autostrade per l'italia

NODO STRADALE E AUTOSTRADALE DI GENOVA

Adeguamento del sistema A7 – A10 – A12

PROGETTO DEFINITIVO

DOCUMENTAZIONE GENERALE

STUDIO SUSCETTIVITA' AL DISSESTO
SCHEDE DISSESTI PG4–PG3

DA CARTA DELLA SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO
PIANO DI BACINO – TORRENTE VARENNA
FRANA 034044

IL PROGETTISTA SPECIALISTICO	IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE	IL DIRETTORE TECNICO
Ing. Orlando Mazza Ord. Ingg. Pavia N. 1496	Ing. Orlando Mazza Ord. Ingg. Pavia N. 1496	Ing. Orlando Mazza Ord. Ingg. Pavia N. 1496 **PROGETTAZIONE NUOVE OPERE AUTOSTRADALI**

CODICE IDENTIFICATIVO																																						Ordinatore:
RIFERIMENTO PROGETTO											RIFERIMENTO DIRETTORIO															RIFERIMENTO ELABORATO														
Codice Commessa						Lotto, Sub–Prog, Cod. Appalto				Fase			Capitolo		Paragrafo		WBS tipologia		WBS progressivo		PARTE D'OPERA										Tip.		Disciplina				Progressivo				Rev.			— —
1	1	0	7	1	2	0	0	0	0	P	D	D	G	S	T	D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	R	G	E	N	0	1	3	0	–	1		SCALA: –

spea ENGINEERING gruppo Atlantia	PROJECT MANAGER: Ing. Sara Frisiani Ord. Ingg. Genova N. 9810A		SUPPORTO SPECIALISTICO:	REVISIONE n.	REVISIONE data
				0	Aprile 2016
				1	Ottobre 2016
				2	
	REDATTO:		VERIFICATO:	3	
				4	

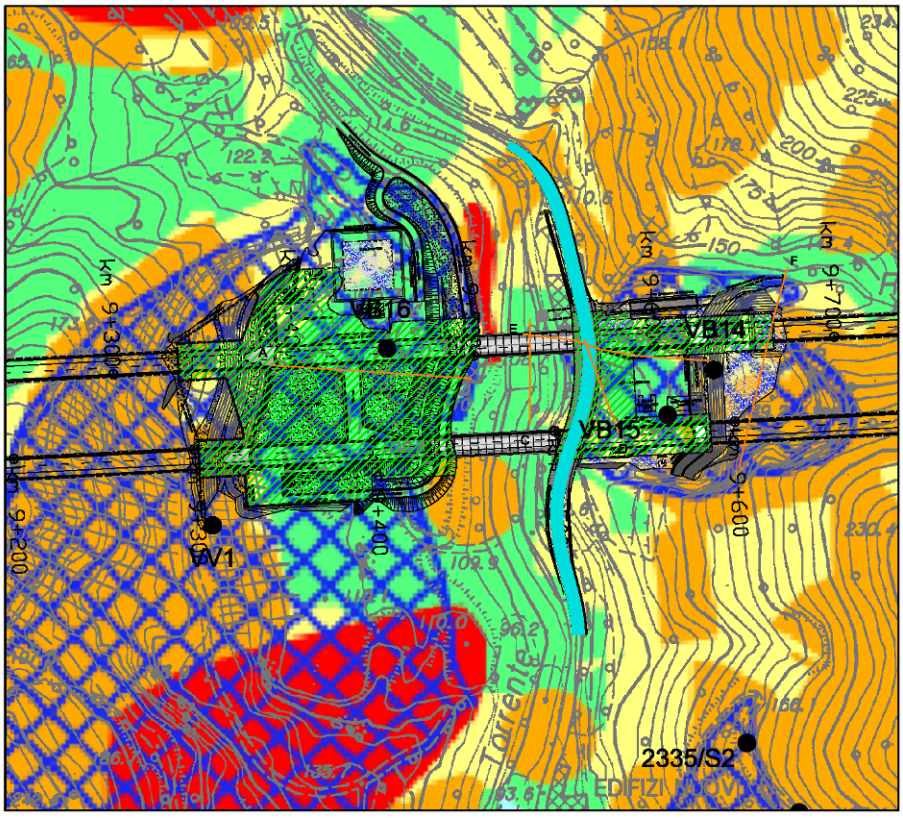
	VISTO DEL COMMITTENTE	VISTO DEL CONCEDENTE
	autostrade per l'italia IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Arch. Rossella Degni	Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI

IL PRESENTE DOCUMENTO NON POTRA' ESSERE COPIATO, RIPRODOTTO O ALTRIMENTI PUBBLICATO, IN TUTTO O IN PARTE, SENZA IL CONSENSO SCRITTO DELLA SOC. AUTOSTRADE PER L'ITALIA S.P.A.. OGNI UTILIZZO NON AUTORIZZATO SARA' PERSEGUITO A NORMA DI LEGGE.
THIS DOCUMENT MAY NOT BE COPIED, REPRODUCED OR PUBLISHED, EITHER IN PART OR IN ITS ENTIRETY, WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF SOC. AUTOSTRADE PER L'ITALIA S.P.A.. UNAUTHORIZED USE WILL BE PROSECUTED BY LAW.

SCHEDA FRANA 034044 (PG4)

OPERA INTERFERENTE: RAMPA DI SERVIZIO

VIADOTTO VARENNA OVEST



INDICE

1. PREMESSA 4

2. METODOLOGIA DI LAVORO 7

3. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA 10

3.1 ELEMENTI IDENTIFICATIVI 10

3.2 CARTOGRAFIA 10

3.3 SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO DA PIANO DI BACINO 10

3.4 Aree Interferenti 10

3.5 Classificazione e caratteristiche dissesto Pg4 10

3.6 Interventi previsti dal Piano di Bacino 12

3.7 DISSESTI SEGNALATI DALL'INVENTARIO FENOMENI FRANOSI D'ITALIA 13

3.8 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO 13

3.9 INDAGINI ESEGUITE 15

3.10 RILEVAMENTO GEOMORFOLOGICO DI DETTAGLIO 20

3.11 CAUSE DEL DISSESTO 30

3.12 DESCRIZIONE SEZIONE GEOLOGICA INTERPRETATIVA 30

4. ASPETTI GEOTECNICO - INGEGNERISTICI 32

4.1 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA 32

4.2 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO 36

4.3 ANALISI DI STABILITÀ 39

4.4 QUADRO DI SISTESI 46

5. RACCOMANDAZIONI ESECUTIVE DURANTE I LAVORI 47

6. INDAGINI INTEGRATIVE PROPEDEUTICHE AL MONITORAGGIO GEOTECNICO 48

6.1 STUDIO DEGLI SPOSTAMENTI SUPERFICIALI CON DATI RADAR SATELLITARI 48

7. CONCLUSIONI 51

Allegati alla Scheda:

- *Allegato n.1* - Stralcio Carta suscettività al dissesto da Piano di Bacino con progetto ed indagini eseguite
- *Allegato n.2* - Stralcio carta geologica (aggiornata febbraio 2016)
- *Allegato n.3* - Stralcio carta geomorfologica (aggiornata febbraio 2016)
- *Allegato n.4* - Carta geomorfologica di dettaglio, indagini integrative e punti di ripresa fotografici
- *Allegato n.5* - Sezione geologica
- *Allegato n.6* - Scheda di sintesi
- *Allegato n.7* - Stratigrafia sondaggi e geofisica
- *Allegato n.8* - Prove di laboratorio
- *Allegato n.9* - Analisi di stabilità

Annessi alla Scheda:

- *Elaborato SGT0131: "Schede dissesti Pg4 e Pg3a – Frana 034044 (Pg4) – Opera interferente: Viadotto Varenna Ovest – Planimetria e sezione"*

1. PREMESSA

Il presente documento è finalizzato ad ottemperare la prescrizione A16 del Decreto di compatibilità ambientale del progetto "Nodo stradale e autostradale di Genova – Adeguamento del sistema A7 – A10 – A12" (Dec VIA 28/2014), la cui verifica è in capo alla Regione Liguria, che recita: "*relativamente al rispetto della normativa dei relativi piani di bacino, a seguito del recente aggiornamento dei criteri di riferimento di cui alla DGR n.1208 del 12/10/2012, attualmente in fase di recepimento da parte della Provincia, si richiama che, nel caso di interferenza delle opere in progetto con le aree classificate a suscettività al dissesto molto elevata Pg4 (frana attiva), le infrastrutture pubbliche viarie di valenza strategica sono ammesse purché venga acquisito preventivamente un apposito parere del Comitato tecnico di bacino ai sensi dell'art. 11 c. 4 lett.b) della l.r. n.58/2009 espresso in merito alle opere di consolidamento finalizzate alla stabilizzazione del dissesto; mentre, qualora le opere in progetto interagissero con aree classificate ad elevata suscettività al dissesto Pg3a (frana quiescente) o Pg3b è richiesto uno specifico parere vincolante della Provincia. Si richiama che le misure di attenzione per la prevenzione del rischio idrogeologico, definite nell'ambito dei criteri soprarichiamati, prevedono che gli elaborati geologici e geotecnici a corredo dei progetti si diano carico di considerare e valutare se sussistano pericoli di possibili interferenze per eventuali fenomeni di arretramento o di espansione di corpi o di cigli di frana presenti nell'intorno di una fascia di rispetto di almeno 100 m e, comunque, considerando un'area di estensione significativa in merito al contesto in esame.*".

I riferimenti normativi sono pertanto:

- il richiamato articolo 11, comma 4 lettera b) della Legge Regionale n.58/2009:

  "il Comitato esprime i pareri di compatibilità, rispetto ai Piani ed ai criteri ed indirizzi dell'Autorità di Bacino, in merito agli interventi di sistemazione idraulica e geomorfologica, la cui realizzazione comporta modifiche ai Piani vigenti. La Giunta Regionale può specificare, con successivo atto, le tipologie di intervento oggetto di tali pareri;"

- le "Misure di attenzione per la prevenzione del rischio idrogeologico" contenute nelle norme di attuazione dei Piani di Bacino stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico degli ambiti 12e13, 14, 15, 16, 17, 18, modificate con D.G.P. n. 124 del 22/09/2014 (art. 16 ter):

  "1. *Al fine di mitigare gli effetti negativi che si possono manifestare a seguito di fenomeni di espansione di corpi franosi già cartografati nei piani o, per quanto sia possibile, di contenere il rischio dovuto a processi torrentizi indotti da intensi fenomeni pluviometrici, colate veloci di fango e detriti (debris-flow), si definiscono le seguenti misure di attenzione*.

  2. *Gli elaborati geologici e geotecnici a corredo dei progetti per il rilascio del titolo edilizio, redatti ai sensi delle NTC 2008, relativi ad istanze di opere di nuova costruzione si danno anche carico di considerare e valutare se sussistano pericoli di possibili interferenze per eventuali fenomeni di arretramento o di espansione di*

corpi o cigli di frana (ciglio, piede, fianchi) presenti nell'intorno di una fascia di rispetto di almeno 100 m e comunque considerando un'area di dimensione significativa in merito al contesto in esame.

3. *La misura di attenzione di cui al comma 2 si applica anche per interventi eventualmente previsti a margine dei perimetri delle Aree speciali di tipo A, B1 e B2.*

4. *In sede di previsione di realizzazione di interventi urbanistico edilizi od opere di viabilità in prossimità del reticolo idrografico su versante, si effettuino specifiche valutazioni in merito all'eventuale grado di esposizione degli interventi agli effetti di possibili fenomeni di colate veloci di fango o detriti (debris-flow), individuando, se del caso, opportuni accorgimenti tecnici o una migliore ubicazione degli interventi stessi nell'ottica della prevenzione di tale rischio.*"

A seguito del ricorso al T.A.R. Liguria presentato da Autostrade per l'Italia in data 21 marzo 2014 la Regione Liguria ha trasmesso la nota di memoria difensiva del 18 aprile 2014 in cui specifica che:

"*la prescrizione n. 16 si limita a richiamare la necessità di acquisire taluni pareri tecnici (del Comitato Tecnico di Bacino e della Provincia) rispetto alle parti dell'opera destinate ad essere realizzate in aree classificate dal Piano di Bacino come frana attiva o frana quiescente, secondo l'attuale regime dei piani di bacino*".

Al fine di ottemperare alla prescrizione citata ed acquisire i pareri in essa richiamati, per tutte le aree classificate, dalle cartografie dei piani di bacino, a suscettività di dissesto molto alta (Pg4) viene predisposta un'apposita scheda, in cui viene mostrato come gli interventi previsti in progetto contribuiscano alla stabilizzazione del dissesto oggetto di interferenza con le opere, determinando di fatto un effetto positivo.

Nel **capitolo 2** si descrive la metodologia di lavoro utilizzata nell'ambito della progettazione definitiva delle opere interferenti con le aree oggetto del presente documento.

Nel **capitolo 3** si riassumono gli aspetti geologici e geomorfologici dell'area del dissesto, fornendo una sintesi degli elementi cartografici pubblicati dagli Enti con i relativi interventi previsti e degli elementi rilevabili in sito utilizzabili per verificare il grado di interferenza tra elementi di progetto ed elementi di dissesto.

Nel **capitolo 4** si riassumono gli aspetti geotecnico-ingegneristici delle opere di progetto, fornendo una sintesi delle azioni intraprese dal progettista al fine di verificare il grado di interferenza tra elementi di progetto ed elementi di dissesto, evidenziando gli effetti positivi sull'area in frana derivanti dalle misure messe in atto per impedirli, ridurli o compensarli.

Nel **capitolo 5** sono presentate le indagini integrative propedeutiche al monitoraggio geotecnico previsto.

Per l'inquadramento generale dell'intera Gronda e per il dettaglio delle attività di progettazione, si rimanda agli specifici elaborati del Progetto Definitivo. Si fa in particolare riferimento ai seguenti elaborati progettuali:

- *GEO0001: Relazione geologica e idrogeologica generale*

- *GEO0004: Carta geologica – Tavola 3*
- *GEO0022: Carta geomorfologica – Tavola 3*
- *APE0001: Relazione geotecnica*

In particolare, il presente documento riporta le valutazioni geologiche- geomorfologiche e geotecniche-ingegneristiche relative alla frana codificata 034044, che risulta interferente con la rampa di servizio che permette l'accesso alla spalla ovest del viadotto e all'adiacente area di emergenza.

2. METODOLOGIA DI LAVORO

Ai fini dell'inquadramento geologico e geomorfologico delle aree di interesse, la prima fase del lavoro è consistita nel reperimento di tutti i dati disponibili presso vari Enti e Biblioteche universitarie, e di ogni altro dato disponibile ritenuto significativo per l'elaborazione di un modello concettuale dell'area. Sono, inoltre, stati utilizzati i dati di campagne geognostiche relative a studi pregressi ed indagini appositamente realizzate per il Progetto Definitivo.

La disponibilità, per l'area d'interesse, di documentazioni geologiche di dettaglio e di modelli geologico-strutturali di riferimento ha permesso di inquadrare fin dall'inizio le attività di studio e di analisi all'interno di un modello generale adatto alle finalità del progetto.

Lo studio (cfr. elaborato GEO001 "Relazione geologica e idrogeologica generale") si è svolto mediante lo sviluppo delle seguenti attività:

- Analisi aerofotogrammetrica finalizzata sia al controllo delle risultanze geomorfologiche pregresse ed alla loro integrazione, sia al riconoscimento dei principali lineamenti tettonici dell'area;
- Rilevamento geologico strutturale in scala 1:5.000 volto al riconoscimento dei litotipi presenti, alla definizione del loro assetto tettonico con riconoscimento e misura di elementi fragili e duttili presenti in affioramento;
- Rilievo geomorfologico con verifica delle risultanze dell'analisi aerofotogrammetrica ed integrazione dati;
- Analisi di tutte le stratigrafie dei sondaggi pregressi per integrare i dati di superficie;
- Realizzazione di apposite campagne geognostiche in sito (sondaggi, geofisica e rilievi geomeccanici) ed in laboratorio;
- Prelievo di campioni e analisi chimiche eseguiti sulle diverse litologie attraversate dai tracciati;
- Rilievo geomorfologico di dettaglio (scala 1:1.000) eseguito sulle specifiche aree in frana.

Sulla base delle attività conoscitive e di tutti i dati raccolti, è stato ricostruito il quadro geologico dell'area di studio (che interessa una fascia di larghezza variabile tra circa 2 e 4 km) e sono stati redatti i seguenti elaborati cartografici (a scala 1:5.000):

- carta geologica (GEO0004 - cfr. stralcio riportato nell'Allegato 2);
- profili geologici in asse ai tracciati delle opere principali;
- carta geomorfologica (GEO0022 - cfr. stralcio riportato nell'Allegato 3);
- carta dei vincoli (cfr. stralcio riportato nell'Allegato 1);
- carta di ubicazione delle indagini (cfr. stralcio riportato in allegato);
- carta geomorfologica specifica per le aree in frana a scala 1:1.000 (cfr. l'Allegato 4).

La caratterizzazione geotecnica delle principali formazioni geologiche presenti lungo il tracciato di progetto fa riferimento alle indagini geotecniche effettuate sia nell'ambito della fase di progettazione definitiva della Gronda di Ponente (2010-2011), sia delle precedenti fasi progettuali del medesimo progetto (2003, 2004 e 2007), sia nell'ambito di altri progetti ubicati in prossimità del tracciato della Gronda, risalenti ad anni diversi (dagli anni 70 ad oggi) reperiti da SPEA presso l'Archivio comunale di Genova, presso Consulenti e negli uffici di SPEA dedicati alla Sorveglianza e Manutenzione della rete autostradale in esercizio.

Le attività propedeutiche effettuate sono:

- sondaggi geotecnici con prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati;
- prove penetrometriche dinamiche SPT in foro;
- prove di permeabilità Lugeon in foro;
- prove dilatometriche in foro con dilatometro da roccia;
- prove geofisiche in foro (CH e DH) per la misura della velocità di propagazione delle onde di compressione Vp e di taglio Vs;
- prove di laboratorio di classificazione di resistenza e di deformabilità su campioni indisturbati e rimaneggiati di terreno, prelevati nei fori di sondaggio;
- prove di laboratorio su provini di roccia prelevati nei fori di sondaggio;
- stendimenti di geofisica (sismica a rifrazione, a riflessione, geoelettrica);
- rilievi geostrutturali su alcuni affioramenti rocciosi rappresentativi.

I criteri di interpretazione delle indagini geotecniche (cfr. elaborato APE0001) tengono conto del fatto che lungo il tracciato autostradale in esame sono stati rinvenuti fondamentalmente depositi limoso – argillosi, sabbioso – ghiaiosi e unità tettoniche complesse in cui si incontrano alternanze di rocce sedimentarie (arenarie, siltiti, calcari marnosi, marne calcaree, marne, argilliti) e rocce metamorfiche (serpentiniti, serpentinoscisti, calcescisti, argilloscisti, metabasiti, meta gabbri). I parametri progettuali adottati ed i criteri di dimensionamento delle opere sono conformi ai risultati ottenuti. Le opere sono state dimensionate in conformità alla normativa vigente (NTC2008).

Tenendo conto delle necessità e della funzionalità delle opere, nella progettazione, si è cercato, per quanto possibile, di **limitare le ampiezze dei fronti di scavo**, in modo da minimizzare l'impatto sul territorio.

In particolare, le opere di maggior impatto riguardano il progetto delle aree d'imbocco. Lo sviluppo di tali progetti contempla i seguenti aspetti:

- tracciato stradale;
- geologia;
- geomorfologia;
- geotecnica;
- tunnelling;

- scavi meccanizzati;
- impianti;
- idraulica;
- strutture;
- cantierizzazione;
- vincoli ambientali, paesaggistici, Enti vari, ecc.;
- inserimento finale delle opere nell'ambiente.

Lo schema generale della metodologia di lavoro adottata è riportato nella Figura seguente.

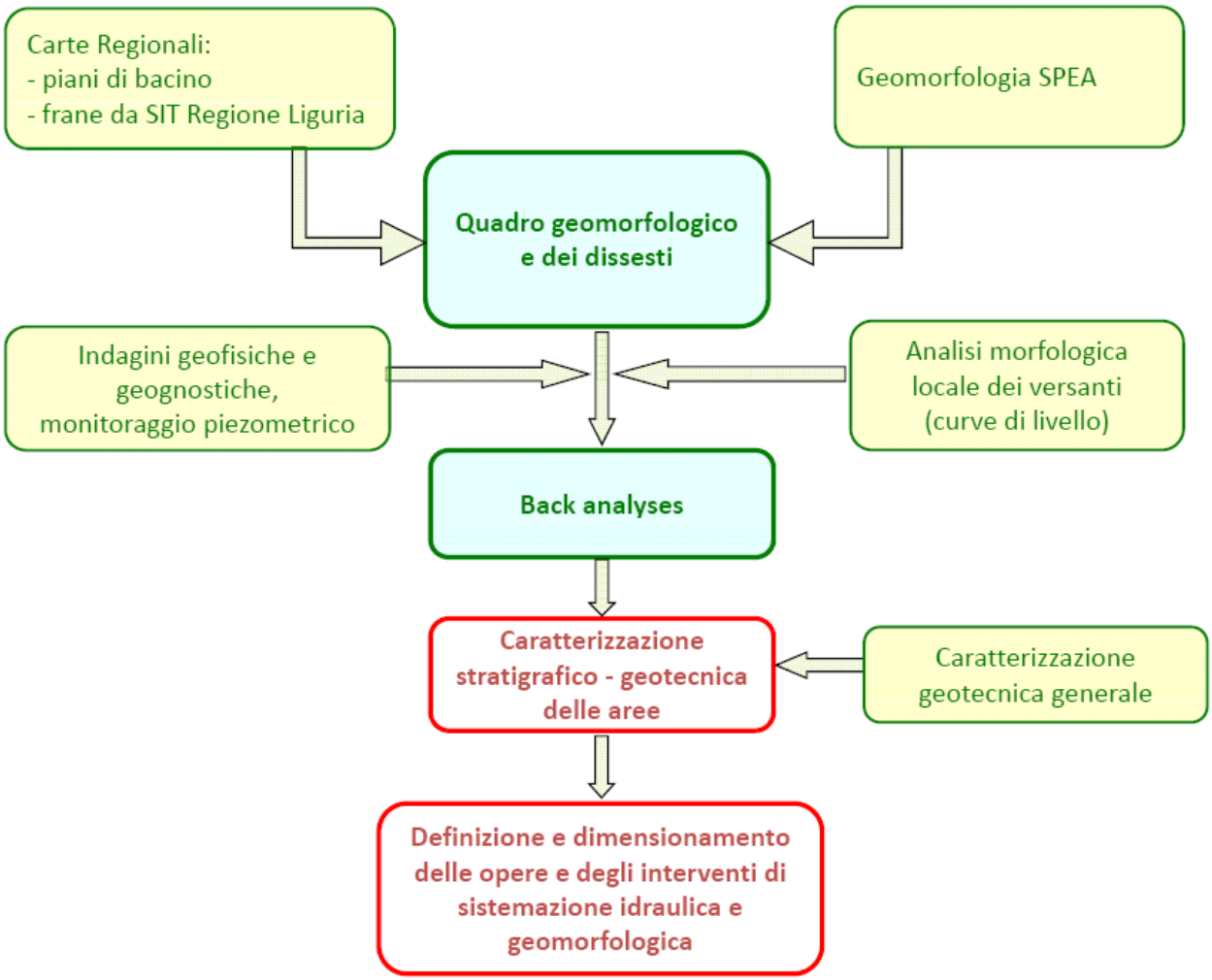


Figura 2-1 – Schema generale metodologia

3. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

3.1 ELEMENTI IDENTIFICATIVI

LOCALITÀ: Cava Pian di Carlo

COMUNE: GENOVA

PROVINCIA: GENOVA

BACINO: Torrente Varenna

ID FRANA (da Carta della Franosità reale Piano di Bacino): 034044

3.2 CARTOGRAFIA

CTR 1:10.000: 213100

3.3 SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO DA PIANO DI BACINO

La cartografia fa riferimento alla Carta della suscettività al dissesto fornita dalla Provincia di Genova – rev. febbraio 2015 (Allegato 1).

3.4 Aree Interferenti

L'oggetto della presente scheda è l'interferenza tra il dissesto **Pg4** e la viabilità di servizio che permette l'accesso alla spalla ovest del viadotto, all'imbocco della Galleria Amandola lato Genova e all'adiacente area di emergenza.

3.5 Classificazione e caratteristiche dissesto Pg4

Da Carta della Franosità reale Piano di Bacino (**Figura 3-1**).

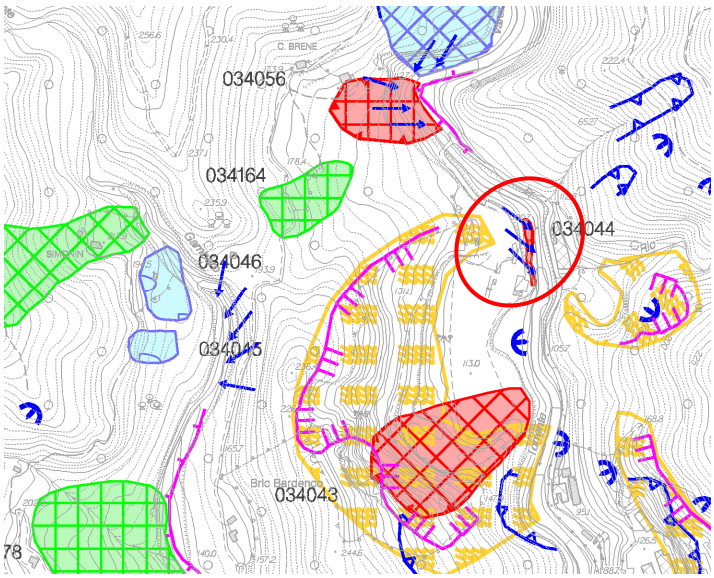
a) Tipologia di frana:

	Superficiale (SS)
	Colamento (DF)
	Scorrimento o scivolamento (SC)
	Scorrimento o scivolamento rotazionale (SCr)
	Scorrimento o scivolamento planare (SCp)
	Crollo o ribaltamento(CL)
X	Complessa (FC)
	Area a franosità diffusa (FD)
X	Erosione spondale

	Deformazione gravitativa profonda di versante
	Area interessata da movimenti gravitativi lenti superficiali - soliflusso, reptazione, creep
	Frana non cartografabile

b) Stati di attività:

X	Attiva
	Quiescente
	Stabilizzata



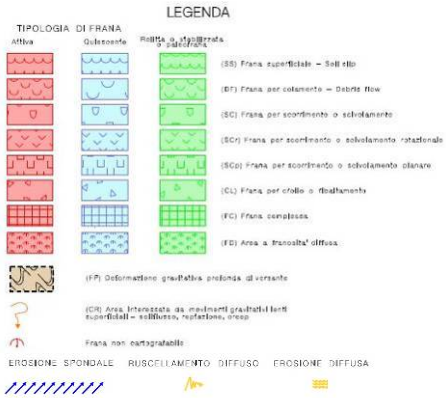


Figura 3-1 - Stralcio Carta della franosità reale da Piano di Bacino

3.6 Interventi previsti dal Piano di Bacino

Nel Piano degli interventi di mitigazione del rischio del Piano di Bacino sono previsti nell'area sottostante la cava, interventi di carattere idraulico (I-7 e I-8), mentre sul versante di fronte, in cui sarà realizzato l'imbocco della Galleria Monterosso lato Savona, sono previsti interventi di versante (G-7)
In particolare nel Piano degli interventi, per l'area della Cava Pian di Carlo è previsto (***Figura 3-2***):

- *I7-I8 Prolungamento scogliera d'argine ex Cava Pian di Carlo e sostituzione del guado esistente con adeguato ponte L'intervento è necessario per completare ed integrare la scogliera a protezione del piazzale della Cava Pian di Carlo, in sponda destra del T. Varenna; detta scogliera allo stato attuale risulta inadeguata. Inoltre è necessario prevedere la sostituzione del guado attuale con un nuovo ponte per l'accesso all'area di cava.*
- *G7 Sistemazione e ripristino ambientale ex cava Rio Lavino in località Edifizi Nuovi. L'area si presenta come parzialmente gradonata e con accumuli detritici del tipo a conoide alla base dei due fronti di cava principali e richiede interventi di ripristino consistenti nel disgaggio delle porzioni lapidee instabili, regimazione delle acque superficiali e dell'alveo del rio Lavino, che scorre nelle adiacenze della zona di scavo, in quanto la situazione attuale mostra un chiaro dissesto del pendio, indebolito dal taglio artificiale e condizioni di forte instabilità. A conclusione occorrerà sistemare al piede del versante gabbionate con talee, su cui innestare successivi interventi di inerbimento e piantumazione degli accumuli detritici, dal basso verso l'alto, con specie colonizzatrici.*

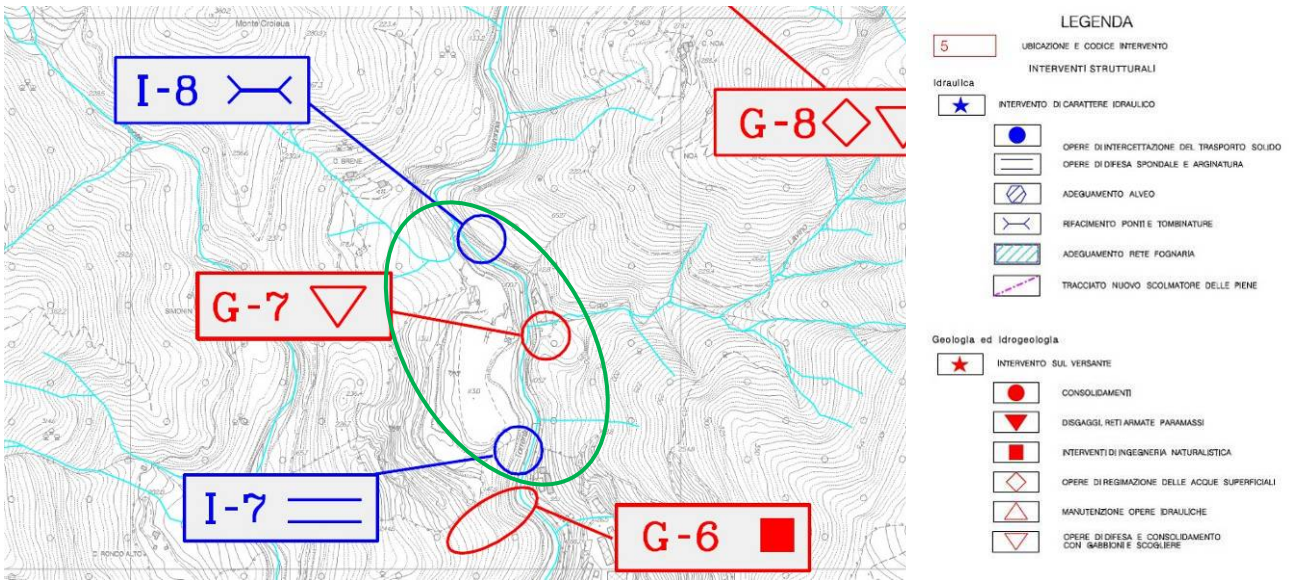


Figura 3-2 - Stralcio Carta degli interventi da Piano di Bacino

3.7 DISSESTI SEGNALATI DALL'INVENTARIO FENOMENI FRANOSI D'ITALIA

Al fine di fornire un quadro completo di tutti i dati bibliografici relativi alla pericolosità connessa a movimenti franosi, di seguito si riporta quanto segnalato dall'Inventario Fenomeni Franosi d'Italia (IFFI) per l'area in esame (http://www.isprambiente.gov.it).

La cartografia IFFI (**Figura 3-3**) non identifica sul versante alcun dissesto in corrispondenza della Pg4 segnalata dal Piano di Bacino; sono segnalate due dissesti ubicati rispettivamente a nord e a sud dell'area di interesse, classificati come scivolamenti rotazionali/traslativi quiescenti (indicati con il numero 1 e 2 in **Figura 3-3**):

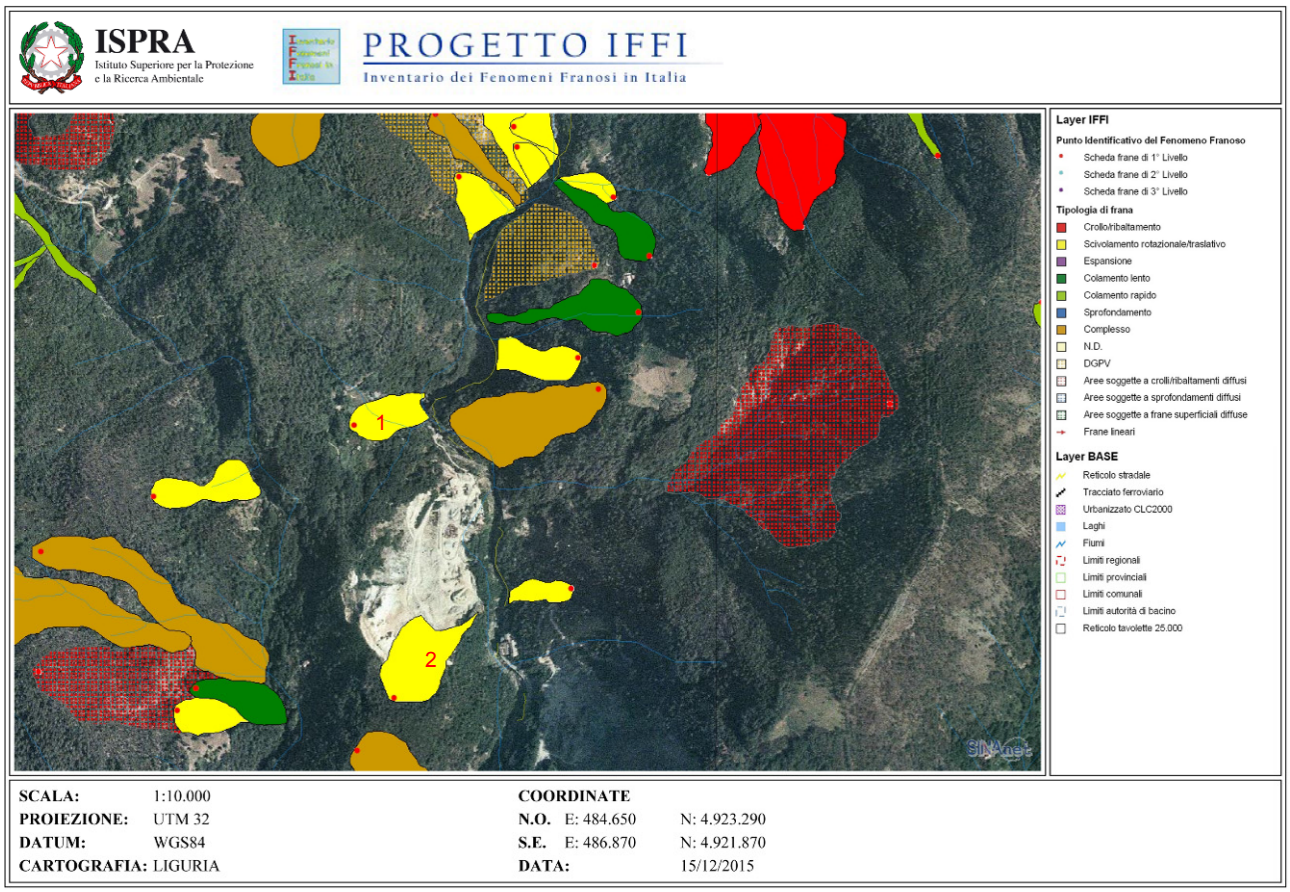


Figura 3-3 — Frane da IFFI (http://www.isprambiente.gov.it)

3.8 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'area in esame in cui è inclusa la Pg4 si imposta nell'Unità Tettonometamorfica Palmaro Caffarella e Voltri, qui rappresentate dalle seguenti unità (Allegato 2).

Calcescisti (CS)

Con questo termine si indicano metasedimenti di varia composizione: si riconosce un'alternanza di scisti carbonatici più o meno filladici o marmorei e di scisti quarzoso micacei.

Sono caratterizzati da una scistosità marcata, legata a diverse generazioni di deformazioni. La foliazione principale riportata in carta, definita da minerali in facies scisti verdi, ha allineato, oltre alla superficie litologica originaria, anche altre superfici tettoniche che non risultano più differenziabili. La foliazione principale risulta piegata più o meno blandamente dalle successive fasi deformative; la giacitura della scistosità principale nell'area risulta immergente per lo più verso ESE con inclinazioni prossime alla verticale.

I calcescisti carbonatici appaiono di colore da marrone (superficie debolmente alterata) a grigio (frattura fresca), mentre se sono più profondamente alterati assumono colorazione rossastra.

Gli scisti quarzoso micacei, invece, assumono tonalità più scure, con colorazioni solitamente da grigie chiare a grigie scure in frattura fresca; sono rocce che spesso si alterano, assumendo tonalità arancione - ocra e si disgregano fino a generare spesse coltri di disfacimento.

Metabasiti (MB)

Con questo termine si indicano rocce derivate da originari basalti o gabbri per le quali non è stato possibile riconoscere il protolito in maniera continua. Solo a livello degli affioramenti, quando possibile, sono stati distinti i metabasalti. Questi si presentano sia compatti che scistosi a grana fine frequentemente a tessitura listata di spessore da millimetrico a centimetrico a prevalenti albite + epidoto e anfibolo + clorite.

Serpentiniti (S)

Sotto questa voce sono comprese serpentiniti e serpentinoscisti derivanti dal materiale peridotitico del mantello superiore, che mantengono talvolta relitti della tessitura lherzolitica originaria. Si presentano con colore verde, da chiaro a scuro, in frattura fresca; quando alterate, invece, assumono colorazione più arancione-rossiccia, talvolta marrone.

In affioramento si presentano con caratteristiche tessiturali e strutturali estremamente variabili in risposta alla deformazione subita. La facies tessiturale più diffusa è quella foliata, caratterizzata dallo sviluppo di clivaggi e/o scistosità evidenti, riferibili a diverse generazioni di deformazione, subordinatamente si osservano tessiture massicce, con aspetto generalmente compatto con foliazioni subordinate. Queste due litofacies affiorano con continuità nell'intera parte centro-settentrionale dell'area (Val Varenna, Rio Condotti), mentre in quella occidentale (Val Vesima, Val Cerusa e Val Leira) formano lenti ettometriche trasposte, parallelizzate alla foliazione regionale.

I *depositi superficiali* hanno spessore molto limitato, variabile da circa 2 m nell'area di studio fino a un massimo di 15 m circa nelle aree limitrofe e sono rappresentati essenzialmente depositi di riporto (derivanti dall'attività estrattiva), da depositi di versante, e da depositi alluvionali lungo il corso del Torrente Varenna; in corrispondenza della scarpata classificata come Pg4, i depositi superficiali sono caratterizzati dalla presenza al loro interno di grossi blocchi rocciosi metrici, derivanti con ogni probabilità dall'attività estrattiva.

Da un punto di vista geomorfologico, l'area di interesse si sviluppa lungo il versante idrografico destro del Torrente Varenna ed è caratterizzata dalla presenza di attività estrattiva immediatamente a monte. La porzione di versante classificata come Pg4 si trova

su una scarpata a pendenza elevata, lungo il corso del Torrente, per lo più incolta ma localmente colonizzata da vegetazione arborea e arbustiva; a monte dell'area classificata come Pg4 è presente il piazzale di cava, caratterizzato da una debole pendenza verso est (Allegato 3).

3.9 INDAGINI ESEGUITE

Nell'ambito della campagna di indagini a supporto del Progetto Definitivo, nell'intorno dell'area di studio sono stato eseguiti quattro sondaggi a carotaggio (VB14, VB15, VB16 e VV1,) e cinque stendimenti di sismica a rifrazione, di cui quattro sul versante destro della Val Varenna (C, D, E ed F) ed uno su quello in esame (A) (**Figura 3-4**).

Sono, inoltre, stati recuperati ed analizzati i report stratigrafici di quattro sondaggi a carotaggio (S1÷S4) realizzati sul piazzale della cava nell'ambito del progetto di variante del piano di coltivazione, finalizzato alla sistemazione definitiva della cava Pian di Carlo e risalente all'anno 2001.

Delle indagini citate sopra, non sono stati presi in considerazione i sondaggi VV1 e VB14 in quanto si tratta di perforazioni orizzontali eseguite direttamente all'interno dell'ammasso roccioso per la progettazione degli imbocchi e quindi non utili per la definizione degli spessori della coltre detritica superficiale

Tutte le indagini eseguite non interessano direttamente l'area classificata come Pg4, ma risultano comunque molto utili per definire gli spessori di coltre e le caratteristiche del substrato.

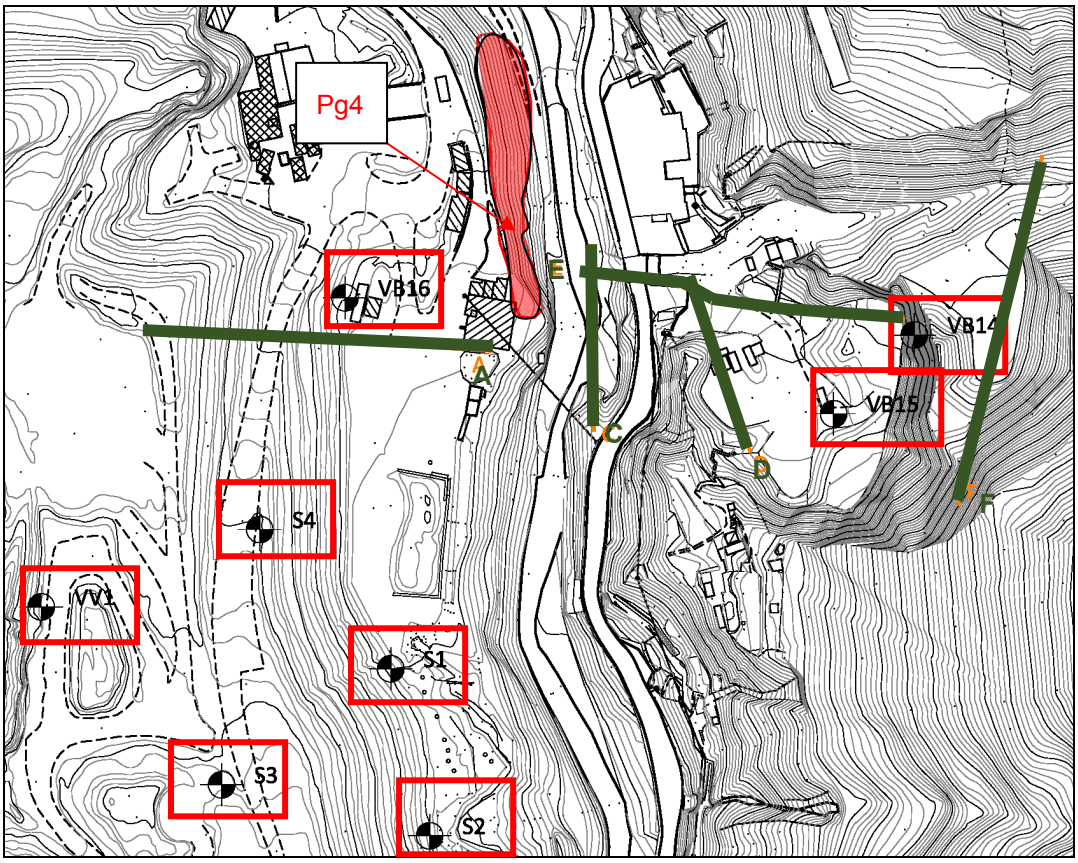


Figura 3-4 - Stralcio planimetrico con l'ubicazione delle indagini

Dalla stratigrafia del sondaggio VB15, realizzato nella cava presente sul versante sinistro del Torrente Varenna, il substrato lapideo è stato incontrato a circa 3.60m da p.c., al di sotto di materiali di riporto misti a regolite. Il substrato roccioso è costituito da serpentiniti, localmente brecciate e con differenti gradi di fratturazione. La soggiacenza dell'acqua – misurata il 17/11/2010 – risultava essere -0.55 m da p.c.

Nel sondaggio VV16, eseguito sul piazzale della cava Pian di Carlo, il substrato roccioso (rappresentato da metabasiti) è stato rinvenuto a una profondità di circa -1.5 m da p.c., al di sotto del materiale di riporto superficiale. Le metabasiti si presentano poco alterate e con differenti gradi di fratturazione. La soggiacenza dell'acqua - misurata il 17/11/10 - risultava essere -1.71 m da p.c.

Dalle stratigrafie dei sondaggi S1, S2, S3 e S4 la porzione superficiale, costituita essenzialmente da riporto derivato dalle attività di cava, ha spessori variabili da 1 a circa 10 m. Al di sotto è presente il substrato (in questa zona rappresentato da metabasiti), con differenti gradi di fratturazione, prevalentemente molto fratturato; all'interno del foro S3, a una profondità di circa 10 m da p.c., sono state rinvenute metabasiti milonitizzate. I livelli della falda sono molto variabili:

Sondaggio	Soggiacenza da p.c.
S1	-10.30
S2	-7.50
S3	-2.10
S4	-4.10

I tre profili sismici, riportati da **Figura 3-5** a **Figura 3-8**, indicano la presenza di tre unità sismiche caratterizzate da differenti velocità di propagazione delle onde di compressione (P):

- Unità sismica R: caratterizzata da velocità delle onde P inferiore a 1.8÷2.0 km/s, con spessore compreso fra 2 m circa e 15 m circa, ascrivibile ai depositi sciolti superficiali;
- Unità sismica L: caratterizzata da velocità delle onde P compresa fra 1.8÷2.0 km/s e 2.6÷2.8 km/s, con spessore massimo pari a circa 5 m, ascrivibile alla porzione più alterata e fratturata dell'ammasso roccioso ("Cappellaccio");
- Unità sismica S: caratterizzata da velocità delle onde P superiore a 2.6 2.8 km/s, ascrivibile all'ammasso roccioso poco fratturato e poco alterato (Metabasiti, Calcescisti e Serpentiniti);

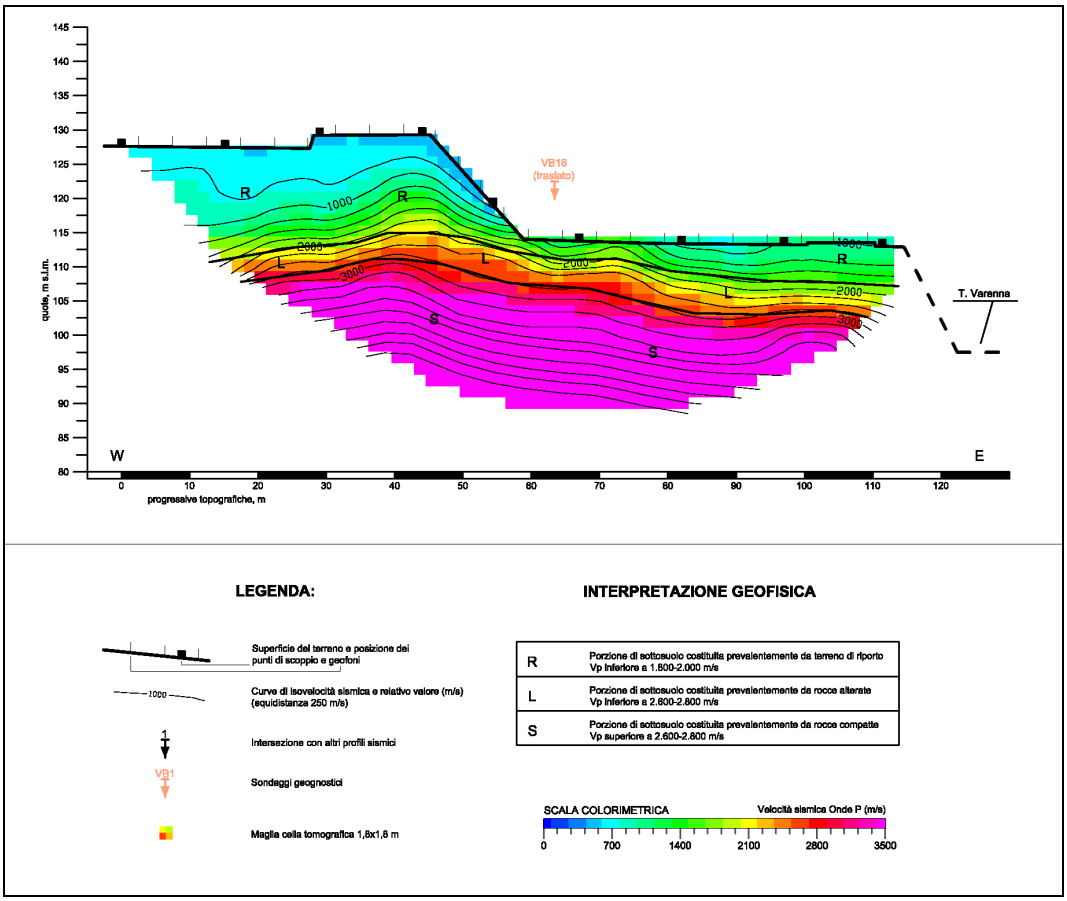


Figura 3-5 – Profilo sismico A

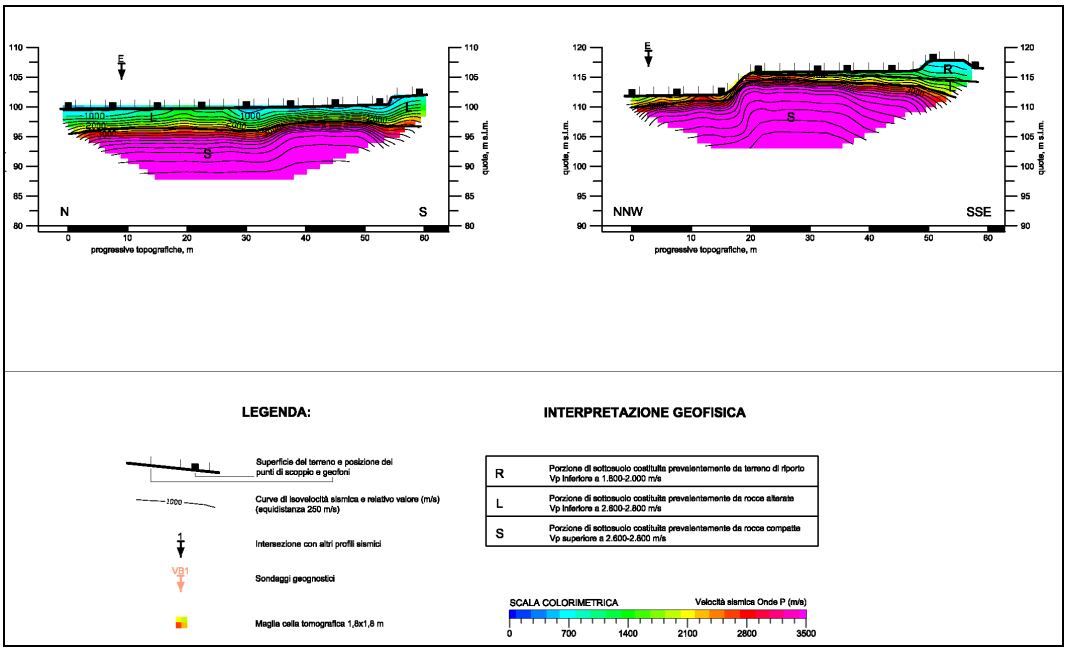


Figura 3-6 – Profili sismici C e D

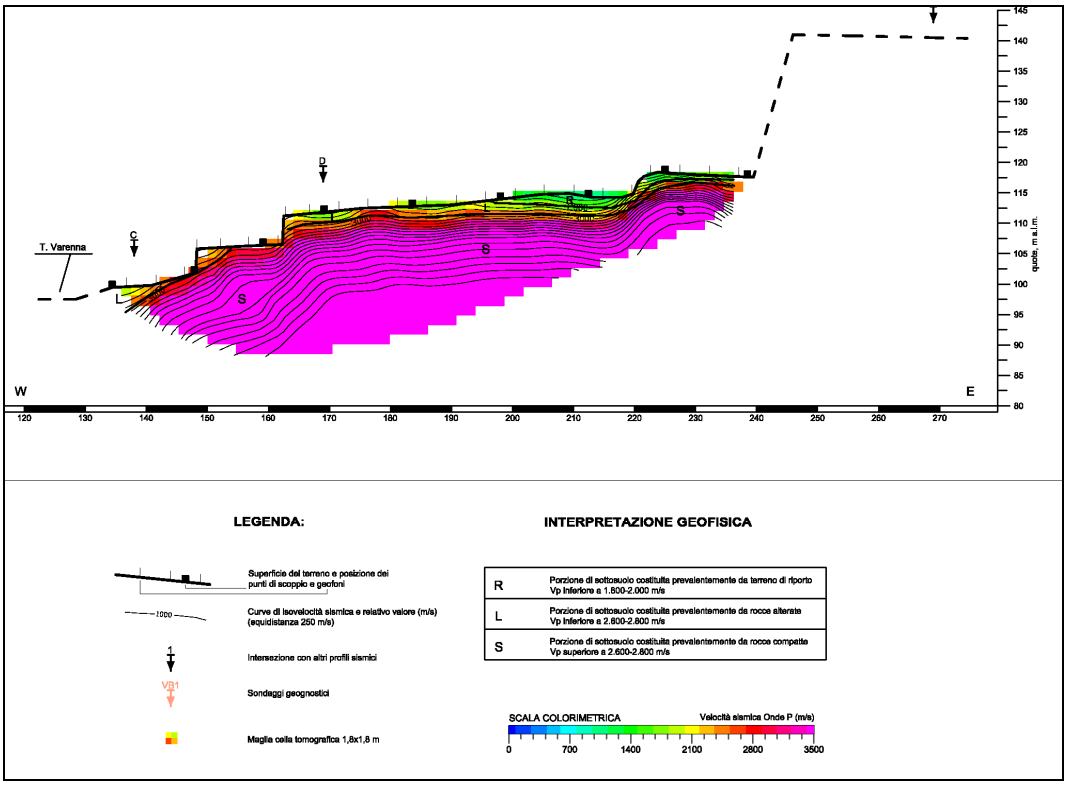


Figura 3-7 – Profilo sismico E

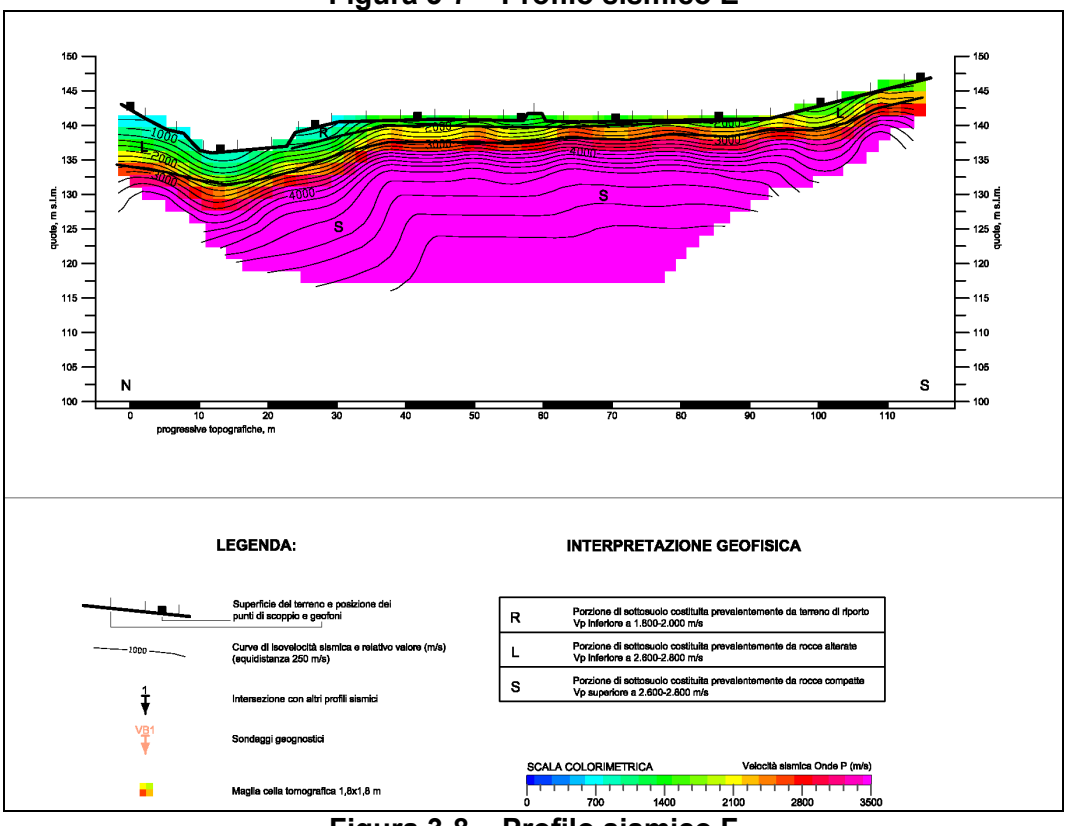


Figura 3-8 – Profilo sismico F

Per i certificati delle indagini eseguite, sia di sito che di laboratorio, si rimanda agli allegati 7 e 8 del presente documento.

3.10 RILEVAMENTO GEOMORFOLOGICO DI DETTAGLIO

In data 16/12/2015 è stato effettuato un sopralluogo lungo il versante destro del Torrente Varenna, procedendo dall'alveo fino al piazzale della cava, ed è stato analizzato unintorno significativo esterno all'area perimetrata nella cartografia del Piano di Bacino, con lo scopo di affinare e integrare le conoscenze rispetto agli elementi geologici e geomorfologici in sito.

Particolare attenzione è stata prestata all'identificazione e rilevamento degli elementi e delle morfologie caratteristiche dei processi di dinamica gravitativa e, in generale, degli indicatori geomorfologici di potenziali o reali cinematismi.

Di seguito viene descritto quanto evidenziato durante il sopralluogo; in Allegato 4 è riportata la planimetria con indicati tutti gli elementi significativi rilevati.

- l'area in esame si colloca sulla sponda in destra idrografica del Torrente Varenna; in questa zona sono presenti alcune cave, ora dismesse, sia in destra sia in sinistra. In particolare in destra è presente la Cava Pian di Carlo, oggetto negli ultimi anni di interventi di ripristino; la PG4 risulta compresa tra il piazzale di cava ed il sottostante torrente. La cava è attualmente raggiungibile mediante una pista, in parte asfaltata che supera il corso d'acqua con un guado; una seconda pista scende verso il Varenna (è di realizzazione più recente e non segnalata sulla cartografia a scala 1:5.000. Il versante al di sotto del piazzale di cava è caratterizzato da acclività accentuata e dalla presenza locale di vegetazione, sia ad alto fusto sia arbustiva (**Foto 1**).

- Il tratto di pista dal guado fino al piazzale di cava è caratterizzato da una scarpata antropica con il ciglio localmente in erosione a causa della presenza del corso d'acqua (**Foto 1**).

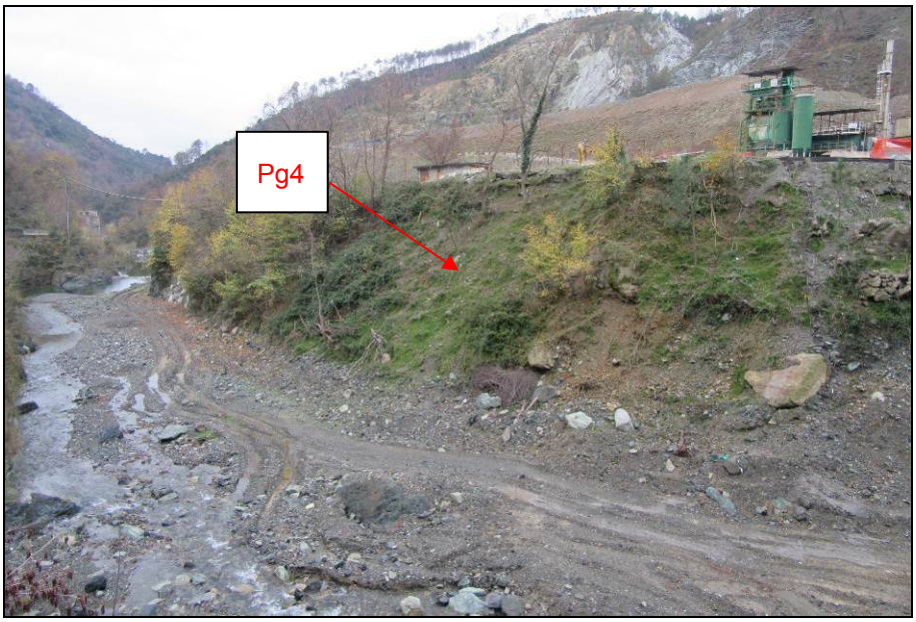


Foto 1 - Panoramica dell'area.

Percorrendo l'alveo da nord verso sud lungo la pista che scende verso il corso d'acqua, sono stati osservati due corpi di frana che si estendono dalla testa della scarpata sino all'alveo, ubicati nella porzione settentrionale dell'area classificata come Pg4; i due dissesti sono quasi coalescenti, solo in sommità si notano due nicchie separate.(**Foto 2**, **Foto 3** e **Foto 4**). Per entrambi i corpi non è stato possibile rilevare l'intero sviluppo degli orli di scarpata di frana sommitali, in quanto obliterati dai lavori di rimodellamento antropico. I dissesti si sono sviluppati all'interno di un deposito antropico con elementi di dimensioni metriche derivate dalle attività di cava; la realizzazione della pista secondaria ha probabilmente causato il franamento di parte della pista superiore.

All'interno del corpo detritico sono presenti dei resti di un manufatto in cls armato completamente distrutto ed i residui della parte asfaltata della strada (**Foto 5**). Alla base sul lato S si rileva un affioramento roccioso costituito da serpentiniti caratterizzato dalla presenza a monte di una netta contropendenza di lunghezza pari a circa 10 m (**Foto 6**).

I corpi di frana sono colonizzati da vegetazione arbustiva e localmente arborea (sul lato più a S).

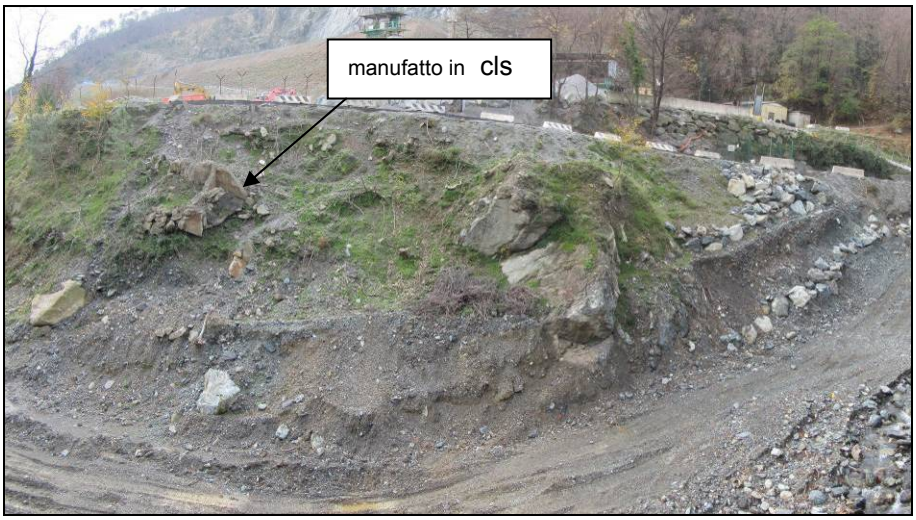


Foto 2 – Dissesto settentrionale visto di fronte (q.104÷117 m s.m.)



Foto 3 – Dissesto settentrionale visto da ESE (q.104÷117 m s.m.)



Foto 4 – Dissesto meridionale (q.102÷117 m s.m.)



Foto 5 – Manufatto in c.a. distrutto sul corpo frana del dissesto settentrionale (q.112 m s.m.)



Foto 6 – Contropendenza all'interno del corpo frana del dissesto settentrionale (q.114 m s.m.)

- Lungo l'alveo, a sud dei due dissesti descritti sopra, è stata rilevata la presenza di una scogliera in massi ciclopici di altezza pari a circa 5 m e di lunghezza pari a circa 50 m; la prima porzione di scogliera (circa 15-20 m) risulta essere lesionata da un dissesto sviluppatosi nei depositi sciolti superficiali che ne hanno causato il parziale ribaltamento (**Foto 7**); proseguendo verso sud la scogliera appare intatta e senza alcuna lesione strutturale che ne comprometta la funzionalità (**Foto 8**).

  Nella porzione più a sud della scogliera, è stato rilevato un dissesto a monte della stessa, che interessa i depositi sciolti presenti sul versante e che non ha causato lesioni all'opera (**Foto 9**).



Foto 7 – Porzione settentrionale della scogliera in massi ciclopici interessata da un dissesto (q.102 m s.m.)



Foto 8 – Porzione meridionale della scogliera in massi ciclopici (q.100÷101 m s.m.)



Foto 9 – Dissesto a monte della porzione meridionale della scogliera in massi ciclopici (q.100÷101 m s.m.)

- Proseguendo lungo il torrente Varenna è stata rilevata la presenza di una briglia in massi ciclopici (**Foto 10**) e di una scogliera di altezza pari a circa 2 m lungo la sponda destra dell'alveo (**Foto 11**); tutte le opere di regimazione idraulica osservate risultano in buono stato di conservazione e prive di lesioni strutturali.



Foto 10 – Briglia in massi ciclopici e cls nell'alveo del torrente Varenna (q.102 m s.m.)



Foto 11 – Scogliera in massi ciclopici a valle della briglia sulla sponda destra del torrente Varenna

- Sul versante destro dell'alveo, in corrispondenza della briglia in massi ciclopici, è stato rilevato un orlo di scarpata di frana di lunghezza pari a circa 35 m, ubicato sul margine del piazzale di cava (**Foto 12** e **Foto 13**). Il corpo di frana sottostante, interessato da solchi di erosione concentrata, è stato parzialmente stabilizzato mediante la posa di massi ciclopici nella sua porzione centrale trattenuti con una rete in aderenza (**Foto 14**).



Foto 12 – Porzione settentrionale dell'orlo di scarpata di frana sul versante destro del torrente Varenna (q.111 m s.m.)



Foto 13 – Porzione meridionale dell'orlo di scarpata di frana sul versante destro del torrente Varenna (q.110 m s.m.)



Foto 14 – Parziale sistemazione del corpo frana a ovest della briglia con massi ciclopici e rete in aderenza (q.102÷110 m s.m.)

- Lungo le sponde dell'alveo e lungo la strada di accesso all'area di cava sono stati osservati diversi affioramenti costituiti principalmente da serpentiniti (**Foto 15**) e subordinatamente da calcescisti (**Foto 16**). Gli affioramenti rilevati presentano tre famiglie di discontinuità con caratteristiche tali da poter classificare gli ammassi rocciosi di qualità variabile da media a buona.



Foto 15 – Affioramento di serpentiniti sul versante destro del torrente Varenna (q.100÷109 m s.m.)



Foto 16 – Affioramento di Calcescisti sull'argine sinistro del torrente Varenna (q.101÷103 m s.m.)

Tutto il ciglio del piazzale di cava e della pista risulta interessato da fenomeni di instabilità locale e l'intera area è soggetta ad erosione da parte del corso d'acqua. Le opere di difesa presenti (scogliere) hanno la funzione di protegger il versante sovrastante, costituito da depositi sciolti (per lo più riporto connesso con le attività di cava).

3.11 CAUSE DEL DISSESTO

X	Materiale di riporto
X	Depositi sciolti
	Coltre di alterazione del substrato
	Litologia del substrato
	Giacitura del substrato
	Fratturazione/tettonizzazione del substrato
	Morfologia del versante (acclività)
X	Precipitazioni meteoriche
	Erosione diffusa
X	Erosione incanalata
	Falda
X	Cause antropiche

Come cause predisponenti del dissesto si possono evidenziare la presenza di depositi sciolti poco addensati costituite da materiale di riporto; le cause innescanti dei dissesti rilevati sono imputabili all'azione erosiva del corso d'acqua in particolar modo in occasione di precipitazioni intense

3.12 DESCRIZIONE SEZIONE GEOLOGICA INTERPRETATIVA

La sezione geologica è stata realizzata lungo la traccia riportata in Allegato 4, codificata 034044-Sez. A, coincidente con la sezione di verifica.

I limiti fra le formazioni rocciose che caratterizzano il sottosuolo dell'area non sono certi, in quanto le indagini eseguite non permettono di determinarne l'esatta ubicazione; anche il contatto fra il substrato roccioso e depositi sciolti superficiali non sono certi in alcune zone della sezione (in particolare nella zona ovest della sezione e al di sotto della scarpata nella zona orientale del piazzale di cava), in quanto non interessate da indagini dirette o indirette.

I limiti riportati nella sezione geologica derivano dall'interpretazione delle prove geognostiche e geofisiche eseguite nell'area e proiettate lungo la traccia della sezione stessa, nonché dalle osservazioni effettuate in sito durante il sopralluogo.

Nelle stratigrafie dei sondaggi (si veda Allegato 7) i depositi sciolti superficiali sono classificati come materiale di riporto derivante dalle lavorazioni effettuate in cava; i depositi sciolti superficiali presenti sulla scarpata destra del torrente Varenna sono da attribuirsi in parte ai depositi di versante e in parte a depositi antropici derivanti dalle lavorazioni di cava (in particolare i blocchi di dimensioni metriche osservati durante il sopralluogo). Nella sezione geologica è stato scelto di classificare tutti i depositi sciolti superficiali come depositi misti (in parte di origine naturale, in parte di origine antropica).

La sezione geologica interpretativa è riportata in Allegato 5.

4. ASPETTI GEOTECNICO - INGEGNERISTICI

4.1 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Per la caratterizzazione geotecnica (modello geotecnico di riferimento) ci si è basati:

- sui dati geologici-geomorfologici descritti nel Capitolo 3;
- su quanto riportato nel documento relativo alla caratterizzazione geotecnica allegata al Progetto Definitivo (cfr. elaborato APE0001); in particolare, si è fatto riferimento alla caratterizzazione relativa alle formazioni di base, Serpentiniti (S) e Metabasiti (MB), e delle relative fasce di alterazione (rispettivamente S-Cap e MB-CaP);
- ai risultati di back analysis eseguite sulle sezioni riportate nel seguito del documento con la finalità di determinare i parametri di resistenza dei materiali delle coltri superficiali, da confrontare con i valori di caratterizzazione di progetto.

Come già accennato precedentemente, il rilievo geomorfologico di dettaglio ha evidenziato la presenza di vari dissesti diffusi lungo tutta la scarpata del piazzale di cava, legati principalmente a movimenti della coltre detritica superficiale che presenta generalmente uno spessore massimo compreso fra circa 5 m nell'area del piazzale di cava e fra 8÷9 m circa nella zona di scarpata classificata come Pg4.

A monte della porzione sommitale dell'area indicata come soggetta a dissesto attivo nella cartografia del Piano di Bacino non sono stati osservati indicatori morfologici rappresentativi di movimenti in atto (quali rotture di pendio improvvise e continue o fratture di trazione), fatta eccezione per una netta contropendenza ubicata a monte di uno sperone roccioso nella porzione settentrionale della scarpata, la quale, comunque, sottende un volume roccioso limitato.

Vista la complessità geologica del substrato roccioso presente nell'area in esame, sia per le Back analysis che per le verifiche in condizioni di progetto si è scelto di considerare un substrato roccioso indifferenziato (nonchè un conseguente strato di alterazione del substrato roccioso indifferenziato) al quale, a favore di sicurezza, sono stati attribuiti i parametri di resistenza più scadenti tra quelli delle tre formazioni osservate nell'area (in questo caso i parametri dell'unità delle Serpentiniti).

Per quanto riguarda i depositi sciolti superficiali, come già accennato al §3.9, si è scelto di accorpare i depositi di versante e i depositi antropici in un'unica unità geotecnica, in quanto i parametri di resistenza al taglio di questi ultimi, riportati nel progetto di variante del piano di coltivazione, finalizzato alla sistemazione definitiva della cava Pian di Carlo e risalente all'anno 2001 (c'=0 kPa, ϕ'=28°), rientrano nell'intervallo dei valori caratteristici delle coltri di copertura superficiali (c'=0 kPa, ϕ'=26°÷30°).

In definitiva, le analisi di stabilità globale del versante sono state condotte assumendo la seguente sequenza stratigrafica:

- da p.c. a -5.0÷-9.0 m da p.c. – COLTRE di copertura dell'ammasso roccioso (potenzialmente instabile): depositi misti di versante/antropici costituiti principalmente da ghiaie angolose in matrice sabbiosa e sabbie limose con clasti spigolosi con abbondanti blocchi rocciosi angolosi di dimensioni metriche presenti sulla scarpata, derivanti dall'attività estrattiva (unità C_{mista});
- da -5.0÷-9.0 m a -7.0÷-12.0 m da p.c. – CAPPELLACCIO: livello di alterazione del substrato roccioso indifferenziato, aventi caratteristiche geomeccaniche più scadenti rispetto alle formazioni di base (Unità S_I-Cap);
- al di sotto di -7.0÷-12.0 m da p.c. – SUBSTRATO: formazione di base, ammasso roccioso indifferenziato (Unità S_I).

Oltre alle unità qui sopra riportate, nelle analisi è stata considerata la presenza all'interno dell'alveo dei depositi alluvionali del torrente Varenna, costituiti da ghiaia e sabbia con ciottoli in matrice sabbiosa e caratterizzati da uno spessore variabile sempre inferiore a 1.5 m (Unità Al).

Al fine di considerare l'effetto di incremento della resistenza al taglio dei depositi superficiali legato all'azione dei grossi blocchi metrici presenti al loro interno, nelle analisi eseguite è stata attribuita alle coltri superficiali una componente di resistenza di tipo coesivo pari a 5 kPa, sulla base di quanto riportato nell'articolo "Effect of the coarse fractions to the shear strength of colluvium" (T.Y. Ifran & K.Y. Tang, 1992, Geotechnical Engineering Office- Civil Engineering Department Hong Kong).

Le analisi sono state condotte secondo il modello riportato in **Figura 4-1**.

Nelle back analysis eseguite, il manufatto in c.a. ubicato a monte della scarpata su cui insiste il dissesto identificato dai documenti del Piano di Bacino è stato modellato come un sovraccarico permanente pari a 30 kPa distribuito su 4 m circa di lunghezza, i manufatti e i fabbricati presenti nella porzione occidentale del piazzale di cava non sono stati considerati in quanto il loro effetto è ininfluente per la problematica in esame.

La falda considerata nelle verifiche interessa solamente i depositi misti superficiali e i depositi alluvionali; all'interno dei depositi misti la falda è caratterizzata da una soggiacenza pari a circa due terzi del loro spessore, all'interno dei depositi alluvionali la falda è caratterizzata da una soggiacenza nulla.

Per determinare le caratteristiche di resistenza delle coltri di copertura dell'ammasso roccioso, sono state eseguite una serie di analisi a ritroso (back analysis), mediante un apposito codice di calcolo (GeoStudio 2007). È stato ricercato il valore dei parametri di resistenza residui in grado di determinare coefficienti di sicurezza pressoché unitari (Fs ≈ 1), ossia in condizioni di equilibrio limite.

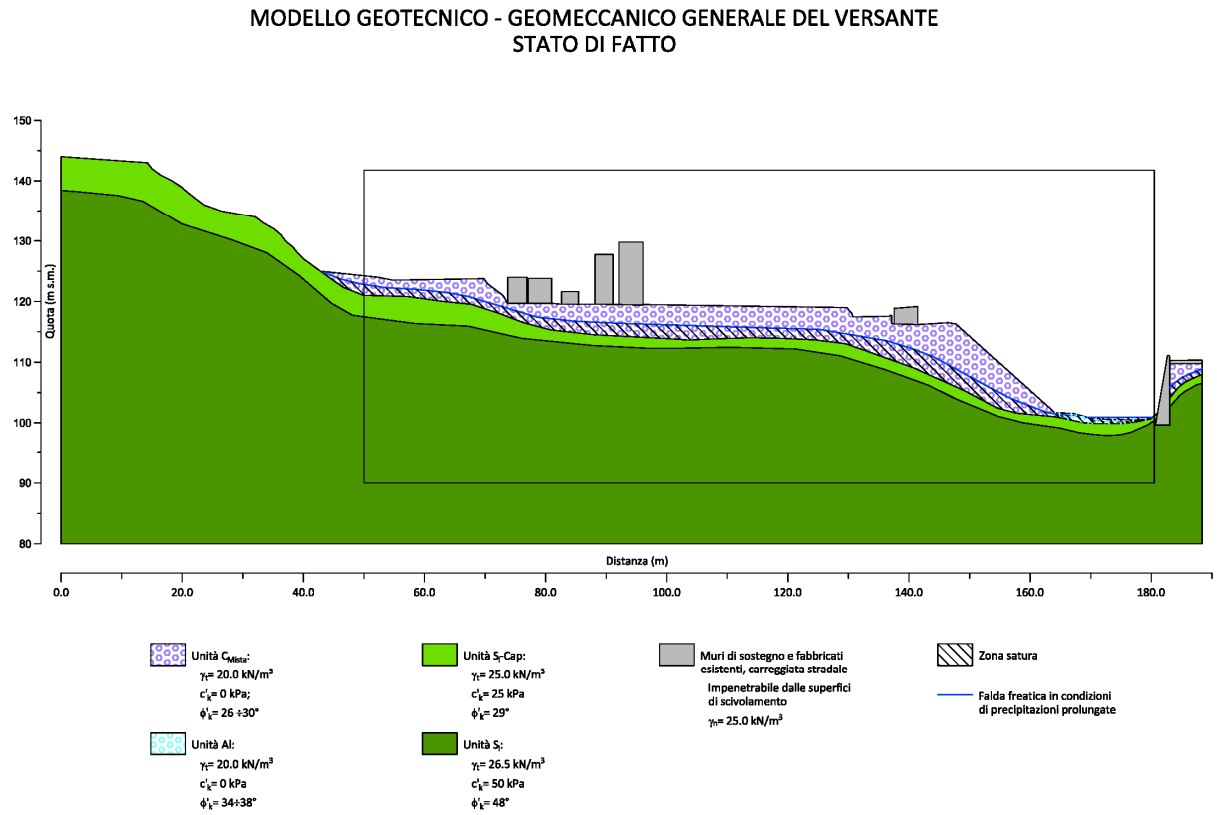


Figura 4-1 – Modello stato attuale

Il modello geotecnico utilizzato è stato costruito sulla base della cartografia esistente e delle evidenze geologiche e morfologiche rilevate in sito. La sezione geologica è stata determinata sul profilo altimetrico riportato in **Figura 4-3**, scelto nella parte centrale dell'area Pg4 all'incirca secondo la massima pendenza.

Considerato lo spessore dei depositi superficiali, la tipologia e l'ubicazione del dissesto desunte durante i rilievi geomorfologici di dettaglio effettuati, si è scelto di eseguire la back analysis nella porzione della sponda destra del torrente Varenna, caratterizzata dalla presenza di detriti con il maggior spessore, pari a circa 8÷9 m come evidenziato dai risultati delle indagini geofisiche riportate al §3.6 (riquadro in **Figura 4-1**).

La superficie di scivolamento critica individuata è localizzata interamente nello strato superficiale della coltre di copertura, parte dal margine orientale del piazzale di cava a q.116 m s.m. circa ed emerge alla base della scarpata fra q.101 m s.m. e q.102 m s.m.. I risultati in termini di caratteristiche di resistenza delle coltri superficiali e di fattore di sicurezza sono indicati nella **Figura 4-2** e in **Tabella 4-1**; il fattore di sicurezza calcolato al termine della Back Analysis è pari a FS=1.013.

BACK ANALYSIS - STATO DI FATTO

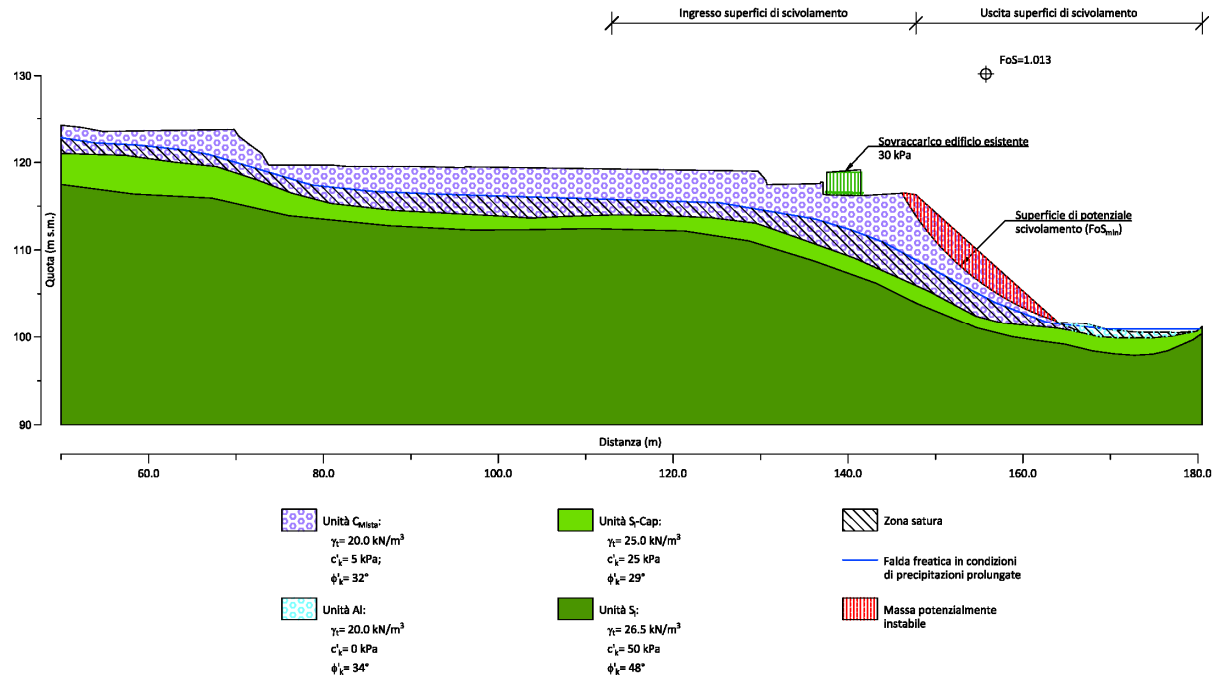


Figura 4-2 – Risultati back analysis stato di fatto

Parametri del detrito misto superficiale (Unità C_{mista}) ottenute tramite back analysis	
γ_t (kN/m^3)	20
c' (kPa)	5
φ' (°)	32.0
FS	1.013

Tabella 4-1 - Parametri di resistenza residui e fattore di sicurezza

La back analysis eseguita mostra che i parametri di resistenza al taglio residui ottenuti per depositi superficiali sono leggermente superiori a quelli caratteristici indicati nella relazione geotecnica generale (cfr. Ape001).

ϕ'_{res} (angolo di resistenza al taglio residuo derivante da back analysis) = 32°

ϕ'_K (angolo di resistenza al taglio caratteristico da caratterizzazione geotecnica = 26 ÷ 30°

c'_{res} (coesione efficace residua derivante da back analysis): =5 kPa

c'_K (coesione efficace caratteristica da caratterizzazione geotecnica) 0 kPa

I valori di resistenza al taglio ottenuti tramite back analysis rappresentano i valori minimi in condizioni di equilibrio limite. I parametri caratteristici (vedi relazione di caratterizzazione geotecnica, Cfr. APE001) sono quelli ottenuti da apposite prove in sito e in laboratorio eseguite sui campioni prelevati nei sondaggi effettuati nell'intera area di intervento.

Ai fini della valutazione della pericolosità geologica/geotecnica dell'area di influenza considerata da questo documento si sono utilizzati per i depositi superficiali i valori di resistenza residui ricavati dalla back analysis; per quanto riguarda l'ammasso roccioso profondo e la sua porzione superficiale, maggiormente alterata e fratturata (Cappellaccio), sono stati utilizzati i parametri caratteristici relativi alle serpentiniti e al loro cappellaccio di alterazione (parametri di resistenza più scadenti fra le tre unità presenti nell'area), indicati nella relazione geotecnica (Cfr. APE001), riportati sinteticamente in **Tabella 4-2**

Parametri geotecnici caratteristici	Substrato roccioso indifferenziato (*) (Unita S_I)	Cappellaccio di alterazione del Substrato roccioso indifferenziato (**) (Unità S_I-Cap)	Depositi Alluvionali (Unità Al)
γ_t (kN/m^3)	26.5	25.0	20.0
c'_K (kPa)	50.0	25.0	0.0
ϕ'_K (°)	48.0	29.0	34
(*) Parametri di resistenza delle Serpentiniti (Unità S); (**) Parametri di resistenza del cappellaccio di alterazione delle Serpentiniti (Unità S-Cap).			

Tabella 4-2 - Parametri di resistenza caratteristici delle unità geotecniche

4.2 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

Come già anticipato, a monte dell'area interessata dal dissesto 034044, verrà realizzata la rampa di servizio che permette l'accesso alla spalla ovest del viadotto e all'adiacente area di emergenza (cfr. **Figura 4-3**).

Le opere consistono nella realizzazione sul margine esterno dell'attuale piano di cava di una strada di servizio che passerà sotto il viadotto Varenna per raggiungere l'area di emergenza in corrispondenza degli imbocchi lato Savona delle gallerie Amandola ovest ed est. Verrà inoltre realizzata un'elisuperficie a nord della carreggiata ovest dell'autostrada, che sarà collegata alla rampa di servizio principale per mezzo di una seconda pista.

A valle della rampa di servizio principale è prevista la realizzazione lungo la sponda destra del torrente Varenna di una scogliera in massi ciclopici, intasata con malta di calcestruzzo,

su fondazione profonda realizzata mediante micropali e da due ordini di terre rinforzate a monte della scogliera stessa, fino al raggiungimento della quota dell'attuale piazzale di cava (**Figura 4-4**). La fondazione profonda della scogliera in massi ciclopici realizzata tramite micropali è prevista unicamente nelle aree in cui la base della scogliera stessa sia intestata all'interno dell'ammasso roccioso per una profondità inferiore a 1.0 m o nelle aree in cui la base della scogliera sia in materiale sciolto.

Precedentemente alla realizzazione delle opere di sostegno descritte è previsto il disgaggio dei blocchi rocciosi instabili osservati nel corso dei rilievi geomorfologici di dettaglio (cfr. 3.7), presenti sulla sponda destra del torrente Varenna.

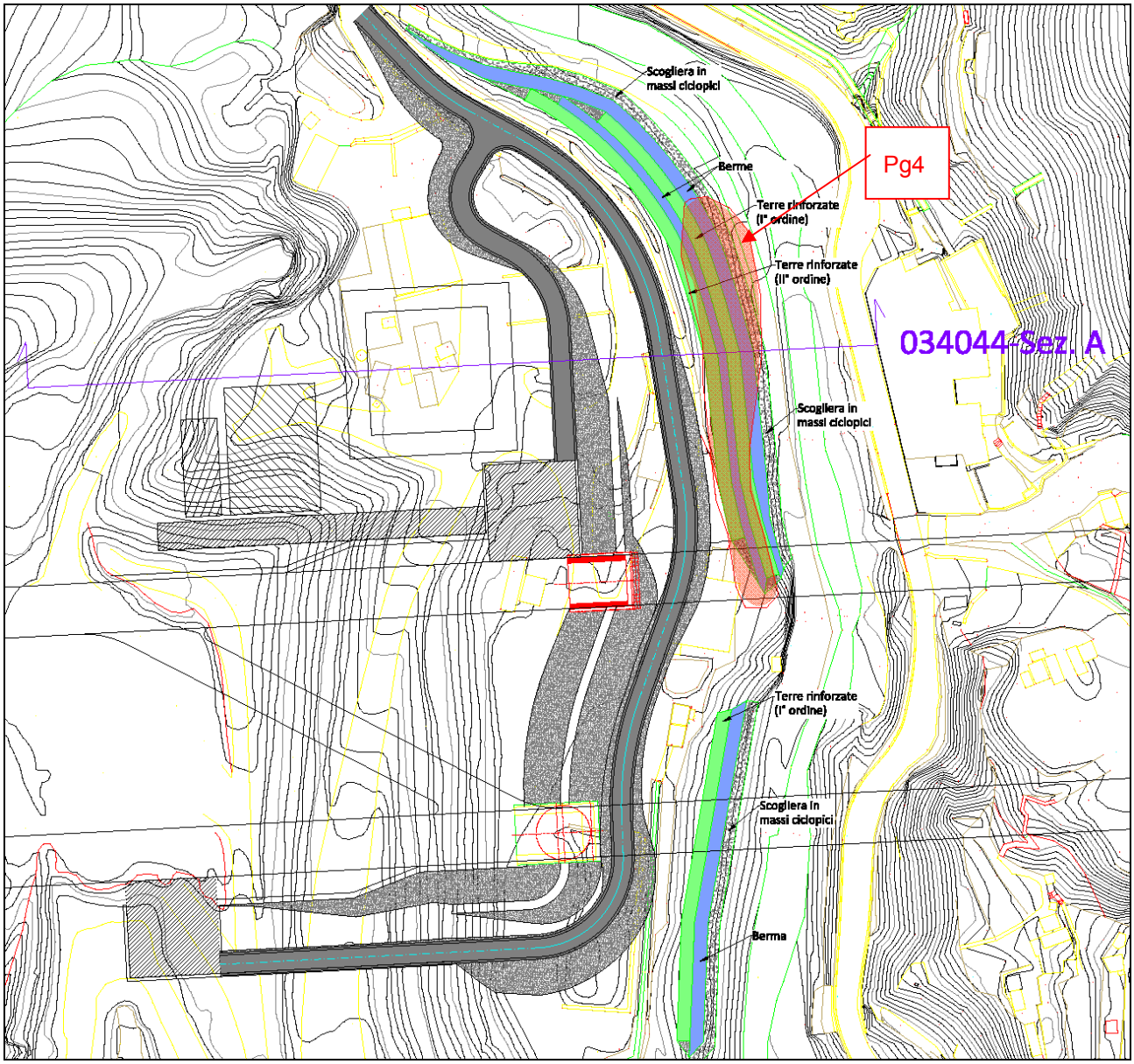


Figura 4-3 – Stralcio planimetrico con l'indicazione della sezione analizzata - Pg4

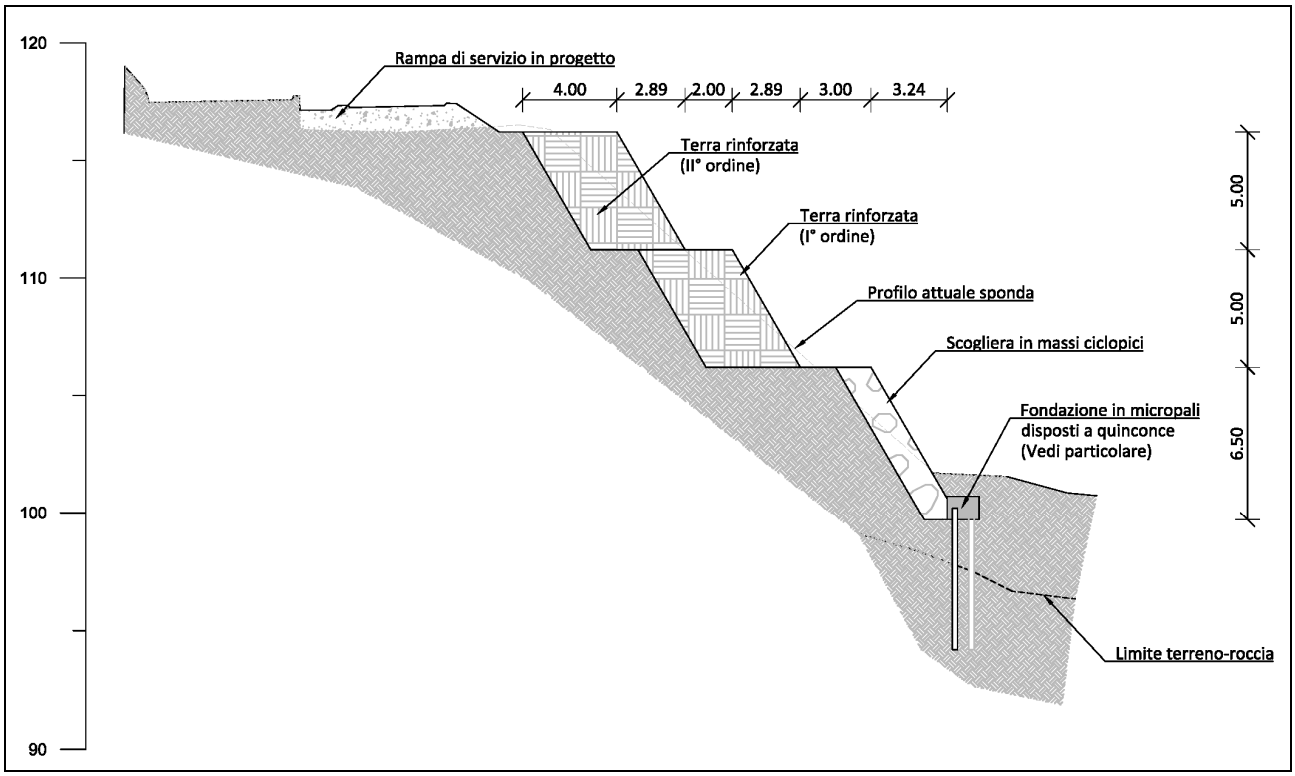


Figura 4-4 – Sezione tipo delle opere di sostegno della sponda

4.3 ANALISI DI STABILITÀ

Per il dimensionamento delle opere previste (cfr. 4.2) è stata presa in considerazione la sezione utilizzata per la back analysis, ubicata nella parte centrale dell'area di frana Pg4 nella zona di massima pendenza. Nella sezione di verifica sono state inserite le nuove opere necessarie per la realizzazione della rampa di servizio principale (scogliera in massi ciclopici con fondazione profonda in micropali e terre rinforzate). Per il dimensionamento e la verifica delle stesse si rimanda alla relazione di calcolo specifica.

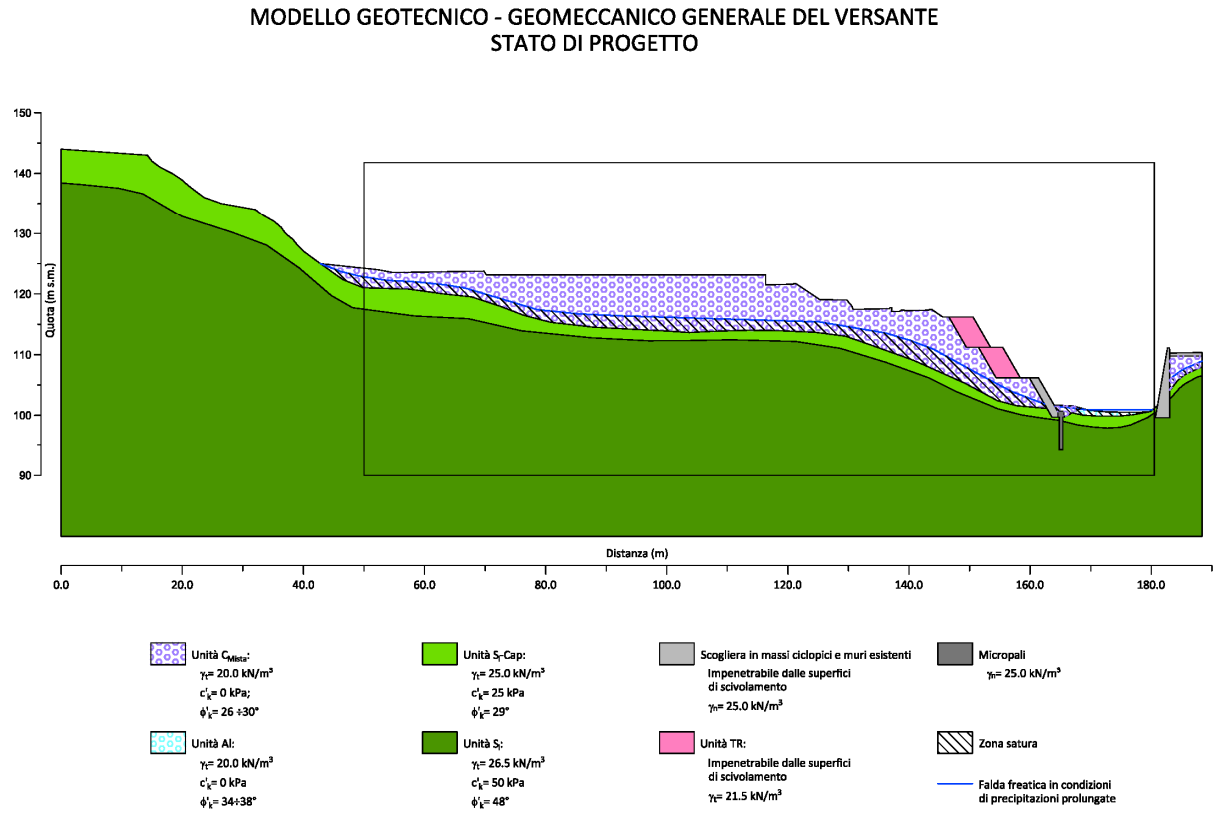


Figura 4-5 – Modello stato di progetto

Come evidenziato dal modello geotecnico/geomeccanico (**Figura 4-5**), le potenziali interazioni fra i processi di dinamica geomorfologica descritti al §3 e le opere in progetto sono estremamente localizzati, pertanto le analisi di stabilità globale sono state sviluppate in corrispondenza dell'area delimitata dal riquadro riportato in **Figura 4-5** in corrispondenza della sponda destra del torrente Varenna, che rappresenta la situazione di maggior criticità ai fini delle condizioni di stabilità.

E' stato adottato il noto approccio all'equilibrio limite, secondo il metodo di Morgenstern e Price (1965), basato su una procedura di risoluzione iterativa che consente di soddisfare sia l'equilibrio alla rotazione che quello alla traslazione orizzontale, tenendo conto sia delle

forze normali che delle forze di taglio trasmesse tra i conci in cui il pendio viene discretizzato.

L'analisi è stata eseguita utilizzando il codice di calcolo GEO-SLOPE 2007, in grado di effettuare la ricerca automatica delle superfici di scivolamento caratterizzate dal rapporto minimo fra resistenze e azioni di progetto.

Tutte le verifiche sono state eseguite ai sensi delle vigenti NTC2008.

In accordo con quanto riportato al §6.8.1 delle citate norme tecniche, le verifiche sono state eseguite secondo l'Approccio 1 – Combinazione 2 (A2+M2+R2).

In generale nelle NTC2008 (§6.2.3) è richiesto che sia soddisfatta la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d è il valore di progetto dell'azione o degli effetti delle azioni e R_d è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico, ovvero:

$$E_d = E\left[\gamma_F \times F_K ; \frac{X_K}{\gamma_M} ; a_d\right]$$

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} \times R\left[\gamma_F \times F_K ; \frac{X_K}{\gamma_M} ; a_d\right]$$

Nelle formulazioni di cui sopra, il valore degli effetti delle azioni (E) e della resistenza (R) dipendono dai seguenti fattori:

- Azioni di progetto ($\gamma_F \times F_K$): dove F_K rappresenta il valore della generica azione caratteristica e γ_F il relativo coefficiente amplificativo (nel caso specifico appartenente al gruppo A2);
- Parametri di progetto (X_K/γ_M): dove X_K rappresenta il generico parametro meccanico caratteristico del terreno/roccia e γ_M il relativo coefficiente riduttivo (nel caso specifico appartenente al gruppo M2);
- Geometria di progetto (a_d).

Inoltre nella formulazione delle resistenze di progetto (R_d), compare il coefficiente riduttivo della resistenza del sistema geotecnico (γ_R, nel caso specifico appartenente al gruppo R2), da applicare alla resistenza (R).

L'analisi di stabilità globale all'equilibrio limite viene eseguita calcolando il coefficiente riduttivo della resistenza del sistema geotecnico ($\gamma_{R_CALC} = R/E_d$) e valutando che quest'ultimo sia maggiore o uguale al il coefficiente parziale minimo imposto dalla normativa (γ_R), funzione della tipologia di sistema geotecnico studiato (nel caso specifico $\gamma_{R2} = 1.1$).

Le analisi sono state eseguite sia in condizioni statiche (SLU) sia in condizioni sismiche (SLV).

L'analisi di stabilità è stata svolta con i parametri di progetto del substrato roccioso indifferenziato (Unità S_I), della relative fascia di alterazione sommitale (S_I-Cap) e dei depositi alluvionali grossolani del torrente Varenna (Unità Al), desunti dai parametri caratteristici e ridotti mediante i coefficienti parziali M2.

Per le coltri superficiali miste (Unità C_{mista}) sono invece stati impiegati come parametri di progetto i parametri residui derivati dalla back analysis, ai quali viene applicato un coefficiente riduttivo unitario, in accordo con le indicazioni e i suggerimenti dell'Eurocodice 7 e del documento "Designers Guide to EN1997-1 Eurocode 7: Geotechnical design – General Rules".

In **Tabella 4-3** sono sinteticamente riportati i parametri di progetto utilizzati per le analisi.

Unità geotecnica/Geomeccanica	γ_t (kN/m³)	ϕ'_{d_M2} (°)	c'_{d_M2} (kPa)
C_{Mista}	20.0	32.0	5.0
S_I-Cap	25.0	23.9	20.0
S_I	26.5	41.6	40.0
Al	20.0	28.4	0.0

Tabella 4-3 - Parametri di resistenza di progetto utilizzati per l'analisi

La ricerca delle potenziali superfici di scorrimento viene effettuata imponendo un'elevata resistenza delle opere in progetto, quindi escludendo le superfici che interessano le opere di sostegno, le cui condizioni di stabilità vengono trattate nella relazione di calcolo specifica.

I sovraccarichi variabili stradali e quello legato all'atterraggio di un elicottero al centro dell'elisuperficie (pari a 20 kPa distribuiti lungo una fascia di lunghezza pari a 3.0 m), nonché i sovraccarichi variabili di progetto presenti sull'elisuperficie (pari a 0.5 kPa distribuiti su una fascia di 17 m) sono stati considerati esclusivamente dove la loro presenza comporta un peggioramento delle condizioni di stabilità globale; e sono stati amplificati del coefficiente parziale A2; nelle analisi i sovraccarichi non vengono applicati quando il loro effetto ha carattere stabilizzante.

In accordo alle NTC2008, i sovraccarichi variabili non vanno combinati con le azioni sismiche, per tanto essi sono stati considerati nulli nelle verifiche in condizioni sismiche.

Le verifiche in condizioni sismiche sono state condotte tenendo conto di una spinta pseudo statica equivalente, calcolata a partire dai seguenti valori dei coefficienti sismici orizzontale e verticale:

- k_H = 0.027 g
- k_V = ± 0.0135 g
-

Sulla base di quanto definito al Par.7.11.3.5.2 delle NTC 2008, i coefficienti sismici k_h (orizzontale) e k_v (verticale) sono definiti come:

$$k_h = \beta_s \times a_{max}$$

$$k_v = \pm k_h / 2$$

essendo

β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito = 0.20 (**Tabella 4-4**).

	Categoria di sottosuolo	
	A	**B,C,D,E**
	β_s	β_s
$0.2 < a_g$ (g) < 0.4	0.30	0.28
$0.1 < a_g$ (g) < 0.2	0.27	0.24
a_g (g) < 0.1	0.20	0.20

Tabella 4-4 - Coefficiente βs

La verifica di stabilità globale costituisce una verifica di Salvaguardia della Vita (SLV), pertanto i coefficienti sismici riportati nella tabella seguente sono relativi ad un evento con tempo di ritorno pari a 949 anni.

Per il sito in oggetto risulta:

a_g = 0.084 g

$a_{max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g$ = 1.6 · 1.0 · 0.084 = 0.134 g

Le verifiche in condizioni sismiche sono state condotte applicando la componente orizzontale di spinta pseudo statica coerentemente alla direzione di scivolamento, mentre la componente verticale è stata considerata in entrambi i versi.

Si fa comunque presente che nel dimensionamento delle opere di sostegno previste in progetto, coerentemente con quanto richiesto dalla normativa vigente (NTC 2008), è stata verificata la stabilità globale dell'insieme terreno-opera. Per le specifiche analisi si rimanda quindi alle relazioni di calcolo delle singole opere.

Da **Figura 4-6** a **Figura 4-8** sono riportati i risultati delle analisi di stabilità in condizioni statiche e in condizioni sismiche dello stato di progetto, in **Tabella 4-5** sono sinteticamente riassunti i coefficienti γ_{R2_calc} ottenuti dalle analisi svolte.

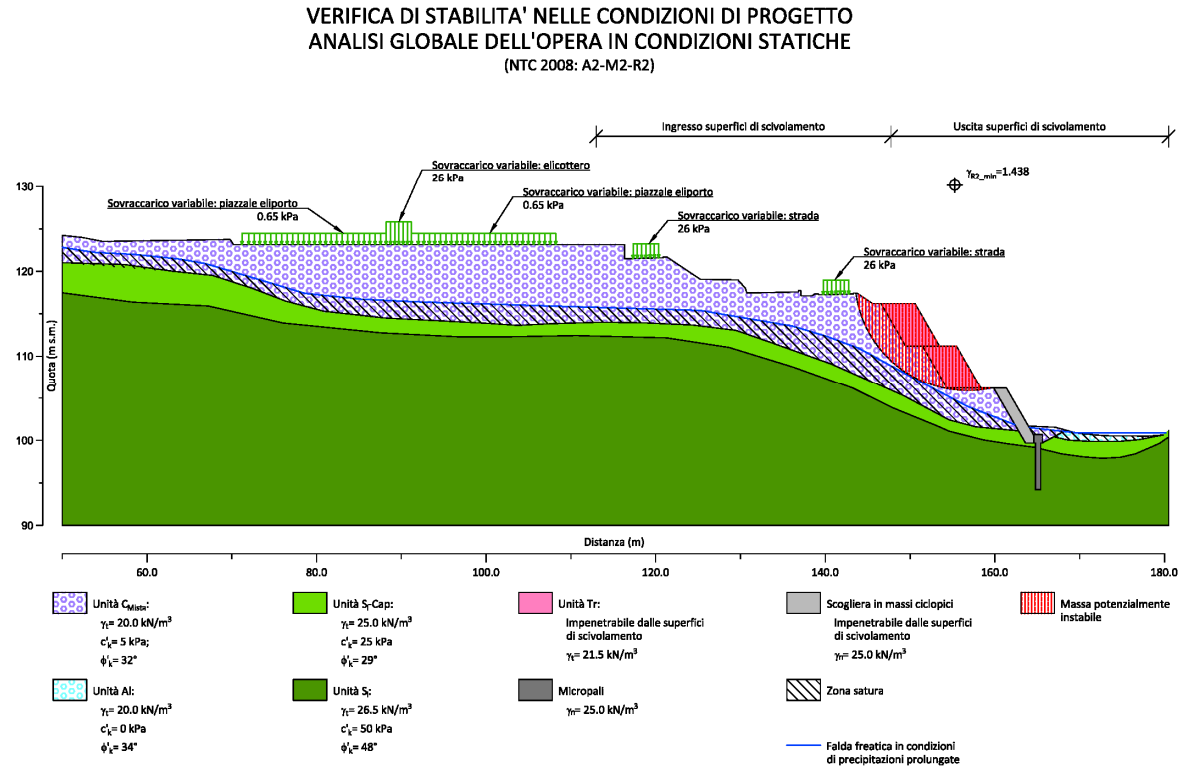


Figura 4-6 – Porzione superiore del versante – Stato di progetto - Analisi di stabilità in condizioni statiche

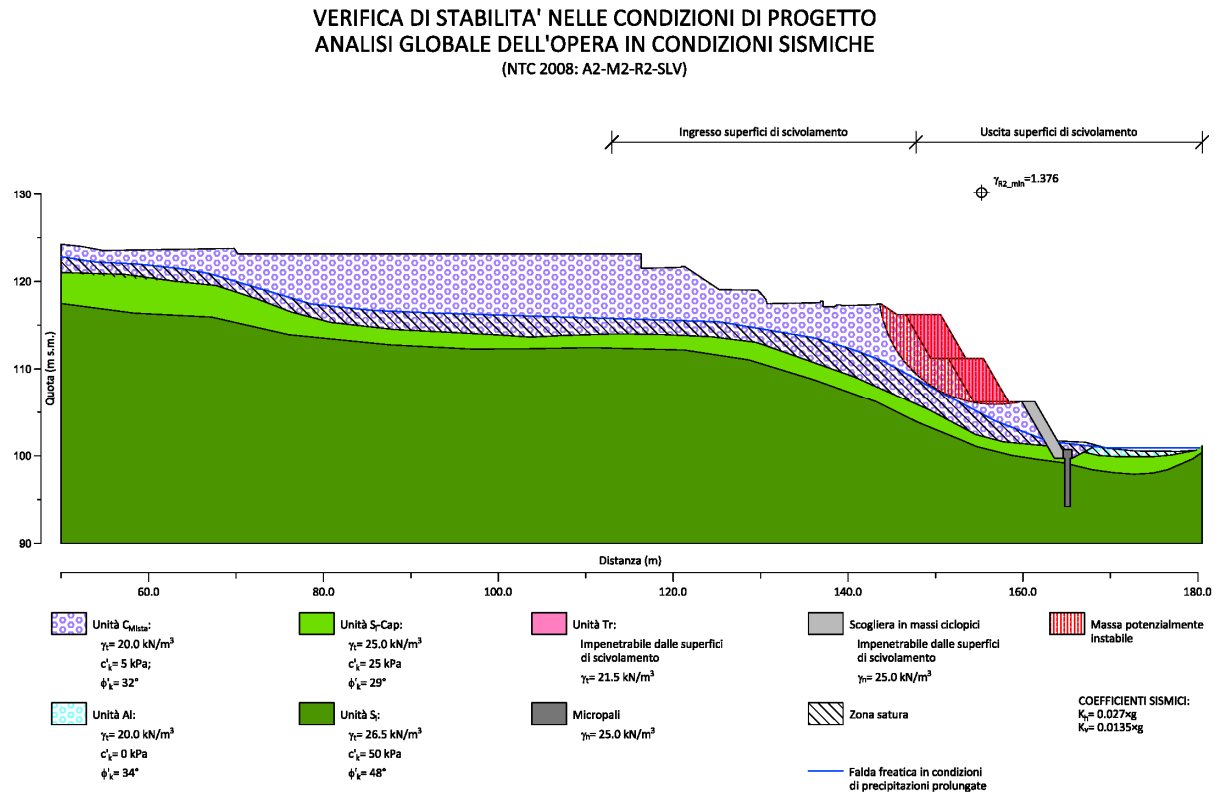


Figura 4-7 –Stato di progetto - Analisi di stabilità in condizioni sismiche (Kv con segno positivo)

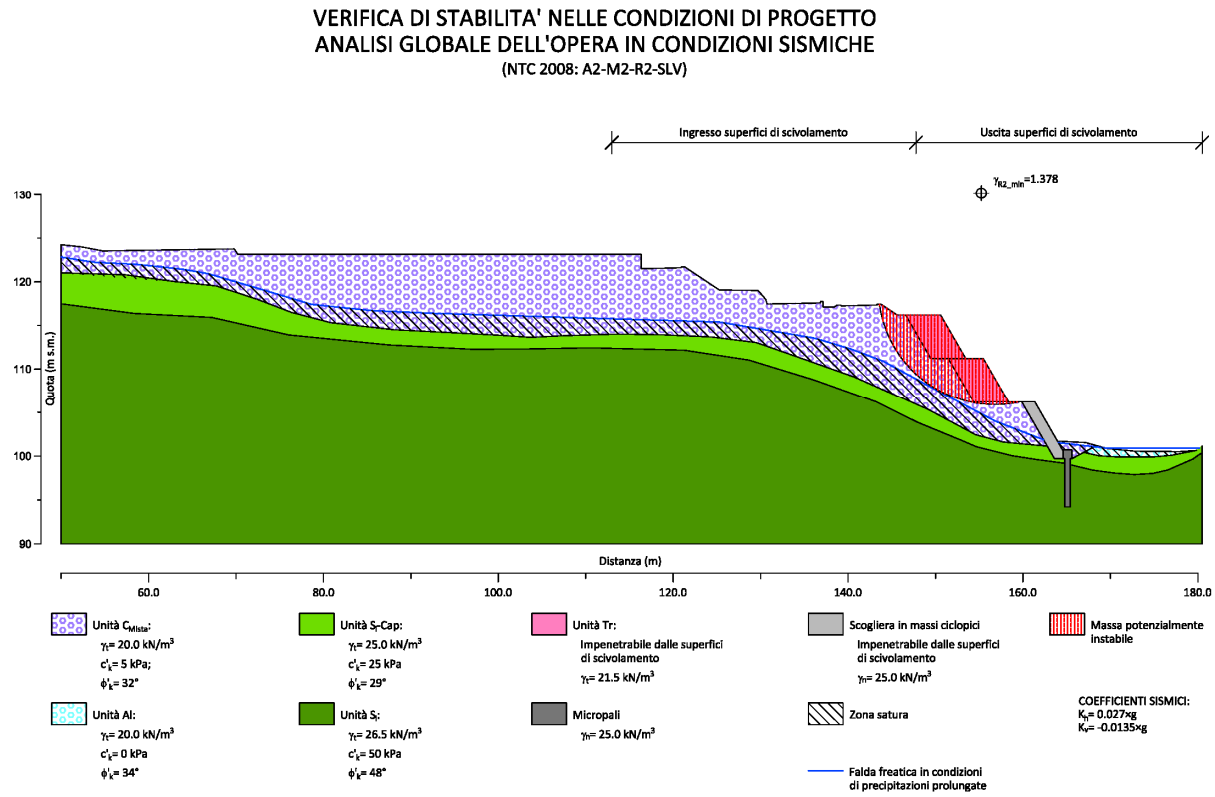


Figura 4-8 – Stato di progetto - Analisi di stabilità in condizioni sismiche (Kv con segno negativo)

Analisi di stabilità	Coefficiente γ_{R2_Calc}
Stato di progetto – Condizioni statiche	1.438
Stato di progetto – Condizioni sismiche (Kv positivo)	1.376
Stato di progetto – Condizioni sismiche (Kv negativo)	1.378

Tabella 4-5 – Risultati della analisi di stabilità in condizioni statiche – Stato di progetto

Per tutti i casi analizzati la stabilità globale dell'opera è verificata, essendo:

$$\gamma_{R2_Calc} < \gamma_{R2}, \qquad \text{dove} \quad \gamma_{R2}=1.1$$

Per quanto riguarda il dimensionamento locale delle singole opere ai sensi della normativa vigente (NTC2008) si rimanda alla specifica relazione di calcolo.

4.4 QUADRO DI SISTESI

Nel seguito vengono riassunti i risultati delle analisi eseguite.

Le analisi ante-operam hanno indagato le condizioni attuali dell'area e possono essere intese come verifiche di stabilità a scala di versante: le analisi mostrano le condizioni critiche con fattori di sicurezza prossimi all'unità (back analysis).

Le verifiche di stabilità globale del terreno sono poi condotte nelle condizioni di post-operam e cioè in seguito ai lavori, analizzando le condizioni più gravose tenendo conto della geometria delle opere e delle fasi realizzative. Le verifiche si riferiscono all'intero versante che a porzioni significative del versante stesso, dove ritenuto rappresentativo.

ANALISI ESEGUITE	**FS min**	
	statico	**sismico**
Analisi **ante-operam**	1.013	--
Analisi **post-operam**	1.438	1.376

Alla luce dei risultati delle verifiche analitiche svolte, le opere in progetto e gli accorgimenti costruttivi adottati sono tali da garantire il rispetto dei fattori di sicurezza per la zona instabile interessata dai lavori, sia durante le attività di cantiere che nell'assetto definitivo dell'area.

5. RACCOMANDAZIONI ESECUTIVE DURANTE I LAVORI

Durante le lavorazioni previste, al fine di prevenire fenomeni di erosione e/o di arretramento/espansione delle aree di dissesto, valgono le seguenti raccomandazioni:

- durante i lavori devono essere presi tutti gli accorgimenti aventi lo scopo di raccogliere e regolare la circolazione delle acque superficiali evitando ristagni e situazioni che possano comportare l'evoluzione di fenomeni erosivi; a tergo delle opere provvisorie di sostegno/contenimento delle terre devono essere sempre previsti drenaggi e/o canalette di raccolta al fine di assicurare la raccolta e smaltimento delle acque superficiali;

- i movimenti terra devono essere limitati allo stretto necessario, adottando tutti gli accorgimenti utili al fine di evitare, durante e dopo l'esecuzione, situazioni che possano comportare fenomeni di degrado delle caratteristiche meccaniche di resistenza delle coltri potenzialmente instabili (eventuali interventi di soil nailing); qualora, durante le operazioni di scavo/movimento terra, si evidenziano particolari condizioni di instabilità a breve termine, gli sbancamenti devono essere eseguiti per settori contenuti ed essere seguiti dall'immediata realizzazione delle opere di contenimento/consolidamento;

- eventuali depositi temporanei dei materiali di scavo devono essere eseguiti con pendenze delle scarpate congrue alle caratteristiche di resistenza dei materiali in modo da evitare fenomeni erosivi lungo le scarpate e/o di ristagno delle acque; la posizione di tali depositi deve essere tale da non compromettere la stabilità delle aree interessate; il depositi

- i riporti di terreno, anche provvisori, devono essere eseguiti per strati, previa predisposizione dei piani di posa (scotico, regolarizzazione e/o eventuale gradonatura) assicurando il compattamento dei terreni; devono essere comunque sempre previste opere di regimazione ed allontanamento delle acque e protezione dei fenomeni erosivi delle scarpate.

6. INDAGINI INTEGRATIVE PROPEDEUTICHE AL MONITORAGGIO GEOTECNICO

Per quanto concerne le opere di sostegno poste a valle della rampa di servizio principale e la rampa stessa, sarà previsto un monitoraggio topografico, con il posizionamento di mire per la misura degli spostamenti in testa, sia durante durante le fasi realizzative sia al termine delle opere stesse.

6.1 STUDIO DEGLI SPOSTAMENTI SUPERFICIALI CON DATI RADAR SATELLITARI

A scala dell'intero progetto è stato attivato uno studio dei movimenti mediante analisi interferometrica da satellite.

L'interferometria costituisce oggi un valido strumento operativo per il monitoraggio da remoto di vaste aree della superficie terrestre, quali quelle interessate dal progetto della Gronda, senza la necessità di installare strumentazione a terra.

Sono stati acquisiti i dati di archivi storici di immagini satellitari relativi all'intera area di intervento.

L'utilizzo dei dati satellitari ENVISAT e COSMO-SkyMed, entrambe in doppia geometria, ha permesso di studiare le deformazioni dell'area analizzata (Figura 5-1) relative ad un periodo temporale che va da Luglio 2004 ad Agosto 2015.

In particolare:

- l'elaborazione con dati ENVISAT ascendenti è relativa al periodo 07/2004 – 10/2010 ed ha permesso di misurare le deformazioni superficiali di circa 170.000 punti distribuiti sull'intera area d'interesse (43 immagini ENVISAT acquisite in geometria ascendente con angolo d'incidenza di 22,84° e risoluzione a terra di 25 m x 5 m).
- l'elaborazione con dati ENVISAT discendenti è relativa al periodo 10/2004 – 10/2010 ed ha permesso di misurare le deformazioni superficiali di circa 165.000 punti distribuiti sull'intera area d'interesse (50 immagini ENVISAT acquisite in geometria discendente con angolo d'incidenza di 22,83° e risoluzione a terra di 25 m x 5 m).
- l'elaborazione con dati COSMO-SkyMed ascendenti è relativa al periodo 02/2011 – 08/2015 ed ha permesso di misurare le deformazioni superficiali di circa 2.540.000 punti distribuiti sull'intera area d'interesse (76 immagini COSMO-SkyMed acquisite in geometria ascendente con angolo d'incidenza di 33,97° e risoluzione a terra di 3 m x 3 m).

- l'elaborazione con dati COSMO-SkyMed discendenti è relativa al periodo 11/2009 – 08/2015 ed ha permesso di misurare le deformazioni superficiali di circa 2.735.000 punti distribuiti sull'intera area d'interesse (84 immagini COSMO-SkyMed acquisite in geometria discendente con angolo d'incidenza di 26,65° e risoluzione a terra di 3 m x 3 m).



Figura 6-1 – Area d'interesse. Immagine ottica ottenuta da Google con sovrapposizione dell'area analizzata (poligono arancione) e del tracciato dell'infrastruttura prevista (linea grigia)

Per l'area in esame, oggetto della presente scheda, per orientamento o per l'assenza di PS sul territorio, non risultano disponibili né evoluzioni temporali (serie storiche) né le componenti est-ovest e verticale.

Al fine di intensificare la presenza dei punti di misura nelle aree analizzate saranno installati almeno n. 4 – 6 riflettori artificiali a doppia geometria.

La scelta del posizionamento dei riflettori artificiali è strettamente legata al fenomeno che si intende monitorare. Contemporaneamente sarà necessario prendere in considerazione

anche l'aspetto radaristico del problema, ovvero avere l'accortezza di scegliere aree di installazione che possiedano queste caratteristiche:

- Visibilità da satellite: l'area in cui installare i riflettori deve essere visibile da satellite in tutte le geometrie di acquisizione che verranno utilizzate (tipicamente ascendente e discendente);
- Rumore di fondo basso: l'area di installazione deve essere sufficientemente buia affinché il riflettore artificiale sia facilmente identificabile e che esso non interferisca con oggetti riflettenti già presenti nelle vicinanze. E' per questo consigliata l'installazione in aree sufficientemente lontane (almeno 15 metri) da case, pali in metallo, recinzioni, …

Il processo di installazione è suddiviso nelle seguenti fasi:

- Fase 1. Studio delle posizioni di installazione dei riflettori artificiali, sulla base sia dei requisiti geologici inerente al fenomeno in studio, sia dei requisiti radar-satellitari.
- Fase 2. Realizzazione delle strutture di sostegno del riflettore artificiale.
- Fase 3. Assemblaggio in sito dei riflettori artificiali.
- Fase 4. Orientamento dei riflettori.
- Fase 5. Misura GPS per la rilevazione della quota di ciascun riflettore.

Per una maggiore comprensione di eventuali fenomeni di spostamento superficiale e al fine di confermarne l'assenza o valutarne l'evoluzione e consentire un'eventuale integrazione con altre tecniche di monitoraggio, è, inoltre, previsto che il monitoraggio interferometrico continui anche durante la fase di costruzione dell'infrastruttura autostradale.

7. CONCLUSIONI

Lungo il versante oggetto di studio si rileva la presenza di franosità diffusa connessa con l'azione erosiva del corso d'acqua in corrispondenza della sponda destra del torrente Varenna, che interessa essenzialmente la coltre superficiale caratterizzata in questa zona da spessori nell'ordine di 9 m circa.

Gli interventi da realizzarsi durante la fase esecutiva del progetto mirano a stabilizzare depositi superficiali ed a evitare l'insorgere di eventi franosi che possano interferire con la rampa di servizio.

Nella configurazione finale del progetto, la frana 034044 potrà essere considerata stabilizzata sulla base delle seguenti motivazioni:

- gli accorgimenti costruttivi adottati (**opere di sostegno e di protezione della sponda**) e le fasi realizzative sono tali da garantire, nei confronti della stabilità dei versanti, il rispetto dei fattori di sicurezza sia durante le attività di cantiere che nell'assetto definitivo;

- la limitazione degli scavi e l'utilizzo di opere di sostegno ha permesso di prevenire i fenomeni di arretramento e/o espansione delle aree di dissesto contenendo le deformazioni indotte, al fine di evitare il degrado delle caratteristiche meccaniche di resistenza delle coltri potenzialmente instabili;

- il dimensionamento delle opere è stato condotto considerando un modello geotecnico cautelativo con riferimento ai parametri di resistenza al taglio residui per le coltri superficiali potenzialmente instabili, agli spessori della coltre, al livello di falda, ecc.;

- gli interventi di inserimento paesaggistico verificati dal Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo in ottemperanza alla prescrizione B3 del DEC/VIA n.28 del 23.01.2014, completano tutti gli interventi.

È stato previsto un piano di monitoraggio geotecnico, al fine di acquisire in corso d'opera il maggior numero possibile di informazioni qualitativamente significative, in modo da seguire tutte le fasi realizzative degli interventi e controllare che i valori di spostamento delle strutture siano compatibili con la funzionalità statica delle opere e congruenti con quelli stimati in progetto.

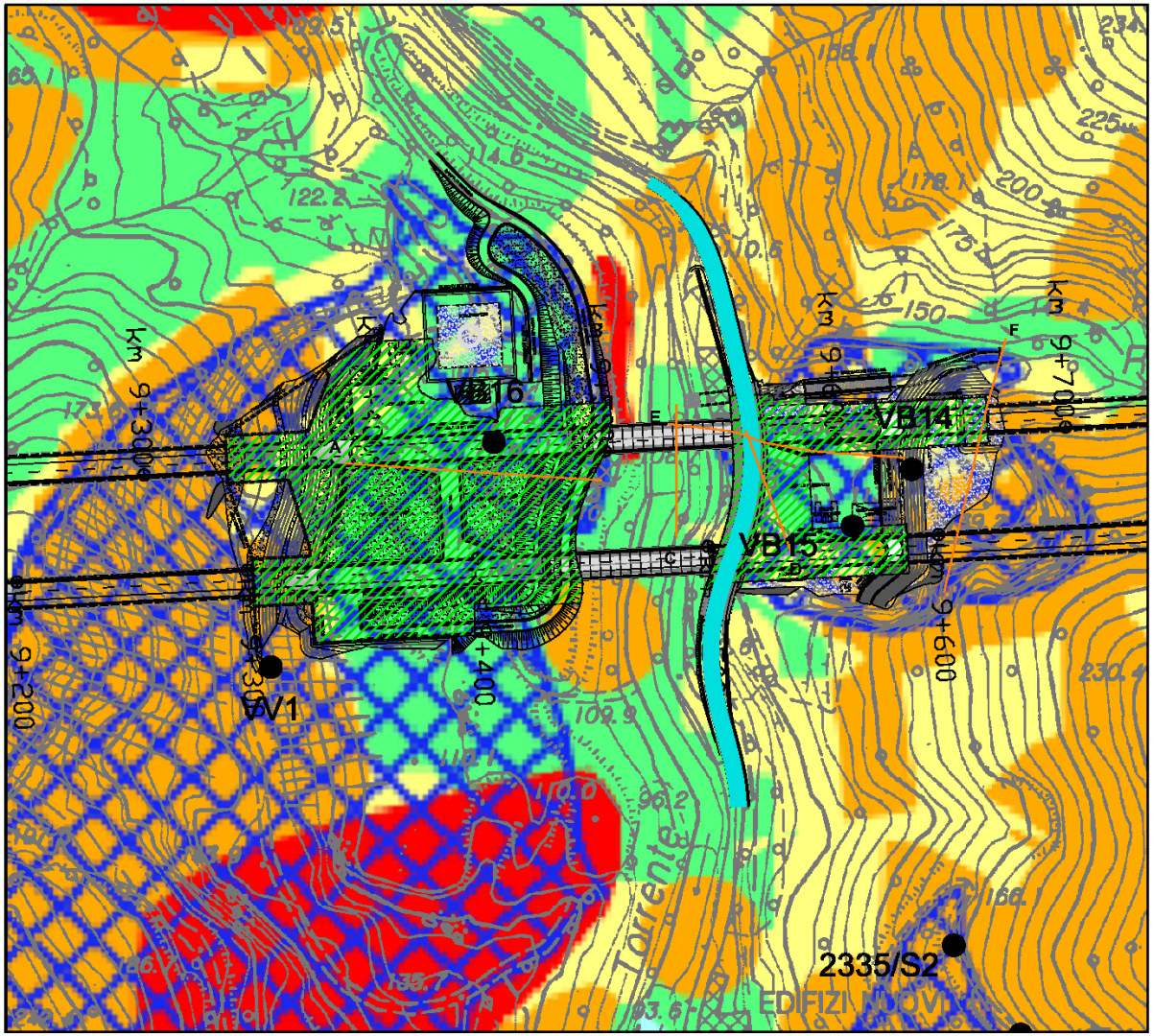
Il suddetto piano di monitoraggio geotecnico, sarà , altresì, integrato con un piano di acquisizione di immagini satellitari elaborate con i metodi dell'interferometria radar, a favore di una visione più completa dell'evoluzione dei fenomeni studiati.

Alla luce di quanto sopra, si ritiene che gli interventi previsti nel progetto, contribuendo al miglioramento della stabilità del versante interferito, siano tali da poter acquisire il parere del Comitato Tecnico di Bacino ai sensi dell'art. 11 c. 4 lett. b) della LR n.58/2009

espresso in merito alle opere di consolidamento finalizzate alla stabilizzazione del dissesto.

ALLEGATI

- *Allegato n.1* - Stralcio Carta suscettività al dissesto da Piano di Bacino con progetto ed indagini eseguite
- *Allegato n.2* - Stralcio carta geologica (aggiornata febbraio 2016)
- *Allegato n.3* - Stralcio carta geomorfologica (aggiornata febbraio 2016)
- *Allegato n.4* - Carta geomorfologica di dettaglio, indagini integrative e punti di ripresa fotografici
- *Allegato n.5* - Sezione geologica
- *Allegato n.6* - Scheda di sintesi
- *Allegato n.7* - Stratigrafia sondaggi e geofisica
- *Allegato n.8* - Prove di laboratorio
- *Allegato n.9* - Analisi di stabilità



LEGENDA

PIANI STRALCIO ASSETTO IDROGEOLOGICO
Suscettività al dissesto (da Piani di Bacino della Provincia di Genova - scala 1:10.000)

Torrente Bisagno (P.d.B. approvato 11/12/2014 - ultima modifica 11/03/2015)

Ambiti 12 e 13 (P.d.B. approvato 12/12/2002- ultima modifica 22/09/2014)

Ambito 14 (P.d.B. approvato 12/12/2002 - ultima modifica 27/02/2015)

Torrente Polcevera (P.d.B. approvato 02/14/2003 - adottato 29/12/2014)

Torrente Varenna (P.d.B. approvato 13/03/2014 - ultima modifica 22/09/2014)

Torrente Chiaravagna (P.d.B. approvato 30/07/2013 - ultima modifica 22/09/2014)

Torrente Branega (P.d.B. approvato 23/04/2013 - ultima modifica 22/09/2014)

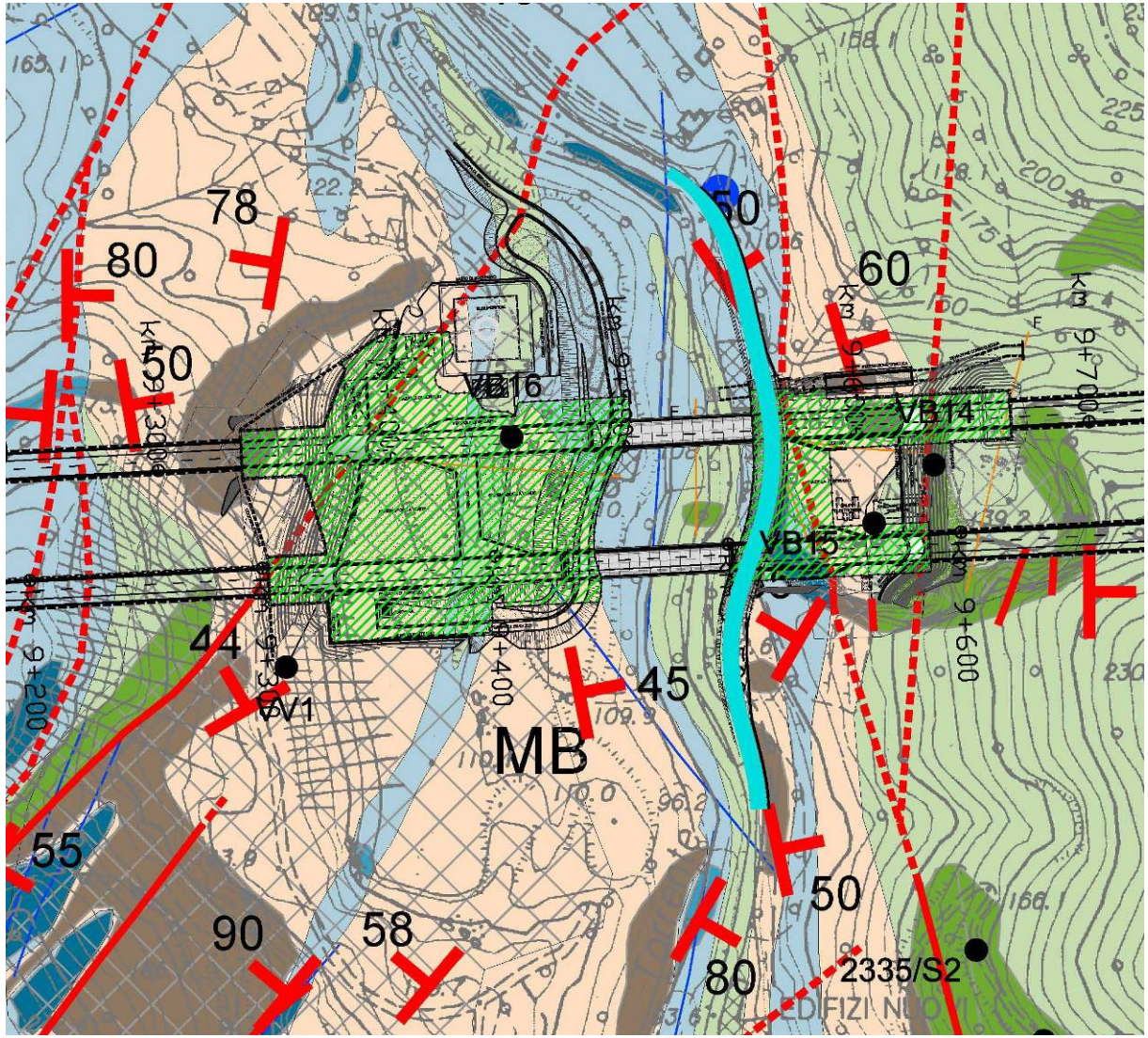
Torrente S. Pietro (P.d.B. approvato 30/07/2014 - ultima modifica 22/09/2014)

	Classe di suscettività al dissesto molto elevata - Frana attiva	Pg4
	Classe di suscettività al dissesto elevata - Frana quiescente	Pg3a
	Classe di suscettività al dissesto elevata	Pg3b
	Classe di suscettività al dissesto media	Pg2
	Classe di suscettività al dissesto bassa	Pg1
	Classe di suscettività al dissesto molto bassa	Pg0

Classi speciali

	TIPO A - Cave attive, miniere attive e discariche in esercizio
X	Area oggetto di accordo di programma approvato con DGR n. 1047 del 07/08/2012
	TIPO B1 - Cave inattive e miniere abbandonate
	TIPO B2 - Discariche dismesse e riporti antropici

ALLEGATO 1 - Stralcio Carta della suscettività al dissesto da Piano di Bacino scala 1:5000 con progetto ed indagini eseguite - immagine non in scala



Depositi di frana attiva
Accumulo gravitativo di materiale eterogeneo ed eterometrico con evidenze di movimento in atto o recente.

Depositi di frana potenzialmente attiva ma stabilizzata
Accumulo gravitativo di materiale eterogeneo ed eterometrico con evidenze di movimento in atto o recente stabilizzato da opere di vario genere.

Depositi di frana inattiva e paleofrane
Accumulo gravitativo di materiale eterogeneo ed eterometrico privo di evidenze di movimento in atto o recente.

Depositi di versante
Accumulo gravitativo di materiale eterogeneo, accumulatosi per disfacimento del sovrastante substrato lapideo.

UNITA' TETTONOMETAMORFICA PALMARO - CAFFARELLA E VOLTRI

SUBAFFIORANTE AFFIORANTE

Calcescisti s.l. (CS)
Scisti quarzoso-micacei (a) più o meno carbonatici (b), con livelli millimetrici neroastri ricchi in cloritoide e pseudomorfosi su ex lawsonite. Scistosità marcata, legata a diverse fasi deformative duttili, associate allo sviluppo di più generazioni di pieghe isoclinali che determinano localmente la ripetizione a scala da metrica ad ettometrica di calcescisti, metabasiti, serpentiniti e scisti ad actinoto e clorite (SAC). GIURASSICO SUP.? -CRETACEO SUP.?

Quarzoscisti di Sant'Alberto (QPC)
Scisti quarzitici da biancastri a verdastri, talvolta con fengite ed epidoto, più raramente con anfibolo sodico. Tessitura principalmente listata, localmente brecciata. Si trovano in lenti e scaglie con spessore di qualche decina di metri. MALM?

Metabasiti e Metagabbri (MB) e (MG)
Metabasiti (a) e metagabbri (b) indifferenziate. I metagabbri mostrano grana da fine a pegmatoide, e localmente una tessitura flaser fino a blastomilonitica ereditata da metamorfismo e deformazione da fondo oceanico. Localmente sono presenti lenti di leucogabbri con tessitura di tipo flaser, a fuchsite e porfiroblasti del pirosseno smaragditico. Facies metamorfica da Scisti Blu (Val Branega) ad eclogitica con blanda riequilibrazione in Scisti Verdi. Le metabasiti si presentano sia compatte che scistose, a grana fine e tessitura prevalentemente listata con forte retrocessione in facies Scisti Verdi. Sono spesso presenti gli scisti ad anfibolo (serie tremolite-actinolite) e clorite ± diopside ± carbonato definiti **SAC**. Presenti principalmente al contatto tra calcescisti e metabasiti, in livelli da centimetrici a decimetrici fortemente deformati e interessati da piu' generazioni di pieghe isoclinali che determinano ripetizioni dei diversi litotipi a scala plurimetrica. DOGGER? MALM?

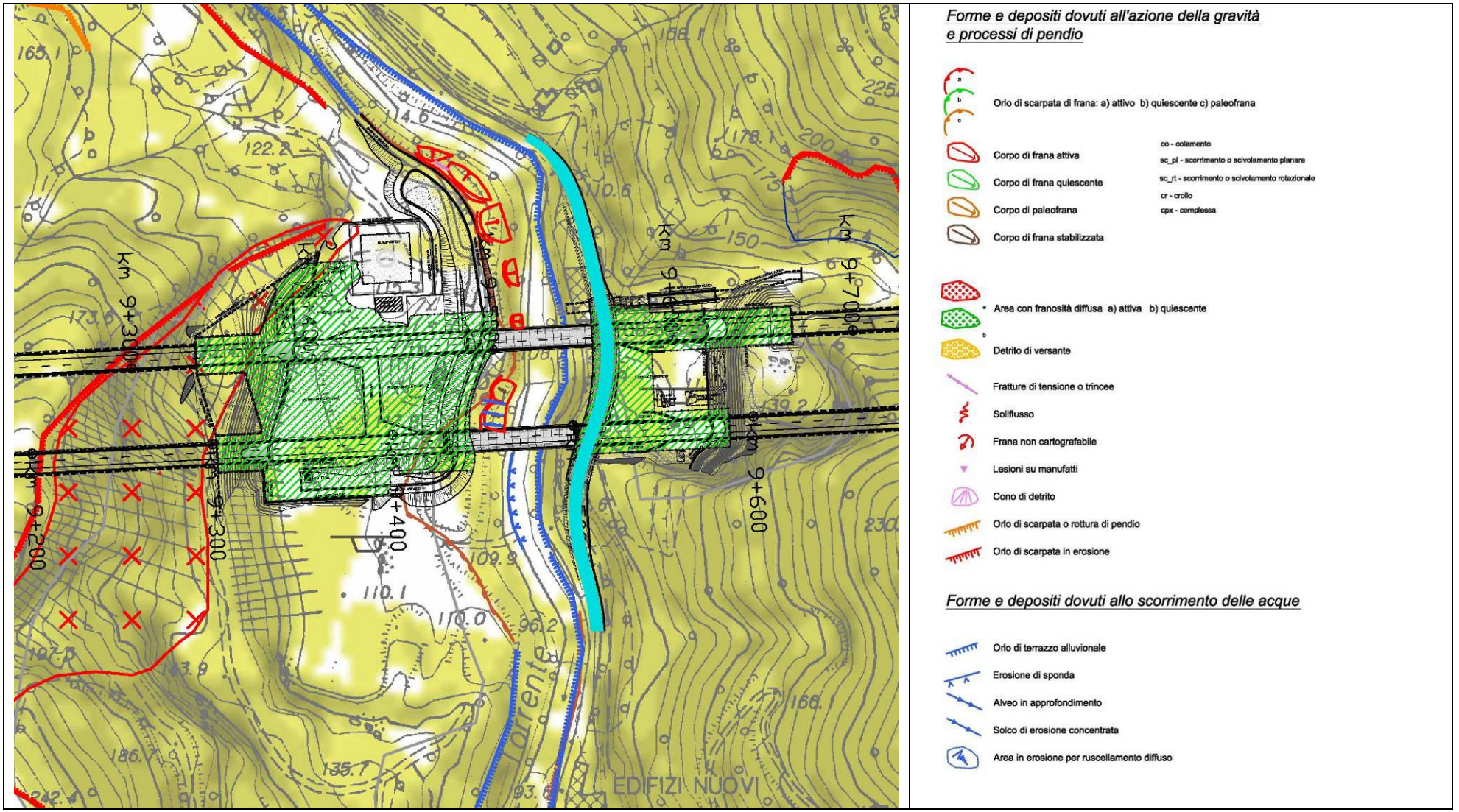
Lherzoliti del Monte Tobbio (LHP)
Lherzoliti (olivina + clinopirosseno + ortopirosseno + plagioclasio + spinello) gradualmente passanti a serpentinoscisti. Tessitura mantellica (granoblastica) spesso preservata, localmente con facies tettonitica. Locale presenza di filoni decimetrici di gabbro.

Serpentiniti (S)
Serpentiniti e serpentinoscisti ad antigorite, con tessitura da massiccia a foliata e con locali relitti mineralogici e tessiturali delle originarie lherzoliti. Sono talvolta presenti filoni di gabbri rodingitizzati.

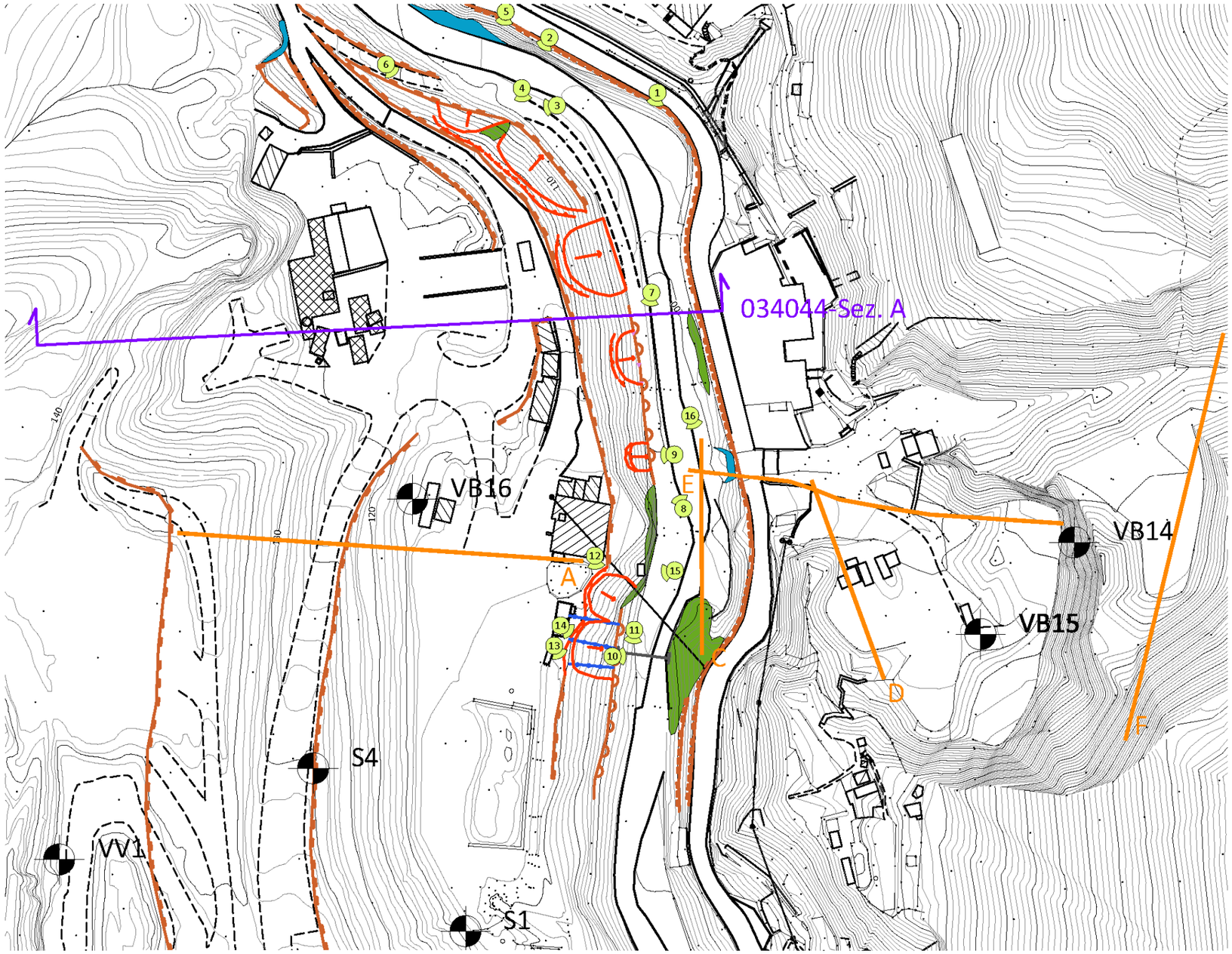
VV18 ● Sondaggi bibliografici e campagna 2010

Geofisica campagna 2010

ALLEGATO 2 - Stralcio Carta geologica scala 1:5000 (aggiornata febbraio 2016) - immagine non in scala



ALLEGATO 3 - Stralcio Carta geomorfologica scala 1:5000 (aggiornata febbraio 2016) - immagine non in scala



Calcescisti s.l. (CS)
Scisti quarzoso-micacei (a) più o meno carbonatici (b), con livelli millimetrici nerastri ricchi in cloritoide e pseudomorfosi su ex lawsonite. Scistosità marcata, legata a diverse fasi deformative duttili, associate allo sviluppo di più generazioni di pieghe isoclinali che determinano localmente la ripetizione a scala da metrica ad ettometrica di calcescisti, metabasiti, serpentiniti e scisti ad actinoto e clorite (SAC). GIURASSICO SUP.? -CRETACEO SUP.?

Metabasiti (MB)
Metabasiti sia compatte che scistose, a grana fine e tessitura prevalentemente listata con forte retrocessione in facies Scisti Verdi. DOGGER? MALM?

Serpentiniti (S)
Serpentiniti e serpentinoscisti ad antigorite, con tessitura da massiccia a foliata e con locali relitti mineralogici e tessiturali delle originarie lherzoliti. Sono talvolta presenti filoni di gabbri rodingitizzati.

Traccia di sezione geologica
Punto di ripresa fotografica
VV30 Sondaggi campagna 2010
Sondaggi campagna 2015-2016
Indagini geofisiche campagna 2010
Indagini geofisiche campagna 2015-2016

LEGENDA

Forme e depositi dovuti all'azione della gravità e processi di pendio

Orlo di scarpata di frana certo: a) attivo b) quiescente c) paleofrana
Orlo di scarpata di frana presunto: a) attivo b) quiescente c) paleofrana
Corpo di frana attiva
Corpo di frana quiescente
Corpo di paleofrana
co - colamento
sc_pl - scorrimento o scivolamento planare
sc_rt - scorrimento o scivolamento rotazionale
cr - crollo
cpx - complessa
Corpo di frana potenzialmente attiva ma oggetto di interventi di stabilizzazione
Area a franosità diffusa potenzialmente attiva ma oggetto di interventi di stabilizzazione
Area con franosità diffusa a) attiva b) quiescente
Area con erosione superficiale diffusa
Detrito di versante di media e grossa pezzatura
Fratture di tensione o trincee
Contropendenza
Soliflusso
Frana non cartografabile
Lesioni su manufatti
Opere di sostegno fortemente deformate
Cono di detrito
Orlo di scarpata o rottura di pendio
Orlo di scarpata in erosione

Forme e depositi dovuti allo scorrimento delle acque

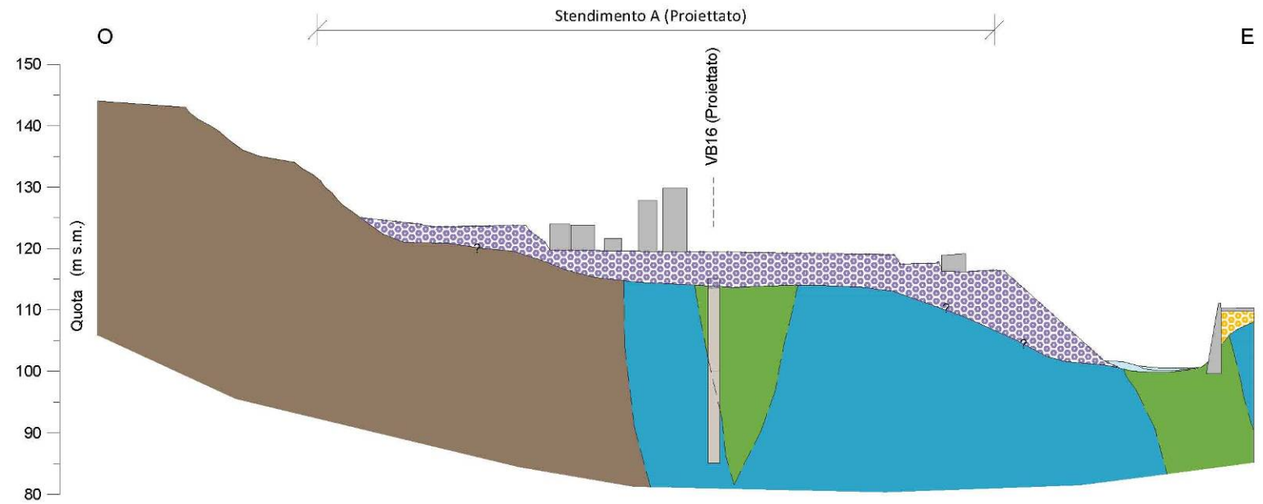
Orlo di terrazzo alluvionale
Erosione di sponda
Alveo in approfondimento
Solco di erosione concentrata
Area in erosione per ruscellamento diffuso
Area con accumulo di acqua stagnante
Sorgente
Area colonizzata da giunchi

Forme e depositi antropici

Orlo di scarpata antropica
Terrazzamenti agricoli
Muri
Opere di sostegno di ingegneria naturalistica
Argini fluviali
Reti paramassi
Opere idrauliche, briglie e soglie
Deposito antropico (materiali di riporto, discariche)
Cava attiva ed inattiva
Limite cave e discariche
Aree urbanizzate

ALLEGATO 4 – Carta geomorfologica di dettaglio, indagini integrative e punti di ripresa fotografici scala 1:1000 - immagine non in scala

034044 - Sez. A



DEPOSITI QUATERNARI

Depositi misti di versante / antropici
Accumulo misto di materiale eterogeneo, accumulatosi per disfacimento del sovrastante substrato lapideo, e di materiale eterogeneo antropico, accumulatosi a seguito delle operazioni estrattive.

Depositi di versante
Accumulo gravitativo di materiale eterogeneo, accumulatosi per disfacimento del sovrastante substrato lapideo.

Depositi alluvionali
Depositi attuali (a) e antichi (b) costituiti da ghiaie a matrice sabbiosa e sabbie

UNITA' TETTONOMETAMORFICA PALMARO - CAFFARELLA E VOLTRI

Metabasiti (MB)
Metabasiti sia compatte che scistose, a grana fine e tessitura prevalentemente listata con forte retrocessione in facies Scisti Verdi. DOGGER? MALM?

Serpentiniti (S)
Serpentiniti e serpentinoscisti ad antigorite, con tessitura da massiccia a foliata e con locali relitti mineralogici e tessiturali delle originarie lherzoliti. Sono talvolta presenti filoni di gabbri rodingitizzati.

Calcescisti s.l. (CS)
Scisti quarzoso-micacei (a) più o meno carbonatici (b), con livelli millimetrici nerastri ricchi in cloritoide e pseudomorfosi su ex lawsonite. Scistosità marcata, legata a diverse fasi deformative duttili, associate allo sviluppo di più generazioni di pieghe isoclinali che determinano localmente la ripetizione a scala da metrica ad ettometrica di calcescisti, metabasiti, serpentiniti e scisti ad actinoto e clorite (SAC). GIURASSICO SUP.? -CRETACEO SUP.?

Opere antropiche: muri di sostegno, fabbricati, sede stradale

ALLEGATO 5 – Sezione geologica

SCHEDA DI SINTESI							
Opere	**Elaborati progettuali di riferimento**	**Classificazione dissesti (carta suscettività al dissesto prov. Genova agg. Febb. 2015)**	**Rilievo geomorfologico di dettaglio**	**Indagini di riferimento a disposizione**	**Modello geotecnico**	**Opere previste di mitigazione/presidio**	**Monitoraggio**
Rampa di servizio di accesso all'area di emergenza – Imbocco Galleria Amandola lato Genova	GEO0001 APE0001	Pg4	Erosione spondale del Torrente Varenna.	Sondaggi geognostici: VB15, VB16, S1, S2, S3, S4 Indagini geofisiche: A, C, D, E, F	Da back analysis, indagini e geomorfologia di dettaglio: coltre: da p.c a -5.0÷9.0m cappellaccio: da -5.0÷-9.0m a -7.0÷-12.0m substrato: da -7.0÷-12.0m in poi	A- Disgaggio delle porzioni rocciose instabili lungo la sponda destra dell'alveo. B- Scogliera in massi ciclopici intasata di malta su fondazione profonda realizzata in micropali (fondazione profonda necessaria solo dove la scogliera non è intestata in roccia o dove è intestata in roccia per una profondità inferiore a 1.0 m). C- n.2 ordini di terre rinforzate a monte della scogliera	Monitoraggio geotecnico in corso d'opera Interferometria

ALLEGATO 7 - Stratigrafie sondaggi e indagini geofisiche

VICENZETTO

SPEA S. p. A.

NODO STRADALE E AUTOSTRADALE DI GENOVA

SONDAGGIO n° VB 15

DATA RILEVAMENTO:
OTTOBRE 2010

DESCRIZIONE: Si accede al punto salendo da Pegli per via Varenna; si prosegue poi lungo la Val Varenna fino all'ingresso dell'impianto di compostaggio AMIU, proseguendo per altri 500 m si incontra sulla dx un cancello che permette l'accesso ad una vecchia cava; il punto di sondaggio si trova sul lato sud del piazzale di cava

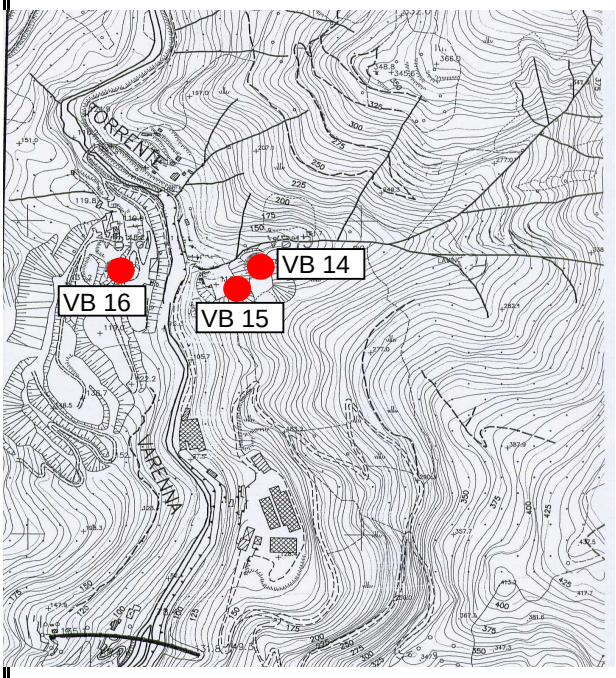
COORDINATE GAUSS - BOAGA F. O.			COORDINATE RETTILINEE		
N=	4922397.45	m	N=	18640.25	m
E=	1485801.15	m	E=	53220.76	m

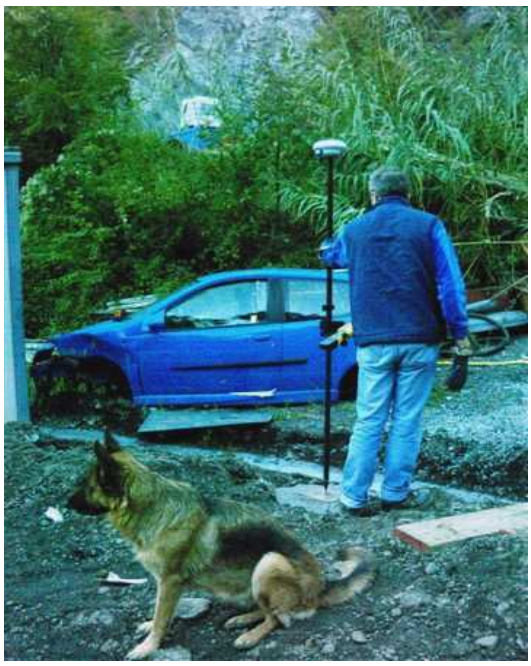
QUOTA

116.34 m

CAPOSALDI DI RIFERIMENTO DA MONOGRAFIE SPEA:

VERTICE: B 7
N= 4922574.170m
E= 1485653.891m
QT. = 115.745m
VERTICE: B 8
N= 4922431.127m
E= 1485749.897m
QT. = 110.870m





VICENZETTO

SCHEDA DI SONDAGGIO

SECONDO RACCOMANDAZIONI AGI (1977)

VERBALE DI ACCETTAZIONE N° C010/10

COMMESSA 010CM10 | PAG. 1 | DI 2

Rev 0 | Data Settembre 2010 | CERTIFICATO N° C 04312 | SPERIMENTATORE Dott. Geol. G. Sprocatti | DIRETTORE Dott. Geol. V. Vicenzetto

COMMITTENTE SPEA S.p.A.

PROGETTO NODO DI GENOVA

PERFORAZIONE N. VB 15 | DATA INIZIO 29/07/2010 | ULTIMAZIONE 03/08/2010

COORDINATE: Nord 4922397.45 | Est 1485801.15 | QUOTA P.C. = 116.34

RESPONSABILE Dott. Geol. G. Sprocatti | OPERATORE Sig. MOTTA | ATTREZZATURA MUSTANG A 65

Da m 0.00 | A m 20.00 | Profondità Finale m 30.00 | PAG. 1 | DI 2

DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	PROFONDITA' m da p.c.	SIMBOLOGIA STRATIGRAFICA	CAMPIONI TIPO	CAMPIONI NUMERO	CAMPIONI PROFONDITA' m da p.c.	POCKET PENETROMETER Kg/cm²	TORVANE Kg/cm²	S.P.T. N	S.P.T. H
Ghiaia eterometrica, poligenica, angolare, sabbiosa limosa nocciola chiaro									
Argilla con ghiaia limosa marrone	2.00								
Cappellaccio di alterazione del substrato	3.20								
Serpentiniti da grigio scuro a verde con inclusi livelli di metagabbri; roccia dura, a tessitura per lo più scistosa, da molto fratturata a frantumata con fratture molto ravvicinate, variamente orientate; superfici di frattura per lo più piane, liscie, non ossidate; roccia con alterazione da media ad elevata	3.60			1	3.90 4.00				
				2	6.00 6.10				
N.B. Da 8.30 a 10.60 m materiale recuperato con carotiere semplice									
Da 10.60 m breccia serpentinitica verde scuro nerastra per lo più completamente frantumata in clasti eterometrici, angolari									
Da 13.50 m roccia c.s., fratturata con fratture da ravvicinate a moderatamente ravvicinate, per lo più suborizzontali; roccia con alterazione media				3	14.40 14.60				
				4	17.35 17.60				

- CAMPIONE RIMANEGGIATO
- CAMPIONE RIMANEGGIATO DA S.P.T.
- CAMPIONE RIMANEGGIATO DA VANE TEST
- SPEZZONE DI CAROTA
- CAMPIONE INDISTURBATO PARETI SOTTILI
- CAMPIONE INDISTURBATO A PISTONE
- CAMPIONE INDISTURBATO TRIPLO CAROTIERE

RILIEVO ACQUA IN FORO DURANTE LA PERFORAZIONE

PROF. FORO (m DA P.C.)	PROF. RIVES. (m DA P.C.)	SERA Data	SERA H (m da p.c.)	MATTINA Data	MATTINA H (m da p.c.)
6.00	6.00	29/07	1.00	30/07	1.00
16.50	12.00	30/07	1.00	02/08	1.10
21.00	12.00	02/08	1.00	03/08	1.00

NOTE

ATTREZZATURA PER SPT

PESO MAGLIO 63.5 kg

ALTEZZA CADUTA 76 cm

ASTE Ø 50 mm

PESO ASTE 7.2 kg/m

PUNTA CHIUSA ☒

PROVE IN FORO | PROVA PERMEABILITA' LUGEON | PROVA DILATOMETRICA

MANOVRA DI CAROTAGGIO	T.C.R. %	S.C.R. %	R.Q.D. %	DIMENSIONE SPEZZONI < 5 cm	DIMENSIONE SPEZZONI 5-10 cm	DIMENSIONE SPEZZONI > 10 cm	PROVE TIPO	PROVE NUMERO	PROVE PROFONDITA' m da p.c.
0.50									
1.00									
2.00									
3.20									
3.60			26			1			
4.50			54		1	4			
5.50			22	2	4	2			
6.00									
6.50			13		3	1			
7.20			0						
8.00									
8.30			0						
9.00			0						
10.60	100		0						
11.65			0		2				
13.00			56			4			
13.60			48			3			
18.00			86			3			
			39		3	2			
			76		2	4			
			73			2			
			84			4			
19.50			47			3			

STRUMENTAZIONE

PIEZOMETRO PVC TUBO APERTO Ø 2"

Miscela acqua cemento 1.00

Palline di bentonite 2.00 – 3.00

Ghiaia fine

METODO DI PERFORAZIONE	ATTREZZO DI PERFORAZIONE	RIVESTIMENTO	DATA
CAROTAGGIO CONT. A SECCO 0.00 – 3.60	CAROTIERE SEMPLICE Ø 101 mm 0.00 – 3.60		29/07/2010
CAROTAGGIO CONTINUO CON CIRCOLAZIONE DI ACQUA 3.60 – 21.00	CAROTIERE DOPPIO T6 Ø 101mm CORONA DIAMANTATA 3.60 – 21.00	TUBI Ø 127 mm CON ACQUA 0.00 – 12.00	30/07/2010
		A FORO LIBERO 12.00 – 21.00	02/08/2010

N.B. Materiale deposto in n° 6 cassette catalogatrici

Chiusino carrabile



6.00 Prelevato campione di acqua dal piezometro con campionatore bailer

16.50

VICENZETTO S.r.l. - 35040 VILLA ESTENSE (PD) - VIA MUNICIPIO n. 18 - TEL. 0429/91798 - FAX 0429/91200 - info@vicenzetto.it

Decreto di concessione n. 52506 del 11/10/2004: rilascio dei certificati di cui al settore c, prove in sito, art. 8 DPR 246/93 - D. L. 14 settembre 05 (G. U. n° 222 del 25/09/2005 - S. O. n° 159)

VICENZETTO

SCHEDA DI SONDAGGIO

SECONDO RACCOMANDAZIONI AGI (1977)

VERBALE DI ACCETTAZIONE N° C010/10

COMMESSA 010CM10 | PAG. 2 | DI 2

Rev 0 | Data Settembre 2010 | CERTIFICATO N° C 04312 | SPERIMENTATORE Dott. Geol. G. Sprocatti | DIRETTORE Dott. Geol. V. Vicenzetto

COMMITTENTE SPEA S.p.A.

PROGETTO NODO DI GENOVA

PERFORAZIONE N. VB 15 | DATA INIZIO 29/07/2010 | ULTIMAZIONE 03/08/2010

COORDINATE: Nord 4922397.45 | Est 1485801.15 | QUOTA P.C. = 116.34

RESPONSABILE Dott. Geol. G. Sprocatti | OPERATORE Sig. MOTTA | ATTREZZATURA MUSTANG A 65

Da m 20.00 | A m 30.00 | Profondità Finale m 30.00 | PAG. 2 | DI 2

DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	PROFONDITA' m da p.c.	SIMBOLOGIA STRATIGRAFICA	CAMPIONI TIPO	CAMPIONI NUMERO	CAMPIONI PROFONDITA' m da p.c.	POCKET PENETROMETER Kg/cm²	TORVANE Kg/cm²	S.P.T. N	S.P.T. H
Roccia c.s.				5	21.80 22.00				
Da 23.70 m circa aspetto più litoide, debole alterazione	30.00			6	29.00 29.40				

- CAMPIONE RIMANEGGIATO
- CAMPIONE RIMANEGGIATO DA S.P.T.
- CAMPIONE RIMANEGGIATO DA VANE TEST
- SPEZZONE DI CAROTA
- CAMPIONE INDISTURBATO PARETI SOTTILI
- CAMPIONE INDISTURBATO A PISTONE
- CAMPIONE INDISTURBATO TRIPLO CAROTIERE

RILIEVO ACQUA IN FORO DURANTE LA PERFORAZIONE

PROF. FORO (m DA P.C.)	PROF. RIVES. (m DA P.C.)	SERA Data	SERA H (m da p.c.)	MATTINA Data	MATTINA H (m da p.c.)

NOTE

ATTREZZATURA PER SPT

PESO MAGLIO 63.5 kg
ALTEZZA CADUTA 76 cm
ASTE Ø 50 mm
PESO ASTE 7.2 kg/m
PUNTA CHIUSA ☒

PROVE IN FORO | PROVA PERMEABILITA' LUGEON | PROVA DILATOMETRICA

MANOVRA DI CAROTAGGIO	T.C.R. %	S.C.R. %	R.Q.D. %	DIMENSIONE SPEZZONI < 5 cm	DIMENSIONE SPEZZONI 5-10 cm	DIMENSIONE SPEZZONI > 10 cm	PROVE TIPO	PROVE NUMERO	PROVE PROFONDITA' m da p.c.	STRUMENTAZIONE PIEZOMETRO PVC TUBO APERTO Ø 2"	METODO DI PERFORAZIONE	ATTREZZO DI PERFORAZIONE	RIVESTIMENTO	DATA
21.00			35		2	2		1	19.50	Ghiaia fine	CAROTAGGIO CONTINUO CON CIRCOLAZIONE DI ACQUA	CAROTIERE DOPPIO T6 Ø 101mm CORONA DIAMANTATA	A FORO LIBERO	21.00
22.50			64		1	3			22.00					
24.00			33		1	2								
25.50	100		58		2	4								
27.00			76	2	1	3								
28.50			22	1	5	2								
30.00			76		2	3				30.00	30.00	30.00		03/08/2010
			80		1	1								
			87			5								
			100			2								

VICENZETTO S.r.l. - 35040 VILLA ESTENSE (PD) - VIA MUNICIPIO n. 18 - TEL. 0429/91798 - FAX 0429/91200 - info@vicenzetto.it

Decreto di concessione n. 52506 del 11/10/2004: rilascio dei certificati di cui al settore c, prove in sito, art. 8 DPR 246/93 - D. L. 14 settembre 05 (G. U. n° 222 del 25/09/2005 - S. O. n° 159)

VICENZETTO	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	Commessa **010cm10**

COMMITTENTE: **SPEA SPA**

CANTIERE: **NODO DI GENOVA**

SONDAGGIO n°: **VB 15**



CASSA **1**

DA m 0.00

A m 5.00



CASSA 2

DA m 5.00

A m 10.00

VICENZETTO	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	Commessa **010cm10**

COMMITTENTE: **SPEA SPA**

CANTIERE: **NODO DI GENOVA**

SONDAGGIO n°: **VB 15**



CASSA **3**

DA m 10.00

A m 15.00



CASSA **4**

DA m 15.00

A m 20.00

VICENZETTO	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	Commessa **010cm10**

COMMITTENTE: **SPEA SPA**

CANTIERE: **NODO DI GENOVA**

SONDAGGIO n°: **VB 15**



CASSA **5**

DA m 20.00

A m 25.00



CASSA **6**

DA m 25.00

A m 30.00

VICENZETTO	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	Commessa **010cm10**

COMMITTENTE: **SPEA SPA**

CANTIERE: **NODO DI GENOVA**

SONDAGGIO n°: **VB 15**



POSTAZIONE

VICENZETTO

PROVA DI PERMEABILITA' "LUGEON"

secondo Raccomandazioni AGI (1977)

COMM 010cm10

PAG: 1 DI 1

COMMITTENTE: SPEA S.p.A.

CANTIERE: NODO DI GENOVA

SONDAGGIO n°: VB 15 **DATA ESECUZIONE:** 03/08/2010

PROVA LUGEON N°: 1 **CERTIFICATO:** C 4397

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: C010/10

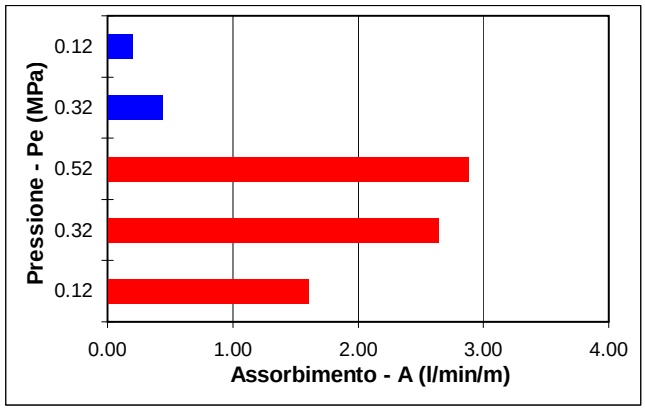
DURATA DELLA PROVA:	60	min		PROFONDITA' FONDO FORO		-22.00	m da p.c.
ALTEZZA MANOMETRO	0.60	m da p.c.		PROFONDITA' OTTURATORE		-19.50	m da p.c.
LIVELLO STATICO FALDA	-1.00	m da p.c.		TRATTO DI PROVA	**L**	2.50	m
LIVELLO ACQUA INIZIALE	-1.00	m da p.c.		DIAMETRO TASCA DI PROVA	**D**	0.101	m
LIVELLO ACQUA FINALE	-1.00	m da p.c.		COEFFICIENTE DI FORMA	**C**	4.02	
INTERVALLO DI PROVA da	19.50	a 22.00 m		DIAMETRO TUBO INIEZIONE		25.40	mm

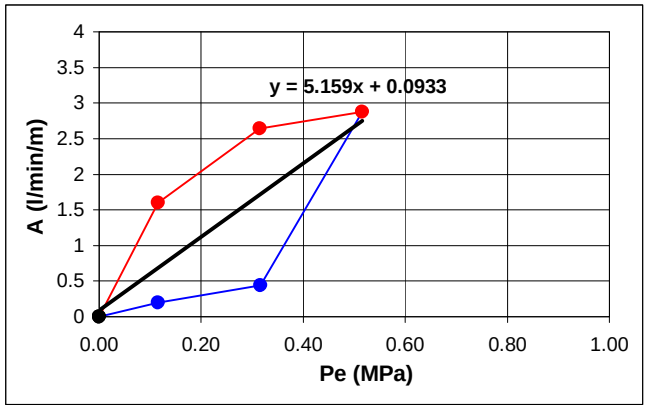
VALORI MISURATI

t min	Pm MPa	Volume litri	Portata l/min	t min	Pm MPa	Volume litri	Portata l/min
0	0.10	277.0		0	0.10	510.0	
2	0.10	285.0	4.00	2	0.10	511.0	0.50
4	0.10	294.0	4.50	4	0.10	512.0	0.50
6	0.10	302.0	4.00	6	0.10	513.0	0.50
8	0.10	309.0	3.50	8	0.10	514.0	0.50
10	0.10	317.0	4.00	10	0.10	515.0	0.50
0	0.30	331.0					
2	0.30	344.0	6.50				
4	0.30	357.0	6.50				
6	0.30	370.0	6.50				
8	0.30	384.0	7.00				
10	0.30	397.0	6.50				
0	0.50	408.0					
2	0.50	423.0	7.50				
4	0.50	437.5	7.25				
6	0.50	452.0	7.25				
8	0.50	466.0	7.00				
10	0.50	480.0	7.00				
0	0.30	489.0					
2	0.30	491.0	1.00				
4	0.30	493.5	1.25				
6	0.30	496.0	1.25				
8	0.30	498.0	1.00				
10	0.30	500.0	1.00				

VALORI CALCOLATI

Pm MPa	H m H2O	Pc MPa	Pe MPa	Portata l/min	A l/min/m	Au A/1bar
0.10	1.60	0.00	0.116	4.00	1.60	1.385
0.30	1.60	0.00	0.315	6.60	2.64	0.837
0.50	1.60	0.00	0.515	7.20	2.88	0.559
0.30	1.60	0.00	0.316	1.10	0.44	0.139
0.10	1.60	0.00	0.116	0.50	0.20	0.173





Pm: Pressione letta al manometro in superficie
Pe: Pressione corretta (Pe = P m + H - Pc)
Pc: Perdita di carico nel circuito
H: Distanza tra manometro e livello statico della falda
Au: Assorbimento unitario (l/min/m alla pressione Pe di 1 bar)

LITOLOGIA **Serpentinite** **UL (l/min/m con P=1MPa)=** **5.159** Unità Lugeon

K = (Q / Pe) (g_w / C) = **6.29E-07** Permeabilità equivalente

NOTE Curva rossa=carico, Curva blu=scarico, Curva nera=media

DATA	set-10	**Lo Sperimentatore**	Dott. Geol. G. Sprocatti	**Il Direttore**	Dott. Geol. V. Vicenzetto

Decreto di concessione n. **52506** del **11/10/2004** , per il rilascio dei certificati relativi alle prove in sito (settore c) ai sensi dell'Art. 8 D. P. R. 246/93

VICENZETTO S. r. l. 35040 VILLA ESTENSE (PD) VIA MUNICIPIO N° 18 TEL 0429/91798 FAX 0429/91200

VICENZETTO

SPEA S. p. A.

NODO STRADALE E AUTOSTRADALE DI GENOVA

SONDAGGIO n° VB 16

DATA RILEVAMENTO:
OTTOBRE 2010

DESCRIZIONE: Si accede al punto salendo da Pegli per via Varenna; si prosegue poi lungo la Val Varenna fino all'ingresso dell'impianto di compostaggio AMIU, proseguendo per altri 600 m si incontra sulla sx un ponticello che scavalca il torrente e permette l'accesso alla proprietà di Edilcave Liguria;all'interno della cava il punto di sondaggio si trova a fianco del vecchio edificio della pesa

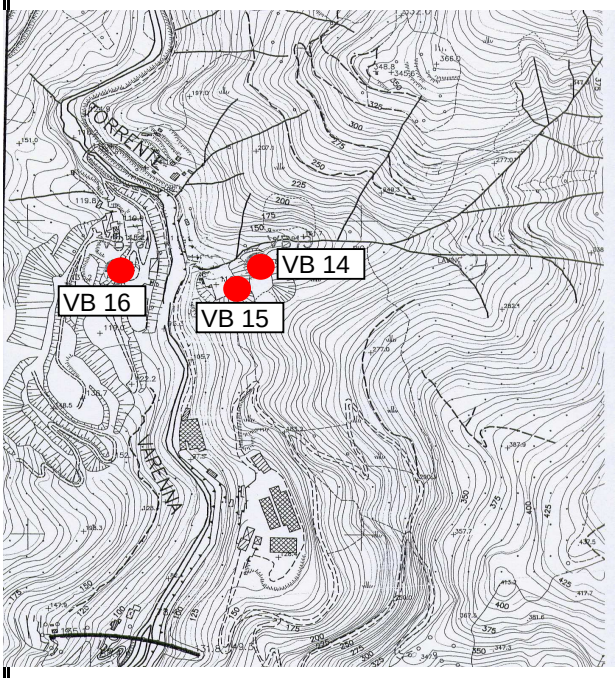
COORDINATE GAUSS - BOAGA F. O.			COORDINATE RETTILINEE		
N=	4922434.40	m	N=	18677.22	m
E=	1485645.65	m	E=	53065.19	m

QUOTA

115.04 m

CAPOSALDI DI RIFERIMENTO DA MONOGRAFIE SPEA:

VERTICE: B 7
N= 4922574.170m
E= 1485653.891m
QT. = 115.745m
VERTICE: B 8
N= 4922431.127m
E= 1485749.897m
QT. = 110.870m





VICENZETTO

SCHEDA DI SONDAGGIO

SECONDO RACCOMANDAZIONI AGI (1977)

VERBALE DI ACCETTAZIONE N° C010/10

COMMESSA 010CM10 — PAG. 1 — DI 2

Rev 0 | Data Settembre 2010 | CERTIFICATO N° C 04313 | SPERIMENTATORE Dott. Geol. G. Sprocatti | DIRETTORE Dott. Geol. V. Vicenzetto

COMMITTENTE SPEA S.p.A.

PROGETTO NODO DI GENOVA

PERFORAZIONE N. VB 16 — DATA INIZIO 06/08/2010 — ULTIMAZIONE 11/08/2010

COORDINATE: Nord 4922434.40 — Est 1485645.65 — QUOTA P.C. = 115.04

RESPONSABILE Dott. Geol. G. Sprocatti — OPERATORE Sig. MOTTA — ATTREZZATURA MUSTANG A 65

Da m 0.00 — A m 20.00 — Profondità Finale m 30.00 — PAG. 1 — DI 2

DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	PROFONDITA' m da p.c.	SIMBOLOGIA STRATIGRAFICA	CAMPIONI TIPO	CAMPIONI NUMERO	CAMPIONI PROFONDITA' m da p.c.	POCKET PENETROMETER Kg/cm²	TORVANE Kg/cm²	S.P.T. N	S.P.T. H
Ghiaia eterometrica, poligenica, angolare, debolmente sabbiosa limosa nocciola; pezzi di cotto sparsi	1.50								
Metabasalti di colore da grigio a verde; roccia dura da molto fratturata (fino a 10.00 m) a fratturata con fratture da ravvicinate a moderatamente ravvicinate, variamente orientate; superfici di frattura per lo più plane, da lisce a scabre, ossidate fino a 10.00 m; alterazione debole; localmente la roccia reagisce all'acido cloridrico Livelli da molto fratturati a frantumati: 10.70-11.00, 17.70-18.00, 18.70-19.00 m				1	6.60 6.75				
				2	12.30 12.80				
				A	16.00 16.60				

- CAMPIONE RIMANEGGIATO
- CAMPIONE RIMANEGGIATO DA S.P.T.
- CAMPIONE RIMANEGGIATO DA VANE TEST
- SPEZZONE DI CAROTA
- CAMPIONE INDISTURBATO PARETI SOTTILI
- CAMPIONE INDISTURBATO A PISTONE
- CAMPIONE INDISTURBATO TRIPLO CAROTIERE

RILIEVO ACQUA IN FORO DURANTE LA PERFORAZIONE

PROF. FORO (m DA P.C.)	PROF. RIVES. (m DA P.C.)	SERA Data	SERA H (m da p.c.)	MATTINA Data	MATTINA H (m da p.c.)
3.00	3.00	06/08	Assente	09/08	Assente
19.50	3.00	09/08	3.10	10/08	3.10
27.00	3.00	10/08	3.10	11/08	3.10

NOTE

ATTREZZATURA PER SPT

PESO MAGLIO 63.5 kg
ALTEZZA CADUTA 76 cm
ASTE Ø 50 mm
PESO ASTE 7.2 kg/m
PUNTA CHIUSA [*]

PROVE IN FORO — PROVA PERMEABILITA' LUGEON — PROVA DILATOMETRICA

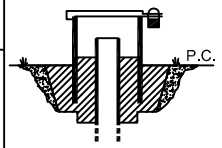
MANOVRA DI CAROTAGGIO	T.C.R. %	S.C.R. %	R.Q.D. %	DIMENSIONE SPEZZONI < 5 cm	DIMENSIONE SPEZZONI 5-10 cm	DIMENSIONE SPEZZONI > 10 cm	PROVE TIPO	PROVE NUMERO	PROVE PROFONDITA' m da p.c.	STRUMENTAZIONE PIEZOMETRO PVC TUBO APERTO Ø 2"	METODO DI PERFORAZIONE	ATTREZZO DI PERFORAZIONE	RIVESTIMENTO	DATA
0.50										Miscela acqua cemento	*	**	TUBI Ø 127 mm A SECCO	06/08/2010
1.00										1.00 Palline di bentonite	1.50	1.50	3.00	3.00
1.50										2.00	CAROTAGGIO CONTINUO CON CIRCOLAZIONE DI ACQUA	CAROTIERE DOPPIO T6 Ø 101mm CORONA DIAMANTATA	A FORO LIBERO	09/08/2010
2.00			30		1	1				3.00				
3.00			29		3	2				Ghiaia fine				
4.50			30	1	2	2								
6.00			43			2								
7.50			19		2	1								
9.00			37	2	2	3								
9.50			40		2	3								
10.50	100		68			3		2	9.00					
12.00			0						10.00					
13.50			56			2		1						
15.00			66			4			12.00					
16.00			100			3								
16.60			100			4								
18.00			100			2		1	15.00					
19.50			100			3								
			86			2								
			0		3									
			42	1	2	2								
			28			2								19.50

* Carotaggio continuo a secco

** Carotiere semplice Ø 101 mm

N.B. Materiale deposto in n° 6 cassette catalogatrici

Chiusino in ferro



VICENZETTO S.r.l. - 35040 VILLA ESTENSE (PD) - VIA MUNICIPIO n. 18 - TEL. 0429/91798 - FAX 0429/91200 - info@vicenzetto.it

Decreto di concessione n. 52506 del 11/10/2004: rilascio dei certificati di cui al settore c, prove in sito, art. 8 DPR 246/93 - D. L. 14 settembre 05 (G. U. n° 222 del 25/09/2005 - S. O. n° 159)

VICENZETTO

SCHEDA DI SONDAGGIO

SECONDO RACCOMANDAZIONI AGI (1977)

VERBALE DI ACCETTAZIONE N° C010/10

COMMESSA 010CM10 | PAG. 2 | DI 2

Rev 0 | Data Settembre 2010 | CERTIFICATO N° C 04313 | SPERIMENTATORE Dott. Geol. G. Sprocatti | DIRETTORE Dott. Geol. V. Vicenzetto

COMMITTENTE SPEA S.p.A.

PROGETTO NODO DI GENOVA

PERFORAZIONE N. VB 16 | DATA INIZIO 06/08/2010 | ULTIMAZIONE 11/08/2010

COORDINATE: Nord 4922434.40 | Est 1485645.65 | QUOTA P.C. = 115.04

RESPONSABILE Dott. Geol. G. Sprocatti | OPERATORE Sig. MOTTA | ATTREZZATURA MUSTANG A 65

Da m 20.00 | A m 30.00 | Profondità Finale m 30.00 | PAG. 2 | DI 2

DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	PROFONDITA' m da p.c.	SIMBOLOGIA STRATIGRAFICA	CAMPIONI TIPO	CAMPIONI NUMERO	CAMPIONI PROFONDITA' m da p.c.	POCKET PENETROMETER Kg/cm²	TORVANE Kg/cm²	S.P.T. N	S.P.T. H
Roccia c.s., presenza di livelli più fratturati: 21.60-22.00, 26.00-26.50, 27.00-28.20, 29.20-29.85 m	30.00		B		21.00 21.60				
				3	24.75 25.00				
				4	26.80 27.00				

- CAMPIONE RIMANEGGIATO
- CAMPIONE RIMANEGGIATO DA S.P.T.
- CAMPIONE RIMANEGGIATO DA VANE TEST
- SPEZZONE DI CAROTA
- CAMPIONE INDISTURBATO PARETI SOTTILI
- CAMPIONE INDISTURBATO A PISTONE
- CAMPIONE INDISTURBATO TRIPLO CAROTIERE

RILIEVO ACQUA IN FORO DURANTE LA PERFORAZIONE

PROF. FORO (m DA P.C.)	PROF. RIVES. (m DA P.C.)	SERA Data	SERA H (m da p.c.)	MATTINA Data	MATTINA H (m da p.c.)

NOTE

ATTREZZATURA PER SPT

PESO MAGLIO 63.5 kg
ALTEZZA CADUTA 76 cm
ASTE Ø 50 mm
PESO ASTE 7.2 kg/m
PUNTA CHIUSA ☒

PROVE IN FORO | PROVA PERMEABILITA' LUGEON | PROVA DILATOMETRICA

MANOVRA DI CAROTAGGIO	T.C.R. %	S.C.R. %	R.Q.D. %	DIMENSIONE SPEZZONI < 5 cm	DIMENSIONE SPEZZONI 5-10 cm	DIMENSIONE SPEZZONI > 10 cm	PROVE TIPO	PROVE NUMERO	PROVE PROFONDITA' m da p.c.	STRUMENTAZIONE PIEZOMETRO PVC TUBO APERTO Ø 2"	METODO DI PERFORAZIONE	ATTREZZO DI PERFORAZIONE	RIVESTIMENTO	DATA
21.00			78			3								
21.60			60		2	1								
22.50			47		2	3								
24.00			31		5	2								
25.50	100		70	1	2	3				Ghiaia fine				
27.00			90			4								27.00
28.50			21	1	6	1								10/08/2010
30.00			22		5	1								
			32		2	2								
			55			3				30.00	30.00	30.00	A FORO LIBERO	30.00
											CAROTAGGIO CONTINUO CON CIRCOLAZIONE DI ACQUA	CAROTIERE DOPPIO T6 Ø 101mm CORONA DIAMANTATA		11/08/2010

VICENZETTO S.r.l. - 35040 VILLA ESTENSE (PD) - VIA MUNICIPIO n. 18 - TEL. 0429/91798 - FAX 0429/91200 - info@vicenzetto.it

Decreto di concessione n. 52506 del 11/10/2004: rilascio dei certificati di cui al settore c, prove in sito, art. 8 DPR 246/93 - D. L. 14 settembre 05 (G. U. n° 222 del 25/09/2005 - S. O. n° 159)

VICENZETTO	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	Commessa **010cm10**

COMMITTENTE: **SPEA SPA**

CANTIERE: **NODO DI GENOVA**

SONDAGGIO n°: **VB 16**



CASSA **1**

DA m 0.00

A m 5.00



CASSA **2**

DA m 5.00

A m 10.00

VICENZETTO	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	Commessa **010cm10**

COMMITTENTE: **SPEA SPA**

CANTIERE: **NODO DI GENOVA**

SONDAGGIO n°: **VB 16**



CASSA **3**

DA m 10.00

A m 15.00



CASSA **4**

DA m 15.00

A m 20.00

VICENZETTO	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	Commessa **010cm10**

COMMITTENTE: **SPEA SPA**

CANTIERE: **NODO DI GENOVA**

SONDAGGIO n°: **VB 16**



CASSA **5**

DA m 20.00

A m 25.00



CASSA **6**

DA m 25.00

A m 30.00

VICENZETTO

PROVA DILATOMETRICA
con DILAROC TELEMAC

CERT.N.: E40/162

DATI PROVA

COMMITTENTE: **SPEA S.P.A.**

LOCALITA': **GENOVA-VIA VARENNA**

SONDAGGIO: **VP16**

PROVA N.: **D1**

DATA: **10/08/2010**

PROF. PROVA (m): **15,0**

DIAMETRO SONDAGGIO (mm): **102,1**

UTENSILE DI PERFORAZIONE: **CAROTIERE DOPPIO**

INCLINAZIONE (°): **90**

ESECUZ. ED INTERPRETAZIONE: **DOTT. COLOTTI**

STRUMENTAZIONE IMPIEGATA

TIPO STRUMENTO: **DILATOMETRO FLESSIBILE DILAROC**

DIAMETRO GUAINA (mm): **95**

TIPO GUAINA:

PRESSIONE MAX. (Mpa): **20**

CENTRAL.ACQUISIZIONE:**LM 99/16 MOD. DMP 02/95**

SONDA: **N°14D01**

DATI LITOLOGICI

LITOLOGIA:

PROFONDITA' FALDA DA p.c.: **3,0 m**

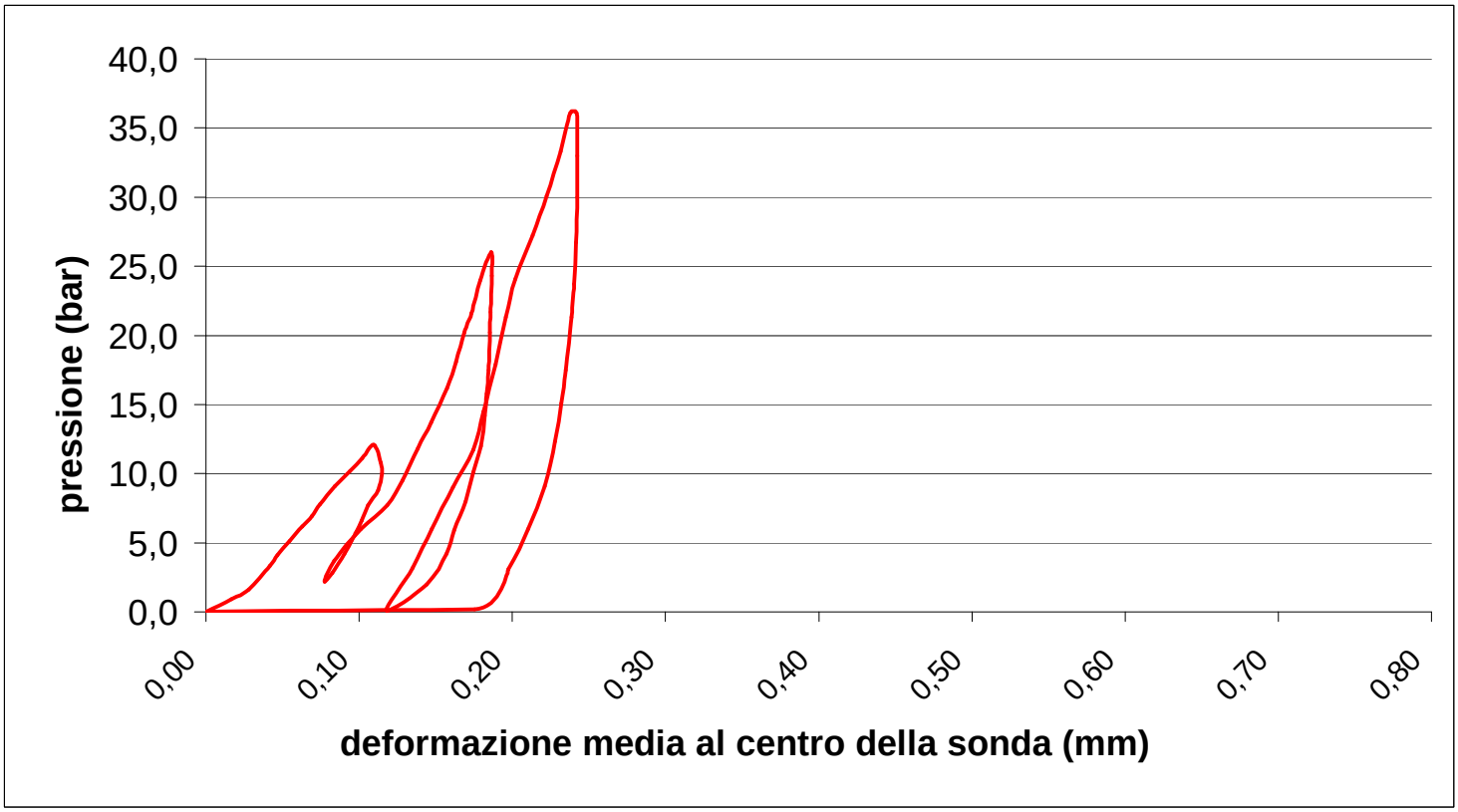
GRADO DI ALTERAZIONE:

RQD (stimato): **0 %**

	Ed		Ee	
MODULO DI DEFORMAZIONE: CALCOLATO SUL 2°CARICO	**2812**	**Mpa**	MODULO ELASTICO: CALCOLATO SUL 2°SCARICO	**2552** **Mpa**

GRAFICO PRESSIONE - DEFORMAZIONE

(deformazione ricavata dalla media dei tre trasduttori)

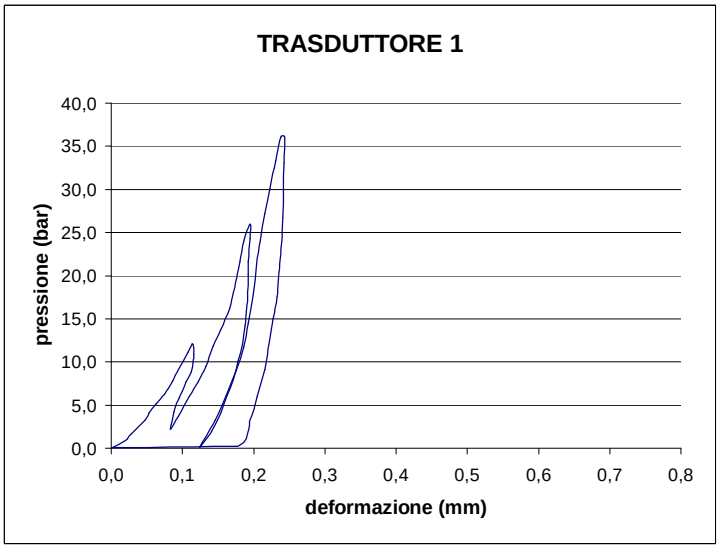


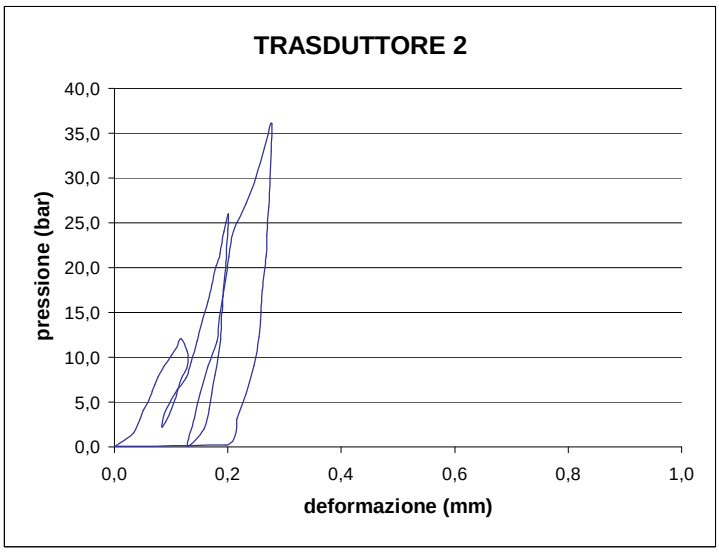
VICENZETTO

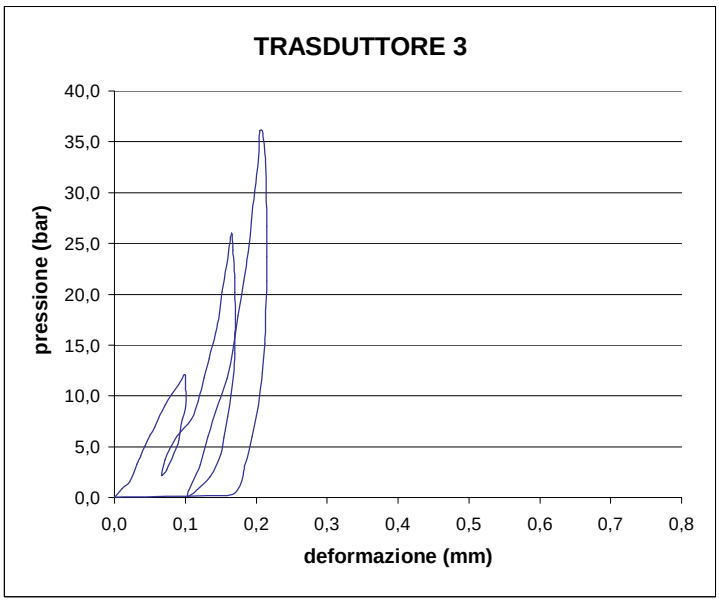
DATA: 10/08/2010 SONDAGGIO: VP16 PROF. PROVA (m): 15,0

VALORI REGISTRATI DAI SINGOLI TRASDUTTORI
(valori relativi)

Tempo (min)	Pressione (bar)	trasd. 1 (mm)	trasd. 2 (mm)	trasd. 3 (mm)	media (mm)
0,0	4,1	0,000	0,000	0,000	0,000
0,5	5,0	0,019	0,021	0,011	0,016
1,0	5,7	0,028	0,034	0,022	0,027
1,5	7,4	0,048	0,046	0,032	0,041
2,0	8,2	0,053	0,050	0,037	0,046
2,5	9,2	0,063	0,060	0,043	0,054
3,0	10,3	0,074	0,066	0,050	0,062
3,5	11,0	0,080	0,071	0,057	0,068
4,0	11,9	0,086	0,077	0,062	0,074
4,5	13,2	0,094	0,088	0,071	0,083
5,0	14,3	0,102	0,101	0,081	0,094
5,5	15,2	0,108	0,110	0,090	0,102
6,0	16,2	0,114	0,117	0,099	0,109
6,5	14,9	0,116	0,127	0,100	0,114
7,0	14,1	0,115	0,130	0,101	0,114
7,5	12,9	0,112	0,127	0,100	0,112
8,0	11,8	0,105	0,118	0,096	0,106
8,5	10,7	0,100	0,113	0,093	0,101
9,0	9,9	0,095	0,109	0,091	0,098
9,5	9,3	0,092	0,106	0,089	0,095
10,0	8,3	0,088	0,101	0,083	0,090
10,5	6,9	0,085	0,090	0,074	0,082
11,0	6,3	0,084	0,083	0,067	0,077
11,5	7,8	0,094	0,088	0,071	0,083
12,0	10,1	0,109	0,107	0,088	0,101
12,5	11,8	0,122	0,126	0,108	0,118
13,0	13,6	0,133	0,135	0,118	0,128
13,5	15,9	0,143	0,146	0,127	0,138
14,0	17,8	0,154	0,154	0,134	0,147
14,5	20,3	0,166	0,165	0,143	0,157
15,0	22,2	0,172	0,172	0,148	0,163
15,5	24,3	0,177	0,180	0,151	0,168
16,0	25,7	0,181	0,186	0,155	0,173
16,5	28,1	0,186	0,193	0,161	0,179
17,0	30,1	0,195	0,201	0,165	0,186
17,5	28,4	0,195	0,200	0,167	0,186
18,0	25,8	0,192	0,198	0,170	0,186
18,5	24,3	0,192	0,196	0,170	0,185
19,0	21,6	0,191	0,192	0,171	0,184
19,5	19,9	0,190	0,191	0,170	0,183
20,0	18,3	0,188	0,189	0,170	0,182
20,5	16,1	0,184	0,187	0,168	0,179
21,0	14,2	0,178	0,183	0,164	0,175
21,5	12,1	0,171	0,178	0,160	0,169
22,0	10,0	0,162	0,171	0,154	0,162
22,5	8,3	0,155	0,167	0,150	0,157
23,0	6,1	0,141	0,158	0,135	0,144
23,5	4,2	0,124	0,129	0,103	0,117
24,0	7,3	0,145	0,141	0,121	0,135
24,5	10,1	0,161	0,151	0,132	0,147
25,0	13,1	0,176	0,164	0,146	0,161
25,5	15,8	0,186	0,180	0,159	0,174
26,0	18,6	0,193	0,185	0,167	0,181
26,5	22,0	0,199	0,194	0,175	0,189
27,0	25,4	0,204	0,202	0,183	0,196
27,5	28,2	0,209	0,210	0,188	0,202
28,0	31,3	0,216	0,233	0,194	0,213
28,5	34,2	0,223	0,249	0,198	0,221
29,0	37,4	0,231	0,264	0,203	0,230
29,5	40,2	0,238	0,275	0,205	0,236
30,0	40,2	0,244	0,278	0,209	0,240
30,5	37,1	0,243	0,276	0,213	0,241
31,0	34,1	0,242	0,274	0,214	0,241
31,5	30,8	0,241	0,272	0,215	0,241
32,0	27,8	0,239	0,269	0,215	0,239
32,5	25,4	0,236	0,267	0,215	0,238
33,0	21,6	0,233	0,261	0,214	0,234
33,5	19,2	0,227	0,259	0,212	0,231
34,0	16,4	0,222	0,255	0,209	0,227
34,5	13,2	0,216	0,246	0,203	0,220
35,0	10,1	0,205	0,233	0,194	0,210
35,5	7,2	0,194	0,216	0,183	0,197
36,0	4,3	0,174	0,195	0,159	0,175
36,5					





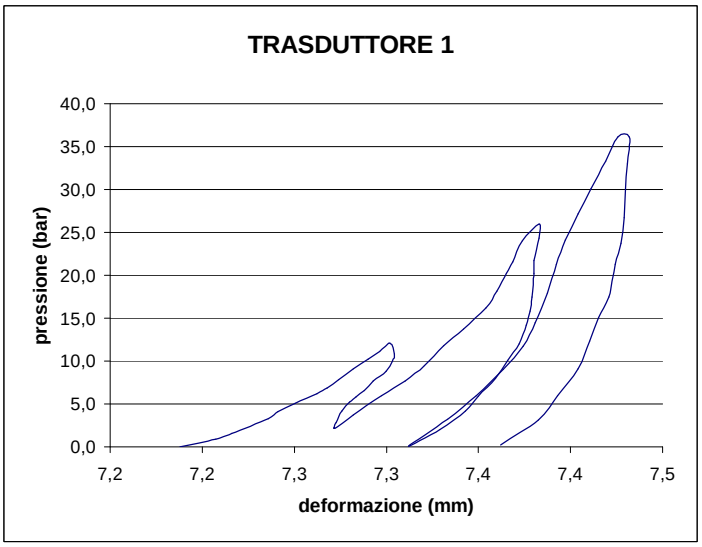


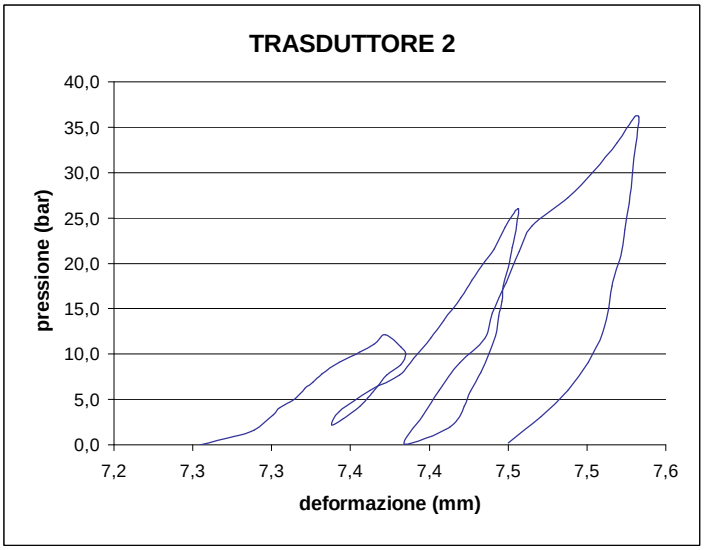
VICENZETTO

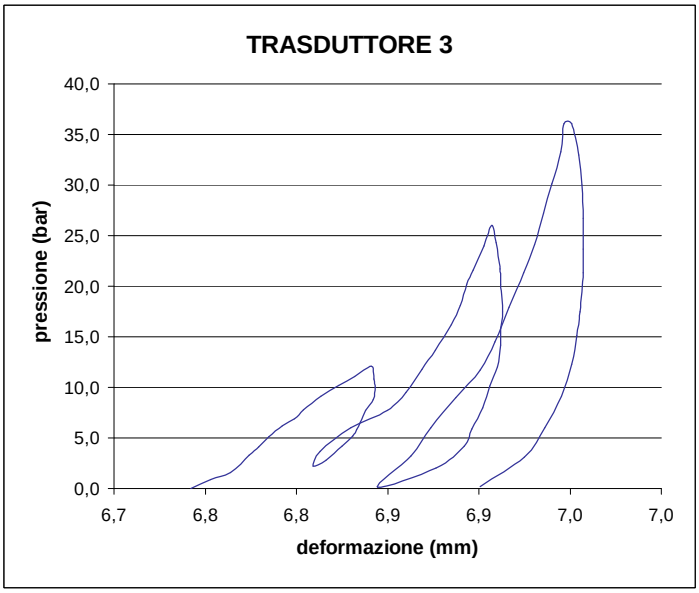
DATA: 10/08/2010 SONDAGGIO: VP16 PROF. PROVA (m): 15,0

VALORI REGISTRATI DAI SINGOLI TRASDUTTORI (valori assoluti)

Tempo (min)	Pressione (bar)	trasd. 1 (mm)	trasd. 2 (mm)	trasd. 3 (mm)	media (mm)
0,0	4,1	7,188	7,255	6,742	7,054
0,5	5,0	7,207	7,276	6,753	7,071
1,0	5,7	7,216	7,289	6,764	7,082
1,5	7,4	7,236	7,301	6,774	7,096
2,0	8,2	7,241	7,305	6,779	7,101
2,5	9,2	7,251	7,315	6,785	7,109
3,0	10,3	7,262	7,321	6,792	7,117
3,5	11,0	7,268	7,326	6,799	7,123
4,0	11,9	7,274	7,332	6,804	7,129
4,5	13,2	7,282	7,343	6,813	7,138
5,0	14,3	7,290	7,356	6,823	7,148
5,5	15,2	7,296	7,365	6,832	7,156
6,0	16,2	7,302	7,372	6,841	7,164
6,5	14,9	7,304	7,382	6,842	7,168
7,0	14,1	7,303	7,385	6,843	7,169
7,5	12,9	7,300	7,382	6,842	7,167
8,0	11,8	7,293	7,373	6,838	7,160
8,5	10,7	7,288	7,368	6,835	7,156
9,0	9,9	7,283	7,364	6,833	7,152
9,5	9,3	7,280	7,361	6,831	7,150
10,0	8,3	7,276	7,356	6,825	7,145
10,5	6,9	7,273	7,345	6,816	7,137
11,0	6,3	7,272	7,338	6,809	7,132
11,5	7,8	7,282	7,343	6,813	7,138
12,0	10,1	7,297	7,362	6,830	7,155
12,5	11,8	7,310	7,381	6,850	7,173
13,0	13,6	7,321	7,390	6,860	7,182
13,5	15,9	7,331	7,401	6,869	7,192
14,0	17,8	7,342	7,409	6,876	7,201
14,5	20,3	7,354	7,420	6,885	7,212
15,0	22,2	7,360	7,427	6,890	7,218
15,5	24,3	7,365	7,435	6,893	7,223
16,0	25,7	7,369	7,441	6,897	7,227
16,5	28,1	7,374	7,448	6,903	7,233
17,0	30,1	7,383	7,456	6,907	7,240
17,5	28,4	7,383	7,455	6,909	7,241
18,0	25,8	7,380	7,453	6,912	7,240
18,5	24,3	7,380	7,451	6,912	7,240
19,0	21,6	7,379	7,447	6,913	7,238
19,5	19,9	7,378	7,446	6,912	7,237
20,0	18,3	7,376	7,444	6,912	7,236
20,5	16,1	7,372	7,442	6,910	7,233
21,0	14,2	7,366	7,438	6,906	7,229
21,5	12,1	7,359	7,433	6,902	7,224
22,0	10,0	7,350	7,426	6,896	7,216
22,5	8,3	7,343	7,422	6,892	7,211
23,0	6,1	7,329	7,413	6,877	7,198
23,5	4,2	7,312	7,384	6,845	7,172
24,0	7,3	7,333	7,396	6,863	7,189
24,5	10,1	7,349	7,406	6,874	7,201
25,0	13,1	7,364	7,419	6,888	7,215
25,5	15,8	7,374	7,435	6,901	7,229
26,0	18,6	7,381	7,440	6,909	7,235
26,5	22,0	7,387	7,449	6,917	7,243
27,0	25,4	7,392	7,457	6,925	7,250
27,5	28,2	7,397	7,465	6,930	7,256
28,0	31,3	7,404	7,488	6,936	7,268
28,5	34,2	7,411	7,504	6,940	7,276
29,0	37,4	7,419	7,519	6,945	7,286
29,5	40,2	7,426	7,530	6,947	7,292
30,0	40,2	7,432	7,533	6,951	7,296
30,5	37,1	7,431	7,531	6,955	7,297
31,0	34,1	7,430	7,529	6,956	7,296
31,5	30,8	7,429	7,527	6,957	7,296
32,0	27,8	7,427	7,524	6,957	7,294
32,5	25,4	7,424	7,522	6,957	7,293
33,0	21,6	7,421	7,516	6,956	7,289
33,5	19,2	7,415	7,514	6,954	7,286
34,0	16,4	7,410	7,510	6,951	7,282
34,5	13,2	7,404	7,501	6,945	7,275
35,0	10,1	7,393	7,488	6,936	7,264
35,5	7,2	7,382	7,471	6,925	7,251
36,0	4,3	7,362	7,450	6,901	7,229
36,5					







VICENZETTO

DATA: 10/08/2010 SONDAGGIO: VP16 PROF. PROVA (m): 15,0

MODULI DI DEFORMAZIONE E MODULI ELASTICI CALCOLATI PER OGNI TRASDUTTORE E SULLA DEFORMAZIONE MEDIA

MODULO DI PRIMO CARICO Ed (Mpa)

CICLO DI CARICO	TRASDUTTORE 1		TRASDUTTORE 2		TRASDUTTORE 3		MEDIA	
	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)
2°	11,8	26,0	11,8	26,0	11,8	26,0	11,8	26,0
	3484		**3294**		**4768**		**3775**	
	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)
3°	27,2	36,1	27,2	36,1	27,2	36,1	27,2	36,1
	5162		**2704**		**10324**		**4543**	

MODULO DI DEFORMAZIONE Ed (Mpa)

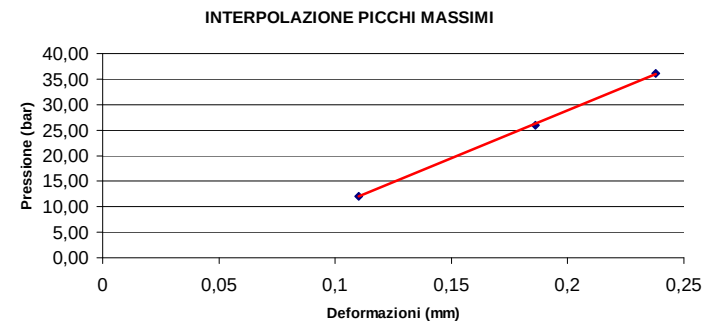
CICLO DI CARICO	TRASDUTTORE 1		TRASDUTTORE 2		TRASDUTTORE 3		MEDIA	
	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)
1°	0,0	12,1	0,0	12,1	0,0	12,1	0,0	12,1
	1354		**1320**		**1544**		**1404**	
	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)
2°	2,2	26,0	2,2	26,0	2,2	26,0	2,2	26,0
	2736		**2574**		**3099**		**2812**	
	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)
3°	0,1	36,1	0,1	36,1	0,1	36,1	0,1	36,1
	4029		**3146**		**4503**		**3828**	

MODULO DI RICARICO Ed (Mpa)

CICLO DI RICARICO	TRASDUTTORE 1		TRASDUTTORE 2		TRASDUTTORE 3		MEDIA	
	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)
2°	2,2	11,8	2,2	11,8	2,2	11,8	2,2	11,8
	2076		**1944**		**2042**		**2042**	
	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)
3°	0,1	27,2	0,1	27,2	0,1	27,2	0,1	27,2
	3759		**3325**		**3800**		**3640**	

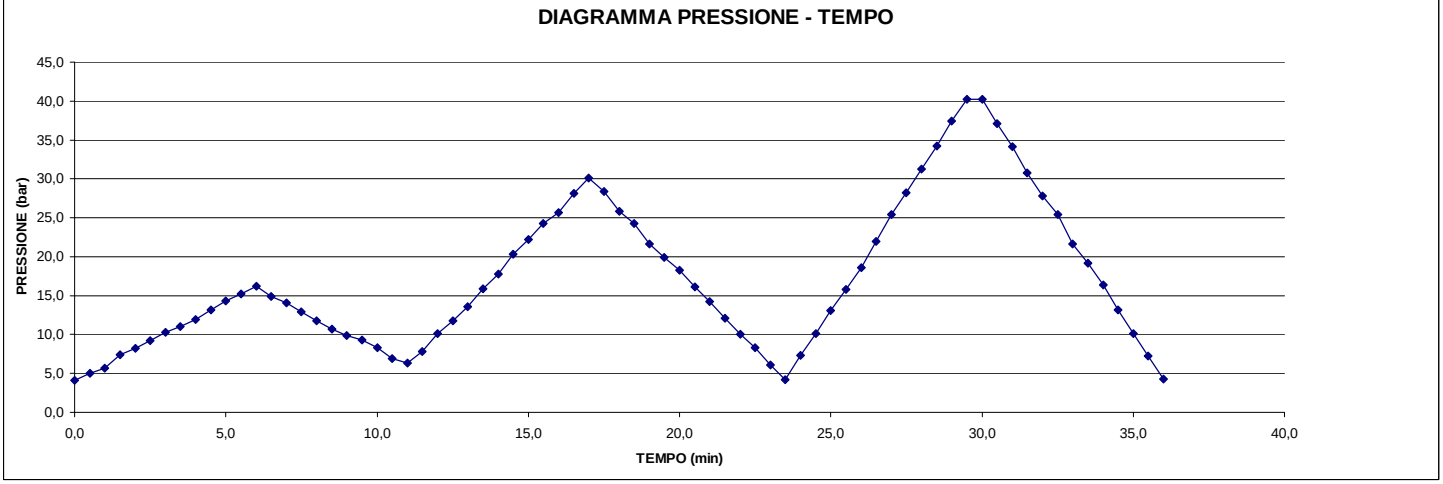
MODULO ELASTICO Ee (Mpa)

CICLO DI SCARICO	TRASDUTTORE 1		TRASDUTTORE 2		TRASDUTTORE 3		MEDIA	
	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)
1°	12,1	2,2	12,1	2,2	12,1	2,2	12,1	2,2
	4211		**3715**		**3828**		**3948**	
	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)
2°	26,0	0,1	26,0	0,1	26,0	0,1	13,7	0,1
	4655		**4590**		**5330**		**2552**	
	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)
3°	36,1	0,2	36,1	0,2	36,1	0,2	36,1	0,2
	6544		**5519**		**9162**		**6837**	



MODULO RICAVATO DALL'INTERPOLAZIONE DEI VALORI MASSIMI DI PRESSIONE RAGGIUNTI AD OGNI CICLO

Ed= **2388** **Mpa**



VICENZETTO **SONDAGGIO: VP16** **PROVA N.:** **DATA: 10/08/2010**

PROVA DI CREEP

PROVA ESEGUITA ALLA PRESSIONE COSTANTE DI **40,2** bar

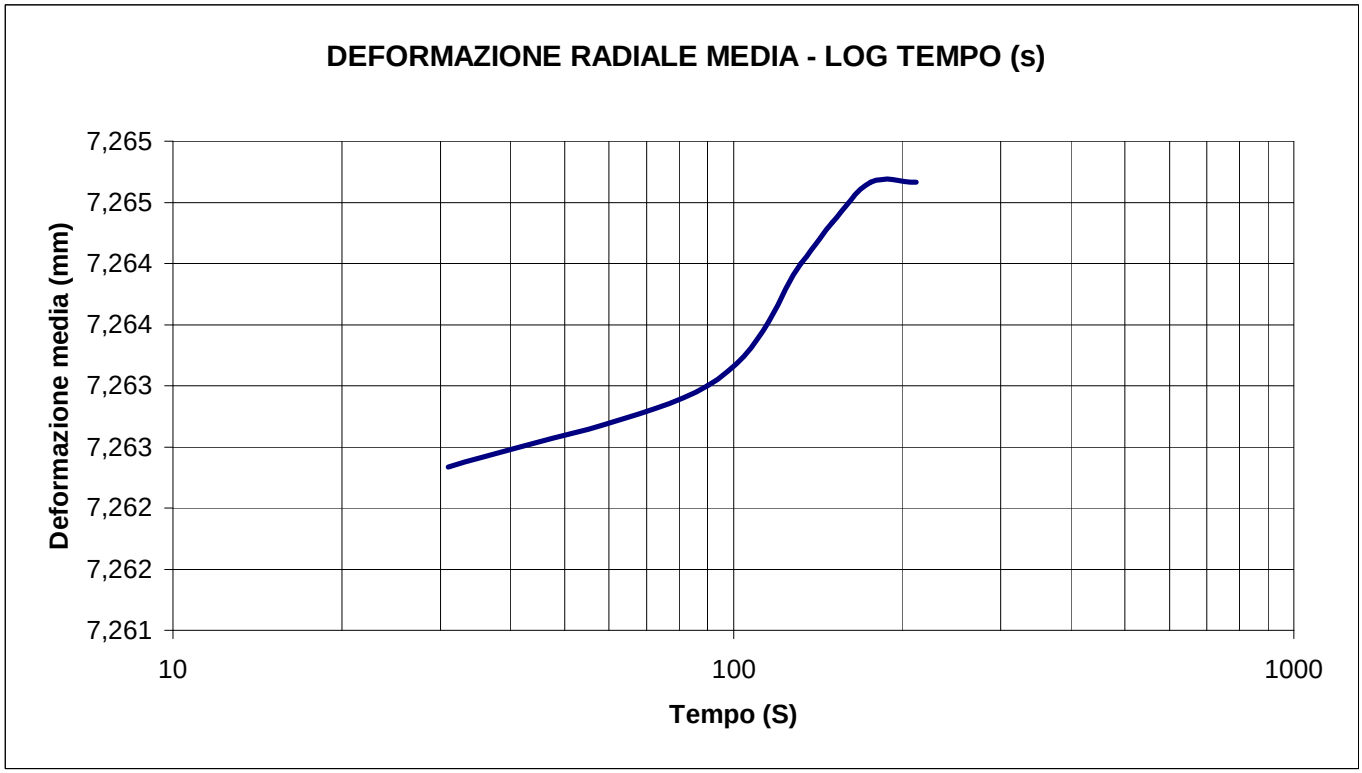
TEMPO MAX DELLA PROVA: **212** sec **3,5** min

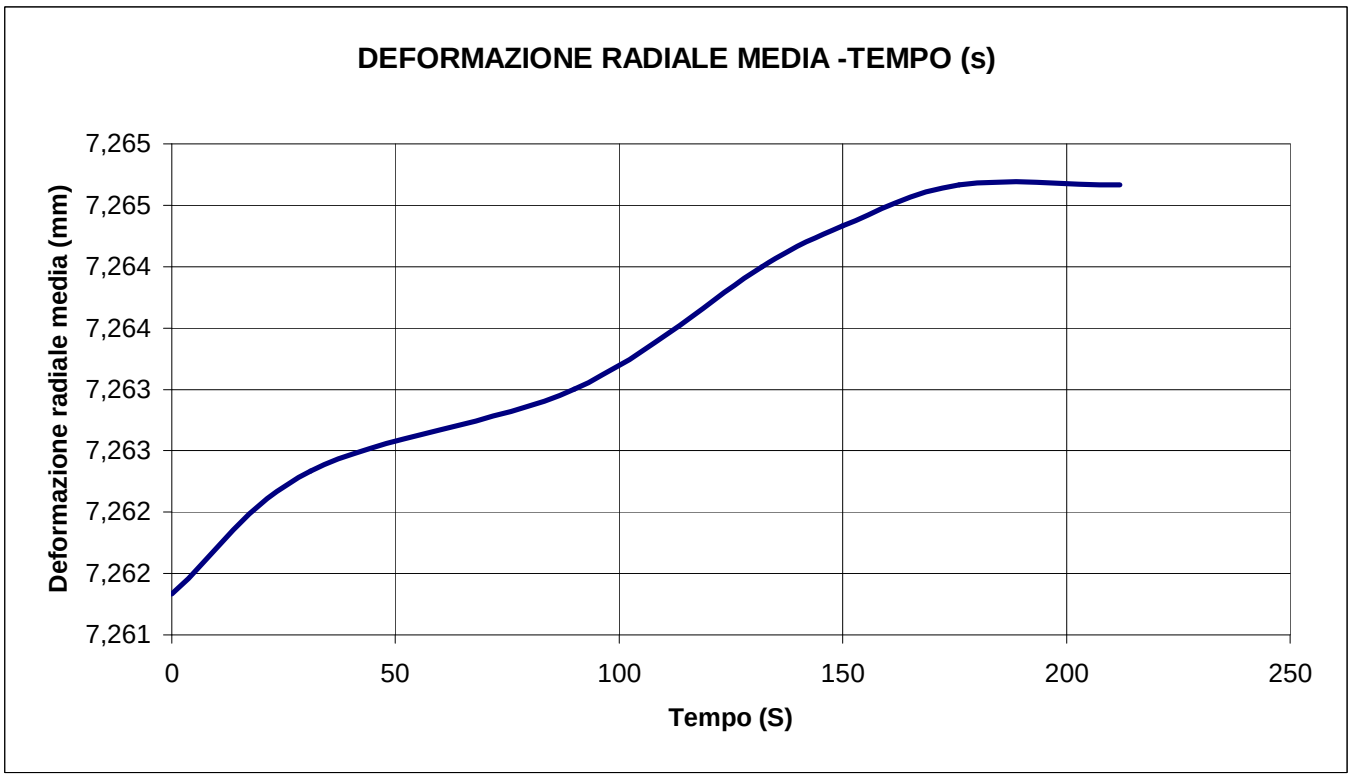
TABELLA DATI

ORA	PRESS.	D1	D2	D3	TEMPO(s)	D(medio)	ΔD
12.02.47	40,2	7,307	7,530	6,947	0	7,261	0,000
12.03.18	40,2	7,308	7,531	6,948	31	7,262	0,001
12.04.17	40,2	7,309	7,531	6,949	90	7,263	0,002
12.04.59	40,2	7,310	7,532	6,950	132	7,264	0,003
12.05.17	40,2	7,310	7,532	6,951	150	7,264	0,003
12.05.43	40,2	7,310	7,533	6,951	176	7,265	0,003
12.06.19	40,2	7,310	7,533	6,951	212	7,265	0,003

VICENZETTO **SONDAGGIO: VP16** **PROVA N.:** **DATA: 10/08/2010**

PROVA DI CREEP

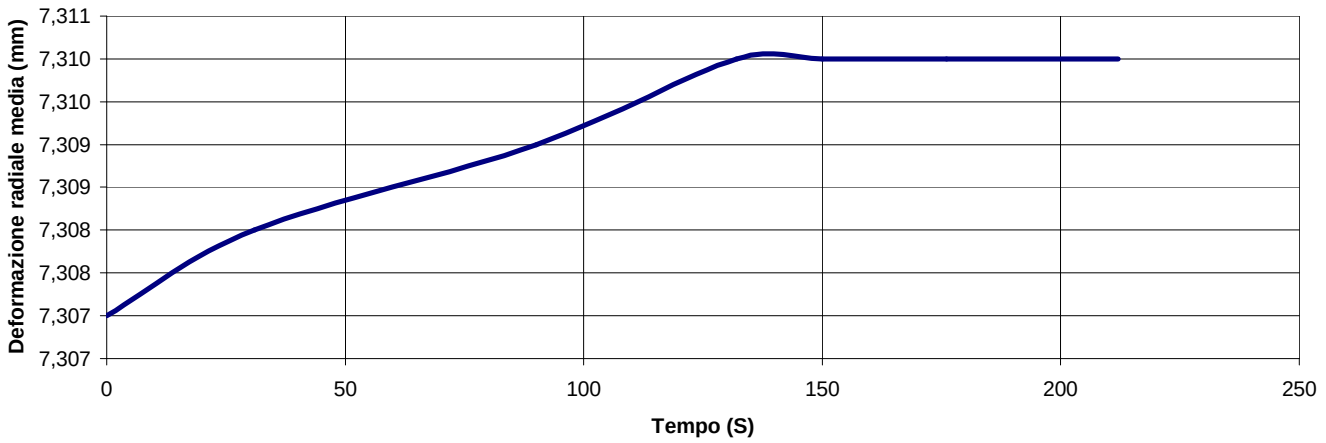




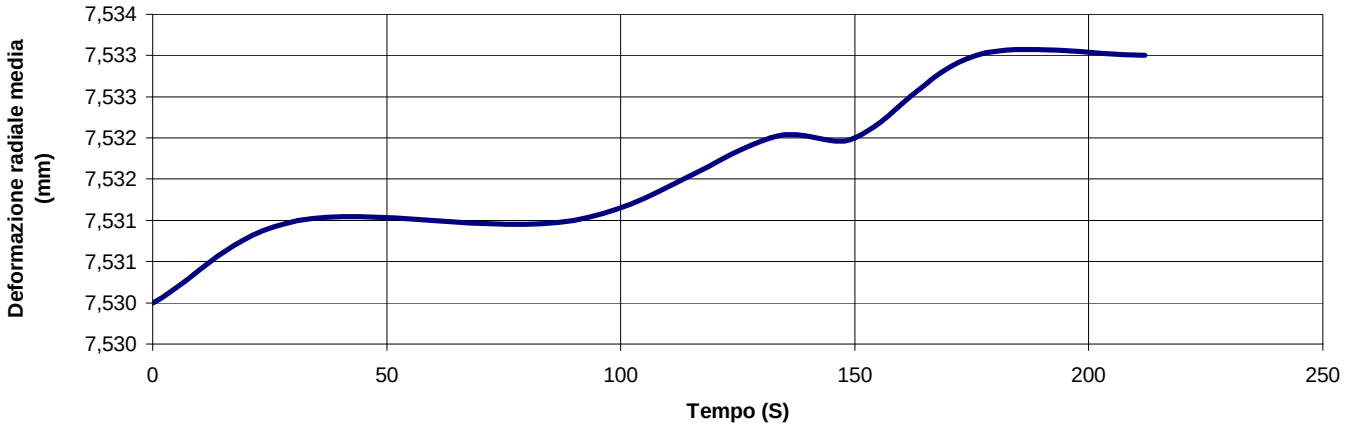
VICENZETTO **SONDAGGIO: VP16** **PROVA N.:** **DATA: 10/08/2010**

PROVA DI CREEP

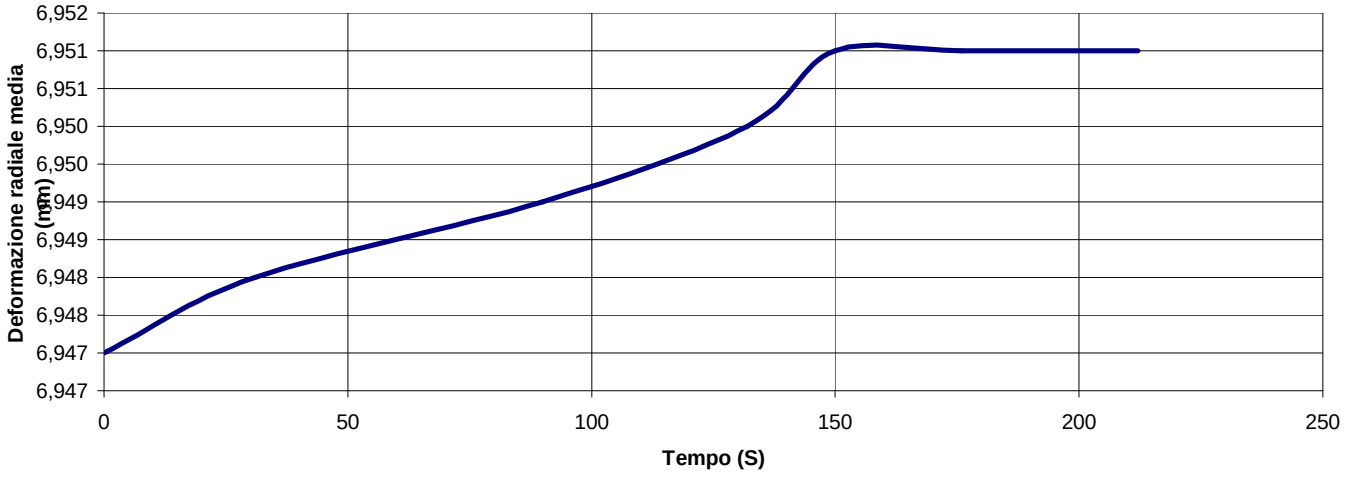
DEFORMAZIONE RADIALE TRASDUTTORE D1 (mm) -TEMPO (s)



DEFORMAZIONE RADIALE TRASDUTTORE D2 (mm) -TEMPO (s)



DEFORMAZIONE RADIALE TRASDUTTORE D3 (mm) -TEMPO (s)



VICENZETTO

PROVA DILATOMETRICA
con DILAROC TELEMAC

CERT.N.: E40/163

DATI PROVA

COMMITTENTE: **SPEA S.P.A.**

LOCALITA': **GENOVA-VIA VARENNA**

SONDAGGIO: **VP16**

PROVA N.: **D2**

DATA: **10/08/2010**

PROF. PROVA (m): **9,0**

DIAMETRO SONDAGGIO (mm): **102,1**

UTENSILE DI PERFORAZIONE: **CAROTIERE DOPPIO**

INCLINAZIONE (°): **90**

ESECUZ. ED INTERPRETAZIONE: **DOTT. COLOTTI**

STRUMENTAZIONE IMPIEGATA

TIPO STRUMENTO: **DILATOMETRO FLESSIBILE DILAROC**

DIAMETRO GUAINA (mm): **95**

TIPO GUAINA:

PRESSIONE MAX. (Mpa): **20**

CENTRAL.ACQUISIZIONE:**LM 99/16 MOD. DMP 02/95**

SONDA: **N°14D01**

DATI LITOLOGICI

LITOLOGIA:

PROFONDITA' FALDA DA p.c.: **3,0 m**

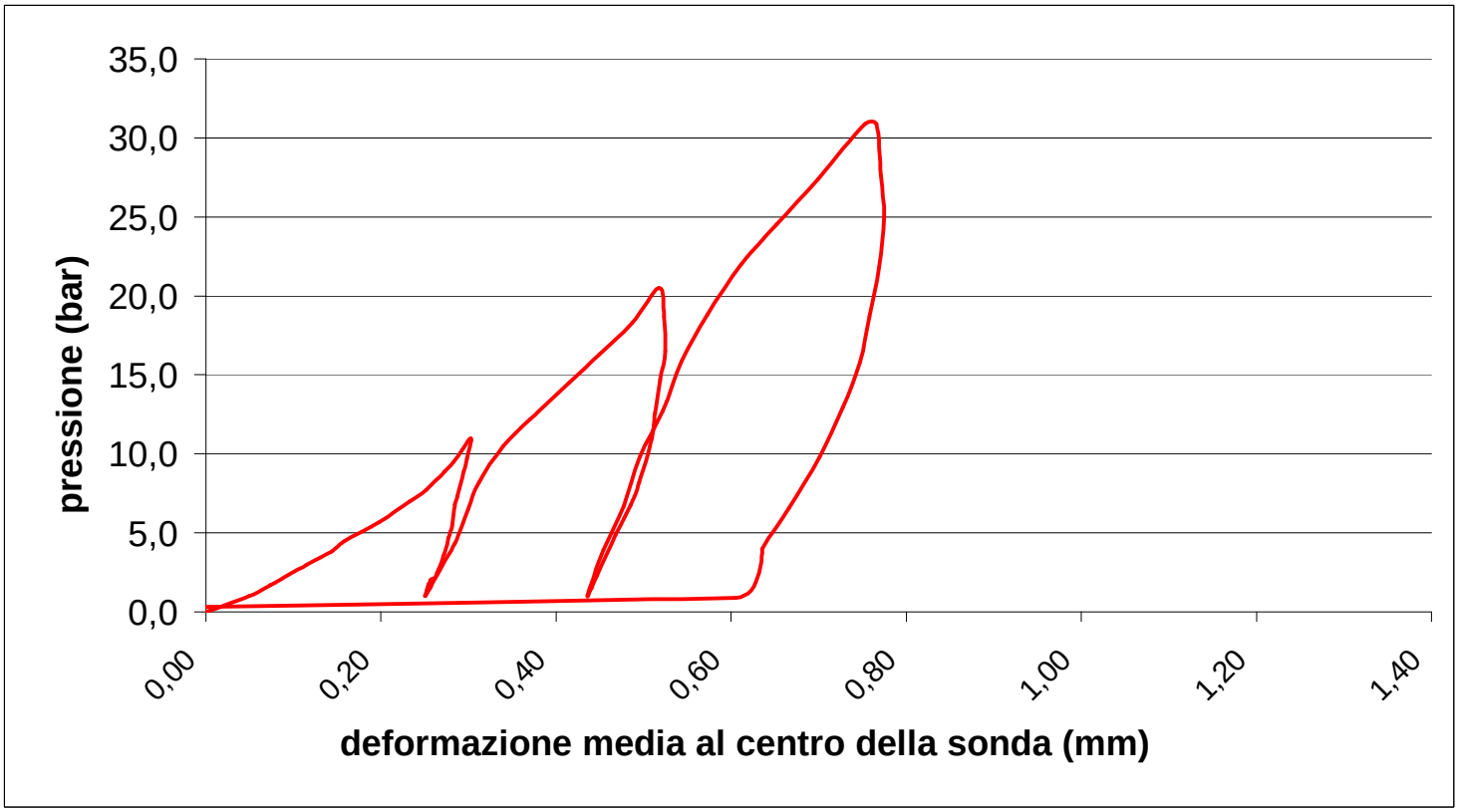
GRADO DI ALTERAZIONE:

RQD (stimato): **0 %**

	Ed		Ee	
MODULO DI DEFORMAZIONE: CALCOLATO SUL 2°CARICO	**936**	**Mpa**	MODULO ELASTICO: CALCOLATO SUL 2°SCARICO	**3073** **Mpa**

GRAFICO PRESSIONE - DEFORMAZIONE

(deformazione ricavata dalla media dei tre trasduttori)

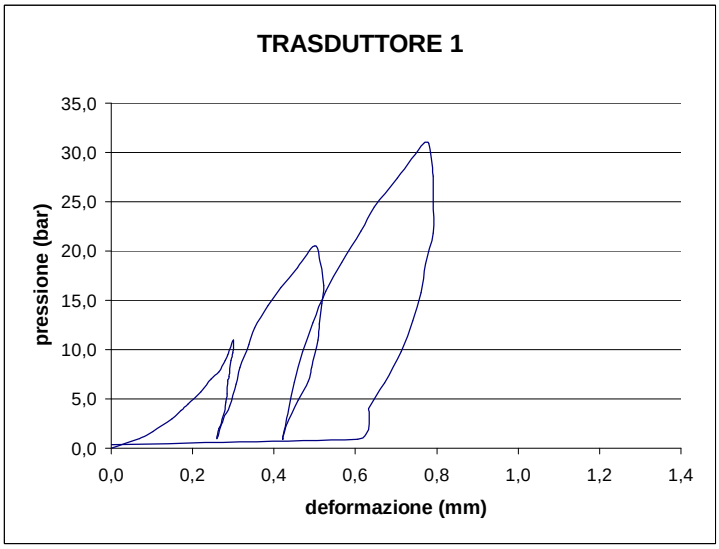


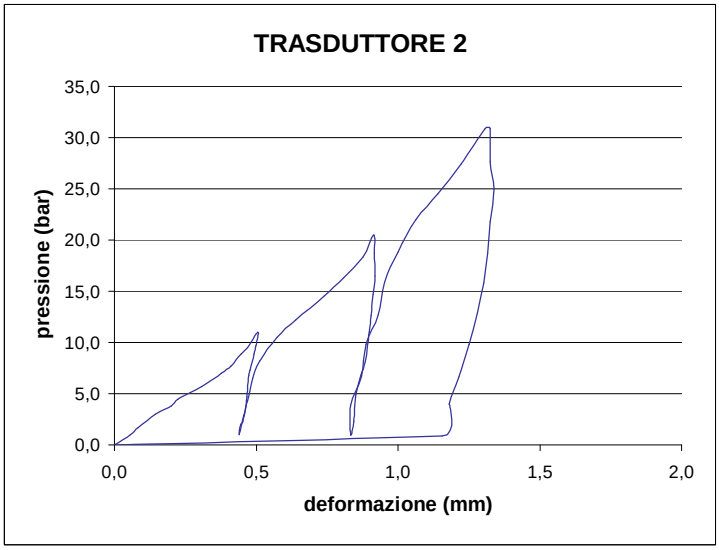
VICENZETTO

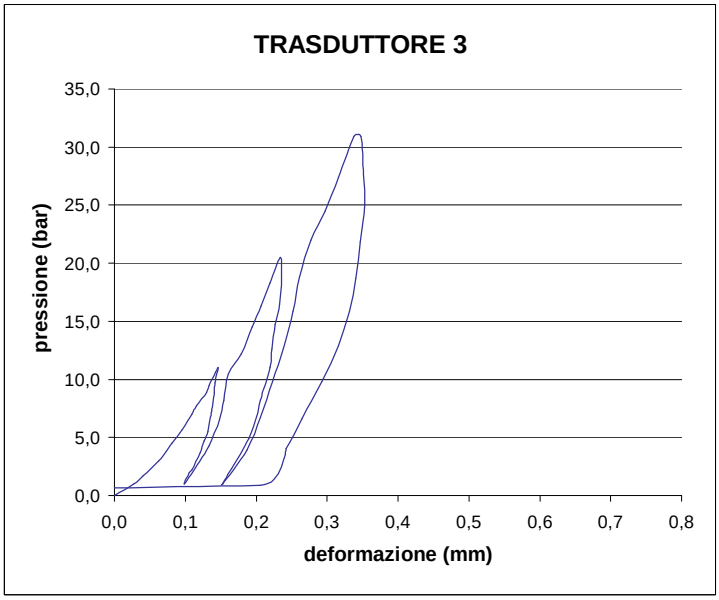
DATA: 10/08/2010 SONDAGGIO: VP16 PROF. PROVA (m): 9,0

VALORI REGISTRATI DAI SINGOLI TRASDUTTORI
(valori relativi)

Tempo (min)	Pressione (bar)	trasd. 1 (mm)	trasd. 2 (mm)	trasd. 3 (mm)	media (mm)
0,0	4,4	0,000	0,000	0,000	0,000
0,5	5,4	0,070	0,056	0,027	0,043
1,0	6,1	0,102	0,084	0,041	0,065
1,5	7,4	0,150	0,145	0,062	0,101
2,0	8,2	0,171	0,201	0,073	0,122
2,5	8,9	0,188	0,225	0,081	0,136
3,0	10,1	0,220	0,306	0,096	0,165
3,5	11,4	0,246	0,377	0,109	0,189
4,0	12,1	0,264	0,411	0,116	0,202
4,5	13,3	0,280	0,447	0,130	0,222
5,0	13,9	0,287	0,470	0,134	0,229
5,5	15,4	0,301	0,505	0,146	0,247
6,0	14,1	0,299	0,499	0,142	0,242
6,5	13,3	0,294	0,493	0,141	0,240
7,0	11,7	0,290	0,478	0,137	0,234
7,5	11,2	0,287	0,474	0,135	0,231
8,0	9,9	0,285	0,470	0,132	0,227
8,5	9,1	0,281	0,467	0,126	0,220
9,0	8,1	0,278	0,462	0,121	0,214
9,5	6,6	0,268	0,452	0,109	0,198
10,0	6,4	0,264	0,444	0,106	0,194
10,5	5,4	0,259	0,440	0,098	0,184
11,0	7,3	0,276	0,456	0,120	0,212
11,5	8,7	0,291	0,470	0,134	0,230
12,0	10,9	0,307	0,487	0,148	0,249
12,5	12,6	0,316	0,512	0,154	0,258
13,0	14,9	0,338	0,574	0,161	0,275
13,5	16,6	0,352	0,639	0,179	0,300
14,0	18,9	0,385	0,738	0,194	0,329
14,5	20,7	0,417	0,809	0,207	0,354
15,0	22,7	0,458	0,876	0,219	0,380
15,5	24,9	0,501	0,915	0,234	0,407
16,0	23,1	0,514	0,917	0,236	0,412
16,5	20,9	0,523	0,918	0,233	0,411
17,0	19,1	0,518	0,912	0,227	0,404
17,5	17,0	0,512	0,905	0,222	0,397
18,0	15,4	0,508	0,899	0,219	0,392
18,5	12,6	0,492	0,886	0,206	0,374
19,0	11,2	0,484	0,870	0,200	0,365
19,5	9,3	0,459	0,851	0,190	0,348
20,0	6,7	0,430	0,845	0,165	0,313
20,5	5,4	0,421	0,832	0,153	0,297
21,0	8,3	0,436	0,832	0,187	0,339
21,5	11,1	0,450	0,872	0,206	0,365
22,0	14,2	0,471	0,888	0,223	0,388
22,5	17,1	0,496	0,930	0,238	0,411
23,0	20,3	0,527	0,952	0,252	0,434
23,5	23,2	0,566	0,999	0,261	0,455
24,0	26,4	0,613	1,063	0,277	0,485
24,5	28,9	0,647	1,139	0,297	0,518
25,0	31,8	0,703	1,221	0,316	0,555
25,5	35,3	0,767	1,308	0,338	0,597
26,0	35,3	0,780	1,326	0,348	0,611
26,5	32,0	0,791	1,326	0,351	0,616
27,0	29,4	0,791	1,338	0,353	0,619
27,5	26,2	0,791	1,326	0,347	0,612
28,0	23,1	0,772	1,317	0,340	0,601
28,5	20,2	0,762	1,303	0,331	0,588
29,0	17,3	0,741	1,279	0,316	0,566
29,5	14,2	0,713	1,250	0,293	0,534
30,0	11,0	0,671	1,215	0,265	0,493
30,5	8,4	0,633	1,180	0,242	0,457
31,0	5,3	0,605	1,156	0,206	0,407
31,5					
32,0					
32,5					
33,0					
33,5					
34,0					
34,5					
35,0					
35,5					
36,0					
36,5					





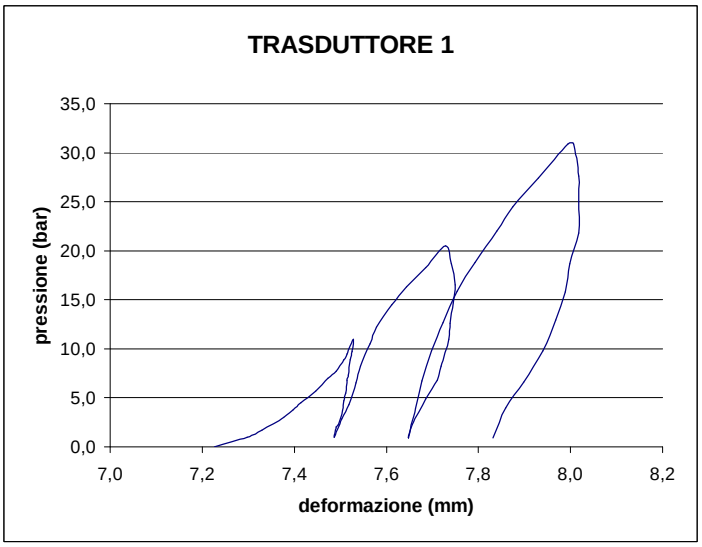


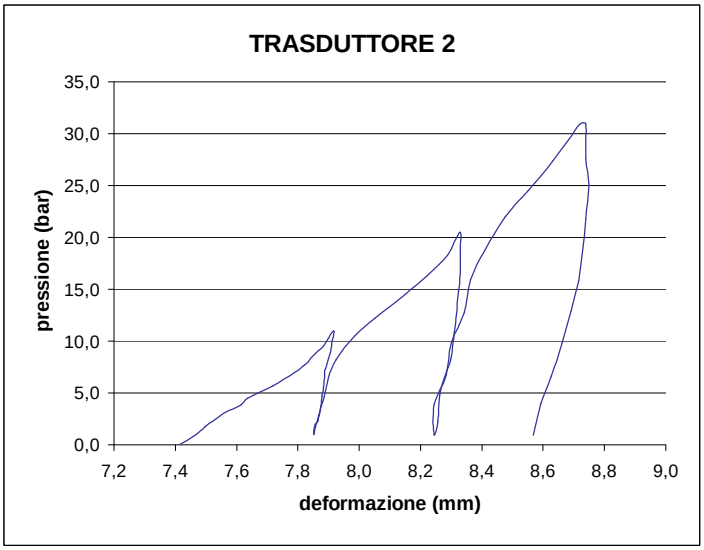
VICENZETTO

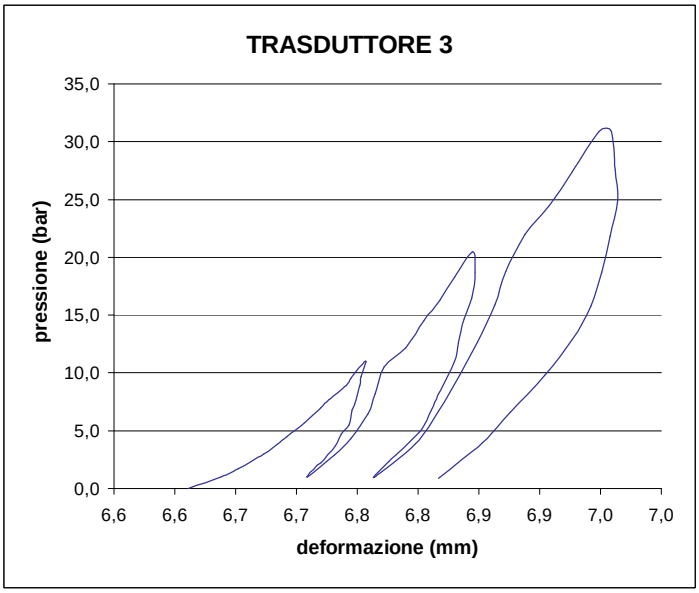
DATA: 10/08/2010 SONDAGGIO: VP16 PROF. PROVA (m): 9,0

VALORI REGISTRATI DAI SINGOLI TRASDUTTORI (valori assoluti)

Tempo (min)	Pressione (bar)	trasd. 1 (mm)	trasd. 2 (mm)	trasd. 3 (mm)	media (mm)
0,0	4,4	7,227	7,412	6,611	7,066
0,5	5,4	7,297	7,468	6,638	7,116
1,0	6,1	7,329	7,496	6,652	7,140
1,5	7,4	7,377	7,557	6,673	7,181
2,0	8,2	7,398	7,613	6,684	7,209
2,5	8,9	7,415	7,637	6,692	7,225
3,0	10,1	7,447	7,718	6,707	7,265
3,5	11,4	7,473	7,789	6,720	7,299
4,0	12,1	7,491	7,823	6,727	7,317
4,5	13,3	7,507	7,859	6,741	7,339
5,0	13,9	7,514	7,882	6,745	7,349
5,5	15,4	7,528	7,917	6,757	7,368
6,0	14,1	7,526	7,911	6,753	7,364
6,5	13,3	7,521	7,905	6,752	7,361
7,0	11,7	7,517	7,890	6,748	7,354
7,5	11,2	7,514	7,886	6,746	7,351
8,0	9,9	7,512	7,882	6,743	7,348
8,5	9,1	7,508	7,879	6,737	7,343
9,0	8,1	7,505	7,874	6,732	7,339
9,5	6,6	7,495	7,864	6,720	7,328
10,0	6,4	7,491	7,856	6,717	7,323
10,5	5,4	7,486	7,852	6,709	7,317
11,0	7,3	7,503	7,868	6,731	7,336
11,5	8,7	7,518	7,882	6,745	7,350
12,0	10,9	7,534	7,899	6,759	7,366
12,5	12,6	7,543	7,924	6,765	7,378
13,0	14,9	7,565	7,986	6,772	7,406
13,5	16,6	7,579	8,051	6,790	7,436
14,0	18,9	7,612	8,150	6,805	7,481
14,5	20,7	7,644	8,221	6,818	7,516
15,0	22,7	7,685	8,288	6,830	7,553
15,5	24,9	7,728	8,327	6,845	7,584
16,0	23,1	7,741	8,329	6,847	7,589
16,5	20,9	7,750	8,330	6,844	7,591
17,0	19,1	7,745	8,324	6,838	7,585
17,5	17,0	7,739	8,317	6,833	7,580
18,0	15,4	7,735	8,311	6,830	7,575
18,5	12,6	7,719	8,298	6,817	7,561
19,0	11,2	7,711	8,282	6,811	7,552
19,5	9,3	7,686	8,263	6,801	7,535
20,0	6,7	7,657	8,257	6,776	7,513
20,5	5,4	7,648	8,244	6,764	7,502
21,0	8,3	7,663	8,244	6,798	7,521
21,5	11,1	7,677	8,284	6,817	7,544
22,0	14,2	7,698	8,300	6,834	7,562
22,5	17,1	7,723	8,342	6,849	7,588
23,0	20,3	7,754	8,364	6,863	7,610
23,5	23,2	7,793	8,411	6,872	7,639
24,0	26,4	7,840	8,475	6,888	7,678
24,5	28,9	7,874	8,551	6,908	7,718
25,0	31,8	7,930	8,633	6,927	7,766
25,5	35,3	7,994	8,720	6,949	7,819
26,0	35,3	8,007	8,738	6,959	7,832
26,5	32,0	8,018	8,738	6,962	7,837
27,0	29,4	8,018	8,750	6,964	7,841
27,5	26,2	8,018	8,738	6,958	7,835
28,0	23,1	7,999	8,729	6,951	7,824
28,5	20,2	7,989	8,715	6,942	7,813
29,0	17,3	7,968	8,691	6,927	7,794
29,5	14,2	7,940	8,662	6,904	7,767
30,0	11,0	7,898	8,627	6,876	7,733
30,5	8,4	7,860	8,592	6,853	7,701
31,0	5,3	7,832	8,568	6,817	7,671
31,5					
32,0					
32,5					
33,0					
33,5					
34,0					
34,5					
35,0					
35,5					
36,0					
36,5					







VICENZETTO

DATA: 10/08/2010 SONDAGGIO: VP16 PROF. PROVA (m): 9,0

MODULI DI DEFORMAZIONE E MODULI ELASTICI CALCOLATI PER OGNI TRASDUTTORE E SULLA DEFORMAZIONE MEDIA

MODULO DI PRIMO CARICO Ed (Mpa)

CICLO DI CARICO	TRASDUTTORE 1		TRASDUTTORE 2		TRASDUTTORE 3		MEDIA	
	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)
2°	10,5	20,5	10,5	20,5	10,5	20,5	10,5	20,5
	783		**374**		**1749**		**721**	
	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)
3°	22,0	30,9	22,0	30,9	22,0	30,9	22,0	30,9
	738		**464**		**1863**		**806**	

MODULO DI DEFORMAZIONE Ed (Mpa)

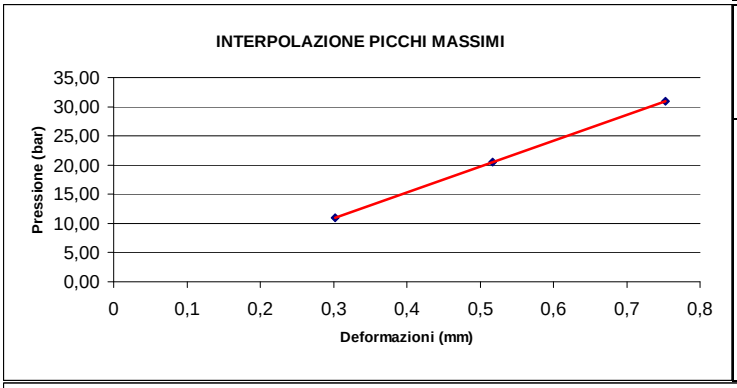
CICLO DI CARICO	TRASDUTTORE 1		TRASDUTTORE 2		TRASDUTTORE 3		MEDIA	
	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)
1°	0,0	11,0	0,0	11,0	0,0	11,0	0,0	11,0
	467		**278**		**962**		**465**	
	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)
2°	1,0	20,5	1,0	20,5	1,0	20,5	1,0	20,5
	1029		**524**		**1831**		**936**	
	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)
3°	1,0	30,9	1,0	30,9	1,0	30,9	1,0	30,9
	1103		**802**		**2063**		**1204**	

MODULO DI RICARICO Ed (Mpa)

CICLO DI RICARICO	TRASDUTTORE 1		TRASDUTTORE 2		TRASDUTTORE 3		MEDIA	
	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)
2°	1,0	10,5	1,0	10,5	1,0	10,5	1,0	10,5
	1535		**905**		**1925**		**1363**	
	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)
3°	1,0	22,0	1,0	22,0	1,0	22,0	1,0	22,0
	1396		**1161**		**2162**		**1523**	

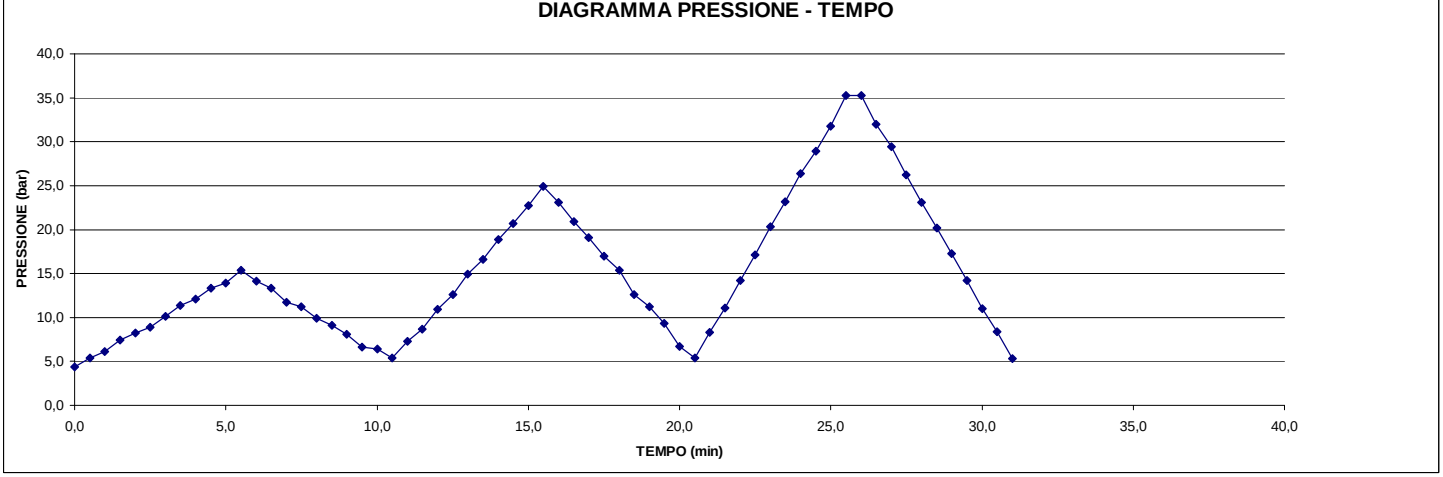
MODULO ELASTICO Ee (Mpa)

CICLO DI SCARICO	TRASDUTTORE 1		TRASDUTTORE 2		TRASDUTTORE 3		MEDIA	
	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)
1°	11,0	1,0	11,0	1,0	11,0	1,0	11,0	1,0
	3040		**1964**		**2660**		**2503**	
	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)
2°	20,5	1,0	20,5	1,0	20,5	1,0	20,5	1,0
	3112		**2999**		**3073**		**3073**	
	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)	P1(bar)	P2(bar)
3°	30,9	0,9	30,9	0,9	30,9	0,9	30,9	0,9
	2189		**2253**		**2697**		**2379**	



MODULO RICAVATO DALL'INTERPOLAZIONE DEI VALORI MASSIMI DI PRESSIONE RAGGIUNTI AD OGNI CICLO

Ed= **563** **Mpa**



VICENZETTO **SONDAGGIO: VP16** **PROVA N.:** **DATA: 10/08/2010**

PROVA DI CREEP

PROVA ESEGUITA ALLA PRESSIONE COSTANTE DI **35,3** bar

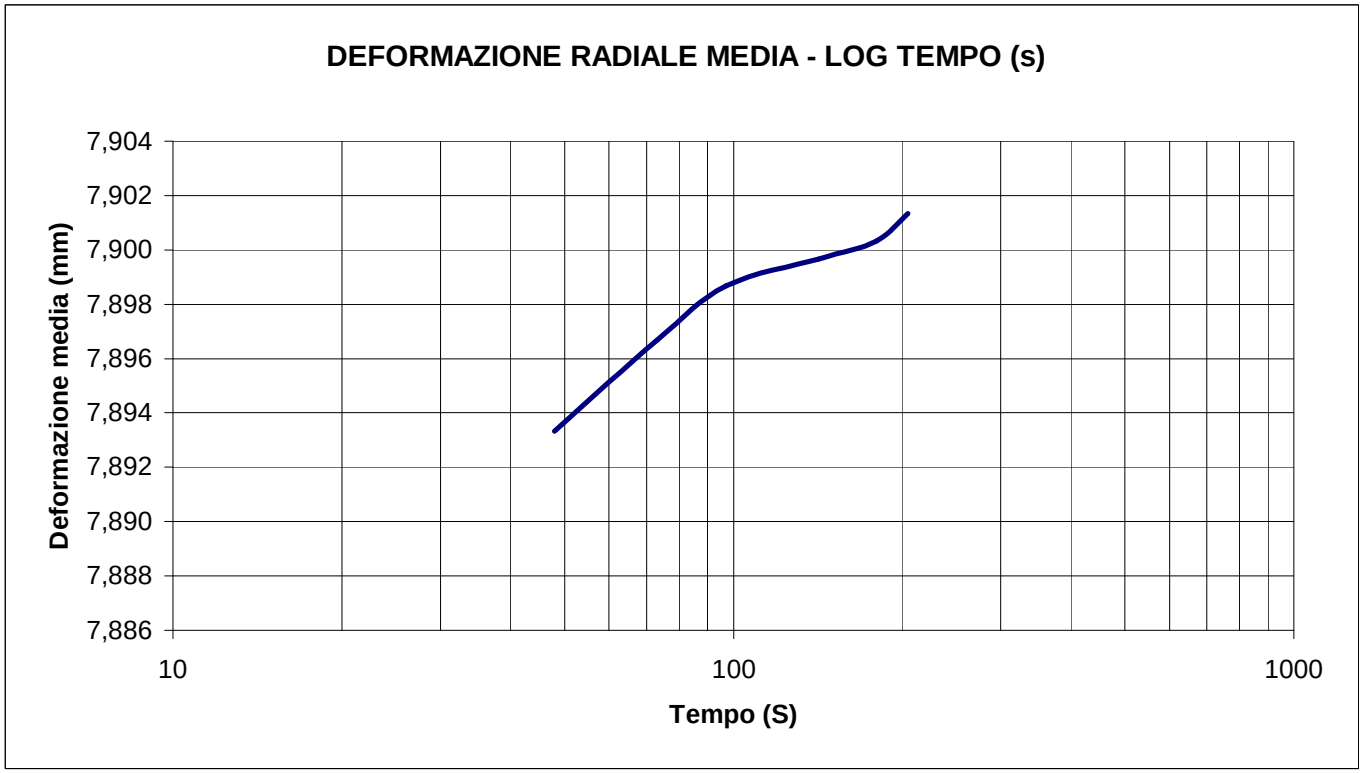
TEMPO MAX DELLA PROVA: **205** sec **3,4** min

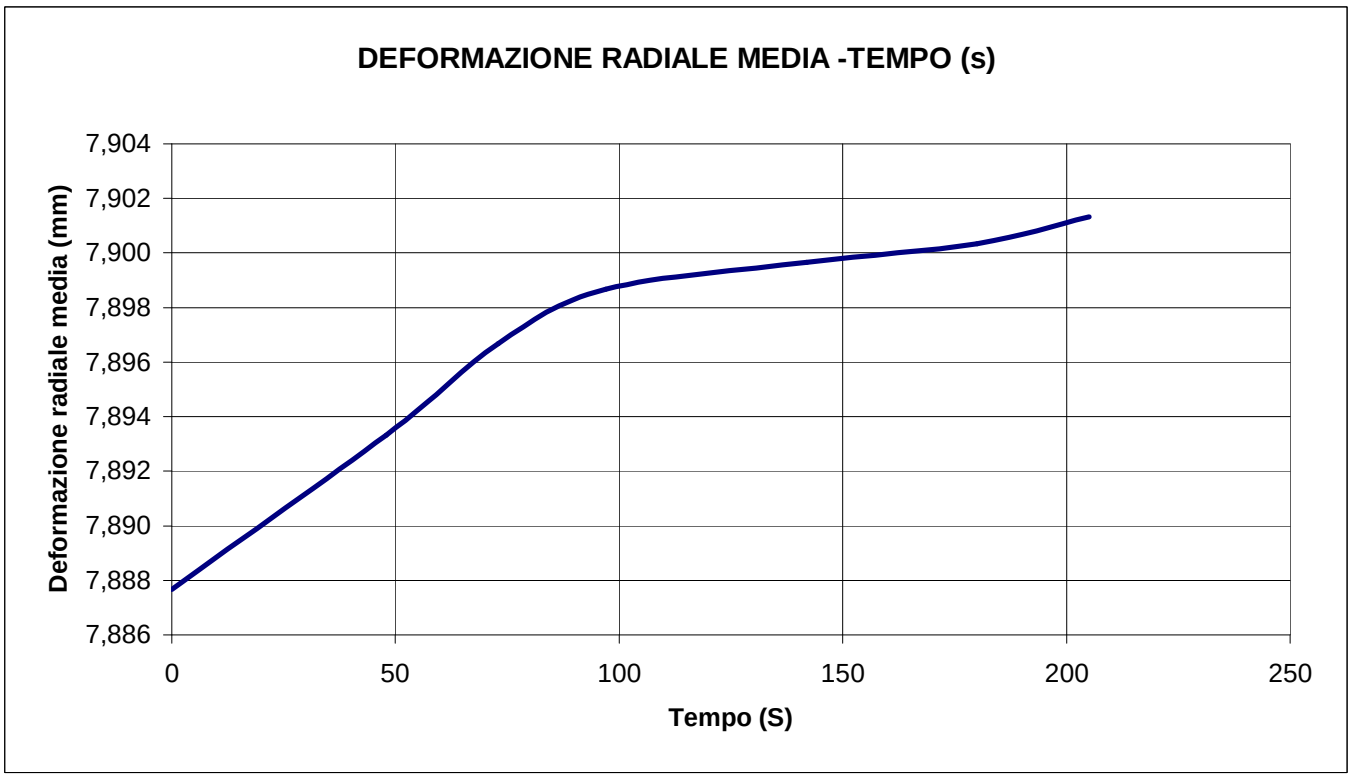
TABELLA DATI

ORA	PRESS.	D1	D2	D3	TEMPO(s)	D(medio)	ΔD
13.00.24	35,3	7,994	8,720	6,949	0	7,888	0,000
13.01.12	35,3	7,998	8,729	6,953	48	7,893	0,006
13.01.37	35,3	8,002	8,733	6,955	73	7,897	0,009
13.02.01	35,3	8,004	8,735	6,957	97	7,899	0,011
13.02.46	35,3	8,005	8,736	6,958	142	7,900	0,012
13.03.24	35,3	8,006	8,737	6,958	180	7,900	0,013
13.03.49	35,3	8,007	8,738	6,959	205	7,901	0,014

VICENZETTO **SONDAGGIO: VP16** **PROVA N.:** **DATA: 10/08/2010**

PROVA DI CREEP

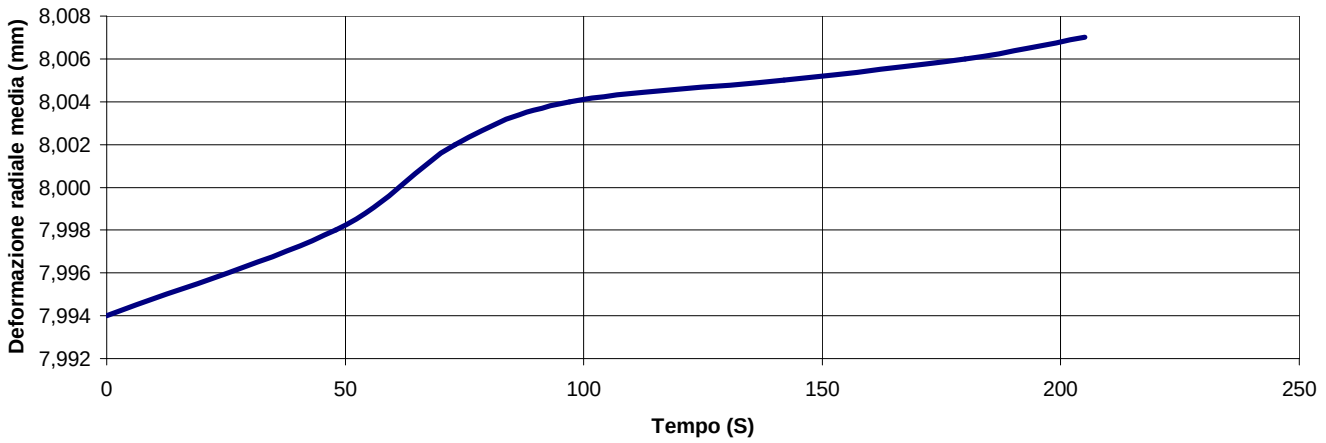




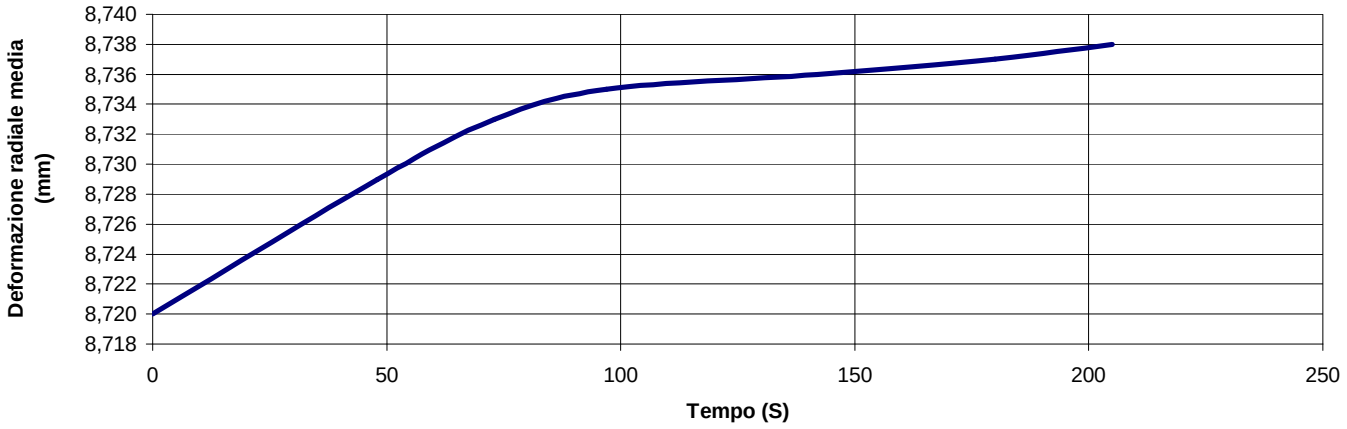
VICENZETTO **SONDAGGIO: VP16** **PROVA N.:** **DATA: 10/08/2010**

PROVA DI CREEP

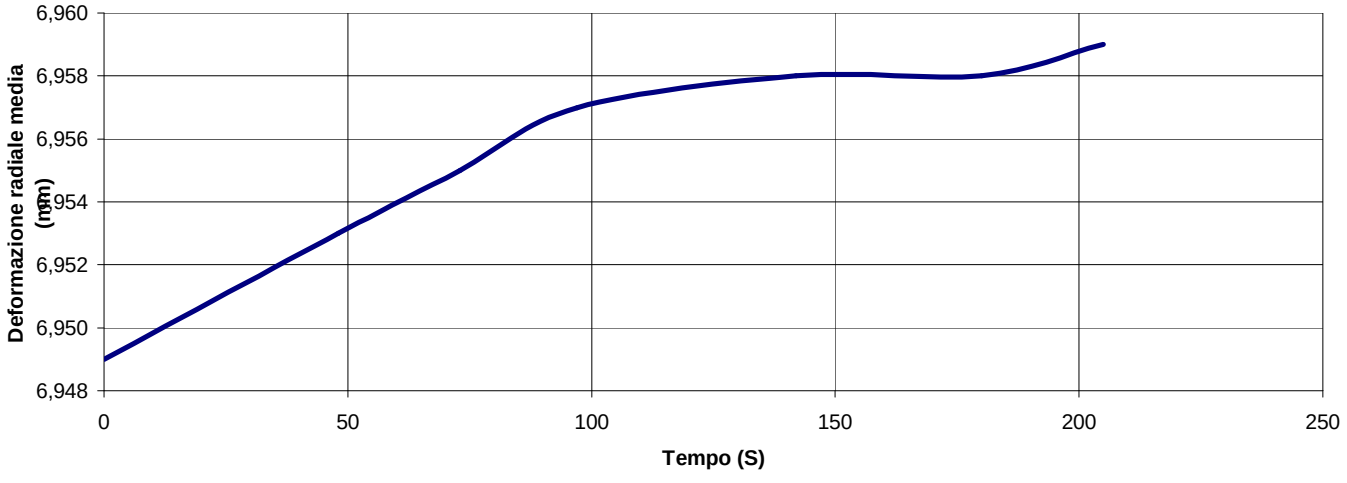
DEFORMAZIONE RADIALE TRASDUTTORE D1 (mm) -TEMPO (s)



DEFORMAZIONE RADIALE TRASDUTTORE D2 (mm) -TEMPO (s)



DEFORMAZIONE RADIALE TRASDUTTORE D3 (mm) -TEMPO (s)



VICENZETTO

PROVA DI PERMEABILITA' "LUGEON"

secondo Raccomandazioni AGI (1977)

COMM 010cm10

PAG: 1 DI 1

COMMITTENTE: SPEA S.p.A.

CANTIERE: NODO DI GENOVA

SONDAGGIO n°: VB 16 **DATA ESECUZIONE:** 09/08/2010

PROVA LUGEON N°: 1 **CERTIFICATO:** C 4398

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: C010/10

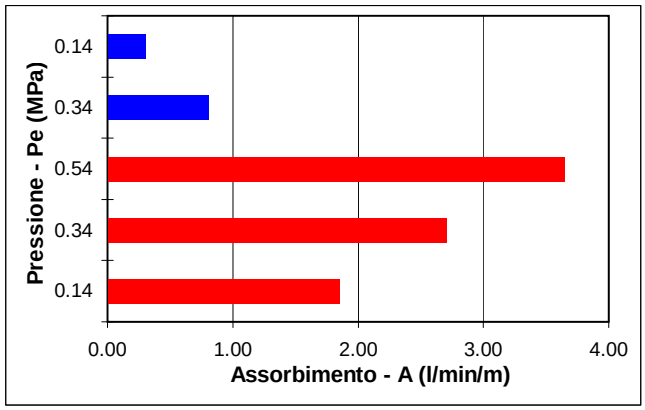
DURATA DELLA PROVA:	60	min		PROFONDITA' FONDO FORO		-12.00	m da p.c.
ALTEZZA MANOMETRO	0.60	m da p.c.		PROFONDITA' OTTURATORE		-10.00	m da p.c.
LIVELLO STATICO FALDA	-3.00	m da p.c.		TRATTO DI PROVA	**L**	2.00	m
LIVELLO ACQUA INIZIALE	-3.00	m da p.c.		DIAMETRO TASCA DI PROVA	**D**	0.101	m
LIVELLO ACQUA FINALE	-3.00	m da p.c.		COEFFICIENTE DI FORMA	**C**	3.41	
INTERVALLO DI PROVA da	10.00	a 12.00 m		DIAMETRO TUBO INIEZIONE		25.40	mm

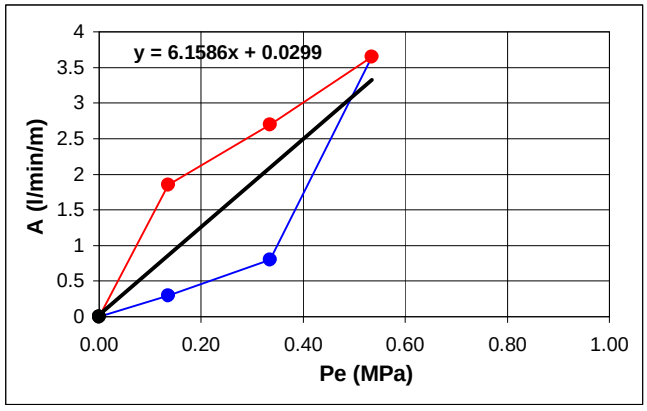
VALORI MISURATI

t	Pm	Volume	Portata	t	Pm	Volume	Portata
min	MPa	litri	l/min	min	MPa	litri	l/min
0	0.10	532.0		0	0.10	750.0	
2	0.10	540.0	4.00	2	0.10	751.0	0.50
4	0.10	547.0	3.50	4	0.10	752.0	0.50
6	0.10	554.0	3.50	6	0.10	753.5	0.75
8	0.10	562.0	4.00	8	0.10	755.0	0.75
10	0.10	569.0	3.50	10	0.10	756.0	0.50
0	0.30	585.0					
2	0.30	596.0	5.50				
4	0.30	608.0	6.00				
6	0.30	618.0	5.00				
8	0.30	628.0	5.00				
10	0.30	639.0	5.50				
0	0.50	646.0					
2	0.50	660.0	7.00				
4	0.50	675.0	7.50				
6	0.50	689.0	7.00				
8	0.50	704.0	7.50				
10	0.50	719.0	7.50				
0	0.30	727.0					
2	0.30	730.0	1.50				
4	0.30	733.5	1.75				
6	0.30	737.0	1.75				
8	0.30	740.0	1.50				
10	0.30	743.0	1.50				

VALORI CALCOLATI

Pm	H	Pc	Pe	Portata	A	Au
MPa	m H2O	MPa	MPa	l/min	l/min/m	A/1bar
0.10	3.60	0.00	0.135	3.70	1.85	1.368
0.30	3.60	0.00	0.335	5.40	2.70	0.806
0.50	3.60	0.00	0.535	7.30	3.65	0.682
0.30	3.60	0.00	0.335	1.60	0.80	0.239
0.10	3.60	0.00	0.135	0.60	0.30	0.222





Pm: Pressione letta al manometro in superficie
Pe: Pressione corretta (Pe = P m + H - Pc)
Pc: Perdita di carico nel circuito
H: Distanza tra manometro e livello statico della falda
Au: Assorbimento unitario (l/min/m alla pressione Pe di 1 bar)

LITOLOGIA **Roccia serie ofiolitica** **UL (l/min/m con P=1MPa)=** **6.158** Unità Lugeon

K = (Q / Pe) (g_w / C) = **6.36E-07** Permeabilità equivalente

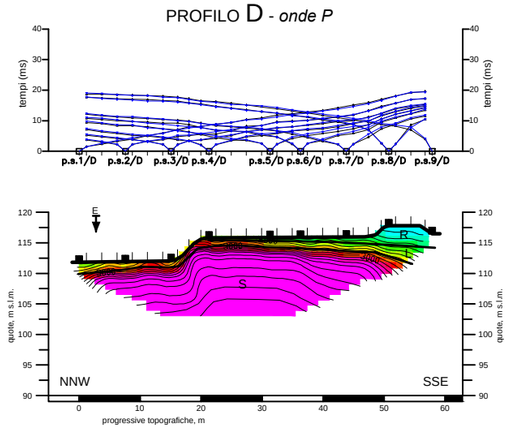
NOTE Curva rossa=carico, Curva blu=scarico, Curva nera=media

DATA	set-10	**Lo Sperimentatore**	Dott. Geol. G. Sprocatti	**Il Direttore**	Dott. Geol. V. Vicenzetto

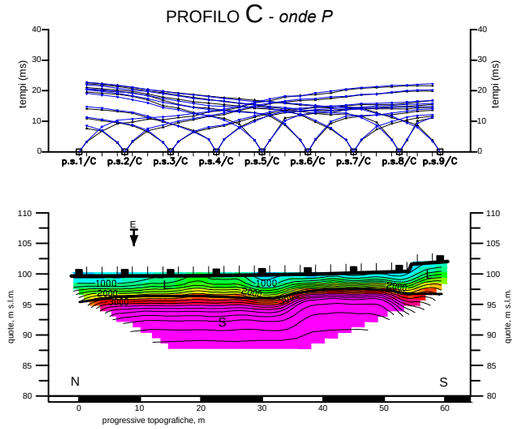
Decreto di concessione n. **52506** del **11/10/2004** , per il rilascio dei certificati relativi alle prove in sito (settore c) ai sensi dell'Art. 8 D. P. R. 246/93

VICENZETTO S. r. l. 35040 VILLA ESTENSE (PD) VIA MUNICIPIO N° 18 TEL 0429/91798 FAX 0429/91200

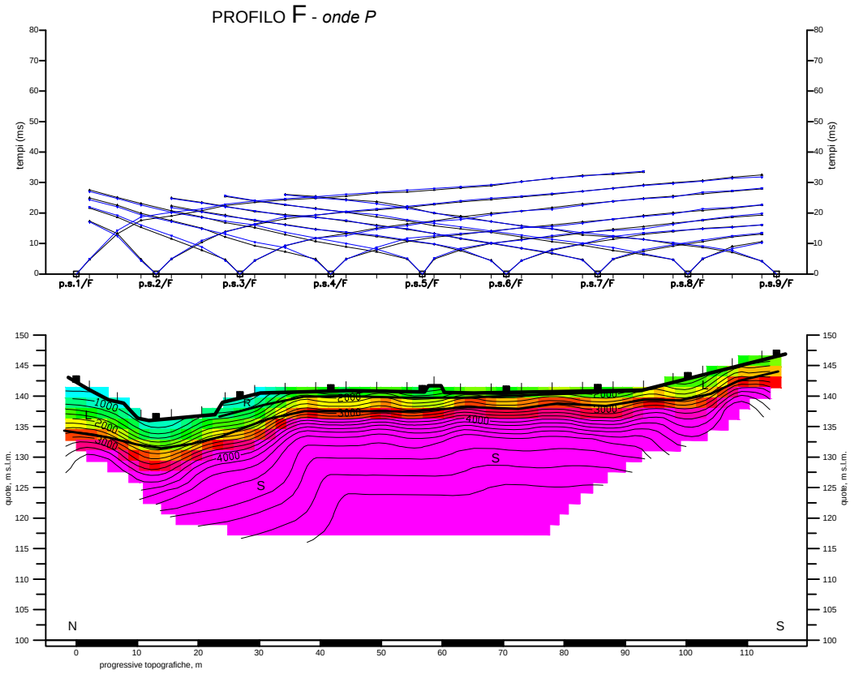
PROFILO D - *onde P*



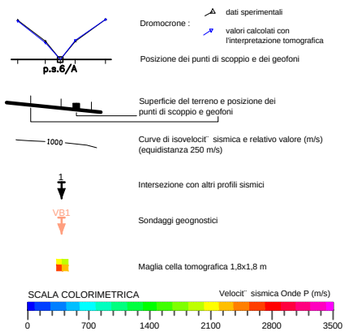
PROFILO C - *onde P*



PROFILO F - *onde P*



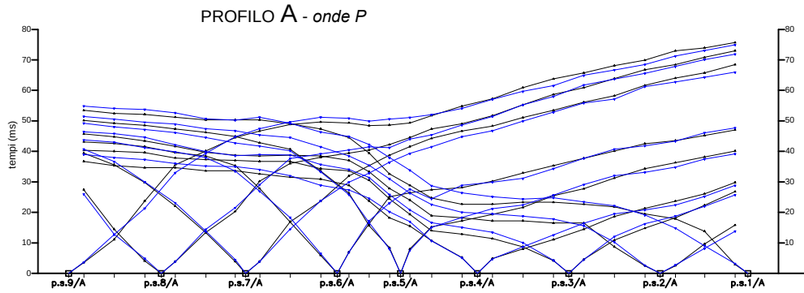
LEGENDA:



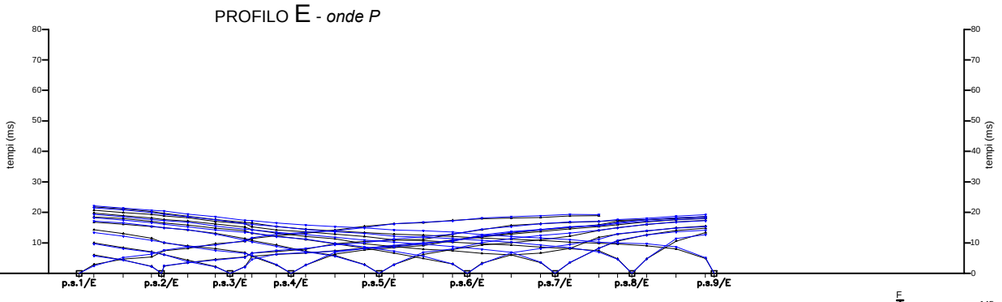
INTERPRETAZIONE GEOFISICA

R	Porzione di sottosuolo costituita prevalentemente da terreno di riporto Vp inferiore a 1.800-2.000 m/s
L	Porzione di sottosuolo costituita prevalentemente da rocce alterate Vp inferiore a 2.600-2.800 m/s
S	Porzione di sottosuolo costituita prevalentemente da rocce compatte Vp superiore a 2.600-2.800 m/s

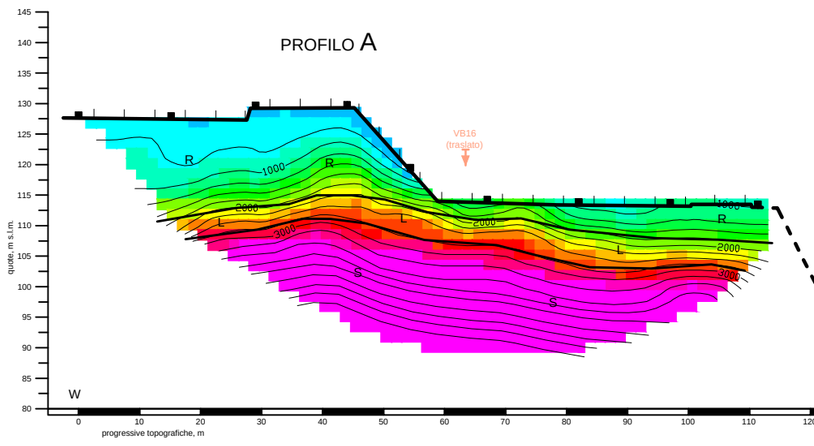
PROFILO A - *onde P*



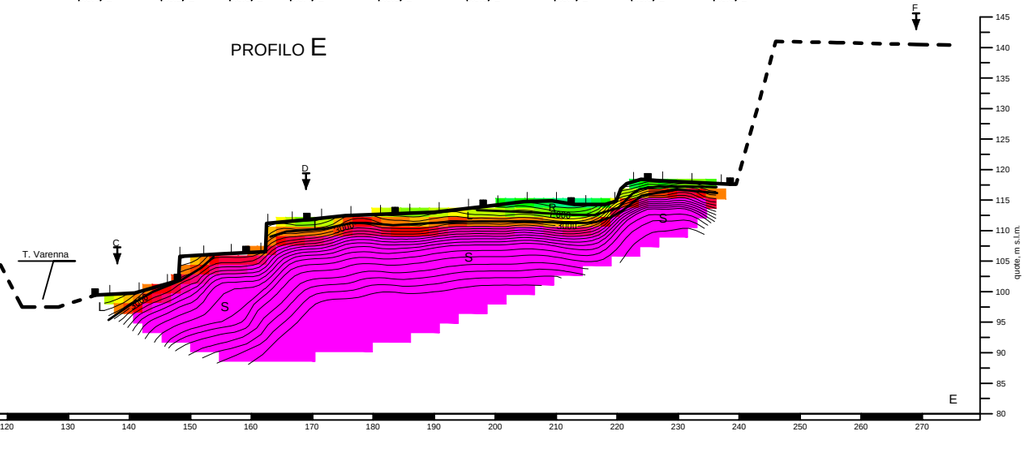
PROFILO E - *onde P*



PROFILO A



PROFILO E



Rev.	Descrizione	Data	Redatto	Verificato	Approvato
D					
C					
B	AGGIORNAMENTO	01/03/2011	Mencarini	Baldi	Baldi
A	EMISSIONE	15/11/2010	Mencarini	Baldi	Baldi

COMMITTENTE : spea autostrade ingegneria europea — Commessa n° R 350

LOCALITA': LOTTO 6 - Torrente VARENNA - Comune di Genova (GE)

INDAGINE: **NODO DI GENOVA**

OGGETTO: INDAGINE GEOFISICA

TAVOLA: **LOTTO 6** - T. Varenna - profili sismici a rifrazione (*onde P*) — FORMATO A1

3 9 5 9 S G G 2 2 B 01.03.11

nome file : 3959SGG22B.dwg

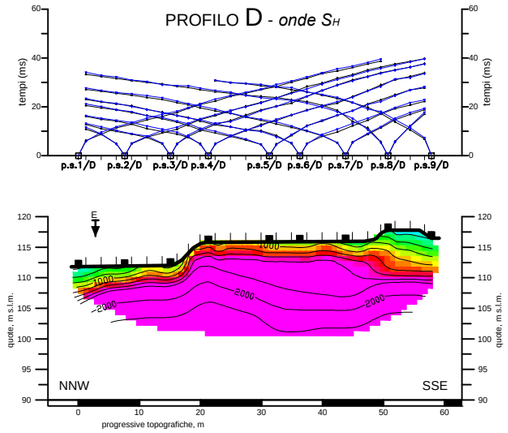
PRECISIONE:	UNITA'	SCALA
Distanze: m	m	1: 500
Quote: m		
Profondita': m		

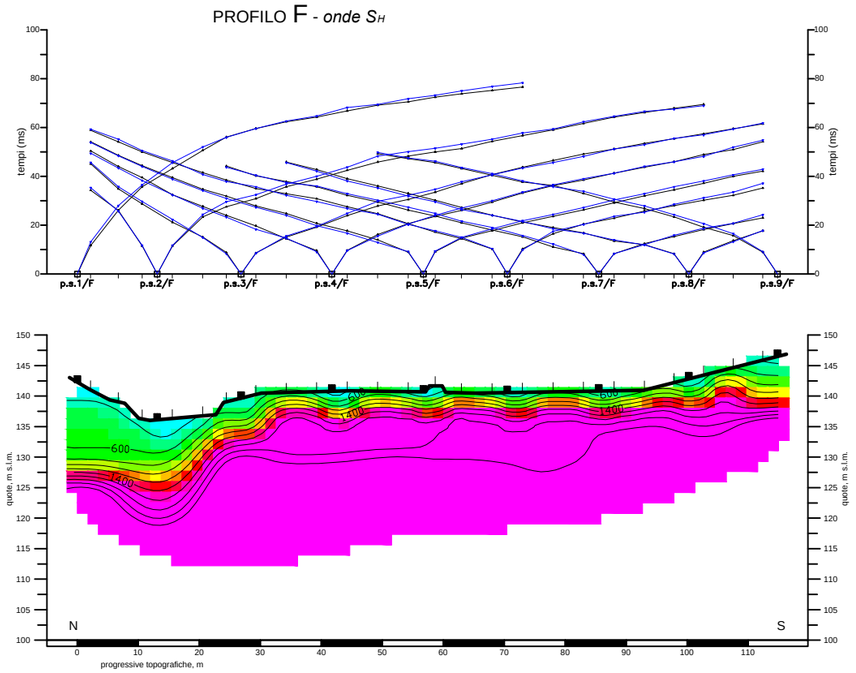
Tutti i diritti sono riservati. La riproduzione e la diffusione a terzi s' vietata.

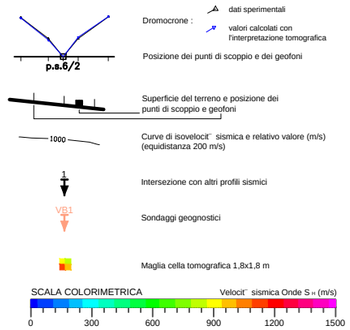
VICENZETTO Srl
35040 – Villa Estense (PD)
Tel. 042991798 – Fax 042991200
e.mail: info@vicenzetto.it

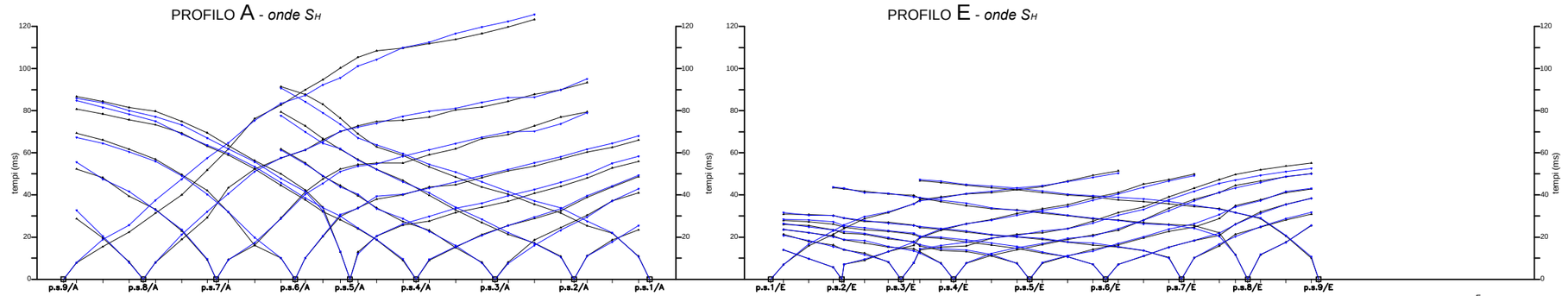
DATA

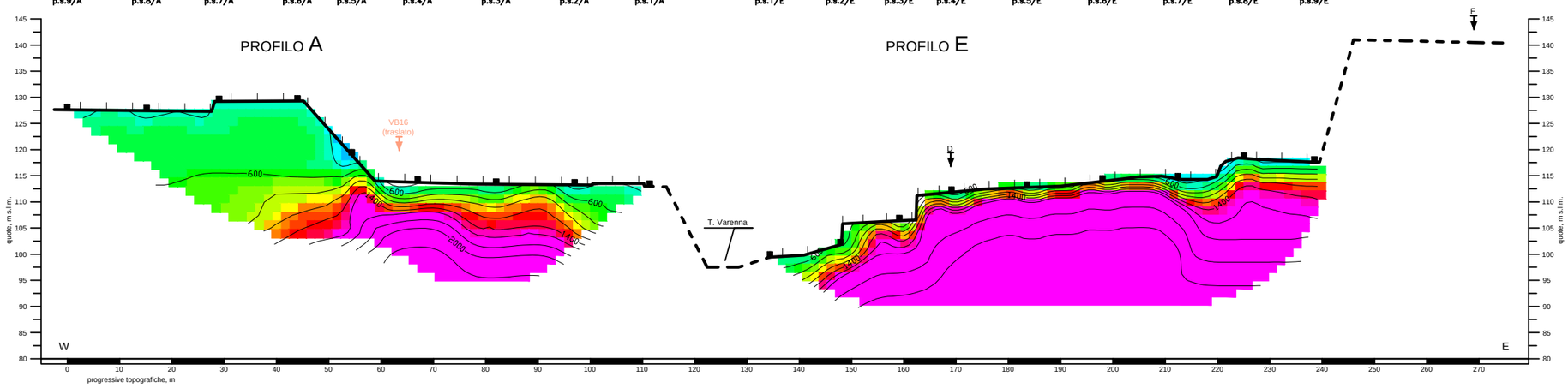
CONTROLLO QUALITA'











Rev.	Descrizione	Data	Redatto	Verificato	Approvato
D					
C					
B	AGGIORNAMENTO	01/03/2011	Mencarini	Baldi	Baldi
A	EMISSIONE	15/11/2010	Mencarini	Baldi	Baldi

COMMITTENTE : spea autostrade — ingegneria europea — Commesso n° R 350

LOCALITA': LOTTO 6 - Torrente VARENNA - Comune di Genova (GE)

INDAGINE: **NODO DI GENOVA**

OGGETTO: INDAGINE GEOFISICA

TAVOLA: **LOTTO 6** - T. Varenna - profili sismici a rifrazione (*onde SH*)

FORMATO A1

3 9 5 9 S G G 2 4 B 01.03.11

nome file : 3959SGG24B.dwg

PRECISIONE:		UNITA'	SCALA
Distanze:	m	m	1: 500
Quote:	m		
Profondita':	m		

DATA

CONTROLLO QUALITA'

VICENZETTO Srl
35040 – Villa Estense (PD)
Tel. 042991798 – Fax 042991200
e.mail: info@vicenzetto.it

Tutti i diritti sono riservati. La riproduzione e la divulgazione a terzi è vietata.

Stratigrafie sondaggi realizzati per progetto sistemazione cava

(rif. Dott. Geol. Michele Volpati – "*Progetto di variante al piano di coltivazione finalizzato alla sistemazione definitiva della cava pian di Carlo in località Bric Bardenco – Relazione Geologico-Tecnica"* – Dicembre 2001)

Il Responsabile del Procedimento
(Geom. Luigi Giglietti)

ALLEGATI

SONDAGGI GEOGNOSTICI

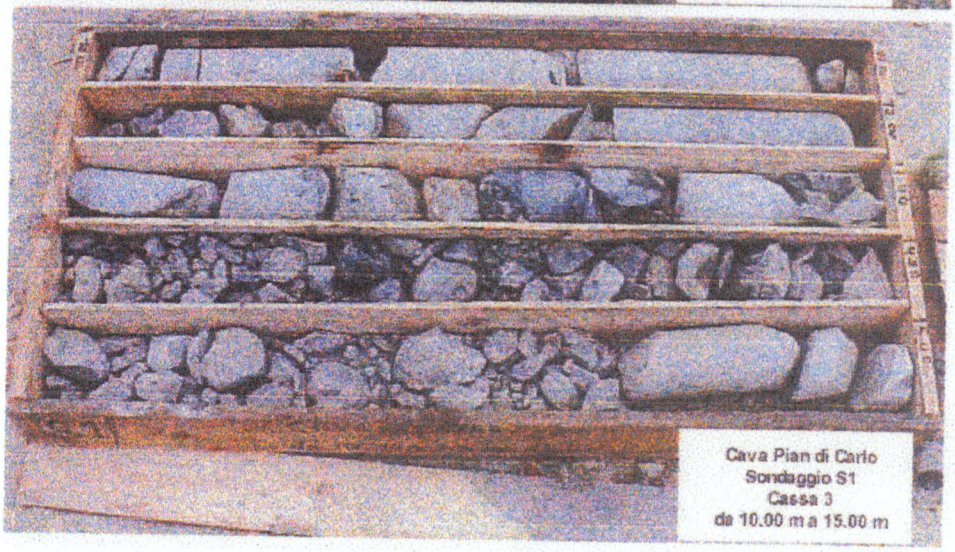
50

Il Responsabile del Procedimento
(Geol. Luigi Gigliotti)

proval (1676x2996x24b bmp)







Il Responsabile del Procedimento
(Geom. Luigi Gigliotti)

51

prova2 (1860x2980x24b bmp)







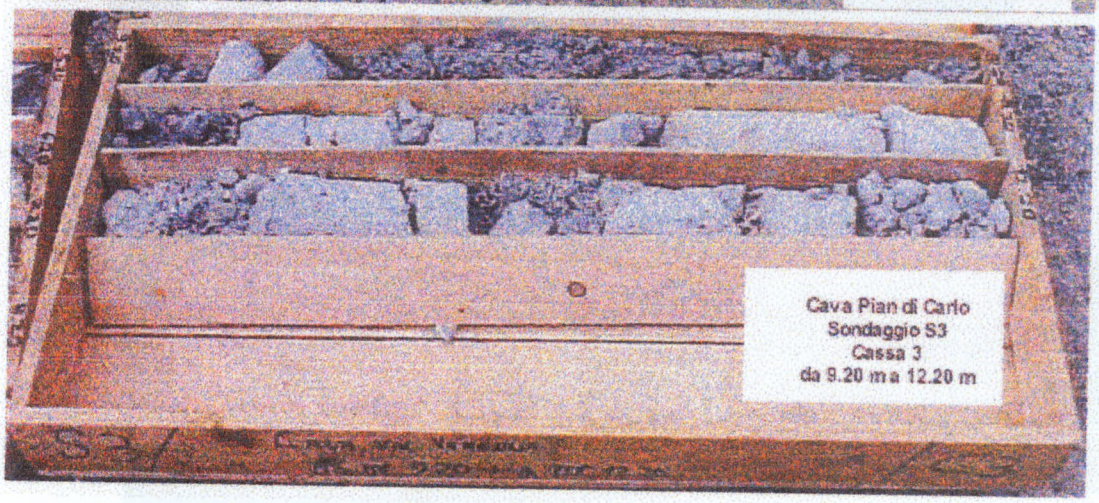
59

Il Responsabile del Procedimento
(Geom. Luigi Ciglioti)

prova3 (1940x2956x24b bmp)







Il Responsabile del Procedimento
(Geom. Luigi Gigliotti)

prova4 (1968x2988x24b bmp)







Pro.Mo.Geo. s.r.l. - Società di programmazione e monitoraggio geotecnico - corso Svizzera 4, 10143 TORINO - Tel e fax: 011/7493018

INTERNET
http://www.promogeo.it
e-mail
info@promogeo.it

Committente: ***SITRAM S.r.l. - Genova***
Cantiere: ***Cava Pian di Carlo***
Sondaggio: ***S 1***
Quota caposaldo: ***p.c.***
Data inizio: ***Maggio-01***
Data termine: ***Maggio-01***

Risultato dei sondaggi

Quota assoluta (m)	Profondità (m)	Potenza strato (m)	Descrizione dei litotipi	Campioni	Percentuale di carotaggio	Rock Quality Designation
0,00						
	2,20	2,20	Ghiaia eterometrica con sabbia limosa di colore marrone chiaro, clasti angolari (diametro massimo 4 cm) di metabasiti e serpentiniti.		80	
	3,30	1,10	Sabbia medio-fine limoso-ghiaiosa di colore marrone chiaro.		90	
	4,00	0,70	Ghiaia eterometrica prevalentemente grossolana (diametro massimo 4-5 cm) debolmente sabbiosa con clasti da angolari a sub-angolari di metabasiti e serpentiniti.		70	
	4,30	0,30	Sabbia medio-fine limoso-ghiaiosa di colore marrone chiaro.		100	
	4,70	0,40	Ghiaia eterometrica prevalentemente grossolana (diametro massimo 3-4 cm) debolmente sabbiosa.		70	
	5,80	1,10	Sabbia medio-fine limoso-ghiaiosa di colore marrone chiaro.		90	
	6,20	0,40	Ghiaia eterometrica prevalentemente grossolana (diametro massimo 4-5 cm) debolmente sabbiosa con clasti da angolari a sub-angolari di metabasiti e serpentiniti.		70	
	7,20	1,00	Sabbia medio-fine limoso-ghiaiosa di colore marrone chiaro.		90	
	8,20	1,00	Ghiaia eterometrica prevalentemente grossolana (diametro massimo 4-5 cm) debolmente sabbiosa con clasti da angolari a sub-angolari di metabasiti e serpentiniti. Rari frammenti a pezzatura ciottolosa.		70	
	9,10	0,90	Sabbia medio-fine limoso-ghiaiosa di colore marrone chiaro.			
	9,50	0,40	Ghiaia eterometrica prevalentemente grossolana (diametro massimo 2-3cm) debolmente sabbiosa con clasti da angolari a sub-angolari.		20	
	10,10	0,60	Metabasiti di colore verde chiaro frantumate ridotte a frammenti angolari a pezzatura ghiaioso grossolana.		85	
	11,00	0,90	Metabasiti di colore verde chiaro con giunti moderatamente ravvicinati.			
	11,30	0,30	Metabasiti di colore verde chiaro frantumate ridotte a frammenti angolari a pezzatura ghiaioso grossolana.		48	
	12,00	0,70	Metabasiti di colore verde chiaro con giunti moderatamente ravvicinati.			
	12,50	0,50	Metabasiti di colore verde chiaro con giunti ravvicinati.		100	
	12,70	0,20	Serpentiniti di colore verde scuro.		37	
	12,90	0,20	Metabasiti di colore verde chiaro con giunti ravvicinati.			
	14,70	1,80	Metabasiti di colore verde chiaro frantumate ridotte a frammenti angolari a pezzatura ghiaioso grossolana.		18	
	15,00	0,30	Metabasiti di colore verde chiaro con giunti ravvicinati.			
(20,00)						

Idrogeologia

Livello della falda: 10,30

Prove di permeabilità: LUGEON (profondità e U.L.); LEFRANC (profondità e K (cm/s))

Geotecnica

Prove pressiometriche tipo Menard

Standard Penetration Test: 0 10 20 30 40 50 N

Pocket Penetrometer (kg/cm²)

Torvane Shear Test (kg/cm²)

Strumentazione

Inclinometro

Piezometro a tubo aperto: 76 mm; 1,00; 3,00

Piezometro Casagrande

Assestimetro

Estensimetro

Perforazione

Rivestimento: 127 mm; 15,00

Metodo e diametro: Perforazione a carotaggio continuo. DIAMETRO: 101 mm. PROFONDITA': 15,00 m

Fluido: Acqua limpida; 18,00

Utensili: Carotiere semplice Corona di Widia; Carotiere doppio Corona di Widia; Carotiere doppio Corona diamantata; 9,50; 15,00

Annotazioni

Computo metrico
N° casse: 3
Rivest.(127): 15 m
Cor. Diam.: 5.5 m
Car. Doppio: 5.5 m
TUBO PIEZOMETRICO
cieco: 1 m
fenestrato: 14 m

APPROVATO DA:
Dott. Geol. U. Tidici

REDATTO DA:
Dott. Geol. A. Daniele

GRAFICA:
Dott. Geol. F. Lamanna

La riproduzione anche parziale, del presente documento, o dei dati in esso contenuti, è subordinata alla preventiva autorizzazione da parte di PRO.MO.GEO. S.r.l.

Pro.Mo.Geo. s.r.l. - Società di programmazione e monitoraggio geotecnico - corso Svizzera 4, 10143 TORINO - Tel e fax: 011/7493018

INTERNET
http://www.promogeo.it
e-mail
info@promogeo.it

Committente: ***SITRAM S.r.l. - Genova***
Cantiere: ***Cava Pian di Carlo***

Sondaggio: ***S 2***
Quota caposaldo: ***p.c.***

Data inizio: ***Maggio-01***
Data termine: ***Maggio-01***

Il Responsabile del Cantiere
(Dott. Geol. Ugo Tidici)

Quote

Quota assoluta (m) / Profondità (m) / Potenza strato (m)

Risultato dei sondaggi

Stratigrafia

Campioni — CR campione rimaneggiato, CI campione indisturbato. Tipo / Sigla e profondità

Percentuale di carotaggio — 20% 40% 60% 80%

Rock Quality Designation — 20% 40% 60% 80%

Profondità (m)	Potenza strato (m)	Descrizione dei litotipi	Percentuale di carotaggio	Rock Quality Designation
0,00				
0,60	0,60	Ghiaia eterometrica con sabbia limosa con clasti angolari (diametro massimo 2-3 cm) di metabasiti e serpentiniti prevalenti in matrice fine di colore marrone chiaro.	60	
2,00	1,40	Ghiaia eterometrica da angolare a sub-angolare debolmente sabbiosa con clasti di metabasiti e serpentiniti prevalenti.	70	
3,10	1,10	Ghiaia eterometrica da angolare a sub-angolare sabbiosa con clasti di metabasiti e serpentiniti prevalenti.		
4,50	1,40	Metabasiti di colore verde chiaro frantumate ridotte a frammenti angolari a pezzatura ghiaiosa localmente in matrice fine sabbiosa di colore grigio.		
5,30	0,80	Metabasiti di colore verde chiaro frantumate ridotte a frammenti angolari a pezzatura ghiaioso grossolana.		16
7,20	1,90	Metabasiti di colore verde chiaro con giunti di fratturazione ravvicinati. Tracce di riempimenti sabbioso-limosi lungo le principali discontinuità.		25
7,60	0,40	Metabasiti di colore verde chiaro frantumate ridotte a frammenti angolari a pezzatura ghiaioso grossolana.	100	22
8,90	1,30	Metabasiti di colore verde chiaro con giunti ravvicinati.		36
9,00	0,10	Metabasiti di colore verde chiaro frantumate ridotte a frammenti angolari a pezzatura ghiaioso grossolana.		60
12,20	3,20	Metabasiti di colore verde chiaro con giunti da ravvicinati a moderatamente ravvicinati		80
(20,00)				58

Idrogeologia

Livello della falda — 15/05/01 — 7,50

Prove di permeabilità — LUGEON (profondità e U.L.) — LEFRANC (profondità e K (cm/s))

Geotecnica

Prove pressiometriche tipo Menard

Standard Penetration Test — 0 10 20 30 40 50 N — Prof.: 3,00 m — 35 (0 / 4 cm) — RIF

Pocket Penetrometer (kg/cm²)

Torvane Shear Test (kg/cm²)

Strumentazione

Inclinometro

Piezometro a tubo aperto — 76 mm — 1,00 — 12,20

Piezometro Casagrande

Assestimetro

Estensimetro

Perforazione

Rivestimento — 127 mm — 4,80

Metodo e diametro — Perforazione a carotaggio continuo. DIAMETRO: 101 mm. PROFONDITA': 12,20 m

Fluido — Acqua limpida — 12,20

Utensili — Carotiere semplice Corona di Widia — Carotiere doppio Corona di Widia — Carotiere doppio Corona diamantata — 3,10 — 12,20

Annotazioni

Computo metrico

N° casse: 3
Rivest.(127). 4.5 m

Car. Diam.: 9.1 m
Car. Doppio: 9.1 m

TUBO PIEZOMETRICO
cieco: 1 m
fenestrato: 11,2 m

APPROVATO DA:
Dott. Geol. U. Tidici

REDATTO DA:
Dott. Geol. A. Daniele

GRAFICA:
Dott. Geol. F. Lamanna

La riproduzione anche parziale, del presente documento, o dei dati in esso contenuti, è subordinata alla preventiva autorizzazione da parte di PRO.MO.GEO. S.r.l.

Pro.Mo.Geo. s.r.l. - Società di programmazione e monitoraggio geotecnico - corso Svizzera 4, 10143 TORINO - Tel e fax: 011/7493018

INTERNET
http://www.promogeo.it
e-mail
info@promogeo.it

Committente: ***SITRAM S.r.l. - Genova***
Cantiere: ***Cava Pian di Carlo***
Sondaggio: ***S 3***
Quota caposaldo: ***p.c.***
Data inizio: ***Maggio-01***
Data termine: ***Giugno-01***

Risultato dei sondaggi

Quote

Quota assoluta (m) | Profondità (m) | Potenza strato (m)

Stratigrafia

Campioni

CR campione rimaneggiato. CI campione indisturbato.

Tipo | Sigla e profondità

Percentuale di carotaggio

20% 40% 60% 80%

Rock Quality Designation

20% 40% 60% 80%

Descrizione dei litotipi

Quota assoluta (m)	Profondità (m)	Potenza strato (m)	Percentuale di carotaggio	RQD	Descrizione dei litotipi
	0,00				
	1,00	1,00	80		Ghiaia eterometrica con sabbia con clasti da angolari a subangolari di metabasiti prevalenti in matrice fine di colore marrone chiaro.
	1,30	0,30			Ghiaia eterometrica debolmente sabbiosa.
	3,80	2,50	48 72 75 37		Metabasiti di colore verde chiaro con giunti moderatamente ravvicinati.
	4,40	0,60			Metabasiti di colore verde chiaro frantumate ridotte a frammenti angolari a pezzatura ghiaioso grossolana. Patine di ossidazione ocracee.
	5,20	0,80	100	56	Metabasiti di colore verde chiaro con giunti moderatamente ravvicinati.
	6,80	1,60			Metabasiti di colore verde chiaro con giunti molto ravvicinati. Presenza di patine di ossidazione ocracee lungo le principali discontinuità.
	7,20	0,40			Metabasiti di colore verde chiaro frantumate ridotte a frammenti angolari a pezzatura ghiaioso grossolana. Patine di ossidazione ocracee.
	7,70	0,50			Metabasiti di colore verde chiaro con giunti molto ravvicinati. Patine di ossidazione ocracee.
	8,20	0,50			Metabasiti di colore verde chiaro frantumate ridotte a frammenti angolari a pezzatura ghiaioso grossolana.
	8,50	0,30			Miloniti composte da frammenti angolari di metabasiti di colore verde chiaro in abbondante matrice fine sabbioso-limosa.
	9,50	1,00			Metabasiti di colore verde chiaro frantumate ridotte a frammenti angolari a pezzatura ghiaioso grossolana.
	12,20	2,70	80		Miloniti composte da frammenti angolari di metabasiti di colore verde chiaro in abbondante matrice fine sabbioso-limosa.
	(20,00)				

Idrogeologia

Livello della falda: 15/05/01 — 2,10

Prove di permeabilità

LUGEON (profondità e U.L.) | LEFRANC (profondità e K (cm/s))

Geotecnica

Prove pressiometriche tipo Menard

Standard Penetration Test: 0 10 20 30 40 50 N

Pocket Penetrometer (kg/cm²)

Torvane Shear Test (kg/cm²)

Strumentazione

Inclinometro | Piezometro a tubo aperto (76 mm; 1,00) | Piezometro Casagrande | Assestimetro | Estensimetro

Perforazione

Rivestimento (127 mm; 12,20) | Metodo e diametro: Perforazione a carotaggio continuo. DIAMETRO: 101 mm. PROFONDITA': 12,20 m | Fluido: Acqua limpida (12,20)

Utensili: Carotiere semplice Corona di Widia (1,30) | Carotiere doppio Corona di Widia | Carotiere doppio Corona diamantata (8,20)

Annotazioni

Computo metrico

N° casse: 3
Rivest.(127): 12.2 m

Cor. Diam.: 6.9 m
Car. Doppio: 6.9 m

TUBO PIEZOMETRICO
cieco: 1 m
fenestrato: 11,2 m

APPROVATO DA:
Dott. Geol. U. Tidici

REDATTO DA:
Dott. Geol. A. Daniele

GRAFICA:
Dott. Geol. F. Lamanna

La riproduzione anche parziale, del presente documento, o dei dati in esso contenuti, è subordinata alla preventiva autorizzazione da parte di PRO.MO.GEO. S.r.l.

Pro.Mo.Geo. s.r.l. - Società di programmazione e monitoraggio geotecnico - corso Svizzera 4, 10143 TORINO - Tel e fax: 011/7493018

INTERNET
http://www.promogeo.it
e-mail
info@promogeo.it

Committente: ***SITRAM S.r.l. - Genova***
Cantiere: ***Cava Pian di Carlo***
Sondaggio: ***S 4***
Quota caposaldo: ***p.c.***
Data inizio: ***Giugno-01***
Data termine: ***Giugno-01***

Quote

Quota assoluta (m) | Profondità (m) | Potenza strato (m)

0,00
0,70 — 0,70
1,00 — 0,30
1,40 — 0,40
1,60 — 0,20
2,50 — 0,90
3,00 — 0,50
3,20 — 0,20
3,60 — 0,40
5,20 — 1,60
5,80 — 0,60
6,00 — 0,20
13,00 — 7,00
(20,00)

Risultato dei sondaggi

Stratigrafia | Campioni (CR carotiere rimaneggiato. CI campione indisturbato.) Tipo, Sigla e profondità | Percentuale di carotaggio (20% 40% 60% 80%) | Rock Quality Designation (20% 40% 60% 80%)

Descrizione dei litotipi	Percentuale di carotaggio	RQD
Ghiaia eterometrica con sabbia con clasti da angolari a sub-angolari di metabasiti e serpentiniti in matrice fine di colore marrone chiaro.	80	
Ghiaia eterometrica angolare debolmente sabbiosa.	70	
Metabasiti di colore verde chiaro con giunti moderatamente ravvicinati.		44
Metabasiti alterate ridotte a frammenti angolari in matrice sabbiosa.		
Metabasiti di colore verde chiaro con giunti molto ravvicinati e patine di ossidazione ocracee.		42
Metabasiti di colore verde chiaro con giunti moderatamente ravvicinati. Patine di ossidazione ocracee.		
Metabasiti di colore verde chiaro frantumate ridotte a frammenti angolari a pezzatura ghiaioso grossolana. Patine di ossidazione ocracee.		32
Metabasiti di colore verde chiaro con giunti moderatamente ravvicinati.		0
Metabasiti di colore verde chiaro frantumate ridotte a frammenti angolari a pezzatura ghiaioso grossolana.		
Metabasiti di colore verde chiaro con giunti molto ravvicinati.		21
Metabasiti di colore verde chiaro frantumate ridotte a frammenti angolari a pezzatura ghiaioso grossolana		64
Metabasiti di colore verde chiaro con giunti da ravvicinati a moderatamente ravvicinati.	100	35 / 48 / 73 / 76 / 50 / 79

Idrogeologia

Livello della falda | Prove di permeabilità: LUGEON (profondità e U.L.) | LEFRANC (profondità e K (cm/s))

150601
4,10

Geotecnica

Prove pressiometriche tipo Menard | Standard Penetration Test (0 10 20 30 40 50 N) | Pocket Penetrometer (kg/cm²) | Torvane Shear Test (kg/cm²)

Strumentazione

Inclinometro | Piezometro a tubo aperto | Piezometro Casagrande | Assestimetro | Estensimetro

76 mm
1,00
31,00

Perforazione

Rivestimento | Metodo e diametro | Fluido | Utensili: Carotiere semplice Corona di Widia | Carotiere doppio Corona di Widia | Carotiere doppio Corona diamantata

127 mm
4,50
Perforazione a carotaggio continuo. DIAMETRO: 101 mm. PROFONDITA': 13,00 m
Acqua limpida
1,00
13,00
13,00

Annotazioni

Computo metrico
N° casse: 3
Rivest.(127): 4.5 m

Cor. Diam.: 12 m
Car. Doppio: 12 m
TUBO PIEZOMETRICO
cieco: 1 m
fenestrato: 12 m

APPROVATO DA:
Dott. Geol. U. Tidici

REDATTO DA:
Dott. Geol. A. Daniele

GRAFICA:
Dott. Geol. F. Lamanna

La riproduzione anche parziale, del presente documento, o dei dati in esso contenuti, è subordinata alla preventiva autorizzazione da parte di PRO.MO.GEO. S.r.l.

ALLEGATO 8 - Prove di laboratorio

DESCRIZIONE MACROSCOPICA CAMPIONE LAPIDEO

Rapporto N° :	**18/10**	Rif. :	**1623**	Data :	**ott 2010**
Committente:	\				
Cliente:	**SPEA Ingegneria Europea**				
Progetto:	**Nodo stradale ed autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Riqualificazione A10 - Potenziamento A7 e A12 - Progetto definitivo - Prove di laboratorio - Lotto 6**				

DESIGNAZIONE DEL CAMPIONE	
Sondaggio:	**VB15**
Campione:	**C1**
Profondità (m):	**3,90-4,00**
Litotipo:	**serpentinite**

DESCRIZIONE MACROSCOPICA

Roccia metamorfica, di aspetto e struttura massivi, colore verde-bluastro, grana fine. Il campione appare integro ed inalterato. Presenza di rare e sottilissime superfici di discontinuità chiuse e variamente orientate rispetto all'asse della carota. Il campione appare in ottimo stato di conservazione.



Esecuzione (Dr. Romualdo Tomai):	Verifica (Dr. Andrea Geuna):

MODULO 137-ita - Rev.01 /01.09

gd test Srl - Via Pigafetta, 17 - 10129 TORINO tel.:011-5808406

PROVA DI ABRASIVITA' CERCHAR

Rapporto N° :	**18/10**	Rif. :	**1623**	Data :	**nov-2010**
Committente:	\				
Cliente:	**SPEA Ingegneria Europea**				
Progetto:	**Nodo stradale ed autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Riqualificazione A10 - Potenziamento A7 e A12 - Progetto definitivo - Prove di laboratorio - Lotto 6**				

DESIGNAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	**VB15**	Abrasimetro CERCHAR	■
Campione:	**C1**		☐
Provino:	**ivs65**		☐
Profondità (m):	**3,90-4,00**		☐
Litotipo:	**serpentinite**		☐

Norme di riferimento: **CERCHAR**

MODULO 113-ita - Rev.01 /01.08

CAMPIONE PRE-TEST



CAMPIONE POST-TEST



TABELLA DEI RISULTATI

PROVA N°	CONDIZIONI	PUNTA N°	d a 0° (mm)	d a 90° (mm)	d "media" (mm)	CAI	CAI "medio"	**CERCHAR** "Classe di abrasività"	NOTE
1	**A**	**17**	**0,25**	**0,25**	**0,25**	**2,50**	**2,50**	**molto abrasivo**	
2	**A**	**18**	**0,25**	**0,25**	**0,25**	**2,50**			
3	**A**	**19**	**0,30**	**0,25**	**0,28**	**2,75**			
4	**A**	**20**	**0,25**	**0,20**	**0,23**	**2,25**			

CONDIZIONI: A = ambiente E = secca S = satura
d = diametro della punta abrasa
CAI = Indice di Abrasione Cerchar (= 10 * d medio)

TABELLA INDICI DI ABRASIVITA' - CLASSI DI ABRASIVITA'

CAI "medio"	**Classe di abrasività**
< 0,3	non abrasivo
0,3-0,5	non molto abrasivo
0,5-1,0	leggermente abrasivo
1,0-2,0	da mediamente abrasivo ad abrasivo
2,0-4,0	molto abrasivo
>4,0	estremamente abrasivo

Esecuzione (Dr. Romualdo Tomai):	Verifica (Dr. Andrea Geuna):

gd test Srl - Via Pigafetta, 17 - 10129 TORINO tel.:011-5808406

SIEVERS' MINIATURE DRILL TEST - SJ

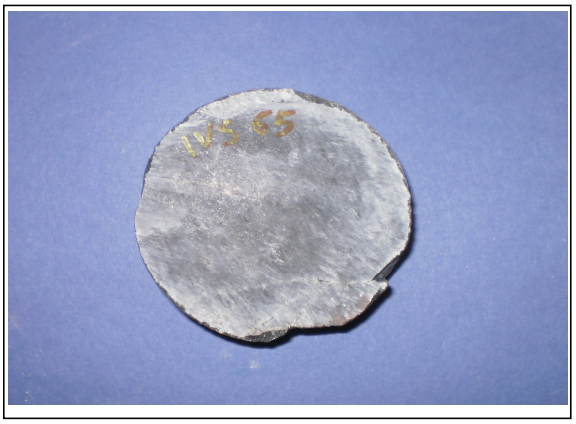
Rapporto N° :	**18/10**	Rif. :	**1623**	Data :	**nov-2010**
Committente:	\				
Cliente:	**SPEA Ingegneria Europea**				
Progetto:	**Nodo stradale ed autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Riqualificazione A10 - Potenziamento A7 e A12 - Progetto definitivo - Prove di laboratorio - Lotto 6**				

DESIGNAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	**VB15**	Forno elettrico	
Campione:	**C1**	Apparecchiatura per la perforabilità	
Provino:	**ivs65**	Set di punte in carburo di tungsteno	
Profondità (m):	**3,90-4,00**		
Litotipo:	**serpentinite**		

Norme di riferimento: **SINTEF 2003**

MODULO 111-ita - Rev.01 /01.08

CAMPIONE PRE-TEST



CAMPIONE POST-TEST

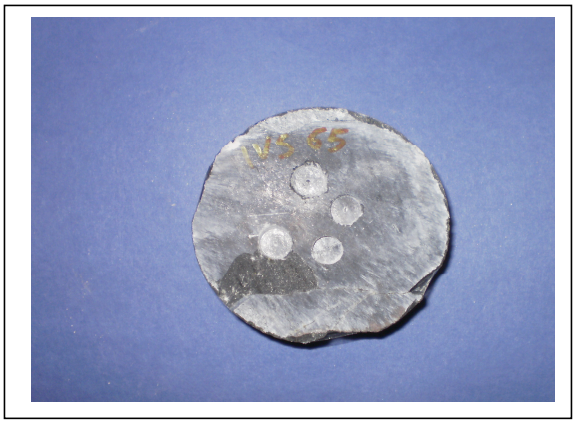


TABELLA DEI RISULTATI

PENETRAZIONE N°	CONDIZIONI	PUNTA N°	lettura iniziale comparatore (mm)	lettura finale comparatore (mm)	penetrazione punta (mm)	INDICE Sj (1/10 mm)	**INDICE Sj medio (1/10 mm)**	**NOTE:**
1	**A**	**13**	**50,00**	**46,76**	**3,24**	**32,4**	**23,2**	
2	**A**	**14**	**50,00**	**48,55**	**1,45**	**14,5**		
3	**A**	**15**	**50,00**	**46,42**	**3,58**	**35,8**		
4	**A**	**16**	**50,00**	**48,98**	**1,02**	**10,2**		

CONDIZIONI: A = ambiante E = secco S = saturo

Esecuzione (Dr. Romualdo Tomai):	Verifica (Dr. Andrea Geuna):

gd test Srl - Via Pigafetta, 17 - 10129 TORINO tel.:011-5808406

BRITTLENESS TEST - S20

Rapporto N° :	**18/10**	Rif. :	**1623**	Data :	**nov-2010**
Committente:	\				
Cliente:	**SPEA Ingegneria Europea**				
Progetto:	**Nodo stradale ed autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Riqualificazione A10 - Potenziamento A7 e A12 - Progetto definitivo - Prove di laboratorio - Lotto 6**				

DESIGNAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	**VB15**	Forno elettrico	
Campione:	**C1-C2**	Apparecchiatura per la frammentabilità	
Provino:	**ivs66**	Set di setacci a maglie quadrate	
Profondità (m):	**3,90-6,10**	Set di setacci a maglie a barre	
Litotipo:	**serpentinite**	Bilancia elettronica Kern	
		Picnometro (2 l)	

Norme di riferimento: **SINTEF 2003**

MODULO 110-ita - Rev.01 /01.08

CAMPIONE PRE-TEST



CAMPIONE POST-TEST



PESO DI VOLUME APPARENTE

Peso campione secco trattenuto al setaccio 16.0 mm (g)	**123,00**
Peso picnometro + acqua distillata e disaerata (g)	**3184,10**
Peso picnometro + acqua distillata e disaerata + campione secco (g)	**3261,00**

$$\rho_s\ (g/cm^3) = \frac{P}{V} = \frac{123,00}{46,10} = 2,67$$

FATTORE DI APPIATTIMENTO - FLAKINESS "f"

Peso campione frazione 11.2-16.0 mm (g)	Peso campione frazione >11.2 mm al setaccio a barre (g)	Peso campione frazione 8,0-11.2 mm al setaccio a barre (g)	Peso campione frazione <8,0 mm al setaccio a barre (g)	Percentuale frazione >11.2 mm al setaccio a barre (%)	Percentuale frazione 8,0-11.2 mm al setaccio a barre (%)	Percentuale frazione <8,0 mm al setaccio a barre (%)	Somma percentuali frazioni >11.2 e 8.0-11.2 mm al setaccio a barre (%)	**Fattore di appiattimento - Flakiness "f"**
1500,00	**195,00**	**910,00**	**395,00**	**13,00**	**60,67**	**26,33**	**73,67**	**1,49**

TABELLA DEI RISULTATI

FRAMMENTAZIONE N°	CONDIZIONI	**Peso di Volume PV (kg/cm^3)**	Peso campione frazione 11.2-16.0 mm (g)	Peso campione passante al setaccio 11.2 mm (g)	Fattore di appiattimento flakiness "f"	INDICE S20 (%)	**INDICE S20 medio (%)**	**INDICE DI COMPATTAZIONE Ic**	**NOTE:**
1	**A**	**2,67**	**503,42**	**230,00**	**1,49**	**45,7**	**45,6**	**0**	
2	**A**		**503,42**	**212,00**		**42,1**		**0**	
3	**A**		**503,42**	**246,00**		**48,9**		**0**	

CONDIZIONI: A = ambiente E = secco S = saturo

Indice di compattazione = 0 Nessuna compattazione; il campione dopo la frantumazione fuoriesce dal mortaio capovolgendo quest'ultimo.

Esecuzione (Dr. Romualdo Tomai):	Verifica (Dr. Andrea Geuna):

gd test Srl - Via Pigafetta, 17 - 10129 TORINO tel.:011-5808406

DRILLING RATE INDEX - DRI

Rapporto N° :	**18/10**	Rif. :	**1623**	Data :	**nov-2010**
Committente:	\				
Cliente:	**SPEA Ingegneria Europea**				
Progetto:	**Nodo stradale ed autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Riqualificazione A10 - Potenziamento A7 e A12 - Progetto definitivo - Prove di laboratorio - Lotto 6**				

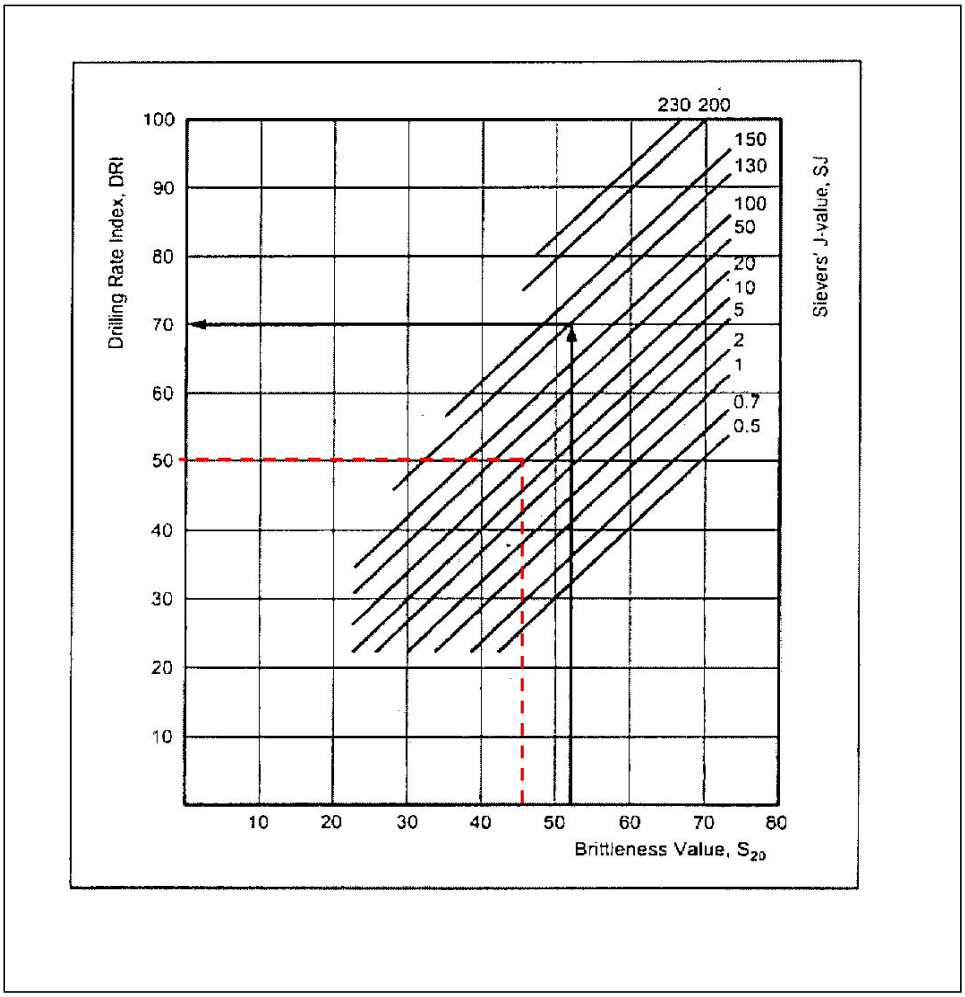
DESIGNAZIONE DEL CAMPIONE		RISULTATI
Sondaggio:	**VB15**	
Campione:	**C1-C2**	
Provino:	**ivs65-66**	
Profondità (m):	**3,90-6,10**	
Litotipo:	**serpentinite**	

TABELLA RIASSUNTIVA	
Denominazione INDICE	**Valore numerico**
PV (kg/cm^3)	**2,67**
f	**1,49**
Ic	**0**
S20	**45,6**
Sj	**23,2**
DRI	**51**

Norme di riferimento: **SINTEF 2003**

MODULO 112-ita - Rev.01 /01.08

DIAGRAMMA DI VALUTAZIONE DELL'INDICE DRI



Esecuzione (Dr. Romualdo Tomai):	Verifica (Dr. Andrea Geuna):

gd test Srl - Via Pigafetta, 17 - 10129 TORINO tel.:011-5808406

ANALISI PETROGRAFICA

Rapporto n.:	**18/10**	Rif.:	**1623**	Data:	**nov-10**	Pag. :	**1/3**

Committente: \
Cliente: **SPEA Ingegneria Europea**
Progetto: **Nodo stradale ed autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Riqualificazione A10 - Potenziamento A7 e A12 - Progetto definitivo - Prove di laboratorio - Lotto 6**

Sondaggio	**VB15**	Campione:	**C1**	Provino:	**ivs67**	Profondità (m):	**4,00**
Litotipo:	**serpentinite**						

Costituenti

Natura mineralogica	Vol%*	Dimensioni (mm)	Abrasività Rosiwal**	Forma	Abito	Distribuzione	D***
Serpentino	90%	0,1-2,0	1,44	equigranulare	sub-idioblastico	omogenea	2,5
Opachi	10%	0,05-0,1	104,34	disequigranulare	sub-idioblastico	omogenea	7

* Determinazione mediante stima

** Determinazione empirica secondo Schimazek & Knatz (1970): D = 2.12 * 1.05 lnA dove A = Abrasività

*** D = durezza (Mohs)

Contenuto equivalente di quarzo **ecu** **12**

Caratteri microstrutturali	
Struttura	Roccia granulare costituita quasi esclusivamente da minerali del gruppo del serpentino, debolmente deformata
Pori	assenti
Microfratture	assenti

Esecuzione (Dr. Geol. G. Michiara): Verifica (Dr. Romualdo Tomai):

MODULO 122-ita - Rev.01 /01.08

GD TEST Srl - Via Pigafetta, 17 - 10129 TORINO tel.011/5808406

ANALISI PETROGRAFICA

Rapporto n.:	18/10	Rif.:	1623	Data:	nov-10	Pag. :	2/3

Committente: \
Cliente: **SPEA Ingegneria Europea**
Progetto: **Nodo stradale ed autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Riqualificazione A10 - Potenziamento A7 e A12 - Progetto definitivo - Prove di laboratorio - Lotto 6**

Sondaggio	VB15	Campione:	C1	Provino:	ivs67	Profondità (m):	4,00
Litotipo:	serpentinite						

Descrizione petrografica

Roccia a microstruttura reticolata, a grana variabile, debolmente deformata costituita quasi esclusivamente da minerali del gruppo del serpentino; probabilmente deriva da idratazione di rocce peridotitiche.

I costituenti mineralogici della serpentinite sono:

- minerali del gruppo del serpentino: costituiscono la quasi totatlità della roccia a cui conferiscono la classica tessitura reticolata (mesh texture) al microscopio ottico. In alcuni domini della roccia sono isorientati suggerendo una debole deformazione
- opachi: sono distribuiti in modo omogeneo nella roccia

Osservazioni:

Esecuzione (Dr. Geol. G. Michiara):

Verifica (Dr. Romualdo Tomai):

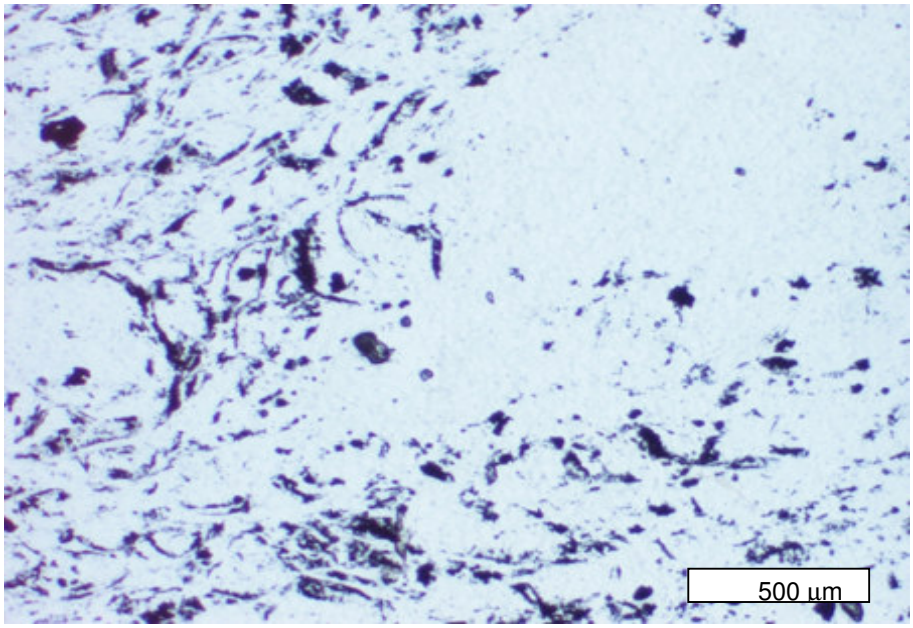
MODULO 122-ita - Rev.01 /01.08

GD TEST Srl - Via Pigafetta, 17 - 10129 TORINO tel.011/5808406

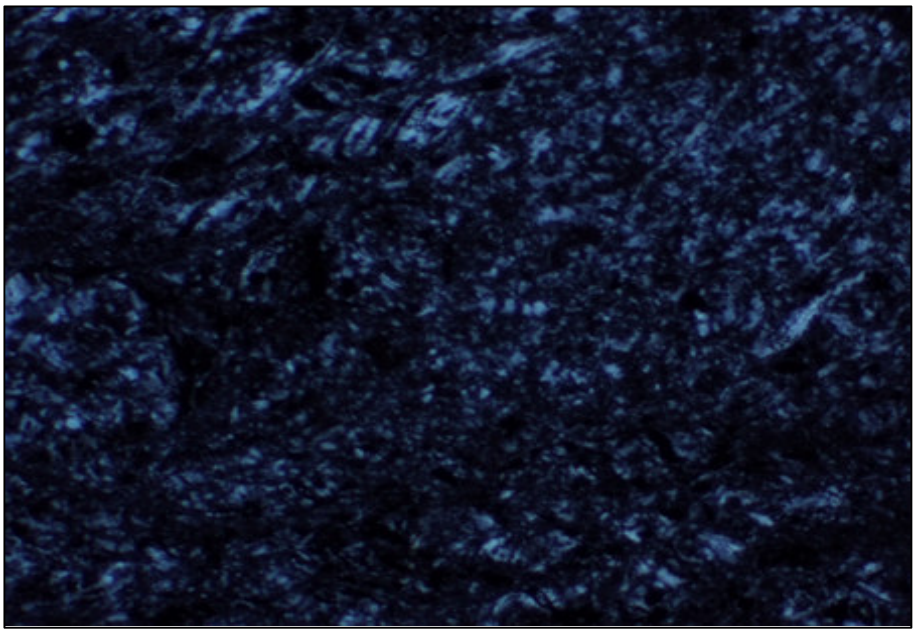
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Rap.n: **18/10**	Rif.: **1623**	Data: **nov-10**	Pag. : **3/3**

Committente: \
Cliente: **SPEA Ingegneria Europea**
Progetto: **Nodo stradale ed autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Riqualificazione A10 - Potenziamento A7 e A12 - Progetto definitivo - Prove di laboratorio - Lotto 6**



ivs67 (Nicols paralleli):



ivs67 (Nicols incrociati):

MODULO 122-ita - Rev.01 /01.08

GD TEST Srl - Via Pigafetta, 17 - 10129 TORINO tel.011/5808406

DESCRIZIONE MACROSCOPICA CAMPIONE LAPIDEO

Rapporto N° :	**18/10**	Rif. :	**1623**	Data :	**ott 2010**
Committente:	\				
Cliente:	**SPEA Ingegneria Europea**				
Progetto:	**Nodo stradale ed autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Riqualificazione A10 - Potenziamento A7 e A12 - Progetto definitivo - Prove di laboratorio - Lotto 6**				

DESIGNAZIONE DEL CAMPIONE	
Sondaggio:	**VB15**
Campione:	**C2**
Profondità (m):	**6,00-6,10**
Litotipo:	**serpentinite**

DESCRIZIONE MACROSCOPICA

Roccia metamorfica, colore verde scuro completamente disarticolata e sgretolata; si presenta sotto forma di una ghiaia sabbiosa con rari spezzoni di carota. Ovviamente lo stato di conservazione appare molto scadente per cui non si presta ad essere sottoposto ad indagini geomeccaniche di laboratorio.



Esecuzione (Dr. Romualdo Tomai):	Verifica (Dr. Andrea Geuna):

MODULO 137-ita - Rev.01 /01.09

gd test Srl - Via Pigafetta, 17 - 10129 TORINO tel.:011-5808406

DESCRIZIONE MACROSCOPICA CAMPIONE LAPIDEO

Rapporto N° :	**18/10**	Rif. :	**1623**	Data :	**ott 2010**
Committente:	\				
Cliente:	**SPEA Ingegneria Europea**				
Progetto:	**Nodo stradale ed autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Riqualificazione A10 - Potenziamento A7 e A12 - Progetto definitivo - Prove di laboratorio - Lotto 6**				

DESIGNAZIONE DEL CAMPIONE	
Sondaggio:	**VB15**
Campione:	**C3**
Profondità (m):	**14,40-14,60**
Litotipo:	**serpentinite**

DESCRIZIONE MACROSCOPICA

Roccia metamorfica, colore verde scuro parzialmente disarticolata per la presenza di alcuni sistemi di discontinuità con riempimento di natura limoso-argilloso (probabilmente legati a di circolazione di fluidi). Lo stato di conservazione appare mediocre per cui non si presta ad essere sottoposto ad indagini geomeccaniche di laboratorio.



Esecuzione (Dr. Romualdo Tomai):	Verifica (Dr. Andrea Geuna):

MODULO 137-ita - Rev.01 /01.09

gd test Srl - Via Pigafetta, 17 - 10129 TORINO tel.:011-5808406

DESCRIZIONE MACROSCOPICA CAMPIONE LAPIDEO

Rapporto N° :	**18/10**	Rif. :	**1623**	Data :	**ott 2010**
Committente:	\				
Cliente:	**SPEA Ingegneria Europea**				
Progetto:	**Nodo stradale ed autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Riqualificazione A10 - Potenziamento A7 e A12 - Progetto definitivo - Prove di laboratorio - Lotto 6**				

DESIGNAZIONE DEL CAMPIONE	
Sondaggio:	**VB15**
Campione:	**C4**
Profondità (m):	**17,35-17,60**
Litotipo:	**serpentinite**

DESCRIZIONE MACROSCOPICA

Roccia metamorfica, colore verde scuro parzialmente disarticolata per la presenza di alcuni sistemi di discontinuità con riempimento di natura limoso-argilloso (probabilmente legati a di circolazione di fluidi). Lo stato di conservazione appare mediocre per cui non si presta ad essere sottoposto ad indagini geomeccaniche di laboratorio.



Esecuzione (Dr. Romualdo Tomai):	Verifica (Dr. Andrea Geuna):

MODULO 137-ita - Rev.01 /01.09

gd test Srl - Via Pigafetta, 17 - 10129 TORINO tel.:011-5808406

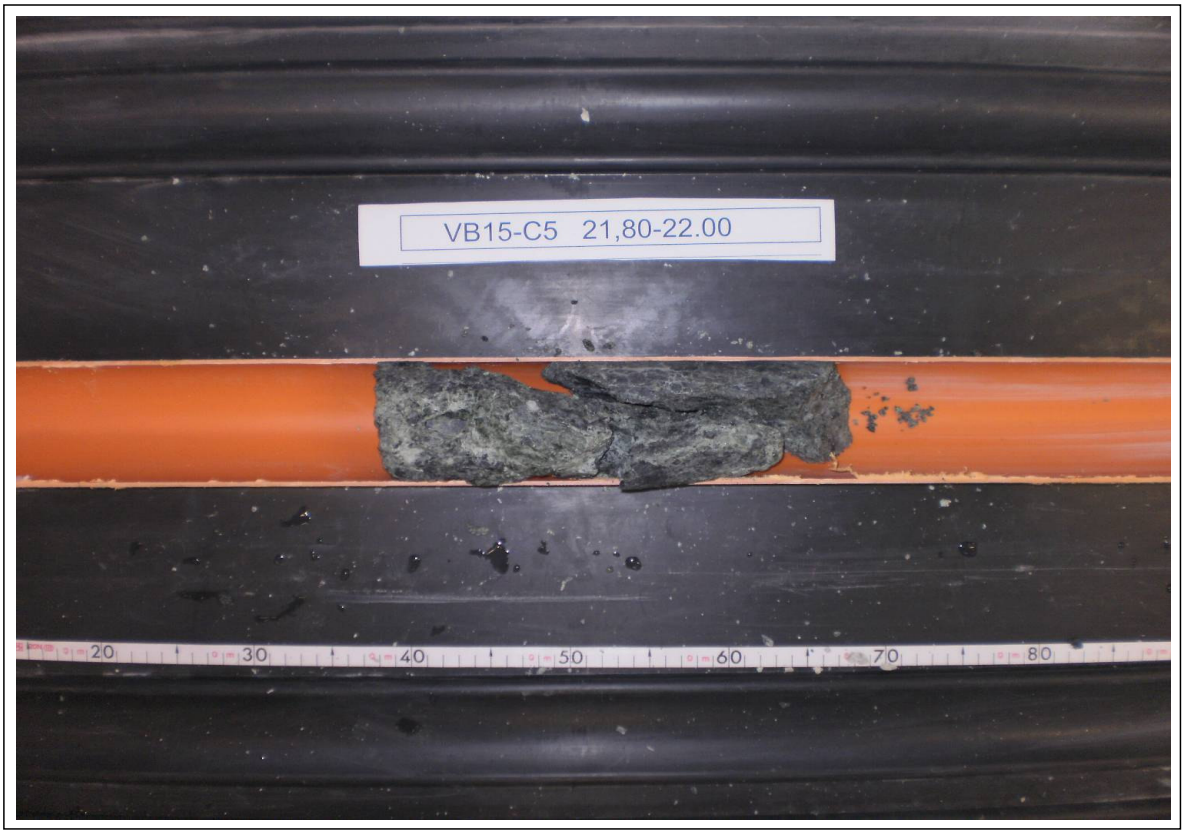
DESCRIZIONE MACROSCOPICA CAMPIONE LAPIDEO

Rapporto N° :	**18/10**	Rif. :	**1623**	Data :	**ott 2010**
Committente:	\				
Cliente:	**SPEA Ingegneria Europea**				
Progetto:	**Nodo stradale ed autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Riqualificazione A10 - Potenziamento A7 e A12 - Progetto definitivo - Prove di laboratorio - Lotto 6**				

DESIGNAZIONE DEL CAMPIONE	
Sondaggio:	**VB15**
Campione:	**C5**
Profondità (m):	**21,80-22,00**
Litotipo:	**serpentinite**

DESCRIZIONE MACROSCOPICA

Roccia metamorfica, colore verde scuro completamente disarticolata e parzialmente sgretolata per la presenza di numerosi sistemi di discontinuità con riempimento di natura limoso-argilloso (probabilmente legati a di circolazione di fluidi). Ovviamente lo stato di conservazione appare scadente per cui non si presta ad essere sottoposto ad indagini geomeccaniche di laboratorio.



Esecuzione (Dr. Romualdo Tomai):	Verifica (Dr. Andrea Geuna):

DESCRIZIONE MACROSCOPICA CAMPIONE LAPIDEO

Rapporto N° :	**18/10**	Rif. :	**1623**	Data :	**ott 2010**
Committente:	\				
Cliente:	**SPEA Ingegneria Europea**				
Progetto:	**Nodo stradale ed autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Riqualificazione A10 - Potenziamento A7 e A12 - Progetto definitivo - Prove di laboratorio - Lotto 6**				

DESIGNAZIONE DEL CAMPIONE	
Sondaggio:	**VB15**
Campione:	**C6**
Profondità (m):	**29,00-29,40**
Litotipo:	**serpentinite**

DESCRIZIONE MACROSCOPICA

Roccia metamorfica, colore verde scuro parzialmente disarticolata per la presenza di alcuni sistemi di discontinuità intersecanti con riempimento di natura limoso-argilloso (probabilmente legati a di circolazione di fluidi). Lo stato di conservazione appare mediocre per cui non si presta ad essere sottoposto ad indagini geomeccaniche di laboratorio.



Esecuzione (Dr. Romualdo Tomai):	Verifica (Dr. Andrea Geuna):

DESCRIZIONE MACROSCOPICA CAMPIONE LAPIDEO

Rapporto N° :	**18/10**	Rif. :	**1623**	Data :	**ott 2010**
Committente:	\				
Cliente:	**SPEA Ingegneria Europea**				
Progetto:	**Nodo stradale ed autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Riqualificazione A10 - Potenziamento A7 e A12 - Progetto definitivo - Prove di laboratorio - Lotto 6**				

DESIGNAZIONE DEL CAMPIONE	
Sondaggio:	**VB16**
Campione:	**C1**
Profondità (m):	**6,60-6,75**
Litotipo:	**metabasite**

DESCRIZIONE MACROSCOPICA

Roccia metamorfica, di aspetto e struttura massivi, colore verdastro, grana media. Il campione, nonostante appaia integro presenta numerose superfici di discontinuità chiuse lungo le quali, probabilmente a causa di circolazione di fluidi, sembrano instaurarsi patine brune da alterazione/ossidazione variamente orientate rispetto all'asse della carota.



Esecuzione (Dr. Romualdo Tomai):	Verifica (Dr. Andrea Geuna):

TRAZIONE INDIRETTA "BRASILIANA"

Rapporto N° : **18/10** Rif. : **1623** Data : **nov-2010**

Committente:

Cliente: **SPEA Ingegneria Europea**

Progetto: **Nodo stradale ed autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Riqualificazione A10 - Potenziamento A7 e A12 - Progetto definitivo - Prove di laboratorio - Lotto 6**

Norme di riferimento: **ASTM D 3967 -95**

DESIGNAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	**VB16**	Pressa Controls (150 Ton) - GD Test 18	■
Campione:	**C1-C2-CA**	Calibro meccanico Storm - GD Test 62	■
Provino:	**ivs50-59**	Bilancia elettronica Kern	□
Profondità (m):	**6,60-16,60**	Strain Gauges TML - PL-60-11	□
Litotipo:	**metabasite/rodingite**	Strain Gauges TML - PFL-30-11	□

Campione	Provino	Diametro (mm)	Lunghezza (mm)	Rettilinearità sup. laterale (mm)	Tolleranza di perpendicolarità facce/asse provino (°)	Volume (cm3)	Rapporto L/D	Carico di rottura (kN)	Resistenza a trazione indiretta (Mpa)
C1	**ivs56**	**78,5**	**42,5**	**0,25**	**0,3**	**205,7**	**0,54**	**23,8**	**4,54**
	ivs57	**78,5**	**37,4**	**0,25**	**0,2**	**181,0**	**0,48**	**27,5**	**5,96**
C2	**ivs50**	**44,2**	**28,0**	**0,20**	**0,2**	**43,0**	**0,63**	**8,4**	**4,32**
	ivs51	**44,3**	**28,6**	**0,25**	**0,3**	**44,1**	**0,65**	**8,2**	**4,12**
	ivs52	**44,2**	**24,1**	**0,25**	**0,3**	**37,0**	**0,55**	**9,6**	**5,74**
	ivs53	**44,2**	**22,5**	**0,25**	**0,3**	**34,5**	**0,51**	**8,6**	**5,51**
	ivs54	**44,2**	**22,8**	**0,20**	**0,2**	**35,0**	**0,52**	**6,9**	**4,36**
	ivs55	**78,5**	**46,2**	**0,20**	**0,3**	**223,6**	**0,59**	**26,2**	**4,60**
CA	**ivs58**	**71,2**	**34,9**	**0,20**	**0,2**	**139,0**	**0,49**	**17,5**	**4,48**
	ivs59	**71,2**	**35,2**	**0,20**	**0,2**	**140,1**	**0,49**	**15,1**	**3,84**

Valore medio resistenza a trazione indiretta (Mpa)	**4,75**
Deviazione standard (Mpa)	**0,72**
Coefficiente di variazione	**0,15**

LITOTIPO: **metabasite/rodingite**

Colore: **verdastro**

Struttura: **roccia metamorfica, di aspetto e struttura massivi**

Piani di discontinuità: **alcuni campioni presentano rari piani di discontinuità variamente orientati**

Alterazione: **in corrisondenza alle superfici di discontinuità si osservano rare patine brune da alterazione/ossidazione**

Rottura: **improvvisa**
Comportamento: **fragile**

Fratturazione: **quasi tutti i provini si sono rotti lungo una superficie all'incirca sub-parallela rispetto al carico**

Osservazioni: \

Esecuzione (Dr. Romualdo Tomai) :	Verifica (Dr. Andrea Geuna) :

DESCRIZIONE MACROSCOPICA CAMPIONE LAPIDEO

Rapporto N° :	**18/10**	Rif. :	**1623**	Data :	**ott 2010**
Committente:	\				
Cliente:	**SPEA Ingegneria Europea**				
Progetto:	**Nodo stradale ed autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Riqualificazione A10 - Potenziamento A7 e A12 - Progetto definitivo - Prove di laboratorio - Lotto 6**				

DESIGNAZIONE DEL CAMPIONE	
Sondaggio:	**VB16**
Campione:	**C2**
Profondità (m):	**12,30-12,80**
Litotipo:	**metabasite**

DESCRIZIONE MACROSCOPICA

Roccia metamorfica, di aspetto e struttura massivi, colore verdastro, grana media. Il campione si presenta suddiviso in 2 spezzoni separati da una superficie di discontinuità inclinata di circa 65°-75° rispetto all'asse della carota e, nonostante appaia integro, presenta numerose superfici di discontinuità chiuse lungo le quali, probabilmente a causa di circolazione di fluidi, sembrano instaurarsi patine brune da alterazione/ossidazione variamente orientate rispetto all'asse della carota.



Esecuzione (Dr. Romualdo Tomai):	Verifica (Dr. Andrea Geuna):

COMPRESSIONE TRIASSIALE

Rapporto N° :	**18/10**	Rif. :	**1623**	Data :	**nov-2010**

Committente:

Cliente: **SPEA Ingegneria Europea**

Progetto: **Nodo stradale ed autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Riqualificazione A10 - Potenziamento A7 e A12 - Progetto definitivo - Prove di laboratorio - Lotto 6**

DESIGNAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	**VB16**	Pressa Controls (150 Ton) - GD Test 18	
Campione:	**12,30-12,80**	Calibro meccanico Storm - GD Test 62	
Codice provino:	**C2**	Pompa idraulica Enerpac	
Profondità (m):	**ivs47**	Strain Gauges TML - PL-60-11	
Litotipo:	**metabasite**	Strain Gauges TML - PFL-30-11	
		Celle triassiali di Hoek	

Norme di riferimento: **ASTM D 2664 - 86(95) ASTM D 4543 - 85(91) ASTM D 5407 - 93**

CARATTERISTICHE PROVINO

Diametro (D) (mm):	**44,20**	Condizioni:	Secca	Ambiente	Satura
Lunghezza (L) (mm):	**91,10**	Peso (g)			
Volume (cm^3):	**139,78**	Peso di volume (kN/m^3)			
Rettilinearità sup. laterale (mm)	**0,25**	Velocità incremento di carico (kPa/s)		**300**	
Tolleranza di perpendicolarità facce/asse provino (°)	**0,20**	Tolleranza di lappatura (µm)		**20**	

CAMPIONE PRE-TEST



DESCRIZIONE MACROSCOPICA

Colore:	**verdastro**
Struttura:	**roccia metamorfica, di aspetto e struttura massivi a grana media**
Piani di discontinuità e loro orientazione rispetto al carico	\
Alterazione:	\
Rottura:	**improvvisa**
Comportamento:	**fragile**
Fratturazione:	**lungo un piano principale inclinato di circa 30° rispetto al carico (come da foto)**
Osservazioni:	

CAMPIONE POST-TEST



Rapporto L/D:			**2,06**
Pressione laterale di confinamento **(Mpa):**		σ_3	**3,00**
Carico a rottura **(kN)**:		**F**	**141,33**
Area facce provino (cm^2):		**A**	**15,34**
Res. a compr. triass. (picco) **(MPa)**:		σ'_{1p}	**92,11**
Res. a compr. triass. corretta (picco) (D=50mm L/D=2) **(Mpa)**:		σ_{1p}	**90,47**
Modulo elastico tangente **(Gpa)**:	A 50% del valore di Co	E_t	**26,02**
Modulo elastico secante **(Gpa)**:		E_s	**24,84**
Rapporto di Poisson tangente :		ν_t	**0,30**
Rapporto di Poisson secante :		ν_s	**0,21**

Esecuzione (Dr. Romualdo Tomai):	Verifica (Dr. Andrea Geuna):

*Velocità incremento di carico = 200 kPa/s (più o meno 20 kPa)

MODULO 138-ita - Rev.01 /01.10

COMPRESSION TRIASSIALE
"LINEA DI DEFORMAZIONE"

Rapporto N° :	**18/10**	Rif:	**1623**	Data:	**nov-2010**

Committente: \

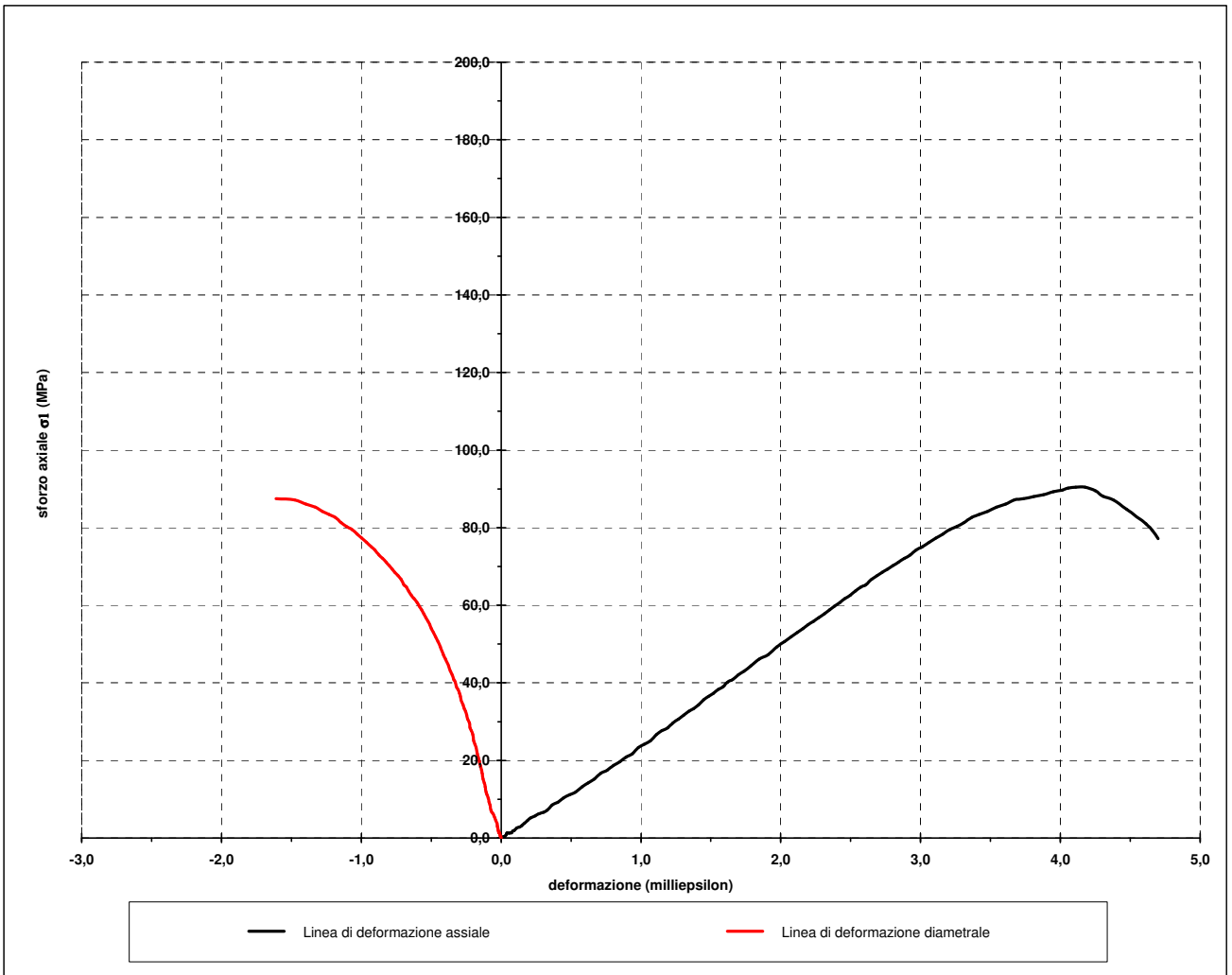
Cliente: **SPEA Ingegneria Europea**

Progetto: **Nodo stradale ed autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Riqualificazione A10 - Potenziamento A7 e A12 - Progetto definitivo - Prove di laboratorio - Lotto 6**

DESIGNAZIONE DEL CAMPIONE

Sondaggio:	**VB16**
Campione:	**C2**
Codice provino:	**ivs47**
Profondità (m):	**12,30-12,80**
Litotipo:	**metabasite**

Norme di riferimento: **ASTM D 2664 - 86(95) ASTM D 4543 - 85(91) ASTM D 5407 - 93**



σ3 = 3 Mpa	Moduli di deformazione (GPa)						Rapporto di Poisson		Resistenza a compressione triassiale corretta - σ1p (MPa)
	longitudinale								
	tg	sec					tg	sec	
A 50% del valore di σ1p	**26,02**	**24,84**					**0,30**	**0,21**	**90,47**

Esecuzione (Dr. Romualdo Tomai):	Verifica (Dr. Andrea Geuna):

MODULO 138-ita - Rev.01 /01.10

gd test Srl - Via Pigafetta, 17 - 10129 TORINO tel.:011-5808406

COMPRESSIONE TRIASSIALE

Rapporto N° :	**18/10**	Rif. :	**1623**	Data :	**nov-2010**

Committente:

Cliente: **SPEA Ingegneria Europea**

Progetto: **Nodo stradale ed autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Riqualificazione A10 - Potenziamento A7 e A12 - Progetto definitivo - Prove di laboratorio - Lotto 6**

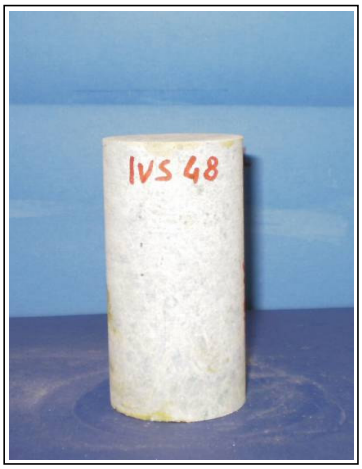
DESIGNAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	**VB16**	Pressa Controls (150 Ton) - GD Test 18	
Campione:	**C4**	Calibro meccanico Storm - GD Test 62	
Codice provino:	**ivs48**	Pompa idraulica Enerpac	
Profondità (m):	**26,80-27,00**	Strain Gauges TML - PL-60-11	
Litotipo:	**metabasite**	Strain Gauges TML - PFL-30-11	
		Celle triassiali di Hoek	

Norme di riferimento: **ASTM D 2664 - 86(95) ASTM D 4543 - 85(91) ASTM D 5407 - 93**

CARATTERISTICHE PROVINO

Diametro (D) (mm):	**44,20**	Condizioni:	Secca	Ambiente	Satura
Lunghezza (L) (mm):	**92,20**	Peso (g)			
Volume (cm^3):	**141,47**	Peso di volume (kN/m^3)			
Rettilinearità sup. laterale (mm)	**0,25**	Velocità incremento di carico (kPa/s)		**300**	
Tolleranza di perpendicolarità facce/asse provino (°)	**0,25**	Tolleranza di lappatura (µm)		**20**	

CAMPIONE PRE-TEST



DESCRIZIONE MACROSCOPICA

Colore:	**verdastro**
Struttura:	**roccia metamorfica, di aspetto e struttura massivi a grana media**
Piani di discontinuità e loro orientazione rispetto al carico	\
Alterazione:	\
Rottura:	**improvvisa**
Comportamento:	**fragile**
Fratturazione:	**lungo un piano principale inclinato di circa 30° rispetto al carico (come da foto)**
Osservazioni:	

CAMPIONE POST-TEST



Rapporto L/D:			**2,09**
Pressione laterale di confinamento **(Mpa):**		σ_3	**6,00**
Carico a rottura **(kN)**:		**F**	**381,87**
Area facce provino (cm^2):		**A**	**15,34**
Res. a compr. triass. (picco) **(MPa)**:		σ'_{1p}	**248,88**
Res. a compr. triass. corretta (picco) (D=50mm L/D=2) **(Mpa)**:		σ_{1p}	**244,83**
Modulo elastico tangente **(Gpa)**:	A 33% del valore di Co	E_t	**52,39**
Modulo elastico secante **(Gpa)**:		E_s	**45,82**
Rapporto di Poisson tangente :		ν_t	**0,34**
Rapporto di Poisson secante :		ν_s	**0,22**

Esecuzione (Dr. Romualdo Tomai):

Verifica (Dr. Andrea Geuna):

*Velocità incremento di carico = 200 kPa/s (più o meno 20 kPa)

COMPRESSION TRIASSIALE "LINEA DI DEFORMAZIONE"

Rapporto N°:	**18/10**	Rif:	**1623**	Data:	**nov-2010**

Committente: \

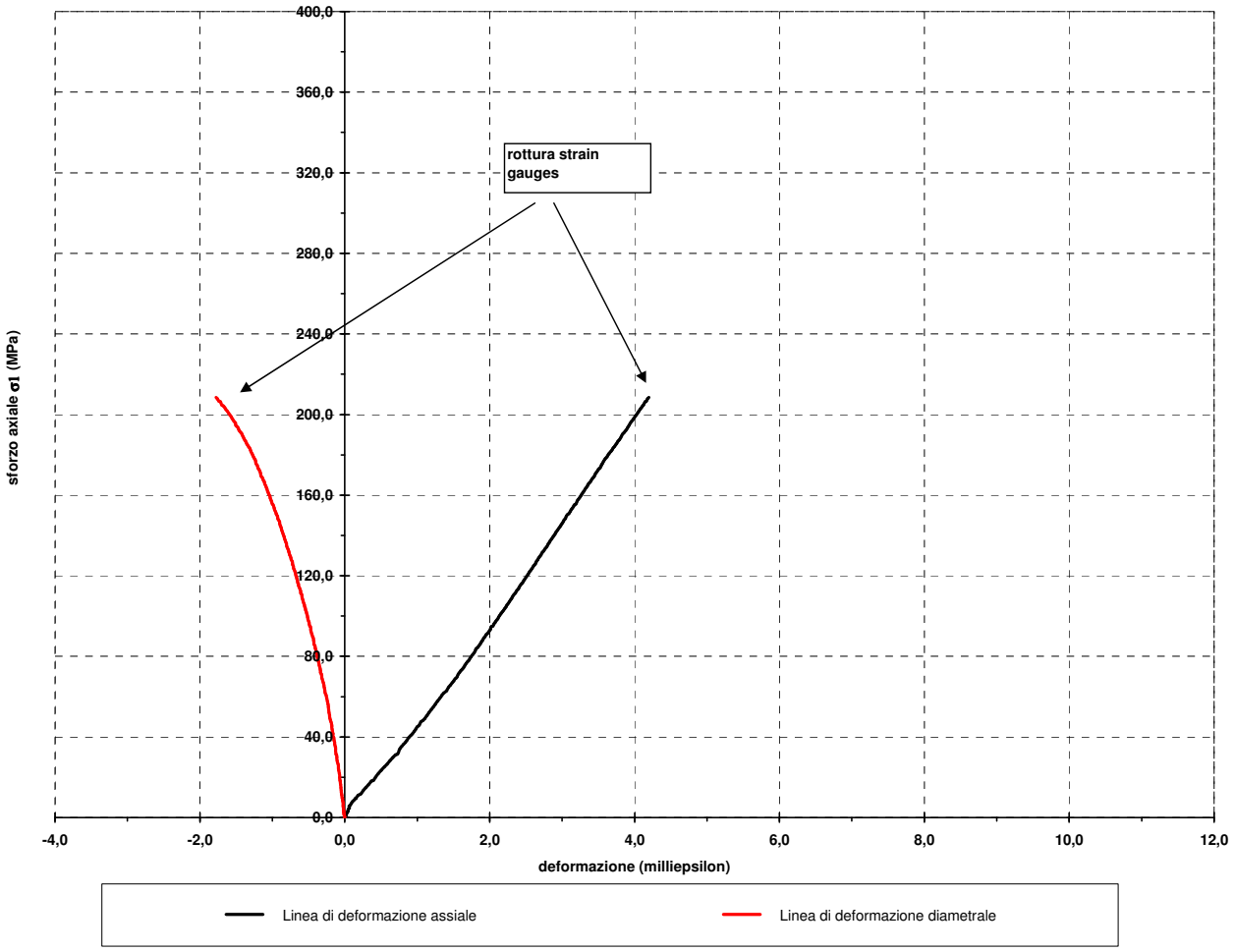
Cliente: **SPEA Ingegneria Europea**

Progetto: **Nodo stradale ed autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Riqualificazione A10 - Potenziamento A7 e A12 - Progetto definitivo - Prove di laboratorio - Lotto 6**

DESIGNAZIONE DEL CAMPIONE

Sondaggio:	**VB16**
Campione:	**C4**
Codice provino:	**ivs48**
Profondità (m):	**26,80-27,00**
Litotipo:	**metabasite**

Norme di riferimento: **ASTM D 2664 - 86(95) ASTM D 4543 - 85(91) ASTM D 5407 - 93**



σ3 = 6 Mpa	Moduli di deformazione (GPa)						Rapporto di Poisson		Resistenza a compressione triassiale corretta - σ1p (MPa)
	longitudinale								
	tg	sec					tg	sec	
A 33% del valore di σ1p	**52,39**	**45,82**					**0,34**	**0,22**	**244,83**

Esecuzione (Dr. Romualdo Tomai):	Verifica (Dr. Andrea Geuna):

MODULO 138-ita - Rev.01 /01.10

gd test Srl - Via Pigafetta, 17 - 10129 TORINO tel.:011-5808406

COMPRESSIONE TRIASSIALE

Rapporto N° :	**18/10**	Rif. :	**1623**	Data :	**nov-2010**

Committente:

Cliente: **SPEA Ingegneria Europea**

Progetto: **Nodo stradale ed autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Riqualificazione A10 - Potenziamento A7 e A12 - Progetto definitivo - Prove di laboratorio - Lotto 6**

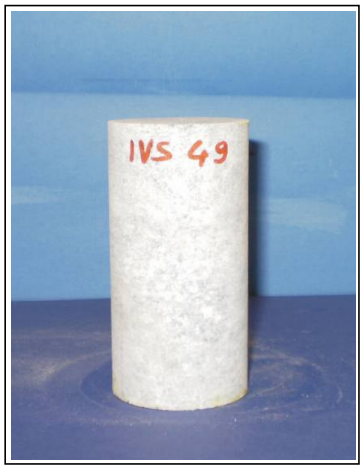
DESIGNAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	**VB16**	Pressa Controls (150 Ton) - GD Test 18	
Campione:	**C4**	Calibro meccanico Storm - GD Test 62	
Codice provino:	**ivs49**	Pompa idraulica Enerpac	
Profondità (m):	**26,80-27,00**	Strain Gauges TML - PL-60-11	
Litotipo:	**metabasite**	Strain Gauges TML - PFL-30-11	
		Celle triassiali di Hoek	

Norme di riferimento: **ASTM D 2664 - 86(95) ASTM D 4543 - 85(91) ASTM D 5407 - 93**

CARATTERISTICHE PROVINO

Diametro (D) (mm):	**44,20**	Condizioni:	Secca	Ambiente	Satura
Lunghezza (L) (mm):	**94,50**	Peso (g)			
Volume (cm^3):	**145,00**	Peso di volume (kN/m^3)			
Rettilinearità sup. laterale (mm)	**0,25**	Velocità incremento di carico (kPa/s)		**300**	
Tolleranza di perpendicolarità facce/asse provino (°)	**0,25**	Tolleranza di lappatura (µm)		**20**	

CAMPIONE PRE-TEST



DESCRIZIONE MACROSCOPICA

Colore:	**verdastro**
Struttura:	**roccia metamorfica, di aspetto e struttura massivi a grana media**
Piani di discontinuità e loro orientazione rispetto al carico	\
Alterazione:	\
Rottura:	**improvvisa**
Comportamento:	**fragile**
Fratturazione:	**lungo un piano principale inclinato di circa 30° rispetto al carico (come da foto)**
Osservazioni:	

CAMPIONE POST-TEST



Rapporto L/D:			**2,14**
Pressione laterale di confinamento **(Mpa):**		σ_3	**12,00**
Carico a rottura **(kN)**:		**F**	**438,23**
Area facce provino (cm^2):		**A**	**15,34**
Res. a compr. triass. (picco) **(MPa)**:		σ'_{1p}	**285,61**
Res. a compr. triass. corretta (picco) (D=50mm L/D=2) **(Mpa)**:		σ_{1p}	**281,84**
Modulo elastico tangente **(Gpa)**:	A 50% del valore di Co	E_t	**56,00**
Modulo elastico secante **(Gpa)**:		E_s	**57,16**
Rapporto di Poisson tangente :		ν_t	**0,41**
Rapporto di Poisson secante :		ν_s	**0,30**

Esecuzione (Dr. Romualdo Tomai):

Verifica (Dr. Andrea Geuna):

*Velocità incremento di carico = 200 kPa/s (più o meno 20 kPa)

COMPRESSION TRIASSIALE
"LINEA DI DEFORMAZIONE"

Rapporto N° :	**18/10**	Rif:	**1623**	Data:	**nov-2010**

Committente: \

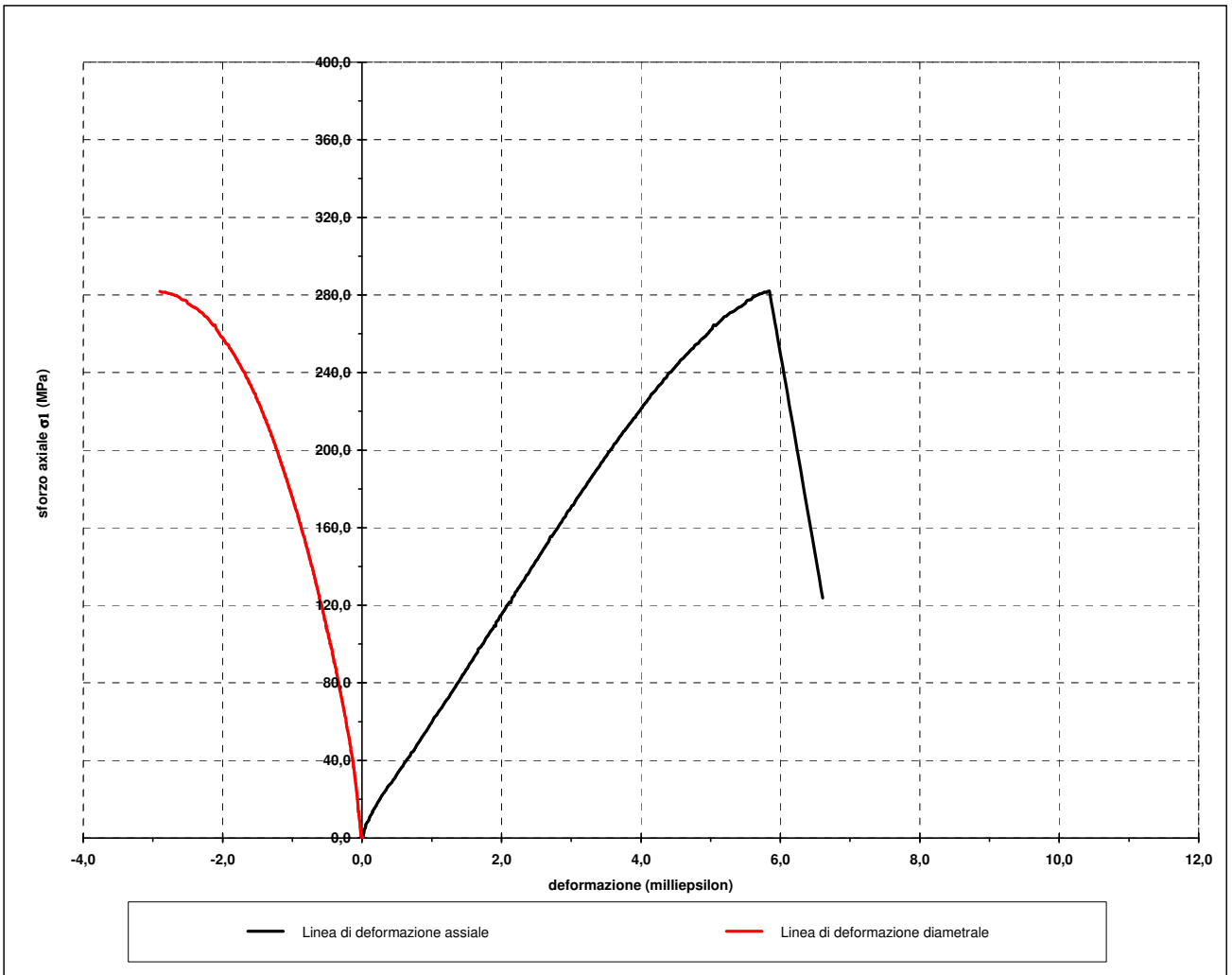
Cliente: **SPEA Ingegneria Europea**

Progetto: **Nodo stradale ed autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Riqualificazione A10 - Potenziamento A7 e A12 - Progetto definitivo - Prove di laboratorio - Lotto 6**

DESIGNAZIONE DEL CAMPIONE

Sondaggio:	**VB16**
Campione:	**C4**
Codice provino:	**ivs49**
Profondità (m):	**26,80-27,00**
Litotipo:	**metabasite**

Norme di riferimento: **ASTM D 2664 - 86(95) ASTM D 4543 - 85(91) ASTM D 5407 - 93**



σ3 = 12 Mpa	Moduli di deformazione (GPa)						Rapporto di Poisson		Resistenza a compressione triassiale corretta - σ1p (MPa)
	longitudinale								
	tg	sec					tg	sec	
A 50% del valore di σ1p	**56,00**	**57,16**					**0,41**	**0,30**	**281,84**

Esecuzione (Dr. Romualdo Tomai):	Verifica (Dr. Andrea Geuna):

MODULO 138-ita - Rev.01 /01.10

gd test Srl - Via Pigafetta, 17 - 10129 TORINO tel.:011-5808406

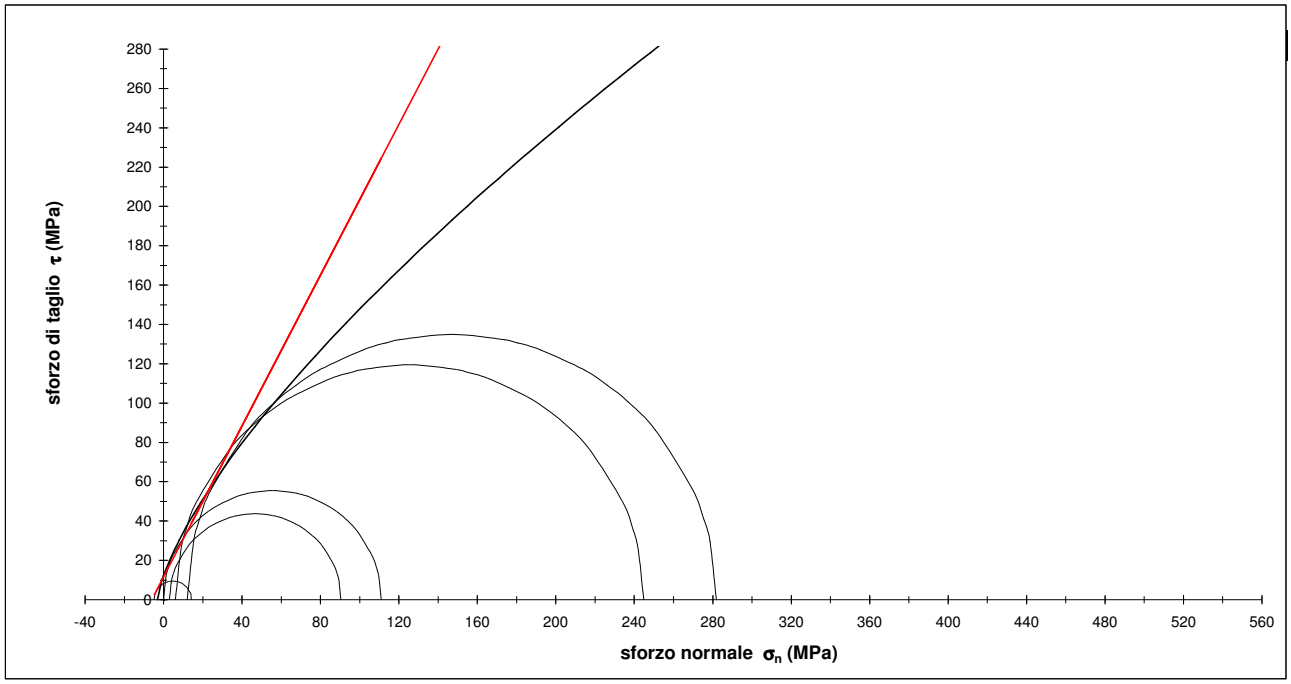
COMPRESSIONE TRIASSIALE - "DIAGRAMMA DI MOHR"

Rapporto N° :	**18/10**	Rif:	**1623**	Data :	**nov-2010**
Committente:	\				
Cliente:	**SPEA Ingegneria Europea**				
Progetto:	**Nodo stradale ed autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Riqualificazione A10 - Potenziamento A7 e A12 - Progetto definitivo - Prove di laboratorio - Lotto 6**				

DESIGNAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	**VB16**	Pressa Controls (150 Ton) - GD Test 18	
Campione:	**C1-C2-C3-C4-CA**	Calibro meccanico Storm - GD Test 62	
Codice provino:	**ivs46-59**	Pompa idraulica Enerpac	
Profondità (m):	**6,60-27,00**	Strain Gauges TML - PL-60-11	
Litotipo:	**metabasite/rodingite**	Strain Gauges TML - PFL-30-11	
		Celle triassiali di Hoek	

Norme di riferimento: **ASTM D 2664 - 86(95) ASTM D 4543 - 85(91) ASTM D 5407 - 93**

DIAGRAMMA DI MOHR



MODULO 138-ita - Rev.01 /01.10

provino	σ_1 (MPa)	σ_3 (MPa)
ivs46 (Co)	**111,03**	**0,00**
ivs50÷59 (To)	**14,25**	**-4,75**
ivs47 (Tx1)	**90,47**	**3,00**
ivs48 (Tx2)	**244,83**	**6,00**
ivs49 (Tx3)	**281,84**	**12,00**

INVILUPPO DI ROTTURA NON LINEARE DI MOHR	
$\tau = A * Co * (\sigma_n / Co - T)^B$	
A =	**1,368**
B =	**0,710**
Co (MPa)=	**121,254**
T =	**-0,026**
R^2 =	**0,831**

INVILUPPO DI ROTTURA LINEARE DI MOHR-COULOMB		
$\tau_p = c + \sigma_n * tang\ \phi$		
c (MPa) =		**11,57**
ϕ(°)	=	**62,5**
R^2	=	**0,882**

Esecuzione (Dr. Romualdo Tomai):	Verifica (Dr. Andrea Geuna):

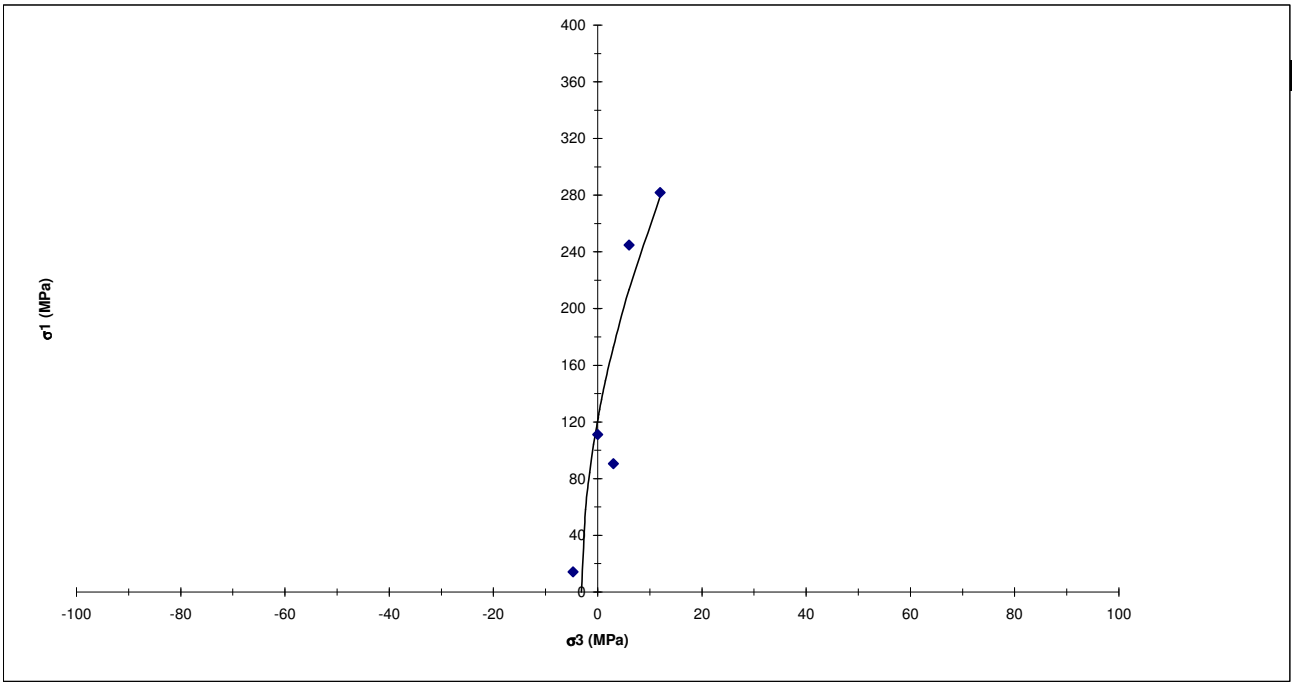
GD TEST Srl - Via Pigafetta, 17 - 10129 Torino - Tel. 011/5808406 - Fax. 011/5808319

COMPRESSIONE TRIASSIALE - "INVILUPPO DI ROTTURA DI HOEK & BROWN"

Rapporto N° :	**18/10**	Rif:	**1623**	Data :	**nov-2010**
Committente:	\				
Cliente:	**SPEA Ingegneria Europea**				
Progetto:	**Nodo stradale ed autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Riqualificazione A10 - Potenziamento A7 e A12 - Progetto definitivo - Prove di laboratorio - Lotto 6**				

DESIGNAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	**VB16**	Pressa Controls (150 Ton) - GD Test 18	
Campione:	**C1-C2-C3-C4-CA**	Calibro meccanico Storm - GD Test 62	
Codice provino:	**ivs46-59**	Pompa idraulica Enerpac	
Profondità (m):	**6,60-27,00**	Strain Gauges TML - PL-60-11	
Litotipo:	**metabasite/rodingite**	Strain Gauges TML - PFL-30-11	
		Celle triassiali di Hoek	

Norme di riferimento: **ASTM D 2664 - 86(95) ASTM D 4543 - 85(91) ASTM D 5407 - 93**



MODULO 138-ita - Rev.01 /01.10

provino	σ_1 (MPa)	σ_3 (MPa)
ivs46 (Co)	**111,03**	**0,00**
ivs50÷59 (To)	**14,25**	**-4,75**
ivs47 (Tx1)	**90,47**	**3,00**
ivs48 (Tx2)	**244,83**	**6,00**
ivs49 (Tx3)	**281,84**	**12,00**

INVILUPPO DI ROTTURA DI HOEK & BROWN	
$\sigma_1 = \sigma_3 + RDQ(m*Co*\sigma_3 + s*Co^2)$	
m =	**38,917**
s =	**1,000**
Co (MPa) =	**121,254**
R^2 =	**0,831**

Esecuzione (Dr. Romualdo Tomai):	Verifica (Dr. Andrea Geuna):

GD TEST Srl - Via Pigafetta, 17 - 10129 Torino - Tel. 011/5808406 - Fax. 011/5808319

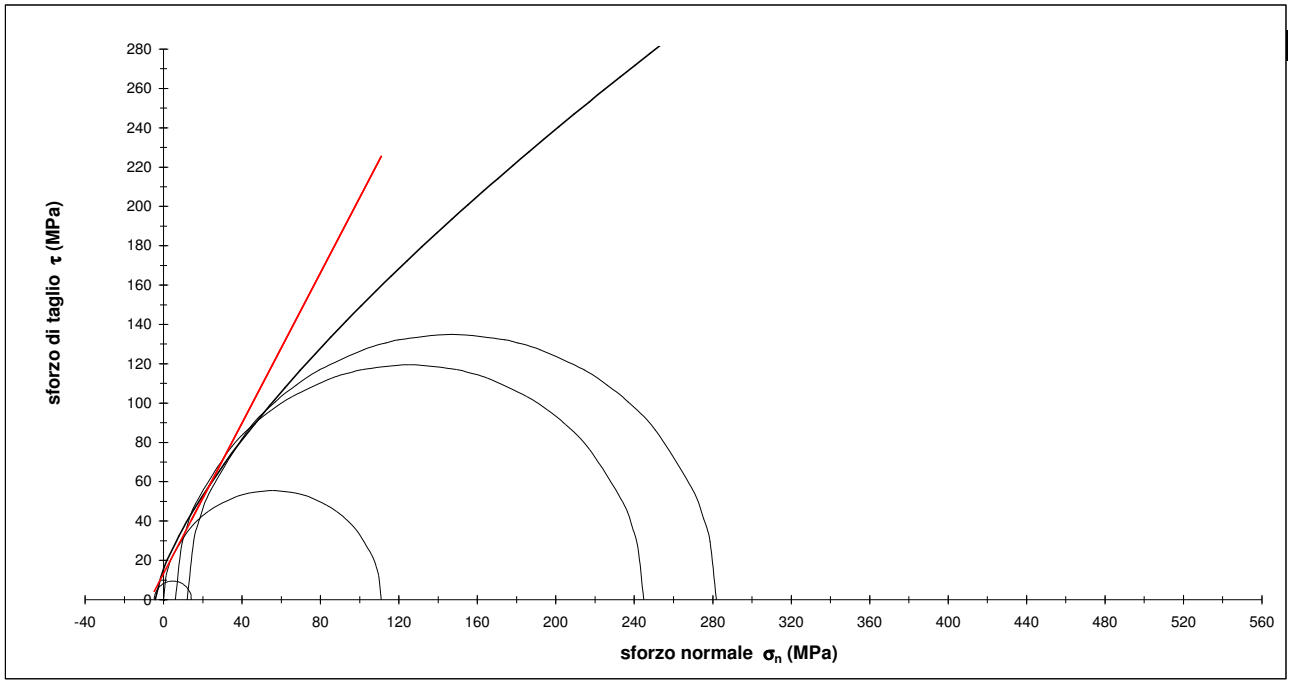
COMPRESSIONE TRIASSIALE - "DIAGRAMMA DI MOHR"

Rapporto N° :	**18/10**	Rif:	**1623**	Data :	**nov-2010**
Committente:	\				
Cliente:	**SPEA Ingegneria Europea**				
Progetto:	**Nodo stradale ed autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Riqualificazione A10 - Potenziamento A7 e A12 - Progetto definitivo - Prove di laboratorio - Lotto 6**				

DESIGNAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	**VB16**	Pressa Controls (150 Ton) - GD Test 18	
Campione:	**C1-C2-C3-C4-CA**	Calibro meccanico Storm - GD Test 62	
Codice provino:	**ivs46-59**	Pompa idraulica Enerpac	
Profondità (m):	**6,60-27,00**	Strain Gauges TML - PL-60-11	
Litotipo:	**metabasite/rodingite**	Strain Gauges TML - PFL-30-11	
		Celle triassiali di Hoek	

Norme di riferimento: **ASTM D 2664 - 86(95) ASTM D 4543 - 85(91) ASTM D 5407 - 93**

DIAGRAMMA DI MOHR



MODULO 138-ita - Rev.01 /01.10

provino	σ_1 (MPa)	σ_3 (MPa)
ivs46 (Co)	**111,03**	**0,00**
ivs50÷59 (To)	**14,25**	**-4,75**
ivs48 (Tx2)	**244,83**	**6,00**
ivs49 (Tx3)	**281,84**	**12,00**

INVILUPPO DI ROTTURA NON LINEARE DI MOHR	
$\tau = A * Co * (\sigma_n / Co - T)^B$	
A =	**1,303**
B =	**0,707**
Co (MPa)=	**141,925**
T =	**-0,030**
R^2 =	**0,957**

INVILUPPO DI ROTTURA LINEARE DI MOHR-COULOMB	
$\tau_p = c + \sigma_n * tang\ \phi$	
c (MPa) =	**13,31**
ϕ(°) =	**62,4**
R^2 =	**0,950**

NOTA: Ipotesi di inviluppo che non tiene conto del provino ivs47 il quale risulta poco allineato con il trend generale

Esecuzione (Dr. Romualdo Tomai):	Verifica (Dr. Andrea Geuna):

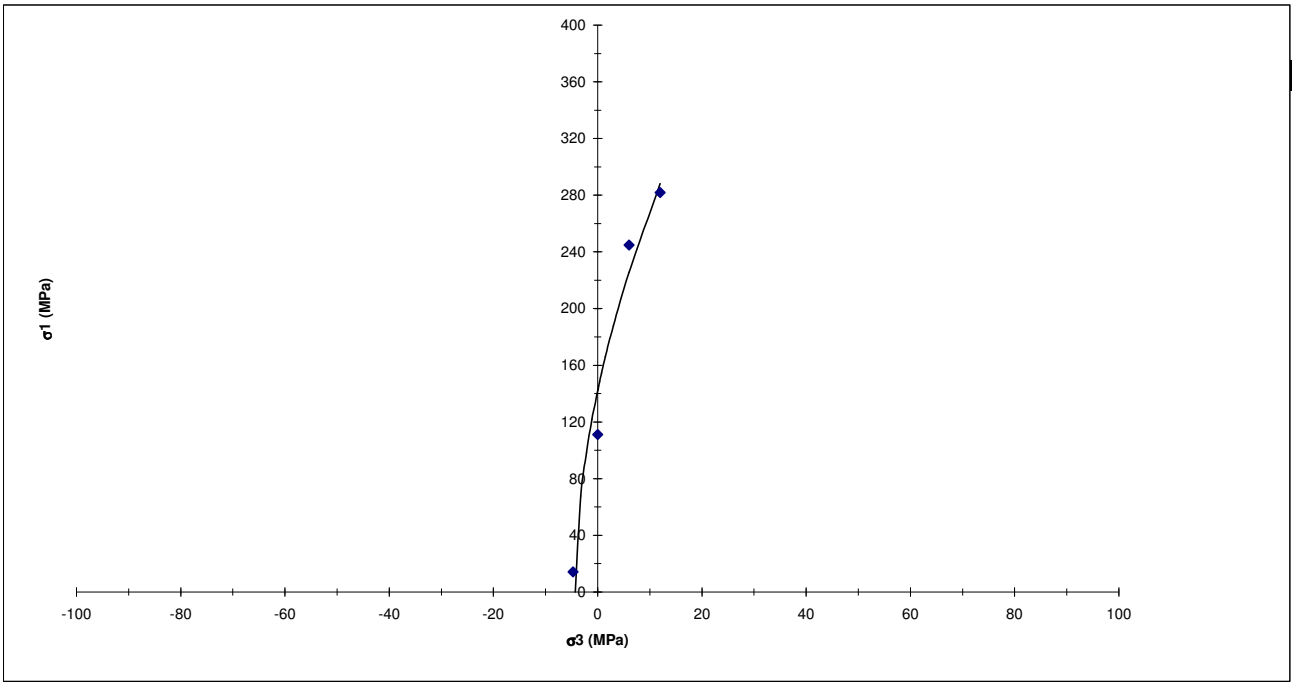
GD TEST Srl - Via Pigafetta, 17 - 10129 Torino - Tel. 011/5808406 - Fax. 011/5808319

COMPRESSIONE TRIASSIALE - "INVILUPPO DI ROTTURA DI HOEK & BROWN"

Rapporto N° :	**18/10**	Rif:	**1623**	Data :	**nov-2010**
Committente:	\				
Cliente:	**SPEA Ingegneria Europea**				
Progetto:	**Nodo stradale ed autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Riqualificazione A10 - Potenziamento A7 e A12 - Progetto definitivo - Prove di laboratorio - Lotto 6**				

DESIGNAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	**VB16**	Pressa Controls (150 Ton) - GD Test 18	
Campione:	**C1-C2-C3-C4-CA**	Calibro meccanico Storm - GD Test 62	
Codice provino:	**ivs46-59**	Pompa idraulica Enerpac	
Profondità (m):	**6,60-27,00**	Strain Gauges TML - PL-60-11	
Litotipo:	**metabasite/rodingite**	Strain Gauges TML - PFL-30-11	
		Celle triassiali di Hoek	

Norme di riferimento: **ASTM D 2664 - 86(95) ASTM D 4543 - 85(91) ASTM D 5407 - 93**



MODULO 138-ita - Rev.01 /01.10

provino	σ_1 (MPa)	σ_3 (MPa)
ivs46 (Co)	**111,03**	**0,00**
ivs50÷59 (To)	**14,25**	**-4,75**
ivs48 (Tx2)	**244,83**	**6,00**
ivs49 (Tx3)	**281,84**	**12,00**

INVILUPPO DI ROTTURA DI HOEK & BROWN	
$\sigma_1 = \sigma_3 + RDQ(m*Co*\sigma_3 + s*Co^2)$	
m =	**32,954**
s =	**1,000**
Co (MPa) =	**141,925**
R^2 =	**0,957**

NOTA: Ipotesi di inviluppo che non tiene conto del provino ivs47 il quale risulta poco allineato con il trend generale

Esecuzione (Dr. Romualdo Tomai):	Verifica (Dr. Andrea Geuna):

GD TEST Srl - Via Pigafetta, 17 - 10129 Torino - Tel. 011/5808406 - Fax. 011/5808319

DESCRIZIONE MACROSCOPICA CAMPIONE LAPIDEO

Rapporto N° :	**18/10**	Rif. :	**1623**	Data :	**ott 2010**
Committente:	\				
Cliente:	**SPEA Ingegneria Europea**				
Progetto:	**Nodo stradale ed autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Riqualificazione A10 - Potenziamento A7 e A12 - Progetto definitivo - Prove di laboratorio - Lotto 6**				

DESIGNAZIONE DEL CAMPIONE	
Sondaggio:	**VB16**
Campione:	**C3**
Profondità (m):	**24,75-25,00**
Litotipo:	**metabasite**

DESCRIZIONE MACROSCOPICA

Roccia metamorfica, di aspetto e struttura massivi, colore verdastro, grana media. Il campione appare integro e inalterato e presenta rare superfici di discontinuità chiuse. Il campione appare in ottimo stato di conservazione.



Esecuzione (Dr. Romualdo Tomai):	Verifica (Dr. Andrea Geuna):

MODULO 137-ita - Rev.01 /01.09

gd test Srl - Via Pigafetta, 17 - 10129 TORINO tel.:011-5808406

COMPRESSIONE UNIASSIALE E PESO DI VOLUME NATURALE

Rapporto N° :	**18/10**	Rif. :	**1623**	Data :	**nov-2010**
Committente:	\				
Cliente:	**SPEA Ingegneria Europea**				
Progetto:	**Nodo stradale ed autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Riqualificazione A10 - Potenziamento A7 e A12 - Progetto definitivo - Prove di laboratorio - Lotto 6**				

DESIGNAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	**VB16**	Pressa Controls (150 Ton) - GD Test 18	
Campione:	**C3**	Calibro meccanico Storm - GD Test 62	
Provino:	**ivs46**	Bilancia elettronica Kern	
Profondità (m):	**24,75-25,00**	Strain Gauges TML - PL-60-11	
Litotipo:	**metabasite**	Strain Gauges TML - PFL-30-11	

Norme di riferimento: **ASTM D 4543 - 85(91) ASTM D 3148 - 93**

CARATTERISTICHE PROVINO

Diametro (D) (mm):	**78,40**	Condizioni:	Secca	Ambiente	Satura
Lunghezza (L) (mm):	**139,10**	Peso (g)		**1993,60**	
Volume (cm^3):	**671,50**	Peso di volume (Mg/m^3)		**2,97**	
Rettilinearità sup. laterale (mm)	**0,15**	Velocità incremento di carico (kPa/s)		**300**	
Tolleranza di perpendicolarità facce/asse provino (°)	**0,20**	Tolleranza di lappatura (µm)		**15**	

CAMPIONE PRE-TEST



DESCRIZIONE MACROSCOPICA

Colore:	**verdastro**
Struttura:	**roccia metamorfica, di aspetto e struttura massivi**
Piani di discontinuità e loro orientazione rispetto al carico	\
Alterazione:	\
Rottura:	**improvvisa**
Comportamento:	**fragile**
Fratturazione:	**lungo numerosi piani di fratturazione variamnete orientati rispetto al carico (come da foto)**
Osservazioni:	

CAMPIONE POST-TEST

P



P

Rapporto L/D:			**1,77**
Carico di rottura (kN):		**F**	**502,49**
Area facce provino (cm2):		**A**	**48,27**
Resistenza a compressione uniassiale **(MPa)**:		**Co'**	**104,09**
Resistenza a compressione uniassiale corretta (D=50mm L/D=2) **(Mpa)**:		**Co**	**111,03**
Modulo elast. longitudinale tangente **(GPa)**:	A 50% del valore di Co	I_t	**63,81**
Modulo elast. longitudinale secante **(GPa)**:		I_s	**65,40**
Rapporto di Poisson tangente :		ν_t	**0,34**
Rapporto di Poisson secante :		ν_s	**0,30**

Esecuzione (Dr. Romualdo Tomai):	Verifica (Dr. Andrea Geuna):

MODULO 136-ita - Rev.01 /01.09

COMPRESSION UNIASSIALE "LINEA DI DEFORMAZIONE"

Rapporto N° :	**18/10**	Rif:	**1623**	Data:	**nov-2010**

Committente: \

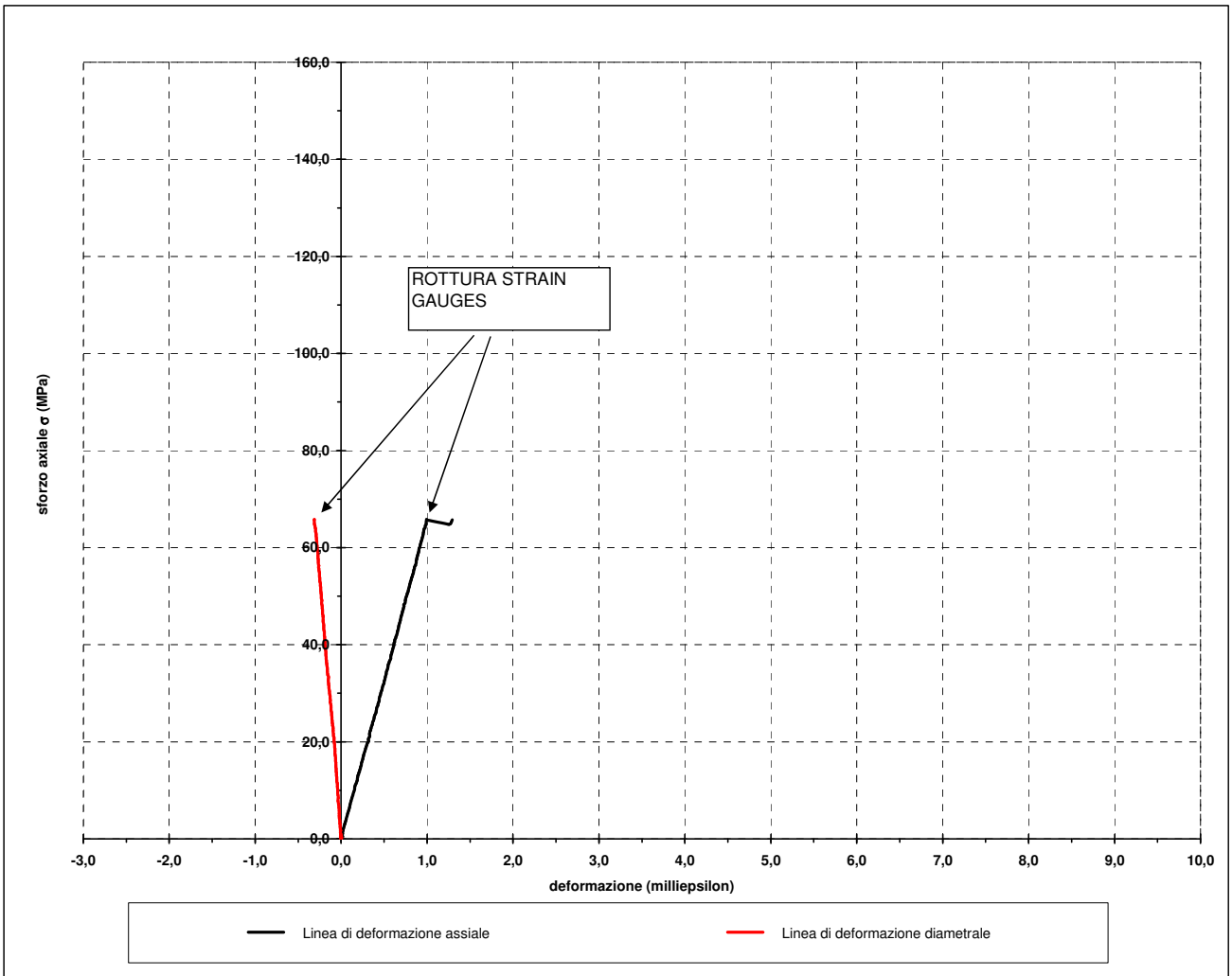
Cliente: **SPEA Ingegneria Europea**

Progetto: **Nodo stradale ed autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Riqualificazione A10 - Potenziamento A7 e A12 - Progetto definitivo - Prove di laboratorio - Lotto 6**

DESIGNAZIONE DEL CAMPIONE

Sondaggio:	**VB16**
Campione:	**C3**
Provino:	**ivs46**
Profondità (m):	**24,75-25,00**
Litotipo:	**metabasite**

Norme di riferimento: **ASTM D 4543 - 85(91) ASTM D 3148 - 93**



	Moduli di deformazione (GPa)			Rapporto di Poisson		Resistenza a compressione uniassiale corretta - Co (MPa)
	longitudinale					
	tg	sec		tg	sec	
A 50% del valore di Co	**63,81**	**65,40**		**0,34**	**0,30**	**111,03**

Esecuzione (Dr. Romualdo Tomai):	Verifica (Dr. Andrea Geuna):

Velocità onde longitudinali, trasversali e Peso di Volume

Rapporto N° :	**18/10**	Rif. :	**1623**	Data :	**nov-2010**

Committente: \

Cliente: **SPEA Ingegneria Europea**

Progetto: **Nodo stradale ed autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Riqualificazione A10 - Potenziamento A7 e A12 - Progetto definitivo - Prove di laboratorio - Lotto 6**

DESIGNAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	**VB16**	Pressa Controls (150 Ton) - GD Test 18	☐
Campione:	**C3**	Calibro meccanico Storm - GD Test 62	■
Provino:	**ivs46**	Bilancia elettronica Kern	■
Profondità (m):	**24,75-25,00**	PUNDIT per l'emissione degli impulsi oscillatori	■
Litotipo:	**metabasite**	Oscilloscopio digitale	■

Norme di riferimento: **ASTM D 2845-90 - ASTM D 4543-85 (91)**

CARATTERISTICHE DEL CAMPIONE

Diametro (D) (mm):	**78,40**	Condizioni:	secco	ambiente	saturo
Lunghezza (L) (mm):	**139,10**	Peso (g)		**1993,60**	
Volume (cm^3):	**671,50**	Peso di volume (Mg/m^3)		**2,97**	

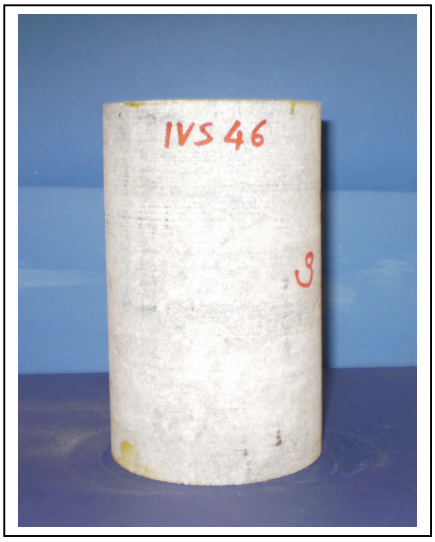


Foto campione

tempo di arrivo onde longitudinali	**Velocità onde longitudinali**
t_p (µs)	v_p (m/s)
23,4	**5944**
tempo di arrivo onde trasversali	**Velocità onde trasversali**
t_p (µs)	v_p (m/s)
44,2	**3147**

Costanti elastiche dinamiche

Modulo di Young (Gpa)	E =	**76,76**
Modulo di taglio (Gpa)	G =	**29,40**
Coefficiente di Poisson	ν =	**0,31**
Modulo volumetrico (Gpa)	K =	**65,70**

Carico di serraggio 50 kPa

Accoppiamento adesivo conduttivo RS

Esecuzione (Dr. Romualdo Tomai):	Verifica (Dr. Andrea Geuna):

DESCRIZIONE MACROSCOPICA CAMPIONE LAPIDEO

Rapporto N° :	**18/10**	Rif. :	**1623**	Data :	**ott 2010**
Committente:	\				
Cliente:	**SPEA Ingegneria Europea**				
Progetto:	**Nodo stradale ed autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Riqualificazione A10 - Potenziamento A7 e A12 - Progetto definitivo - Prove di laboratorio - Lotto 6**				

DESIGNAZIONE DEL CAMPIONE	
Sondaggio:	**VB16**
Campione:	**C4**
Profondità (m):	**26,80-27,00**
Litotipo:	**metabasite**

DESCRIZIONE MACROSCOPICA

Roccia metamorfica, di aspetto e struttura massivi, colore verdastro, grana media. Il campione appare integro e inalterato e presenta rare superfici di discontinuità chiuse. Il campione appare in ottimo stato di conservazione.



Esecuzione (Dr. Romualdo Tomai):	Verifica (Dr. Andrea Geuna):

MODULO 137-ita - Rev.01 /01.09

gd test Srl - Via Pigafetta, 17 - 10129 TORINO tel.:011-5808406

DESCRIZIONE MACROSCOPICA CAMPIONE LAPIDEO

Rapporto N° :	**18/10**	Rif. :	**1623**	Data :	**ott 2010**
Committente:	\				
Cliente:	**SPEA Ingegneria Europea**				
Progetto:	**Nodo stradale ed autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Riqualificazione A10 - Potenziamento A7 e A12 - Progetto definitivo - Prove di laboratorio - Lotto 6**				

DESIGNAZIONE DEL CAMPIONE	
Sondaggio:	**VB16**
Campione:	**CA**
Profondità (m):	**16,00-16,60**
Litotipo:	**rodingite**

DESCRIZIONE MACROSCOPICA

Roccia metamorfica, di aspetto e struttura massivi, colore verdastro, grana media. Il campione si presenta disarticolato da numerosi sistemi di discontinuità spesso intersecanti e ricoperti da patine brune di alterazione/ossidazione e da riempimento di natura limoso-argilloso (probabilmente legati a di circolazione di fluidi). Nonostante ciò, la matrice litoide presenta una notevole tenacia.



Esecuzione (Dr. Romualdo Tomai):	Verifica (Dr. Andrea Geuna):

MODULO 137-ita - Rev.01 /01.09

gd test Srl - Via Pigafetta, 17 - 10129 TORINO tel.:011-5808406

PROVA DI ABRASIVITA' CERCHAR

Rapporto N° :	**18/10**	Rif. :	**1623**	Data :	**nov-2010**
Committente:	\				
Cliente:	**SPEA Ingegneria Europea**				
Progetto:	**Nodo stradale ed autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Riqualificazione A10 - Potenziamento A7 e A12 - Progetto definitivo - Prove di laboratorio - Lotto 6**				

DESIGNAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	**VB16**	Abrasimetro CERCHAR	■
Campione:	**CA**		☐
Provino:	**ivs60**		☐
Profondità (m):	**16,00-16,60**		☐
Litotipo:	**rodingite**		☐

Norme di riferimento: **CERCHAR**

MODULO 113-ita - Rev.01 /01.08

CAMPIONE PRE-TEST



CAMPIONE POST-TEST



TABELLA DEI RISULTATI

PROVA N°	CONDIZIONI	PUNTA N°	d a 0° (mm)	d a 90° (mm)	d "media" (mm)	CAI	CAI "medio"	**CERCHAR** "Classe di abrasività"	NOTE
1	**A**	**13**	**0,30**	**0,35**	**0,33**	**3,25**	**3,44**	**molto abrasivo**	
2	**A**	**14**	**0,30**	**0,30**	**0,30**	**3,00**			
3	**A**	**15**	**0,40**	**0,40**	**0,40**	**4,00**			
4	**A**	**16**	**0,30**	**0,40**	**0,35**	**3,50**			

CONDIZIONI: A = ambiente E = secca S = satura
d = diametro della punta abrasa
CAI = Indice di Abrasione Cerchar (= 10 * d medio)

TABELLA INDICI DI ABRASIVITA' - CLASSI DI ABRASIVITA'

CAI "medio"	**Classe di abrasività**
< 0,3	non abrasivo
0,3-0,5	non molto abrasivo
0,5-1,0	leggermente abrasivo
1,0-2,0	da mediamente abrasivo ad abrasivo
2,0-4,0	molto abrasivo
>4,0	estremamente abrasivo

Esecuzione (Dr. Romualdo Tomai):	Verifica (Dr. Andrea Geuna):

gd test Srl - Via Pigafetta, 17 - 10129 TORINO tel.:011-5808406

SIEVERS' MINIATURE DRILL TEST - SJ

Rapporto N° :	**18/10**	Rif. :	**1623**	Data :	**nov-2010**
Committente:	\				
Cliente:	**SPEA Ingegneria Europea**				
Progetto:	**Nodo stradale ed autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Riqualificazione A10 - Potenziamento A7 e A12 - Progetto definitivo - Prove di laboratorio - Lotto 6**				

DESIGNAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	**VB16**	Forno elettrico	
Campione:	**CA**	Apparecchiatura per la perforabilità	
Provino:	**ivs61**	Set di punte in carburo di tungsteno	
Profondità (m):	**16,00-16,60**		
Litotipo:	**rodingite**		

Norme di riferimento: **SINTEF 2003**

MODULO 111-ita - Rev.01 /01.08

CAMPIONE PRE-TEST



CAMPIONE POST-TEST



TABELLA DEI RISULTATI

PENETRAZIONE N°	CONDIZIONI	PUNTA N°	lettura iniziale comparatore (mm)	lettura finale comparatore (mm)	penetrazione punta (mm)	INDICE Sj (1/10 mm)	**INDICE Sj medio (1/10 mm)**	**NOTE:**
1	**A**	**17**	**50,00**	**41,10**	**8,90**	**89,0**	**102,9**	
2	**A**	**18**	**50,00**	**38,21**	**11,79**	**117,9**		
3	**A**	**19**	**50,00**	**40,54**	**9,46**	**94,6**		
4	**A**	**20**	**50,00**	**39,00**	**11,00**	**110,0**		

CONDIZIONI: A = ambiante E = secco S = saturo

Esecuzione (Dr. Romualdo Tomai):	Verifica (Dr. Andrea Geuna):

gd test Srl - Via Pigafetta, 17 - 10129 TORINO tel.:011-5808406

BRITTLENESS TEST - S20

Rapporto N° :	**18/10**	Rif. :	**1623**	Data :	**nov-2010**
Committente:	\				
Cliente:	**SPEA Ingegneria Europea**				
Progetto:	**Nodo stradale ed autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Riqualificazione A10 - Potenziamento A7 e A12 - Progetto definitivo - Prove di laboratorio - Lotto 6**				

DESIGNAZIONE DEL CAMPIONE		Apparecchiatura e strumentazione utilizzata	
Sondaggio:	**VB16**	Forno elettrico	
Campione:	**CA**	Apparecchiatura per la frammentabilità	
Provino:	**ivs62**	Set di setacci a maglie quadrate	
Profondità (m):	**16,00-16,60**	Set di setacci a maglie a barre	
Litotipo:	**rodingite**	Bilancia elettronica Kern	
		Picnometro (2 l)	

Norme di riferimento: **SINTEF 2003**

MODULO 110-ita - Rev.01 /01.08

CAMPIONE PRE-TEST



CAMPIONE POST-TEST



PESO DI VOLUME APPARENTE

Peso campione secco trattenuto al setaccio 16.0 mm (g)	**118,00**
Peso picnometro + acqua distillata e disaerata (g)	**3184,10**
Peso picnometro + acqua distillata e disaerata + campione secco (g)	**3261,00**

$$\rho_s\ (g/cm^3) = \frac{P}{V} = \frac{118,00}{41,10} = 2,87$$

FATTORE DI APPIATTIMENTO - FLAKINESS "f"

Peso campione frazione 11.2-16.0 mm (g)	Peso campione frazione >11.2 mm al setaccio a barre (g)	Peso campione frazione 8,0-11.2 mm al setaccio a barre (g)	Peso campione frazione <8,0 mm al setaccio a barre (g)	Percentuale frazione >11.2 mm al setaccio a barre (%)	Percentuale frazione 8,0-11.2 mm al setaccio a barre (%)	Percentuale frazione <8,0 mm al setaccio a barre (%)	Somma percentuali frazioni >11.2 e 8.0-11.2 mm al setaccio a barre (%)	**Fattore di appiattimento - Flakiness "f"**
1500,00	**216,00**	**966,00**	**318,00**	**14,40**	**64,40**	**21,20**	**78,80**	**1,46**

TABELLA DEI RISULTATI

FRAMMENTAZIONE N°	CONDIZIONI	**Peso di Volume PV (kg/cm^3)**	Peso campione frazione 11.2-16.0 mm (g)	Peso campione passante al setaccio 11.2 mm (g)	Fattore di appiattimento flakiness "f"	INDICE S20 (%)	**INDICE S20 medio (%)**	**INDICE DI COMPATTAZIONE Ic**	**NOTE:**
1	**A**	**2,87**	**541,71**	**152,00**	**1,46**	**28,1**	**28,5**	**0**	
2	**A**		**541,71**	**164,00**		**30,3**		**0**	
3	**A**		**541,71**	**147,00**		**27,1**		**0**	

CONDIZIONI: A = ambiente E = secco S = saturo

Indice di compattazione = 0 Nessuna compattazione; il campione dopo la frantumazione fuoriesce dal mortaio capovolgendo quest'ultimo.

Esecuzione (Dr. Romualdo Tomai):	Verifica (Dr. Andrea Geuna):

gd test Srl - Via Pigafetta, 17 - 10129 TORINO tel.:011-5808406

DRILLING RATE INDEX - DRI

Rapporto N° :	**18/10**	Rif. :	**1623**	Data :	**nov-2010**
Committente:	\				
Cliente:	**SPEA Ingegneria Europea**				
Progetto:	**Nodo stradale ed autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Riqualificazione A10 - Potenziamento A7 e A12 - Progetto definitivo - Prove di laboratorio - Lotto 6**				

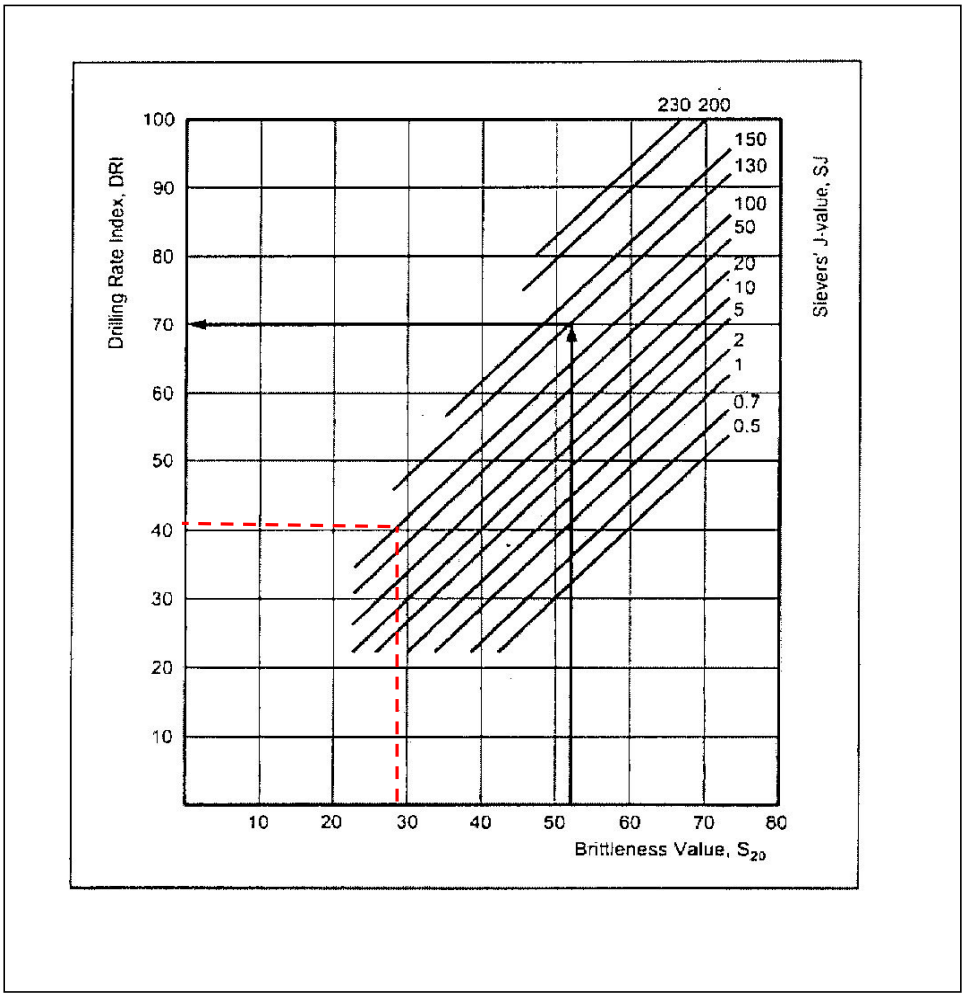
DESIGNAZIONE DEL CAMPIONE		RISULTATI
Sondaggio:	**VB16**	
Campione:	**CA**	
Profondità:	**16,00-16,60**	
Codice provino:	**ivs61-62**	
Litotipo:	**rodingite**	

TABELLA RIASSUNTIVA	
Denominazione INDICE	**Valore numerico**
PV (kg/cm^3)	**2,87**
f	**1,46**
Ic	**0**
S20	**28,5**
Sj	**102,9**
DRI	**41**

Norme di riferimento: **SINTEF 2003**

MODULO 112-ita - Rev.01 /01.08

DIAGRAMMA DI VALUTAZIONE DELL'INDICE DRI



Esecuzione (Dr. Romualdo Tomai):	Verifica (Dr. Andrea Geuna):

gd test Srl - Via Pigafetta, 17 - 10129 TORINO tel.:011-5808406

Soggetto ad Imposta di Bollo solo in caso d'uso (Art. 46 tariffa, Parte II, DPR 26.10.72 N. 642 e successive modificazioni)

DICAM
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E DEI MATERIALI

Bologna, 27 ottobre 2010

CERTIFICATO n. 100-1/2010

Registrazione n. 139 del 02/11/2010

Il presente documento certifica i risultati delle prove di laboratorio eseguite su campioni di materiali lapidei consegnati al nostro laboratorio e richieste con domanda del 21/10/2010, al Dipartimento scrivente, da "GD TEST via Pigafetta, 17– 10129 Torino (To).

NOME ED INDIRIZZO DEL LABORATORIO DI PROVA

- DICAM – LAGIRN Laboratorio di Geoingegneria e Risorse Naturali
  Via Terracini 34 – 40131 Bologna
  Tel 051 2090466 – Fax 051 2090584

NOME ED INDIRIZZO DEL RICHIEDENTE

- GD TEST via Pigafetta, 17– 10129 Torino (To).
  Tel 011 5808406 - Fax 011 5808319

INFORMAZIONI FORNITE DAL CLIENTE:

NAZIONE E REGIONE DI PROVENIENZA
- Italia – Genova

DIREZIONE DEI PIANI DI ANISOTROPIA
- assenti

NOME DELLA PERSONA CHE HA EFFETTUATO IL CAMPIONAMENTO
- Tomai - gd test

SIGLA IDENTIFICATIVA CAMPIONE
- VB16-CA-16.00-16.60

DATA DI CONSEGNA DEI PROVINI: 22/10/2010

I RISULTATI SI RIFERISCONO SOLO AI PROVINI SOTTOPOSTI A PROVA

IL RAPPORTO NON PUO' ESSERE RIPRODOTTO SE NON INTEGRALMENTE SENZA LA PREVIA APPROVAZIONE DEL LABORATORIO DI PROVA

NUMERO TOTALE DI PAGINE 4

DICAM
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E DEI MATERIALI

RAPPORTO DI PROVA

DETERMINAZIONE DELLA DUREZZA KNOOP (UNI EN 14205: 2004)

NUMERO, TITOLO E DATA DI EMISSIONE DELLA NORMA EUROPEA

- UNI EN 14205
- Determinazione della durezza Knoop
- Dicembre 2004

DATA DELLE PROVE

- 26/10/2010

FORMA E DIMENSIONE PROVINO

- cilindro di circa D 71x H 22 mm

LUCIDATURA SUPERFICIALE

- eseguita dal laboratorio

ORIENTAZIONE DELLA SUPERFICIE LUCIDATA RISPETTO AI PIANI DI ANISOTROPIA E DIREZIONE DELLE IMPRONTE SUL PROVINO VB16-CA-16.00-16.60 PIANI ASSENTI





CARICO APPLICATO E TEMPO

- carico di 1,96 N in 30 secondi

RISULTATI

VALORE MEDIO DI MICRODUREZZA KNOOP	HK_m = 2326 MPa
VALORE DEL QUARTILE INFERIORE	HK25 = 871 MPa
VALORE MEDIANO	HK50 = 2392 MPa
VALORE DEL QUARTILE SUPERIORE	HK75 = 3297 MPa

ALMA MATER STUDIORUM • UNIVERSITÀ DI BOLOGNA
AMMINISTRAZIONE • VIALE RISORGIMENTO, 2 - 40136 BOLOGNA - ITALIA - TEL. +39 051 2093237 - 2093502 - FAX +39 051 2093253
VIA TERRACINI, 28 - 40131 BOLOGNA - ITALIA - TEL. +39 051 2090312 - FAX +39 051 2090322
www.dicam.unibo.it - C.F. 80007010376 - P.IVA 01131710376

DICAM
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E DEI MATERIALI

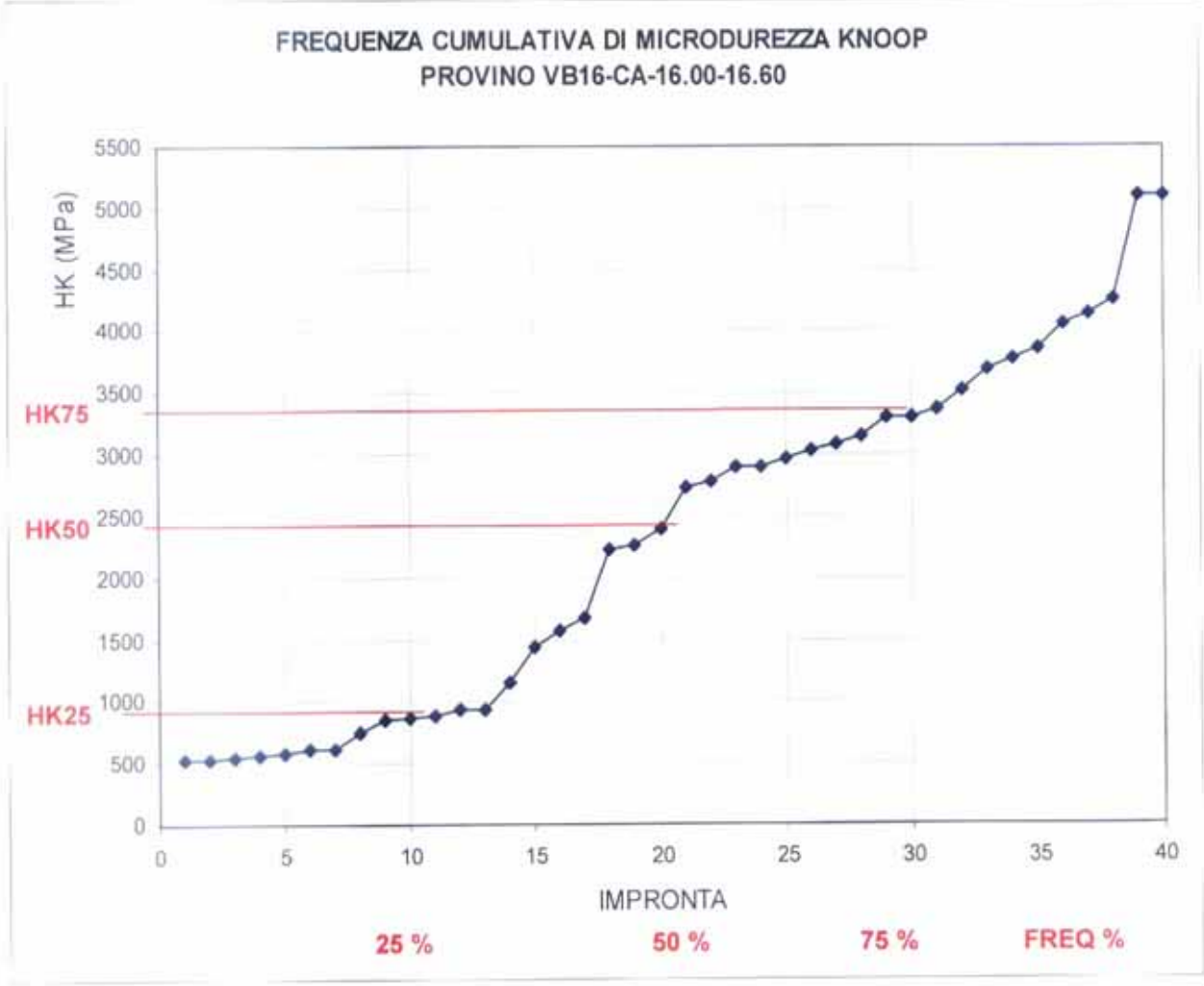
PROVINO VB16-CA 16.00-16.60	DIAGONALE MAGGIORE µm	MICRODUREZZA KNOOP HK (MPa)
1	98	2906
2	181	852
3	112	2225
4	94	3158
5	92	3297
6	222	566
7	139	1444
8	172	943
9	212	621
10	83	4051
11	101	2736
12	92	3297
13	179	871
14	100	2791
15	86	3773
16	108	2392
17	193	749
18	227	542
19	98	2906
20	133	1578
21	87	3687
22	96	3028
23	97	2966
24	111	2265
25	91	3370
26	95	3092
27	74	5096
28	129	1677
29	172	943
30	217	593
31	89	3523
32	81	4253
33	74	5096
34	226	546
35	155	1161
36	82	4150
37	85	3862
38	213	615
39	228	537
40	177	891

ORDINAMENTO CRESCENTE MICRODUREZZA KNOOP HK (MPa)
537
542
546
566
593
615
621
749
852
HK25 871
891
943
943
1161
1444
1578
1677
2225
2265
HK50 2392
2736
2791
2906
2906
2966
3028
3092
3158
3297
HK75 3297
3370
3523
3687
3773
3862
4051
4150
4253
5096
5096

ALMA MATER STUDIORUM • UNIVERSITÀ DI BOLOGNA
AMMINISTRAZIONE • VIALE RISORGIMENTO, 2 - 40136 BOLOGNA - ITALIA - TEL. +39 051 2093237 - 2093502 - FAX +39 051 2093253
VIA TERRACINI, 28 - 40131 BOLOGNA - ITALIA - TEL. +39 051 2090312 - FAX +39 051 2090322
www.dicam.unibo.it - C.F. 80007010376 - P.IVA 01131710376

DICAM
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E DEI MATERIALI

GRAFICO DI DISTRIBUZIONE DELLA DUREZZA



SCOSTAMENTI DALLA NORMA E RELATIVA GIUSTIFICAZIONE

- nessuno

ANNOTAZIONI

- nessuna

Lo Sperimentatore	*Il Referente scientifico*	*Il Direttore del Dipartimento*
Dott. Geol. Fausto Peddis	Prof. Ing. Sante Fabbri	Prof. Ing. Francesco Ubertini

ALMA MATER STUDIORUM • UNIVERSITÀ DI BOLOGNA
AMMINISTRAZIONE: VIALE RISORGIMENTO, 2 - 40136 BOLOGNA - ITALIA - TEL. +39 051 2093237 - 2093502 - FAX +39 051 2093253
VIA TERRACINI, 28 - 40131 BOLOGNA - ITALIA - TEL. +39 051 2090312 - FAX +39 051 2090322
www.dicam.unibo.it - C.F. 80007010376 - P.IVA 01131710376

ANALISI PETROGRAFICA

Rapporto n.:	18/10	Rif.:	1623	Data:	nov-10	Pag. :	1/3

Committente: \
Cliente: **SPEA Ingegneria Europea**
Progetto: **Nodo stradale ed autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Riqualificazione A10 - Potenziamento A7 e A12 - Progetto definitivo - Prove di laboratorio - Lotto 6**

Sondaggio	VB16	Campione:	CA	Provino:	ivs64	Profondità (m):	16,30
Litotipo:	rodingite (roccia metasomatica)						

Costituenti

Natura mineralogica	Vol%*	Dimensioni (mm)	Abrasività Rosiwal**	Forma	Abito	Distribuzione	D***
Epidoto	50%	0,1-0,8	40,26	disequigranulare	sub-idioblastico	omogenea	6
Quarzo	20%	0,1-0,5	104,34	equigranulare	xenoblastico	omogenea	7
Anfibolo	30%	0,1-0,5	15,53	prismatico	sub-idioblastico	omogenea	5

* Determinazione mediante stima

** Determinazione empirica secondo Schimazek & Knatz (1970): D = 2.12 * 1.05 lnA dove A = Abrasività

*** D = durezza (Mohs)

Contenuto equivalente di quarzo **ecu** **46**

Caratteri microstrutturali	
Struttura	Roccia a grana fine, a struttura granulare
Pori	presenti
Microfratture	assenti

Esecuzione (Dr. Geol. G. Michiara): Verifica (Dr. Romualdo Tomai):

MODULO 122-ita - Rev.01 /01.08

GD TEST Srl - Via Pigafetta, 17 - 10129 TORINO tel.011/5808406

ANALISI PETROGRAFICA

Rapporto n.:	18/10	Rif.:	1623	Data:	nov-10	Pag. :	2/3

Committente: \
Cliente: **SPEA Ingegneria Europea**
Progetto: **Nodo stradale ed autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Riqualificazione A10 - Potenziamento A7 e A12 - Progetto definitivo - Prove di laboratorio - Lotto 6**

Sondaggio	VB16	Campione:	CA	Provino:	ivs64	Profondità (m):	16,30
Litotipo:	rodingite (roccia metasomatica)						

Descrizione petrografica

Roccia a grana fine, di probabile origine metasomatica. Difficile definire la roccia originaria.

I costituenti mineralogici della roccia sono:
- epidoto: presente in cristalli ad alto rilievo e con i colori di interferenza anomali
- quarzo: è presente con piccoli cristalli
- anfibolo monoclino: è presente con piccoli cristalli prismatici isorientati

Osservazioni:

Esecuzione (Dr. Geol. G. Michiara):

Verifica (Dr. Romualdo Tomai):

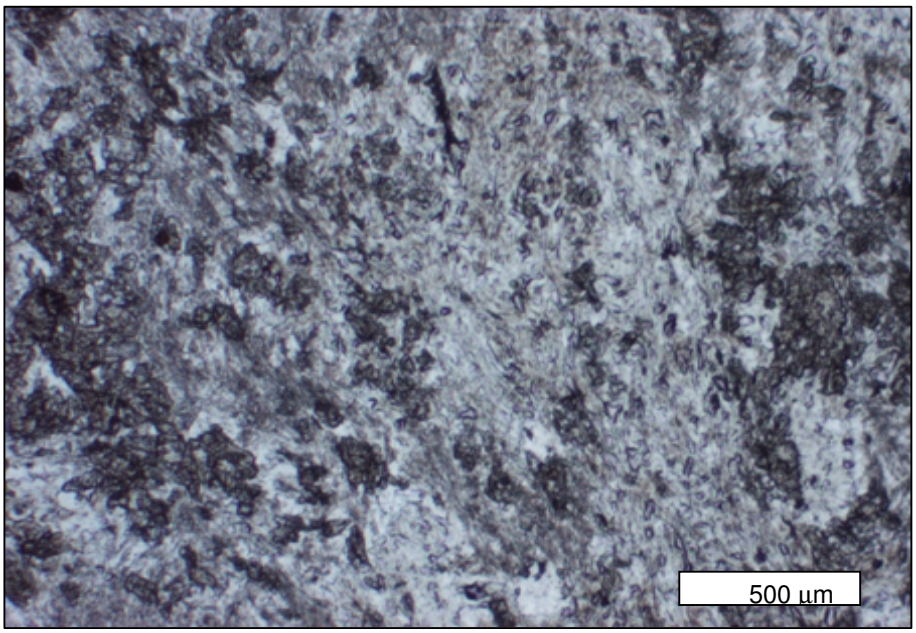
MODULO 122-ita - Rev.01 /01.08

GD TEST Srl - Via Pigafetta, 17 - 10129 TORINO tel.011/5808406

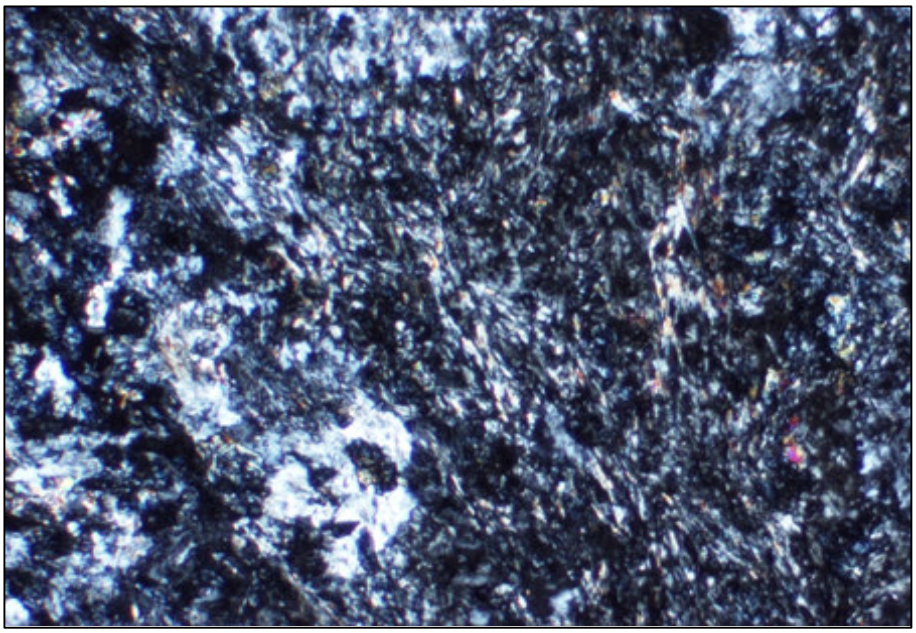
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Rap.n: **18/10**	Rif.: **1623**	Data: **nov-10**	Pag. : **3/3**

Committente: \
Cliente: **SPEA Ingegneria Europea**
Progetto: **Nodo stradale ed autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Riqualificazione A10 - Potenziamento A7 e A12 - Progetto definitivo - Prove di laboratorio - Lotto 6**



ivs64 (Nicols paralleli):



ivs64 (Nicols incrociati):

MODULO 122-ita - Rev.01 /01.08

GD TEST Srl - Via Pigafetta, 17 - 10129 TORINO tel.011/5808406

DESCRIZIONE MACROSCOPICA CAMPIONE LAPIDEO

Rapporto N° :	**18/10**	Rif. :	**1623**	Data :	**ott 2010**
Committente:	\				
Cliente:	**SPEA Ingegneria Europea**				
Progetto:	**Nodo stradale ed autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Riqualificazione A10 - Potenziamento A7 e A12 - Progetto definitivo - Prove di laboratorio - Lotto 6**				

DESIGNAZIONE DEL CAMPIONE	
Sondaggio:	**VB16**
Campione:	**CB**
Profondità (m):	**21,00-21,60**
Litotipo:	**metabasite**

DESCRIZIONE MACROSCOPICA

Roccia metamorfica, di aspetto e struttura massivi, colore verdastro, grana media. Il campione si presenta disarticolato da numerosi sistemi di discontinuità spesso intersecanti e ricoperti da patine brune di alterazione/ossidazione e da riempimento di natura limoso-argilloso (probabilmente legati a di circolazione di fluidi). La matrice litoide si presenta in un mediocre stato di conservazione tale per cui non si presta ad essere sottoposto ad indagini geomeccaniche di laboratorio.



Esecuzione (Dr. Romualdo Tomai):	Verifica (Dr. Andrea Geuna):

MODULO 137-ita - Rev.01 /01.09

gd test Srl - Via Pigafetta, 17 - 10129 TORINO tel.:011-5808406

MODELLO GEOTECNICO - GEOMECCANICO GENERALE DEL VERSANTE
STATO DI FATTO

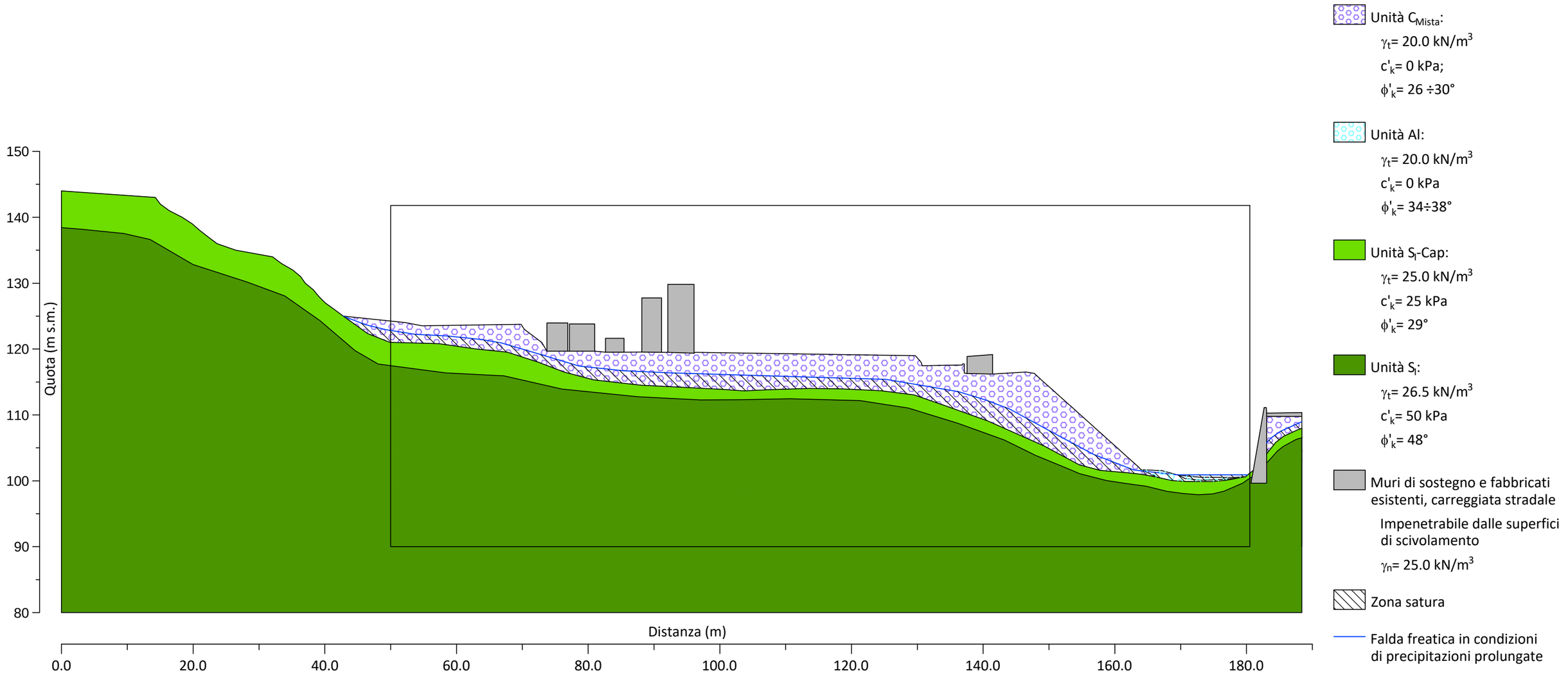


Figura 4-1 - Modello stato attuale

ALLEGATO 9 - Analisi di stabilità

BACK ANALYSIS - STATO DI FATTO

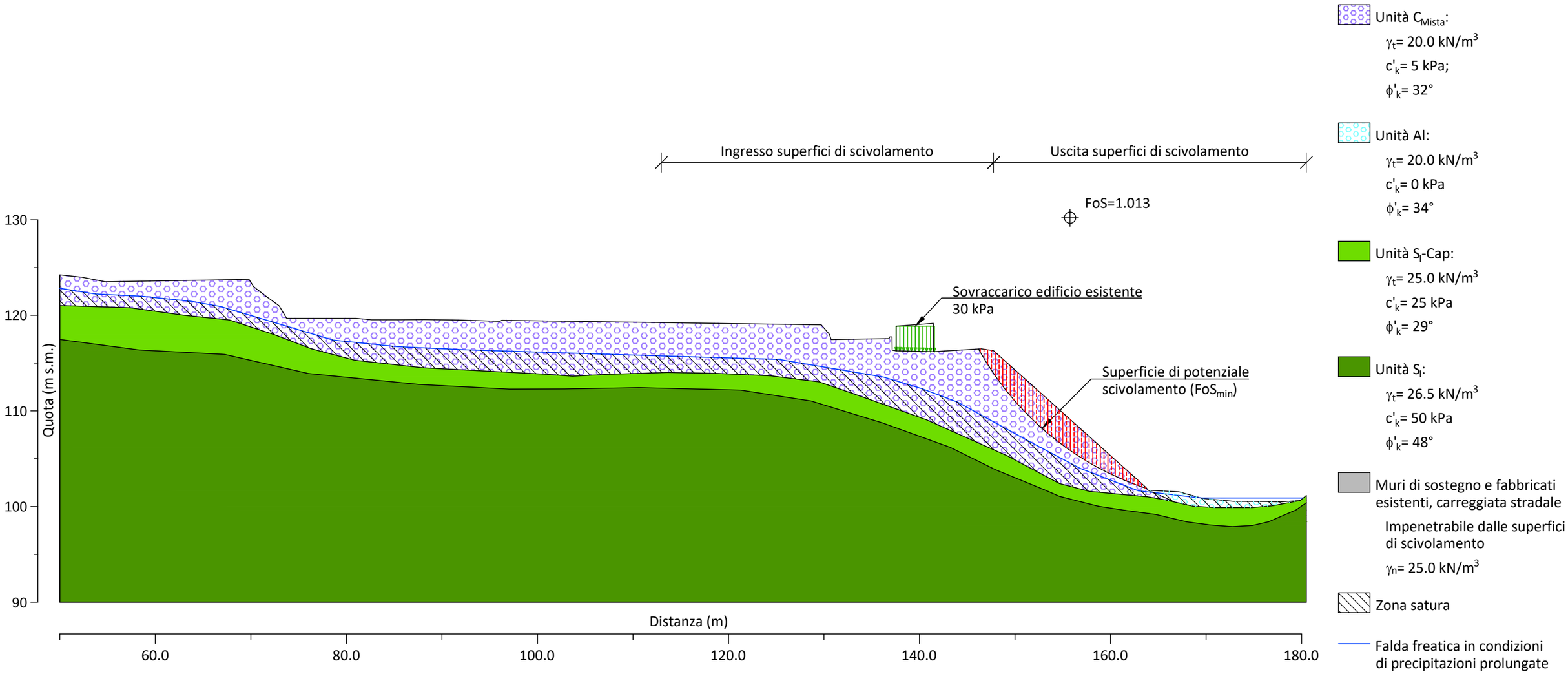


Figura 4-2 - Risultati back analysis stato di fatto

MODELLO GEOTECNICO - GEOMECCANICO GENERALE DEL VERSANTE
STATO DI PROGETTO

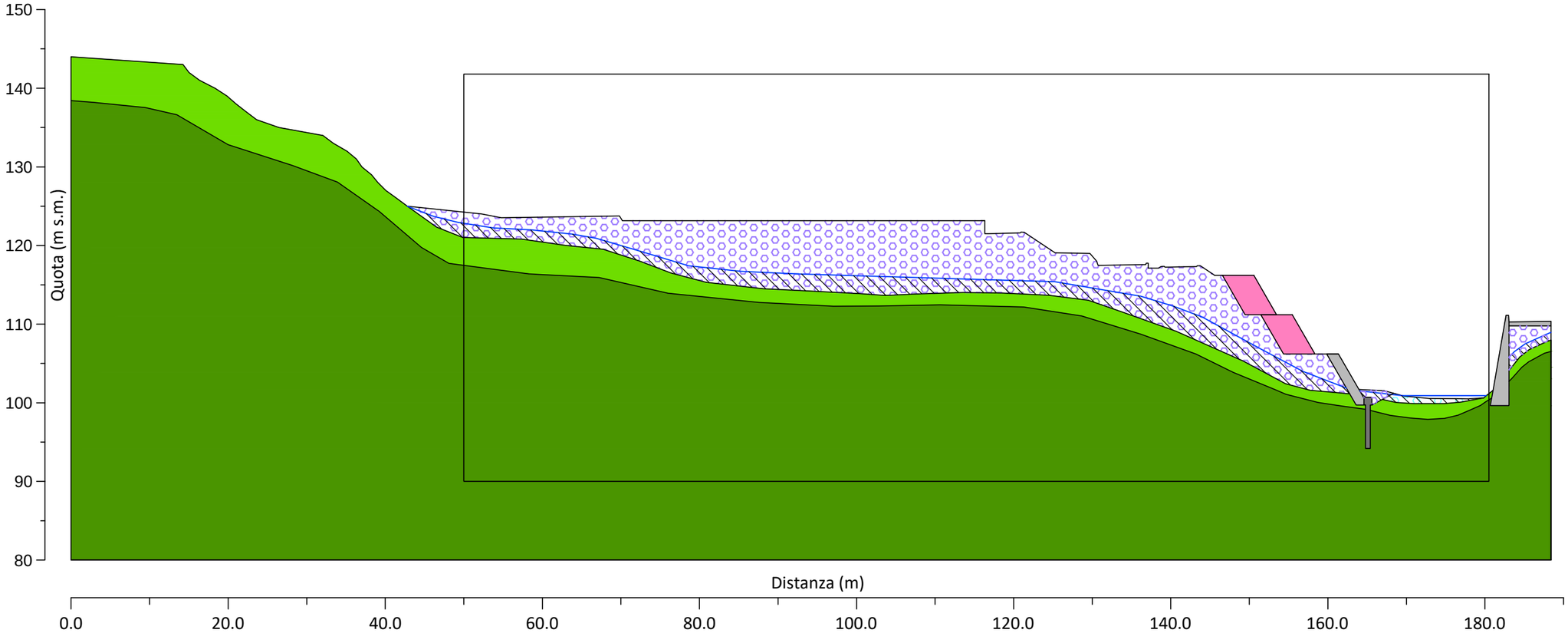


Figura 4-5 - Modello stato di progetto

VERIFICA DI STABILITA' NELLE CONDIZIONI DI PROGETTO
ANALISI GLOBALE DELL'OPERA IN CONDIZIONI STATICHE
(NTC 2008: A2-M2-R2)

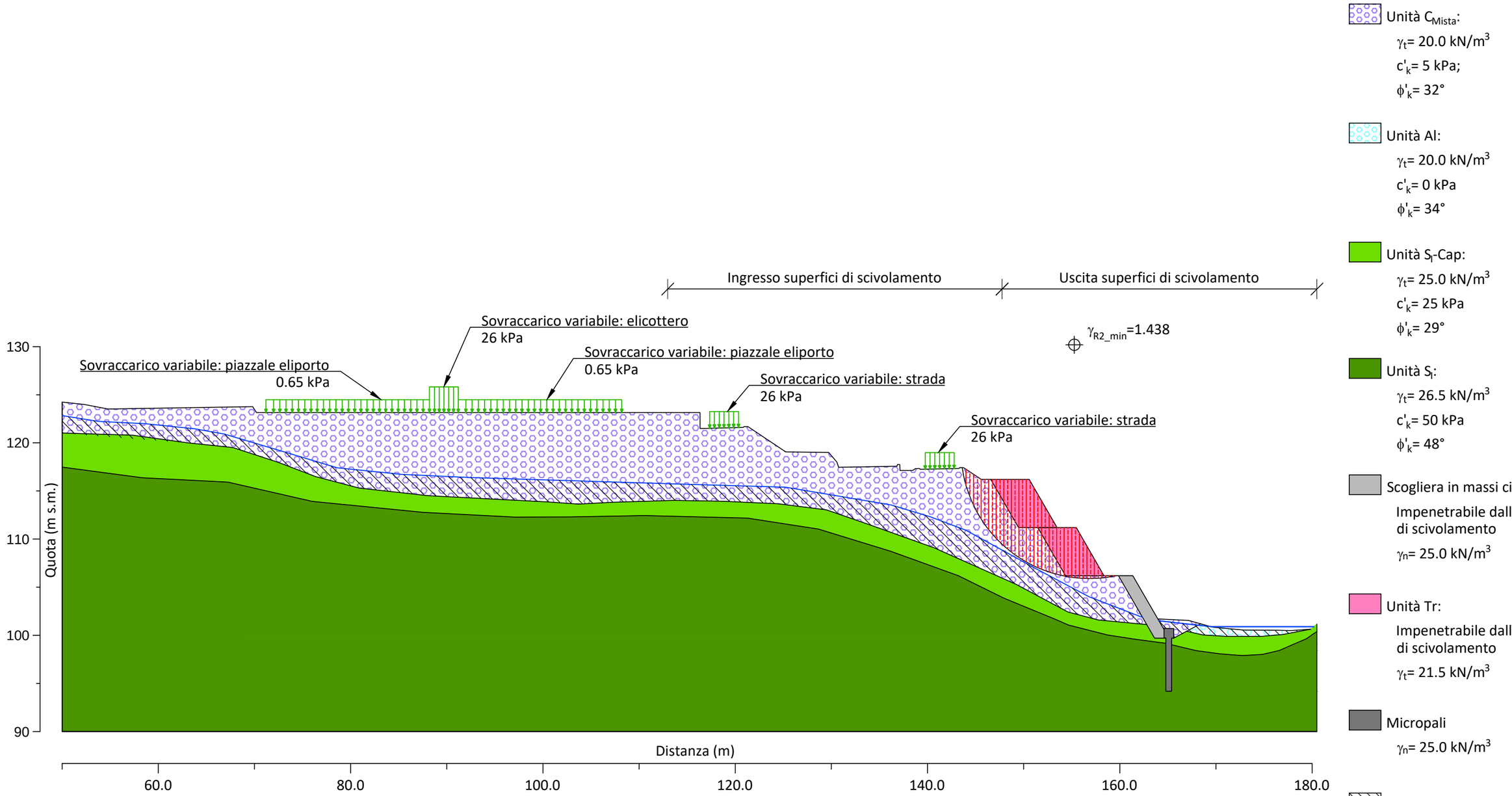


Figura 4-6 - Porzione superiore del versante - Stato di progetto -

Analisi di stabilità in condizioni statiche

VERIFICA DI STABILITA' NELLE CONDIZIONI DI PROGETTO
ANALISI GLOBALE DELL'OPERA IN CONDIZIONI SISMICHE
(NTC 2008: A2-M2-R2-SLV)

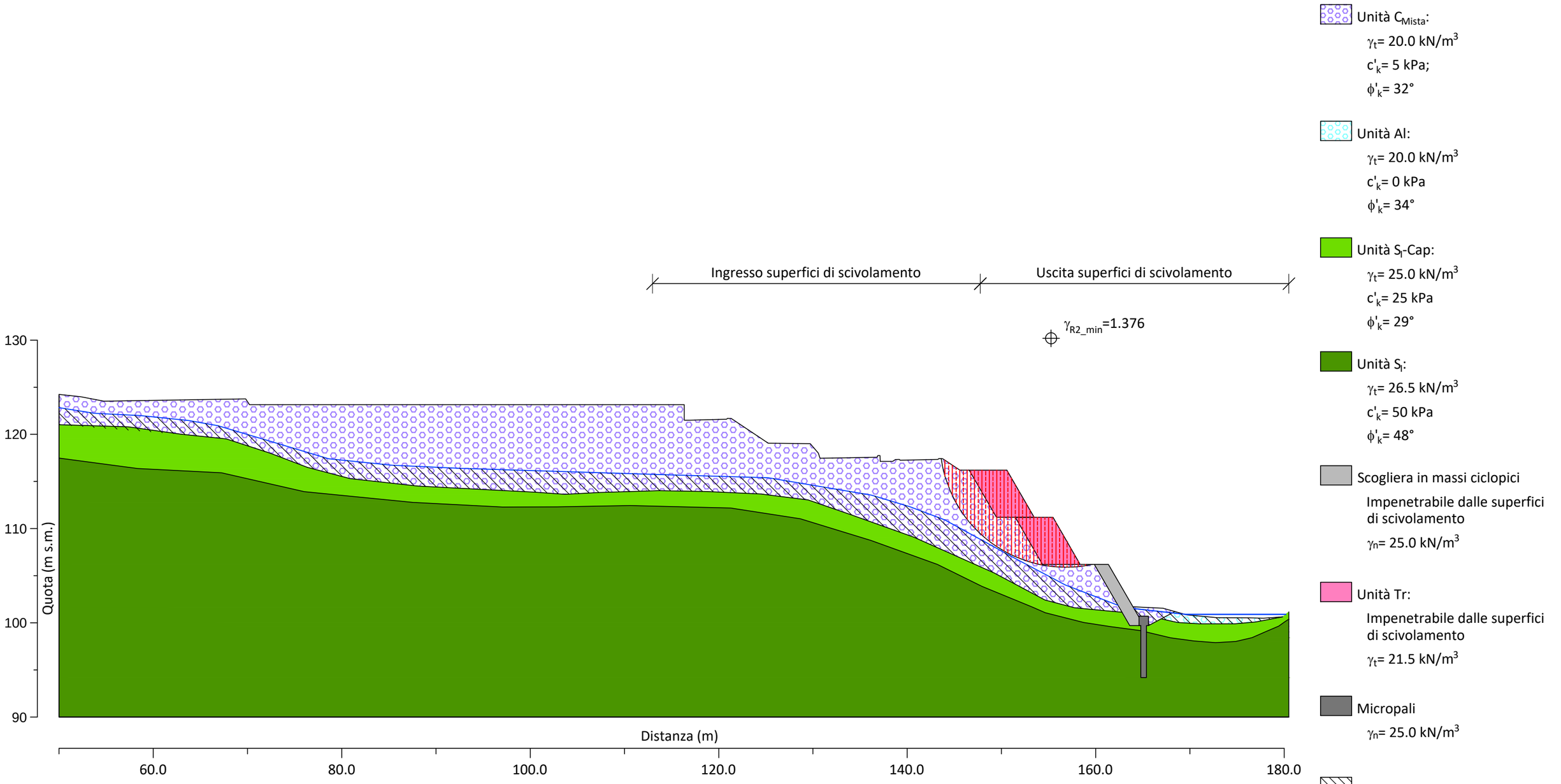
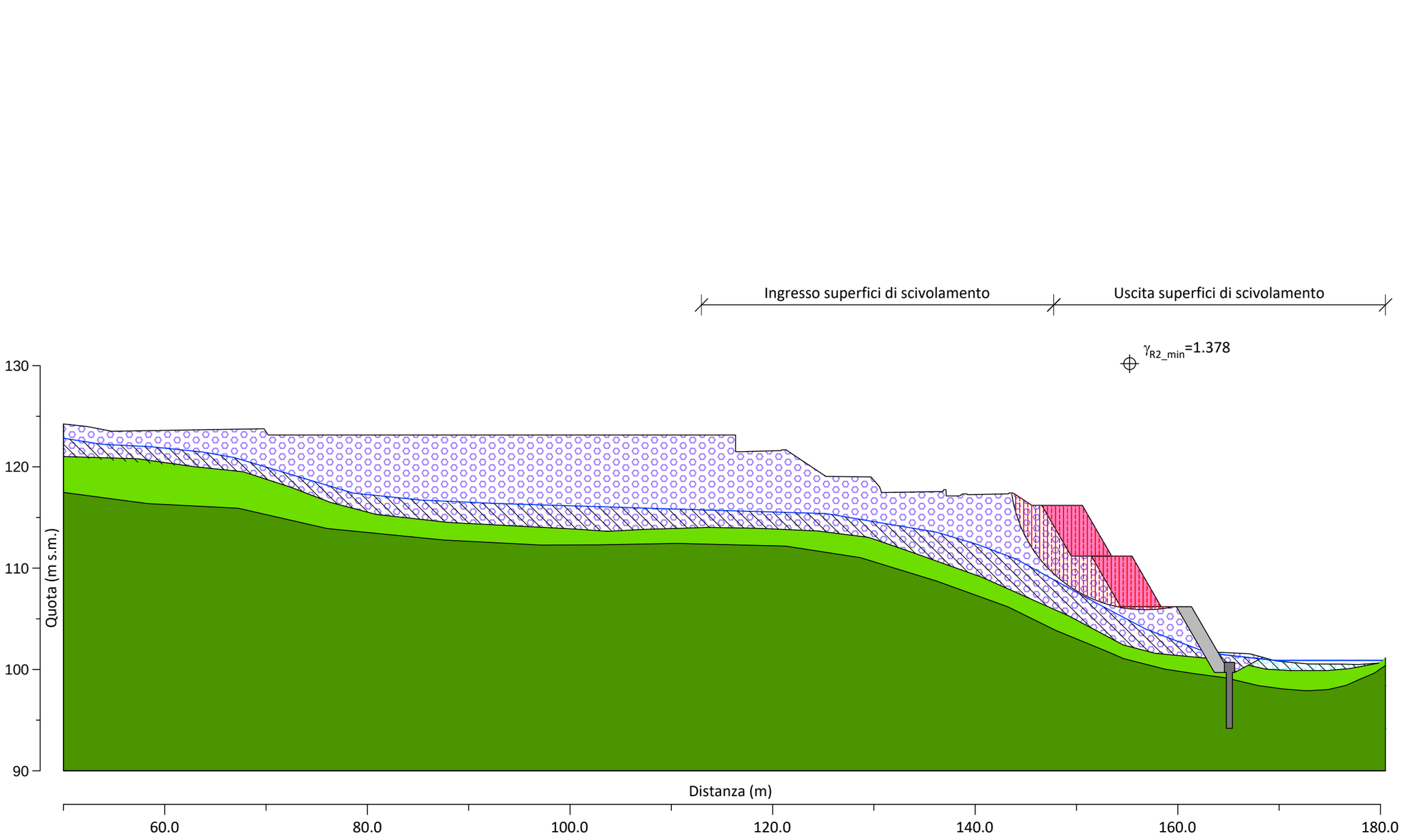


Figura 4-7 -Stato di progetto - Analisi di stabilità in condizioni sismiche

(Kv con segno positivo)

VERIFICA DI STABILITA' NELLE CONDIZIONI DI PROGETTO
ANALISI GLOBALE DELL'OPERA IN CONDIZIONI SISMICHE
(NTC 2008: A2-M2-R2-SLV)



Unità C_{Mista}:
γ_t= 20.0 kN/m^3
c'$_k$= 5 kPa;
ϕ'_k= 32°

Unità Al:
γ_t= 20.0 kN/m^3
c'$_k$= 0 kPa
ϕ'_k= 34°

Unità S_f-Cap:
γ_t= 25.0 kN/m^3
c'$_k$= 25 kPa
ϕ'_k= 29°

Unità S_f:
γ_t= 26.5 kN/m^3
c'$_k$= 50 kPa
ϕ'_k= 48°

Scogliera in massi ciclopici
Impenetrabile dalle superfici di scivolamento
γ_n= 25.0 kN/m^3

Unità Tr:
Impenetrabile dalle superfici di scivolamento
γ_t= 21.5 kN/m^3

Micropali
γ_n= 25.0 kN/m^3

Zona satura

Falda freatica in condizioni di precipitazioni prolungate

Massa potenzialmente instabile

COEFFICIENTI SISMICI:
K_h= 0.027×g
K_v= -0.0135×g

Figura 4-8 - Stato di progetto - Analisi di stabilità in condizioni sismiche

(Kv con segno negativo)