Programma CSAR ©Bruschi Alberto - Milano

Dott. Geol. Carieri Guido – studio via alla Rocca, 5/b 17100 SAVONA (SV) – e-mail: guido@carieri.com
tel. 019/801866 – 807203 – fax. 019/8403931

LITOLOGIA DELL'UNITA' DI RILIEVO

Litotipo dominante: Scisti

Formazione: Murialdo

Peso di volume della roccia: 24,0 kN/mc

L'ammasso si presenta alterato.

Valutazione della resistenza a compressione monoassiale della roccia intatta

Valori del rimbalzo R al martello di Schmidt misurati

n.	
1	34
2	32
3	38
4	35
5	32
6	32
7	36
8	30
9	23
10	30
11	28
12	32
13	25
14	26
15	26
16	24
17	24
18	28
19	16
20	36
21	32
22	33
23	36
24	29
25	36
26	31
27	32
28	31
29	33
30	37

Le frequenze relative risultano:

Intervallo	Percentuale	% cumulata
16,0 - 18,2	3,3	3,3
18,2 - 20,4	0,0	3,3
20,4 - 22,6	0,0	3,3
22,6 - 24,8	10,0	13,3
24,8 - 27,0	10,0	23,3
27,0 - 29,2	10,0	33,3
29,2 - 31,4	13,3	46,7
31,4 - 33,6	26,7	73,3
33,6 - 35,8	6,7	80,0
35,8 - 38,0	20,0	100,0

Risultati statistici

Media = 45,2 MPa
Deviazione Standard = 12,6 MPa
Coefficiente di Variazione (%) = 27,75
Skewness [S] = -0,863
Kurtosi [K] = 3,072

La valutazione della roccia in termini di resistenza alla compressione è: Scadente

Condizioni idrogeologiche

La zona di rilevamento, dal punto di vista idrogeologico, é caratterizzabile come: Ammasso roccioso umido o con velo sottile d'acqua (Q <10 l/minuto per 10 metri di fronte)

CONDIZIONI DELLE SINGOLE DISCONTINUITA'

Famiglia 1

Continuità del giunto	da 3 a 10 m
Apertura del giunto	> 5 mm
Scabrezza del giunto	Scabri
riempimento del giunto	Limoso o argilla s.c.
Valutazione sul giunto	Condizioni molto scadenti

Famiglia 2

Continuità del giunto	< 1 m
Apertura del giunto	> 5 mm
Scabrezza del giunto	Scabri
riempimento del giunto	Mineralizzato
Valutazione sul giunto	Condizioni molto scadenti

Famiglia 3

Continuità del giunto	da 1 a 3 m
Apertura del giunto	Chiusi
Scabrezza del giunto	Scabri
riempimento del giunto	Assente
Valutazione sul giunto	Condizioni buone

ANALISI DELLA SPAZIATURA DELLA FAMIGLIA 1

Valori misurati

n.	
1	20
2	40

Dott. Geol. Carieri Guido – studio via alla Rocca, 5/b 17100 SAVONA (SV) – e-mail: guido@carieri.com
tel. 019/801866 – 807203 – fax. 019/8403931

3	95

Le frequenze relative risultano:

Intervallo	Percentuale	% cumulata
20,0 - 27,5	33,3	33,3
27,5 - 35,0	0,0	33,3
35,0 - 42,5	33,3	66,7
42,5 - 50,0	0,0	66,7
50,0 - 57,5	0,0	66,7
57,5 - 65,0	0,0	66,7
65,0 - 72,5	0,0	66,7
72,5 - 80,0	0,0	66,7
80,0 - 87,5	0,0	66,7
87,5 - 95,0	33,3	100,0

Media = 51,67 cm.
Deviazione Standard = 38,84 cm.
Coefficiente di Variazione (%) = 75,17

Test del chi-quadro

LCi	LCs	F1	F2	S
0,00	1,33	0,8	0,0	0,75
1,33	2,00	0,8	0,0	0,75
2,00	4,00	0,8	1,0	0,08
4,00	>	0,8	2,0	2,08

LCi = Limite di classe inferiore
LCs = Limite di classe superiore
F1 = 1/4 del numero totale delle osservazioni
F2 = numero delle osservazioni nella classe
S = valore statistico

Valore del chiquadro = 3,67

Il Test F di omogeneità della spaziatura: F = 0,98 ha una distribuzione chiquadro con 2 gradi di libertà.

X	s	log(X)	log(s)
51,67	38,84	3,75	0,78

X = Valore medio della spaziatura
s = Deviazione standard

Skewness = 0,000
Kurtosi = 1,057

Dott. Geol. Carieri Guido – studio via alla Rocca, 5/b 17100 SAVONA (SV) – e-mail: guido@carieri.com
tel. 019/801866 – 807203 – fax. 019/8403931

ANALISI DELLA SPAZIATURA DELLA FAMIGLIA 2

Valori misurati

n.	
1	60
2	70
3	80

Le frequenze relative risultano:

Intervallo	Percentuale	% cumulata
60,0 - 62,0	33,3	33,3
62,0 - 64,0	0,0	33,3
64,0 - 66,0	0,0	33,3
66,0 - 68,0	0,0	33,3
68,0 - 70,0	33,3	66,7
70,0 - 72,0	0,0	66,7
72,0 - 74,0	0,0	66,7
74,0 - 76,0	0,0	66,7
76,0 - 78,0	0,0	66,7
78,0 - 80,0	33,3	100,0

Media = 70,00 cm.
Deviazione Standard = 10,00 cm.
Coefficiente di Variazione (%) = 14,29

Test del chi-quadro

LCi	LCs	F1	F2	S
0,00	1,33	0,8	0,0	0,75
1,33	2,00	0,8	0,0	0,75
2,00	4,00	0,8	0,0	0,75
4,00	>	0,8	3,0	6,75

LCi = Limite di classe inferiore
LCs = Limite di classe superiore
F1 = 1/4 del numero totale delle osservazioni
F2 = numero delle osservazioni nella classe
S = valore statistico

Valore del chiquadro = 9,00

Il Test F di omogeneità della spaziatura: F = 0,03 ha una distribuzione chiquadro con 2 gradi di libertà.

X	s	log(X)	log(s)
70,00	10,00	4,24	0,14

X = Valore medio della spaziatura
s = Deviazione standard

Skewness = 0,000
Kurtosi = -1,125

ANALISI DELLA SPAZIATURA DELLA FAMIGLIA 3

Valori misurati

n.	
1	25
2	30
3	40

Le frequenze relative risultano:

Intervallo	Percentuale	% cumulata
25,0 - 26,5	33,3	33,3
26,5 - 28,0	0,0	33,3
28,0 - 29,5	0,0	33,3
29,5 - 31,0	33,3	66,7
31,0 - 32,5	0,0	66,7
32,5 - 34,0	0,0	66,7
34,0 - 35,5	0,0	66,7
35,5 - 37,0	0,0	66,7
37,0 - 38,5	0,0	66,7
38,5 - 40,0	33,3	100,0

Media = 31,67 cm.
Deviazione Standard = 7,64 cm.
Coefficiente di Variazione (%) = 24,12

Test del chi-quadro

LCi	LCs	F1	F2	S
0,00	1,33	0,8	0,0	0,75
1,33	2,00	0,8	0,0	0,75
2,00	4,00	0,8	0,0	0,75
4,00	>	0,8	3,0	6,75

LCi = Limite di classe inferiore
LCs = Limite di classe superiore
F1 = 1/4 del numero totale delle osservazioni
F2 = numero delle osservazioni nella classe
S = valore statistico

Valore del chiquadro = 9,00

Il Test F di omogeneità della spaziatura: F = 0,09 ha una distribuzione chiquadro con 2 gradi di libertà.

X	s	log(X)	log(s)
31,67	7,64	3,44	0,24

X = Valore medio della spaziatura
s = Deviazione standard

Skewness = 0,000
Kurtosi = 1,057

ANALISI DELLE GIACITURE DELLA FAMIGLIA 1

Valori misurati

n.	Immersione	Inclinazione
1	130	50
2	142	70
3	146	85

Statistica di Fisher [PDF = EXP(K)COS(TETA)

Imm	Inc	R95	R99	K	l1	l2	l3
138,6°	64,9°	30,3°	49,8°	17,6	0,92608	0,07378	0,00014

Imm = Immersione media della famiglia
Inc = Inclinazione media della famiglia
R95 = Raggio di confidenza al 95%
R99 = Raggio di confidenza al 99%
K = Fattore di concentrazione
l = Autovalori

Analisi statistiche sull'inclinazione della famiglia 1

Media = 57,92
Varianza = 31,16
Deviazione Standard = 5,58
Coefficiente di Variazione (%) = 9,64
Skewness = 0,000
Kurtosi = -1,125

ANALISI DELLE GIACITURE DELLA FAMIGLIA 2

Valori misurati

n.	Immersione	Inclinazione
1	264	75
2	240	70
3	296	70

Dott. Geol. Carieri Guido – studio via alla Rocca, 5/b 17100 SAVONA (SV) – e-mail: guido@carieri.com
tel. 019/801866 – 807203 – fax. 019/8403931

Statistica di Fisher [PDF = EXP(K)COS(TETA)

Imm	Inc	R95	R99	K	l1	l2	l3
265,7°	72,8°	29,0°	47,5°	19,1	0,93417	0,06287	0,00296

Imm = Immersione media della famiglia
Inc = Inclinazione media della famiglia
R95 = Raggio di confidenza al 95%
R99 = Raggio di confidenza al 99%
K = Fattore di concentrazione
l = Autovalori

Analisi statistiche sull'inclinazione della famiglia 2

Media = 71,45
Varianza = 3,02
Deviazione Standard = 1,74
Coefficiente di Variazione (%) = 2,43
Skewness = 0,816
Kurtosi = 1,181

ANALISI DELLE GIACITURE DELLA FAMIGLIA 3

Valori misurati

n.	Immersione	Inclinazione
1	30	50
2	26	75
3	65	50
4	70	80
5	70	25

Statistica di Fisher [PDF = EXP(K)COS(TETA)

Imm	Inc	R95	R99	K	l1	l2	l3
60,1°	45,0°	27,5°	38,7°	8,7	0,83044	0,12584	0,04372

Imm = Immersione media della famiglia
Inc = Inclinazione media della famiglia
R95 = Raggio di confidenza al 95%
R99 = Raggio di confidenza al 99%
K = Fattore di concentrazione
l = Autovalori

Analisi statistiche sull'inclinazione della famiglia 3

Media = 55,17
Varianza = 307,01
Deviazione Standard = 17,52

Coefficiente di Variazione (%) = 31,76
Skewness = -1,012
Kurtosi = 2,415

SOMMARIO PRINCIPALE DEL RILIEVO STRUTTURALE DI DETTAGLIO

Le famiglie presentano i seguenti valori medi:

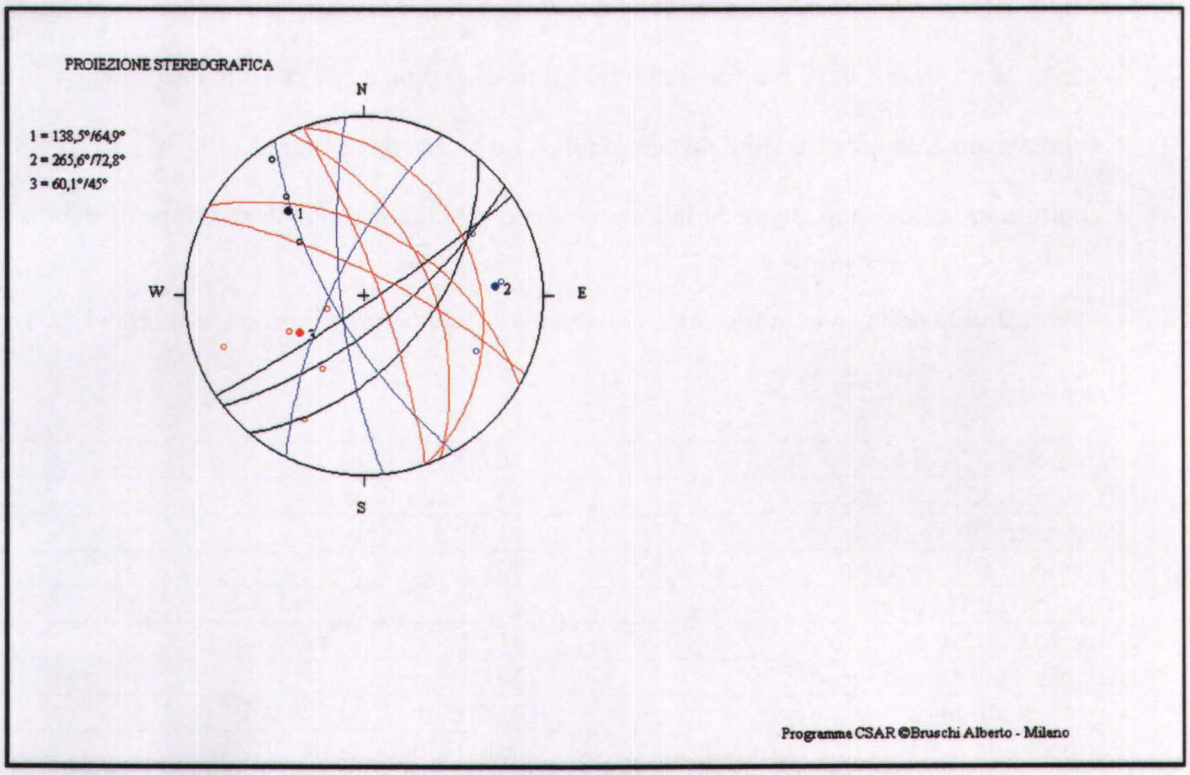
Famiglia	Immersione (°)	Inclinazione (°)	Spaziatura (cm)
1	138,5	64,9	51,6
2	265,6	72,8	70
3	60,1	45	31,6

Nell'area di rilievo sono presenti 2 famiglie random

Dalle spaziature medie, applicando le relazioni di Palstrom, si ha:

Jv	RQD
6,93	92

Il volume del blocco unitario minimo è stimato (da Palstrom, 1995 - 2000) in 0,018 mc
Il volume del blocco unitario medio è stimato (da Palstrom, 1995 - 2000) in 0,114 mc
Il volume del blocco unitario massimo è stimato (da Palstrom, 1995 - 2000) in 0,283 mc



Dott. Geol. Carieri Guido – studio via alla Rocca, 5/b 17100 SAVONA (SV) – e-mail: guido@carieri.com
tel. 019/801866 – 807203 – fax. 019/8403931

MODELLO GEOMECCANICO DEI GIUNTI

Il modello costitutivo adottato del comportamento del giunto nell'ammasso roccioso è quello noto come modello 'JRC-JCS', sviluppato da Barton e Bandis e messo a punto da Barton e Choubey (1977).

Tale modello esprime la resistenza al taglio del giunto secondo la:

tau = sigma*tan(JRC*log(JCS/sigma)+phir)

con tau = resistenza al taglio,
sigma = tensione normale,
phir = angolo d'attrito residuo.

Nelle elaborazioni si è mantenuto un valore di tensione normalizzata pari a 100 kPa.

Il parametro JCS è calcolato dal valore della resistenza monoassiale corretto per lo stato di alterazione delle pareti del giunto secondo la relazione di Miller (1965).

I valori base sono quindi stati corretti, per tenere conto dell'effetto scala, secondo le relazioni di Barton e Bandis (1982).

L'angolo d'attrito di base è ricavato da un dato prefissato funzione della litologia della roccia (Barton, 1973)

L'angolo d'attrito residuo è ricavato dalla relazione di Barton e Chryssanthakis (1990).

L'angolo d'attrito di picco è valutato con le relazioni di Barton e Bandis (1990).

L'apertura idraulica equivalente della frattura viene valutata secondo la relazione di Bandis (1985).

La permeabilità della singola frattura è derivata dalla relazione di Barton e Bakhtar (1987)

FAMIGLIA 1

Parametro JCS di base	46,2 MPa
Parametro JCS corretto	25,5 MPa
Parametro JRC di base	11,0
Parametro JRC corretto	7,0
Angolo d'attrito di base	28,0°
Angolo d'attrito di picco	41,0°
Angolo d'attrito residuo	24,0°
Apertura idraulica equivalente	0,98 mm.
Permeabilità per la sigma normalizzata	0,000700000 cm/s

FAMIGLIA 2

Parametro JCS di base	46,2 MPa

Parametro JCS corretto	48,1 MPa
Parametro JRC di base	13,0
Parametro JRC corretto	13,0
Angolo d'attrito di base	28,0°
Angolo d'attrito di picco	59,0°
Angolo d'attrito residuo	24,0°
Apertura idraulica equivalente	0,09 mm.
Permeabilità per la sigma normalizzata	0,000000000 cm/s

FAMIGLIA 3

Parametro JCS di base	46,2 MPa
Parametro JCS corretto	36,7 MPa
Parametro JRC di base	11,0
Parametro JRC corretto	9,0
Angolo d'attrito di base	28,0°
Angolo d'attrito di picco	47,0°
Angolo d'attrito residuo	24,0°
Apertura idraulica equivalente	0,29 mm.
Permeabilità per la sigma normalizzata	0,000000000 cm/s

DETERMINAZIONE DELLA PERMEABILITA' DELL'AMMASSO

Teoria della percolazione

Dati dal rilievo strutturale

Famiglia	Continuità (m)	Spaziatura (cm)	Apertura (mm)	JRC
1	6,0	51,60	10,00	7
2	0,9	70,00	10,00	13
3	2,0	31,60	0,01	9

Valori di calcolo

Famiglia	Apertura idraulica equivalente (micron)	Apertura idraulica limite (micron)
1	2492	129
2	1641	173
3	0	129

Parametri indicativi dell'ammasso

Raggio medio (cm)	Apertura media (cm)	Spaziatura media (cm)	K (cm/sec)
188,9	0,0101	51,0667	0,0000230117

CLASSIFICAZIONE DI BIENIAWSKI [RMR], 1989

Parametro	Valore misurato	Coefficiente numerico
Co (MPa)	45,20	5
RQD (%)	92	18
Spaziatura (m)	0,51	10
Condizioni dei giunti		9
Venute d'acqua	< 10 l/minuto	10

Risultati:

RMR di base	52
Correzione giacitura [Ic]	N/A
RMR corretto	52
Classe ammasso roccioso	CLASSE III
qualità ammasso roccioso	MEDIOCRE

Parametri base derivati secondo Bieniawski

Angolo d'attrito	31°
Coesione	260 kPa
Modulo elastico	4,00 GPa

CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DELL'AMMASSO

Geological Strength Index [GSI] di progetto: 52

Parametri di Resistenza al Taglio [Valori deterministici]

Criterio di rottura di Hoek-Brown

mi	mp	mr	si	sp	sr
10	1,8009	0,5487	1	0,0048	0,000120

mi = Parametro m della roccia intatta
mp = Parametro m di picco dell'ammasso
mr = Parametro m residuo dell'ammasso
si = Parametro s della roccia intatta
sp = Parametro s di picco dell'ammasso
sr = Parametro s residuo dell'ammasso

Criterio di rottura di Mohr-Coulomb

Parametri equivalenti stimati da quelli di Hoek-Brown (Soluzione di Palmer)

cp	cr	fp	fr
1,508 MPa	0,831 MPa	31,9°	23,2°

Parametri derivati dalle correlazioni di Bieniawski

cp	cr	fp	fr
0,260 MPa	0,208 MPa	31,0°	25,8°

cp = coesione di picco dell'ammasso
cr = coesione residua dell'ammasso
fp = angolo d'attrito di picco dell'ammasso
fr = angolo d'attrito residuo dell'ammasso

Parametri di deformabilità [Valori in GPa]

Ed_p	Ed_r	Ed_1	Ed_2
7,54	4,15	9,27	5,54

Ed_p = Modulo di deformabilità di picco dalla relazione di Serafim-Pereira
Ed_r = Modulo di deformabilità residuo dalla relazione di Serafim-Pereira
Ed_1 = Modulo di deformabilità dalla relazione di Berardi-Bellingeri
Ed_2 = Modulo di deformabilità dalla relazione di Iasarevic-Kovacevic per serie carbonatiche

Nota:

Per il calcolo dei parametri residui si è fatto ricorso al criterio di Russo et al. (1998)

VALUTAZIONE PROBABILISTICA DEI PARAMETRI GEOMECCANICI DELL'AMMASSO

Simulazione di Montecarlo sulle seguenti variabili stocastiche:

c0	ds	mi	ds	GSI	ds
45,2	5	10	1	52	5

c0 = Resistenza a compressione monoasiale
mi = Parametro m della roccia intatta
GSI = Geological Strength Index
ds = deviazione standard del valore deterministico (distribuzione gaussiana troncata)

Numero delle simulazioni: 2000

Criterio di rottura di Hoek-Brown

mp	ds	mr	ds	sp	ds	sr	ds
1,7959	0,3149	0,5504	0,0624	0,0053475	0,0028	0,000121	0,000024

mp = Parametro m di picco dell'ammasso
mr = Parametro m residuo dell'ammasso
sp = Parametro s di picco dell'ammasso
sr = Parametro s residuo dell'ammasso
ds = deviazione standard

Dott. Geol. Carieri Guido – studio via alla Rocca, 5/b 17100 SAVONA (SV) – e-mail: guido@carieri.com
tel. 019/801866 – 807203 – fax. 019/8403931

Criterio di rottura di Mohr-Coulomb

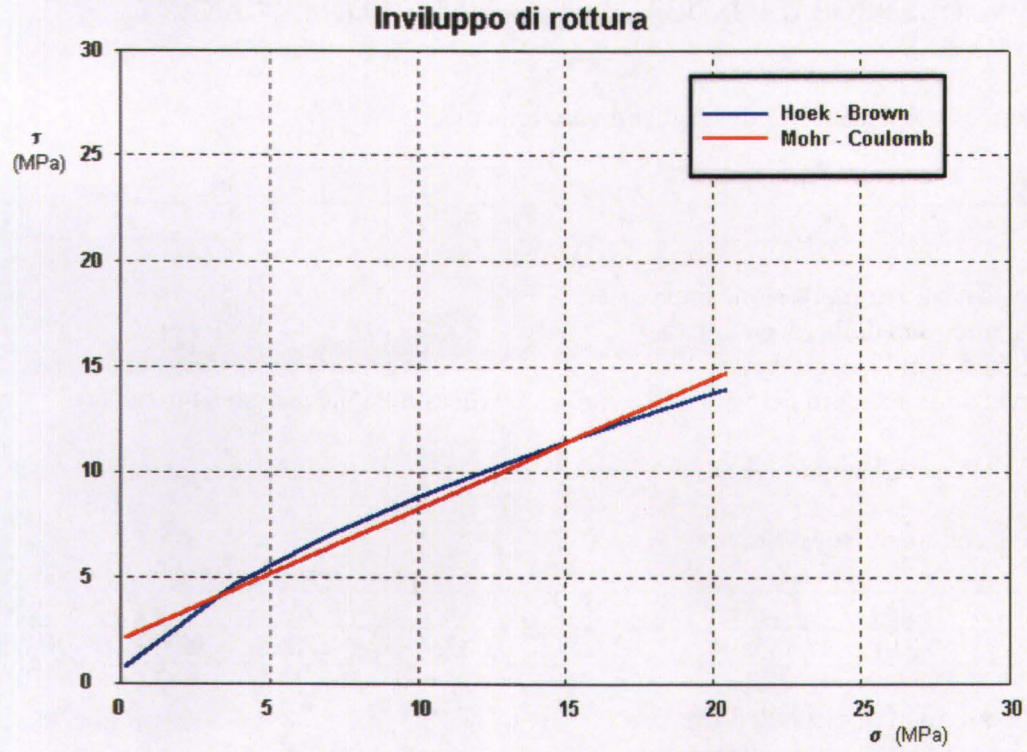
cp	ds	cr	ds	fp	ds	fr	ds
1,515 MPa	0,239 MPa	0,836 MPa	0,095 MPa	31,8°	1,4°	23,2°	0,9°

cp = coesione di picco dell'ammasso
cr = coesione residua dell'ammasso
fp = angolo d'attrito di picco dell'ammasso
fr = angolo d'attrito residuo dell'ammasso
ds = deviazione standard

Parametri di deformabilità [Valori in GPa]

Ed_p	ds	Ed_r	ds	Ed_B	ds	Ed_I	ds
7,96	2,59	4,32	1,06	9,25	1,20	5,64	1,25

Ed_p = Modulo di deformabilità di picco dalla relazione di Serafim-Pereira
Ed_r = Modulo di deformabilità residuo dalla relazione di Serafim-Pereira
Ed_B = Modulo di deformabilità di picco dalla relazione di Berardi-Bellingeri
Ed_I = Modulo di deformabilità di picco dalla relazione di Iasarevic-Kovacevic
ds = Deviazioni standard



Programma CSAR ©Bruschi Alberto - Milano

Dott. Geol. Carieri Guido – studio via alla Rocca, 5/b 17100 SAVONA (SV) – e-mail: guido@carieri.com
tel. 019/801866 – 807203 – fax. 019/8403931

CLASSIFICAZIONE DI ROMANA (classificazione SMR, 1985)

RMR di base: 52

L'indice SMR viene calcolato per ciascun sistema di discontinuità presente nell'area del rilievo.

Il valore minimo calcolato viene considerato come rappresentativo della qualità dell'ammasso roccioso per la stazione di misura.

Di seguito si danno per le famiglie identificate i fattori correttivi di Romana e le relative valutazioni:

Valutazione per i cinematismi piani

FAMIGLIA 1

Parallelismo della giacitura	0,15
Condizione della giacitura	molto favorevole
Inclinazione dei giunti	1,00
Condizione inclinazione	molto sfavorevole
Giacitura dei giunti	0
Condizione giacitura	molto favorevole
Correzione tipo scavo	15
Valore di SMR	67

FAMIGLIA 2

Parallelismo della giacitura	0,85
Condizione della giacitura	sfavorevole
Inclinazione dei giunti	1,00
Condizione inclinazione	molto sfavorevole
Giacitura dei giunti	0
Condizione giacitura	molto favorevole
Correzione tipo scavo	15
Valore di SMR	67

FAMIGLIA 3

Parallelismo della giacitura	0,15
Condizione della giacitura	molto favorevole
Inclinazione dei giunti	1,00
Condizione inclinazione	molto sfavorevole
Giacitura dei giunti	0
Condizione giacitura	molto favorevole
Correzione tipo scavo	15
Valore di SMR	67

Valutazione per i cinematismi di toppling

FAMIGLIA 1

Parallelismo della giacitura	0,15
Condizione della giacitura	molto favorevole
Inclinazione dei giunti	1,00
Condizione inclinazione	molto sfavorevole
Giacitura dei giunti	0
Condizione giacitura	molto favorevole
Correzione tipo scavo	15
Valore di SMR	67

FAMIGLIA 2

Parallelismo della giacitura	0,15
Condizione della giacitura	molto favorevole
Inclinazione dei giunti	1,00
Condizione inclinazione	molto sfavorevole
Giacitura dei giunti	0
Condizione giacitura	molto favorevole
Correzione tipo scavo	15
Valore di SMR	67

FAMIGLIA 3

Parallelismo della giacitura	0,15
Condizione della giacitura	molto favorevole
Inclinazione dei giunti	1,00
Condizione inclinazione	molto sfavorevole
Giacitura dei giunti	0
Condizione giacitura	molto favorevole
Correzione tipo scavo	15
Valore di SMR	67

INDICE SMR RAPPRESENTATIVO PER I CINEMATISMI PIANI e di TOPPLING: 67

Qualità ammasso roccioso	BUONA
Classe ammasso roccioso	CLASSE II
Commento sulla stabilità	Stabile
Commento sul tipo di rottura	Qualche blocco
Commento sui consolidamenti	Occasionale

CLASSIFICAZIONE DI ROMANA MODIFICATA DA ANBALAGAN & al. (1992) PER I CUNEI

RMR di base: 52

L'indice SMR viene calcolato per ciascun sistema di discontinuità presente nell'area del rilievo.

Il valore minimo calcolato viene considerato come rappresentativo della qualità dell'ammasso roccioso per la stazione di misura.

Di seguito si danno per le famiglie identificate i fattori correttivi di Anbalagan e le relative valutazioni:

Valutazione per i cinematismi a cuneo valutati sulla retta d'intersezione dei piani

FAMIGLIA 1/2

Parallelismo della giacitura	0,15
Condizione della giacitura	molto favorevole
Inclinazione dell'intersezione	1,00
Condizione inclinazione	molto sfavorevole
Giacitura dei giunti	0
Condizione giacitura	molto favorevole
Correzione tipo scavo	15
Valore di SMR	67

FAMIGLIA 1/3

Parallelismo della giacitura	0,15
Condizione della giacitura	molto favorevole
Inclinazione dell'intersezione	0,85
Condizione inclinazione	sfavorevole
Giacitura dei giunti	0
Condizione giacitura	molto favorevole
Correzione tipo scavo	15
Valore di SMR	67

FAMIGLIA 2/3

Parallelismo della giacitura	0,15
Condizione della giacitura	molto favorevole
Inclinazione dell'intersezione	0,15
Condizione inclinazione	molto favorevole
Giacitura dei giunti	60
Condizione giacitura	molto sfavorevole
Correzione tipo scavo	15
Valore di SMR	66

INDICE SMR RAPPRESENTATIVO PER I CINEMATISMI A CUNEO: 66

Qualità ammasso roccioso	BUONA
Classe ammasso roccioso	CLASSE II
Commento sulla stabilità	Stabile

VERIFICHE DI STABILITA' STATO ATTUALE

DATI IN INGRESSO

Coordinate del pendio:

Vertice	Coordinata X	Coordinata Y
1	10.0	10.0
2	17.0	10.6
3	18.6	12.3
4	19.9	13.6
5	25.5	20.6
6	33.9	25.6
7	53.1	30.6
8	65.3	39.1
9	98.2	38.7
10	100.5	40.6
11	108.6	40.6
12	120.6	45.6
13	125.7	50.6
14	152.0	55.6
15	163.0	60.6

Il pendio risulta stratigraficamente disomogeneo.

Le coordinate dei punti di passaggio stratigrafico sono:

Unità stratigrafica n.: 1

Vertice	Coordinata X	Coordinata Y
1	19.9	13.6
2	86.3	33.2
3	98.2	38.7

Unità stratigrafica n.: 2

Vertice	Coordinata X	Coordinata Y
1	18.6	12.3
2	86.3	31.5
3	98.2	38.7

In accordo con le Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento degli edifici contenute nell'O.P.C.M. 3274 (a cui si farà sempre riferimento), paragrafo 3.1, il terreno di fondazione appartiene alla categoria E - Strati superficiali alluvionali intermedi
La zona sismica di appartenenza (O.P.C.M. 3274 Allegato A - Classificazione Sismica dei Comuni Italiani) è la Zona 4
L'accelerazione orizzontale massima al suolo (paragrafo 3.2.1) è di 0,05g
Il coefficiente di amplificazione topografica (paragrafo 2.2) è assunto pari a 1,0

Controllo della generazione delle scivolamento:

Le superfici di scivolamento sono passanti attraverso una fascia di ricerca avente le seguenti caratteristiche:

X	Y	H
21	13	1
31	16	1
44	20	1
57	24	1
72	29	1
84	33	1
92	37	1

X: Ascissa del centro della fascia di ricerca (m)
Y: Ordinata del centro della fascia di ricerca (m)
H: Altezza della fascia di ricerca (m)

La lunghezza dei segmenti di ogni superficie è di 14 m.
Il numero totale di superfici generate è pari a: 20
Le superfici generate sono di forma mistilinea.

Il tipo di analisi adottato per il metodo di JANBU è:

attrito e coesione <>0

Parametri geotecnici del terreno:

Terreno n.	g	c	f	Ru
1	18.5	3	20	0
2	19.7	5	33	0
3	27	55	41	0

g: Peso di volume del terreno (kN/mc)
c: Coesione (kPa)
f: Angolo d'attrito (°)
Ru: Coefficiente di pressione nei pori

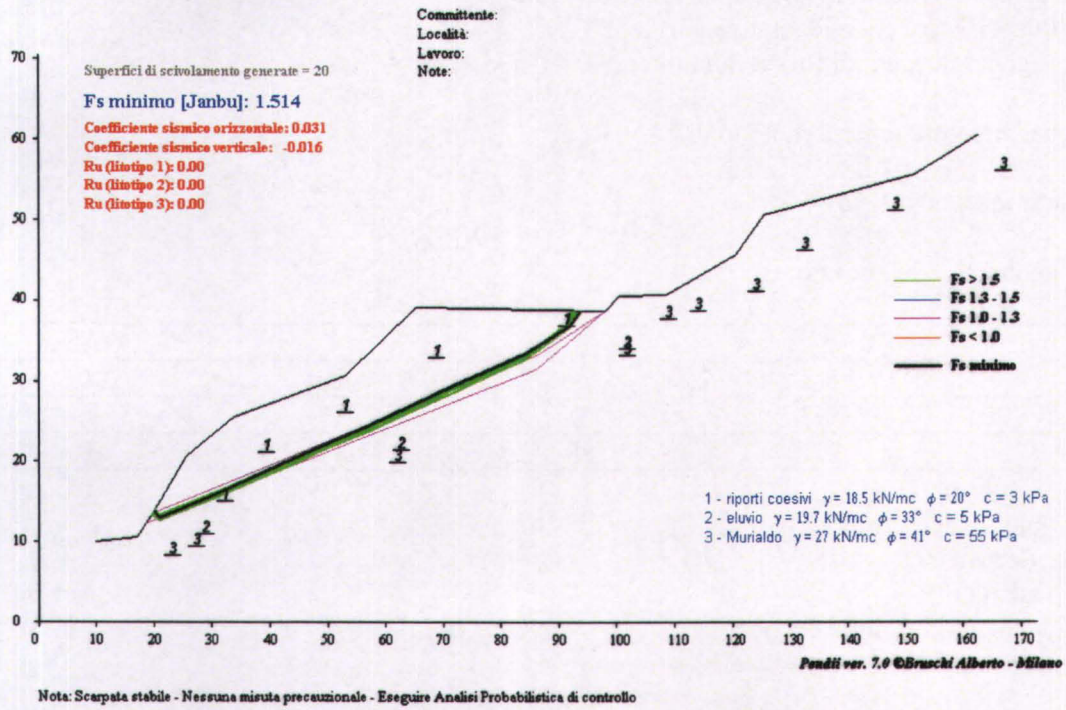
Risultati delle analisi di stabilità

Metodo di Janbu

Coordinate della superficie di scivolamento critica

Vertice	Coordinata X	Coordinata Y
1	20.1	13.8
2	21.0	13.0
3	31.0	16.0
4	44.0	20.3
5	57.0	24.4
6	72.0	29.5
7	84.0	33.3
8	92.0	36.8
9	93.7	38.8

Coefficiente di Sicurezza: 1.514



Nota: Scarpata stabile - Nessuna misuta precauzionale - Eseguire Analisi Probabilistica di controllo

Condizioni di stabilità

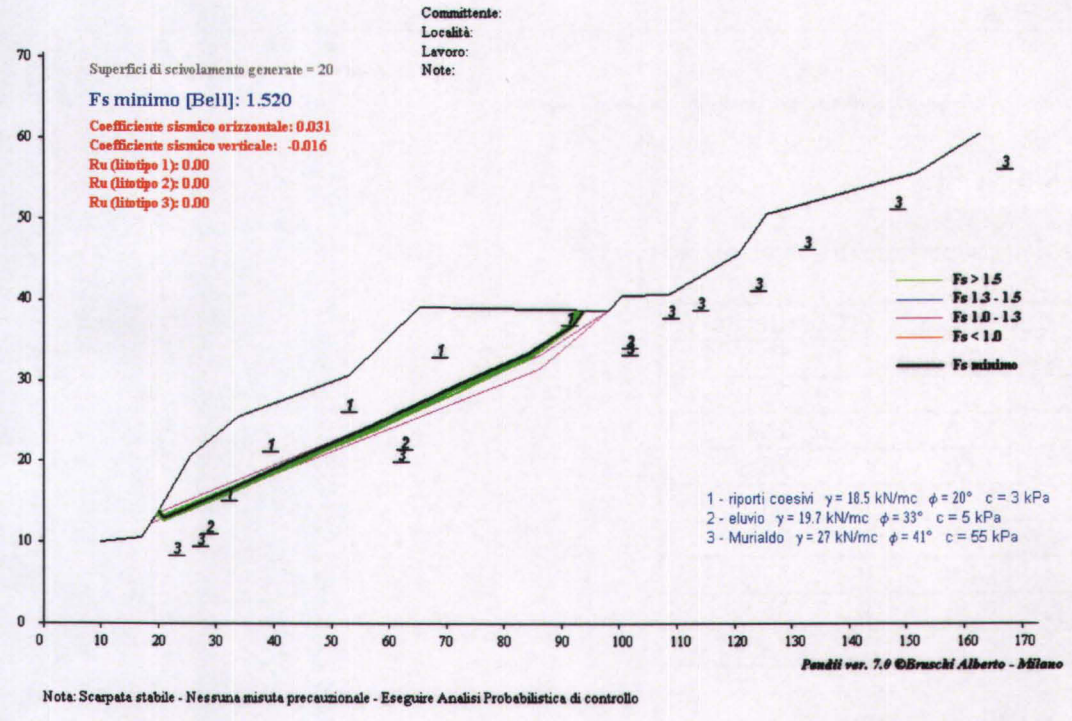
Scarpata stabile
Nessuna misuta precauzionale
Eseguire Analisi Probabilistica di controllo

Metodo DI BELL

Coordinate della superficie di scivolamento avente Fs minimo

Vertice	X	Y
1	20.09	13.84
2	21.00	13.05
3	31.00	16.03
4	44.00	20.34
5	57.00	24.41
6	72.00	29.47
7	84.00	33.31
8	92.00	36.79
9	93.72	38.75

Coefficiente di Sicurezza: 1.520



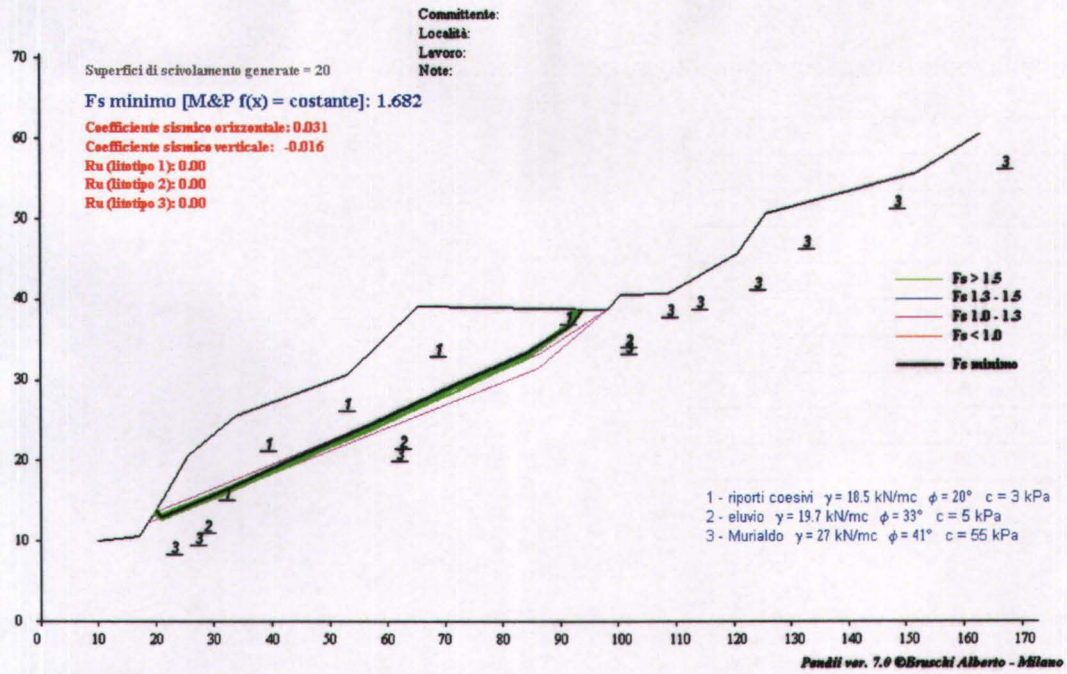
Nota: Scarpata stabile - Nessuna misuta precauzionale - Eseguire Analisi Probabilistica di controllo

Metodo DI MORGENSTERN-PRICE [f(x) = costante]

Coordinate della superficie di scivolamento avente Fs minimo

Vertice	X	Y
1	20.09	13.84
2	21.00	13.05
3	31.00	16.03
4	44.00	20.34
5	57.00	24.41
6	72.00	29.47
7	84.00	33.31
8	92.00	36.79
9	93.72	38.75

Coefficiente di Sicurezza: 1.682



Nota: Collasso della scarpata incipiente - Sgombero immediato - Monitoraggio del versante in tempo reale

Metodo di SPENCER

Coordinate della superficie di scivolamento critica

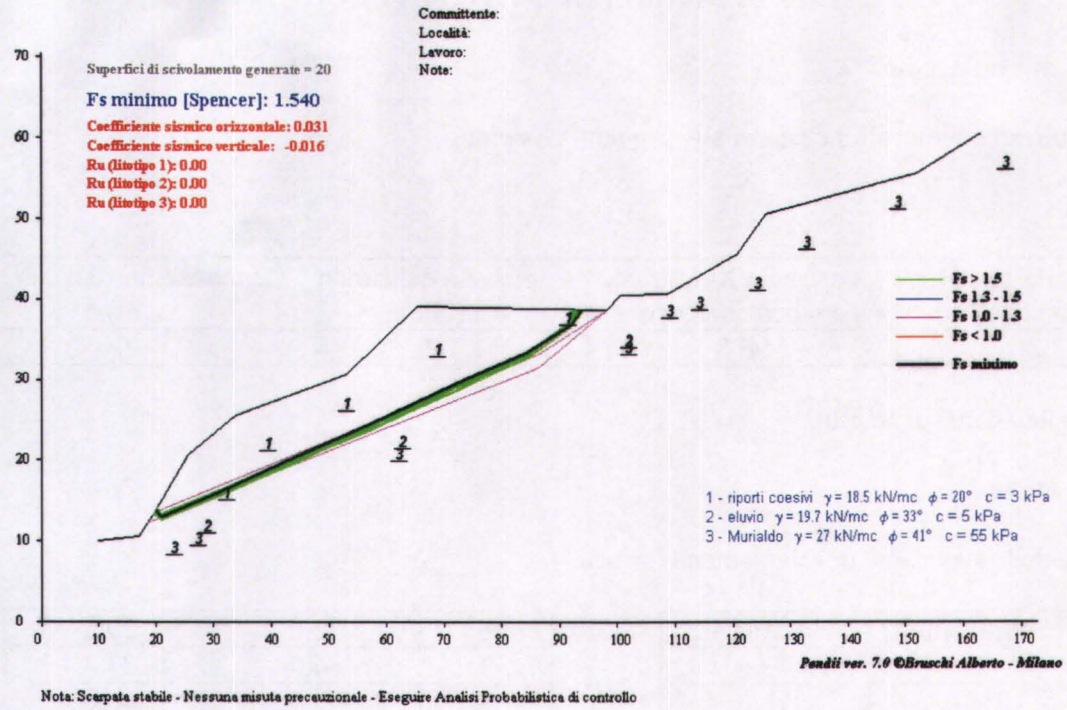
Vertice	Coordinata X	Coordinata Y
1	20.1	13.8
2	21.0	13.0
3	31.0	16.0
4	44.0	20.3
5	57.0	24.4
6	72.0	29.5
7	84.0	33.3
8	92.0	36.8
9	93.7	38.8

Convergenza delle iterazioni:

Iterazione n.	Angolo della Linea di Spinta (°)	Fs [equilibrio dei momenti]	Fs [equilibrio delle forze]
1	12.5	1.893	1.893
2	12.5	1.893	1.893

Coefficiente di Sicurezza minimo: 1.540

Angolo medio della linea di spinta: 12.5



Nota: Scarpata stabile - Nessuna misuta precauzionale - Eseguire Analisi Probabilistica di controllo

Metodo DELL'U.S. CORPS OF ENGINEER'S

Coordinate della superficie di scivolamento avente Fs minimo

Vertice	X	Y
1	20.09	13.84
2	21.00	13.05
3	31.00	16.03
4	44.00	20.34
5	57.00	24.41
6	72.00	29.47
7	84.00	33.31
8	92.00	36.79
9	93.72	38.75

Coefficiente di Sicurezza: 1.530

VERIFICHE DI STABILITA' STATO DI PROGETTO

Carichi esterni sul pendio:

Si sono applicati sovraccarichi esterni alle seguenti posizioni:

Carico n. 1

Coordinata X sinistra di applicazione (m)	Coordinata X destra di applicazione (m)	Intensità del carico (kPa)	Inclinazione del carico (°)
81.2	95.8	70	0

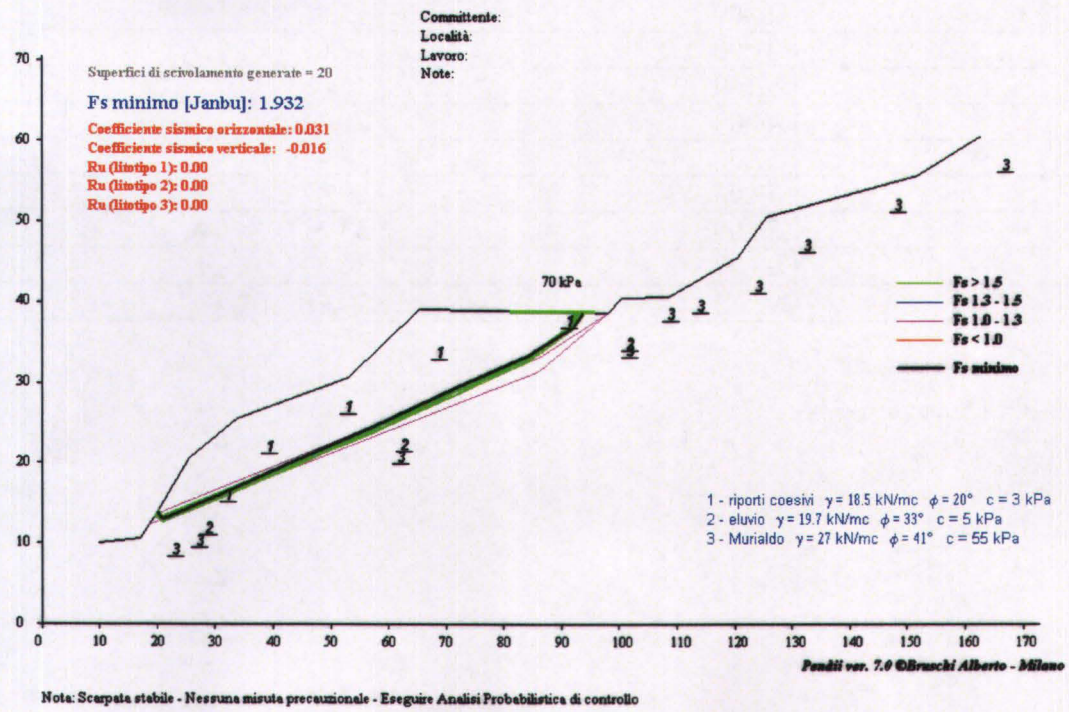
Risultati delle analisi di stabilità

Metodo di Janbu

Coordinate della superficie di scivolamento critica

Vertice	Coordinata X	Coordinata Y
1	20.1	13.8
2	21.0	13.0
3	31.0	16.0
4	44.0	20.3
5	57.0	24.4
6	72.0	29.5
7	84.0	33.3
8	92.0	36.8
9	93.7	38.8

Coefficiente di Sicurezza: 1.932



Nota: Scarpata stabile - Nessuna misura precauzionale - Eseguire Analisi Probabilistica di controllo

Condizioni di stabilità

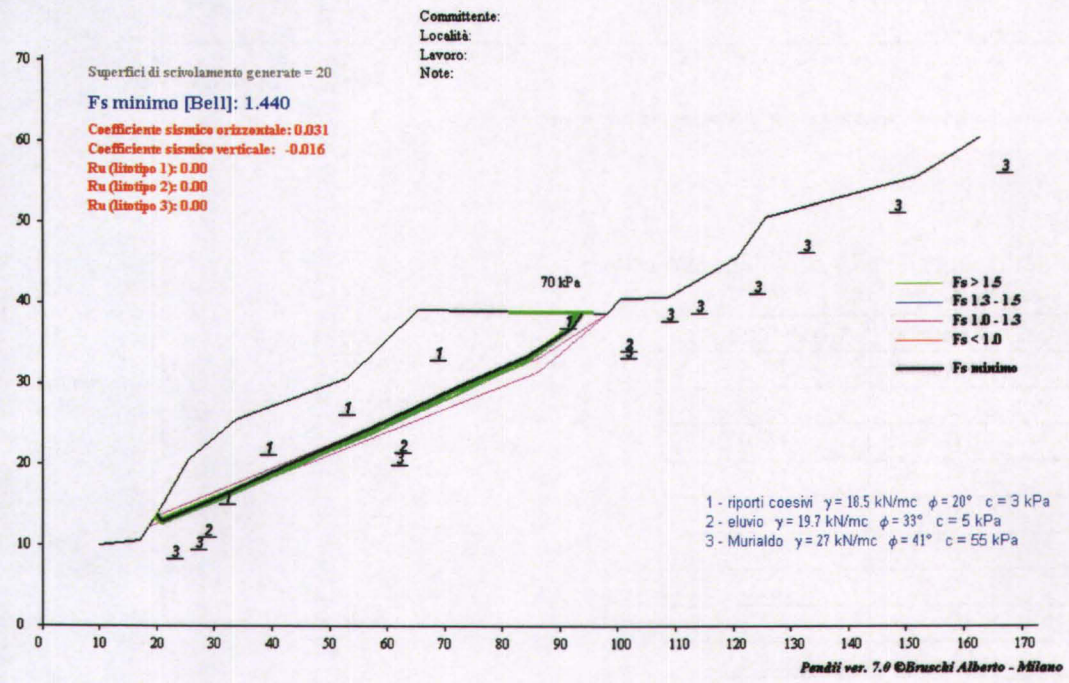
Scarpata stabile
Nessuna misuta precauzionale
Eseguire Analisi Probabilistica di controllo

Metodo DI BELL

Coordinate della superficie di scivolamento avente Fs minimo

Vertice	X	Y
1	20.09	13.84
2	21.00	13.05
3	31.00	16.03
4	44.00	20.34
5	57.00	24.41
6	72.00	29.47
7	84.00	33.31
8	92.00	36.79
9	93.72	38.75

Coefficiente di Sicurezza: 1.440



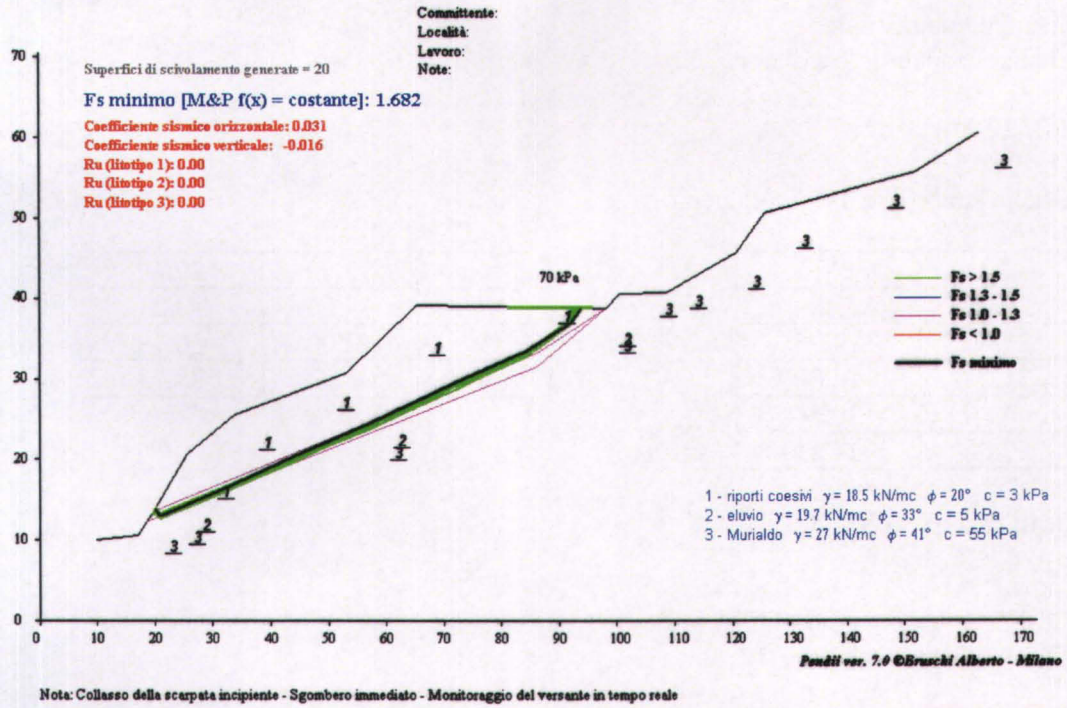
Nota: Scarpata instabile a lungo termine - Predisposizione di schemi di intervento - Monitoraggio visivo continuo

Metodo DI MORGENSTERN-PRICE [f(x) = costante]

Coordinate della superficie di scivolamento avente Fs minimo

Vertice	X	Y
1	20.09	13.84
2	21.00	13.05
3	31.00	16.03
4	44.00	20.34
5	57.00	24.41
6	72.00	29.47
7	84.00	33.31
8	92.00	36.79
9	93.72	38.75

Coefficiente di Sicurezza: 1.682



Nota: Collasso della scarpata incipiente - Sgombero immediato - Monitoraggio del versante in tempo reale

Metodo di SPENCER

Coordinate della superficie di scivolamento critica

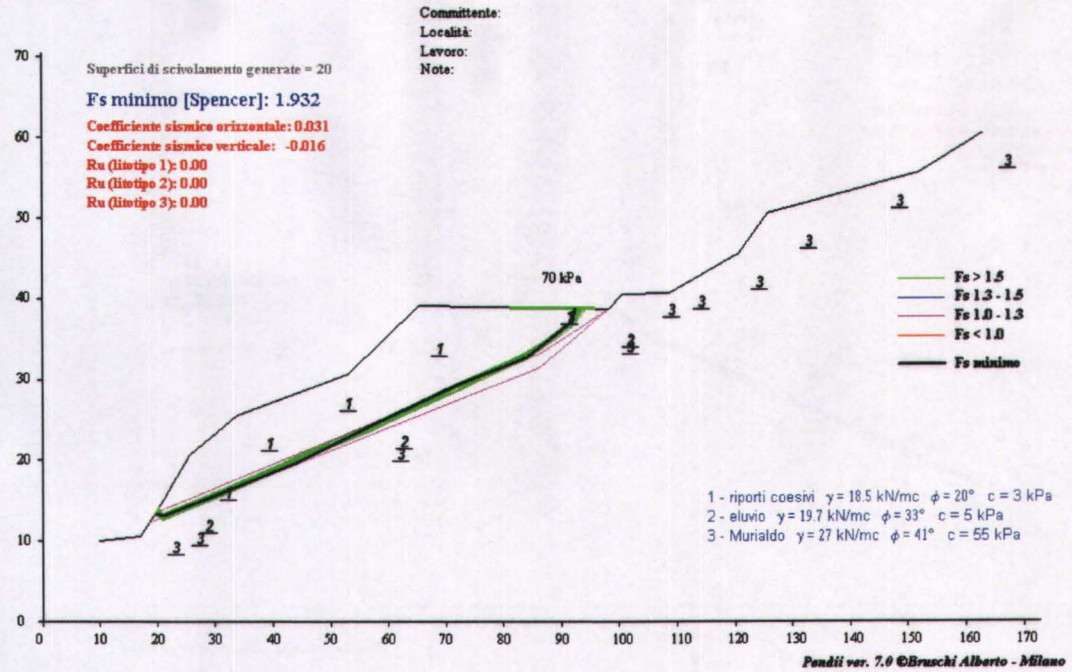
Vertice	Coordinata X	Coordinata Y
1	19.8	13.5
2	21.0	13.1
3	31.0	15.9
4	44.0	19.6
5	57.0	24.3
6	72.0	29.3
7	84.0	32.7
8	92.0	37.3
9	92.5	38.8

Convergenza delle iterazioni:

Iterazione n.	Angolo della Linea di Spinta (°)	Fs [equilibrio dei momenti]	Fs [equilibrio delle forze]
1	12.5	2.331	2.331
2	12.5	2.331	2.331

Coefficiente di Sicurezza minimo: 1.932

Angolo medio della linea di spinta: 12.5



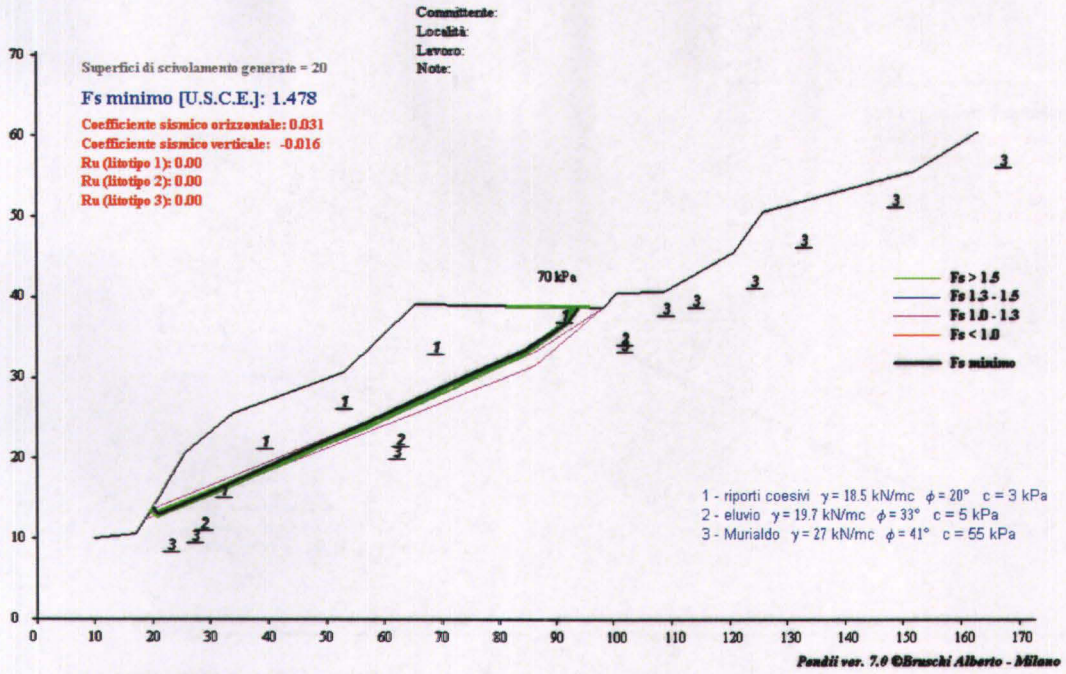
Nota: Scarpata stabile - Nessuna misura precauzionale - Eseguire Analisi Probabilistica di controllo

Metodo DELL'U.S. CORPS OF ENGINEER'S

Coordinate della superficie di scivolamento avente Fs minimo

Vertice	X	Y
1	20.09	13.84
2	21.00	13.05
3	31.00	16.03
4	44.00	20.34
5	57.00	24.41
6	72.00	29.47
7	84.00	33.31
8	92.00	36.79
9	93.72	38.75

Coefficiente di Sicurezza: 1.478



Nota: Scarpata instabile a lungo termine - Predisposizione di schemi di intervento - Monitoraggio visivo continuo