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 – AMBITI 12 E 13
FRANA CER001

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	R	G	E	N	0	1	2	0	–	2

SCALA: –

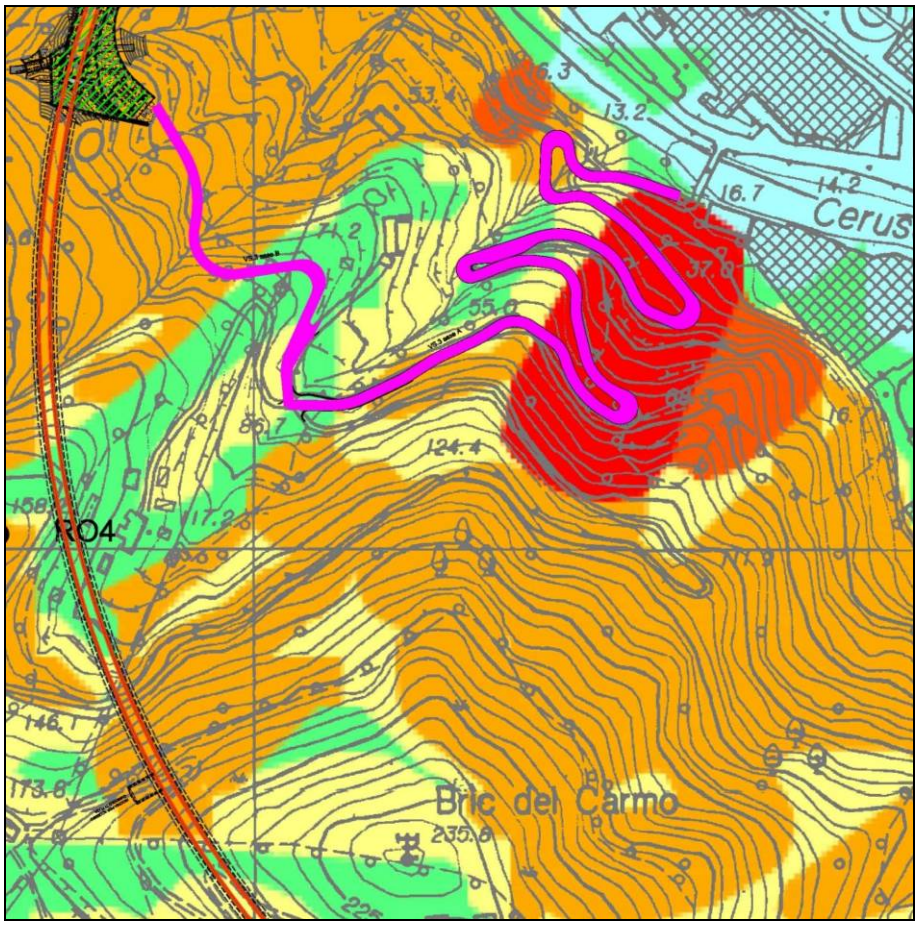
	PROJECT MANAGER:		SUPPORTO SPECIALISTICO:		REVISIONE	
spea ENGINEERING gruppo Atlantia	Ing. Sara Frisiani Ord. Ingg. Genova N. 9810A				n.	data
					0	Novembre 2015
					1	Aprile 2016
					2	Ottobre 2016
	REDATTO:		VERIFICATO:		3	
					4	

	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 CER001 (PG4)

OPERA INTERFERENTE: VIABILITÀ DI SERVIZIO VS.03



INDICE

1. PREMESSA 4

2. METODOLOGIA DI LAVORO 8

3. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA 11

3.1 ELEMENTI IDENTIFICATIVI 11

3.2 CARTOGRAFIA 11

3.3 SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO DA PIANO DI BACINO 11

3.3.1 Aree Interferenti 11

3.3.2 Classificazione e caratteristiche dissesto Pg4 11

3.3.3 Interventi previsti dal Piano di Bacino 13

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

3.5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO 15

3.6 INDAGINI ESEGUITE 16

3.7 RILEVAMENTO GEOMORFOLOGICO DI DETTAGLIO 17

3.8 CAUSE DEL DISSESTO 27

3.9 DESCRIZIONE SEZIONE GEOLOGICA INTERPRETATIVA 27

4. ASPETTI GEOTECNICO - INGEGNERISTICI 28

4.1 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA 28

4.2 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO 32

4.3 ANALISI DI STABILITÀ 33

4.4 QUADRO DI SISTESI 43

5. IDRAULICA 44

5.1 DESCRIZIONE DELLE SISTEMA DI REGIMAZIONE DELLE ACQUE 44

6. RACCOMANDAZIONI ESECUTIVE DURANTE I LAVORI 45

7. INDAGINI INTEGRATIVE PROPEDEUTICHE AL MONITORAGGIO GEOTECNICO 46

7.1 STUDIO DEGLI SPOSTAMENTI SUPERFICIALI CON DATI RADAR SATELLITARI 46

8. CONCLUSIONI.....56

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 novembre 2015)
- *Allegato n.3* - Stralcio carta geomorfologica (aggiornata novembre 2015)
- *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 GEN0121: "Schede dissesti Pg4 e Pg3a – Frana CER001 (Pg4) – Opere interferenti: Planimetria e sezione – Sistemazione definitiva"*

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*

- *GEO0002: Carta geologica – Tavola 1*
- *GEO0020: Carta geomorfologica – Tavola 1*
- *APE0001: Relazione geotecnica*
- *APE2118: Cantierizzazione e fasi costruttive viabilità di servizio – VS.03 – Viabilità di servizio Voltri, Asse A – M060-Muro di controripa – Piante, prospetti e sezioni*
- *APE2119: Cantierizzazione e fasi costruttive viabilità di servizio – VS.03 – Viabilità di servizio Voltri, Asse A – M061-Muro di sottoscarpa – Piante, prospetti e sezioni*
- *APE2120: Cantierizzazione e fasi costruttive viabilità di servizio – VS.03 – Viabilità di servizio Voltri, Asse A – M062-Muro di controripa – Piante, sezioni e prospetti*
- *APE2121: Cantierizzazione e fasi costruttive viabilità di servizio – VS.03 – Viabilità di servizio Voltri, Asse A – M063-Muro di controripa – Piante, sezioni e prospetti*
- *APE2122: Cantierizzazione e fasi costruttive viabilità di servizio – VS.03 – Viabilità di servizio Voltri, Asse A – M064-Muro di controripa – Piante, sezioni e prospetti*
- *APE2123: Cantierizzazione e fasi costruttive viabilità di servizio – VS.03 – Viabilità di servizio Voltri, Asse A – M065-Muro di controripa – Piante, sezioni e prospetti*
- *APE2124: Cantierizzazione e fasi costruttive viabilità di servizio – VS.03 – Viabilità di servizio Voltri, Asse B – M066-Muro di controripa – Piante, sezioni e prospetti*
- *APE2125: Cantierizzazione e fasi costruttive viabilità di servizio – VS.03 – Viabilità di servizio Voltri, Asse B – M067-Muro di controripa – Piante, sezioni e prospetti*
- *APE2126: Cantierizzazione e fasi costruttive viabilità di servizio – VS.03 – Viabilità di servizio Voltri, Asse B – M068-Muro di controripa – Piante, sezioni e prospetti*
- *APE2127: Cantierizzazione e fasi costruttive viabilità di servizio – VS.03 – Viabilità di servizio Voltri, Asse A –Opere di sostegno-Relazione di calcolo*
- *IDR1207: Cantierizzazione e fasi costruttive viabilità di servizio – VS.03 – Viabilità di servizio Voltri-Viabilità di accesso Cantiere piazzale gallerie Borgonuovo-Bric del Carmo – Sistema di drenaggio piattaforma – Planimetria idraulica*
- *IDR1208: Cantierizzazione e fasi costruttive viabilità di servizio – VS.03 – Viabilità di servizio Voltri-Viabilità di accesso Cantiere piazzale gallerie Borgonuovo-Bric del Carmo – TB33-34-Tombini idraulici – Sistemazione idraulica definitiva – Planimetria e profili*
- *IDR1209: Cantierizzazione e fasi costruttive viabilità di servizio – VS.03 – Viabilità di servizio Voltri-Viabilità di accesso Cantiere piazzale gallerie Borgonuovo-Bric del Carmo – TB35-36-Tombini idraulici – Sistemazione idraulica in fase di cantiere – Planimetria e profili*
- *STD1011: Cantierizzazione e fasi costruttive – Viabilità di servizio – Viabilità di servizio Voltri - Planimetria di insieme VS03 - VS04 - VS05 - VS06*
- *STD1012: Cantierizzazione e fasi costruttive – Viabilità di servizio – Viabilità di servizio Voltri - Planimetria progetto, stato di fatto, tracciamento e sezioni tipo Assi A e B - tav 1/2*
- *STD1013: Cantierizzazione e fasi costruttive – Viabilità di servizio – Viabilità di servizio Voltri - Planimetria progetto, stato di fatto, tracciamento e sezioni tipo Asse C - tav 2/2*
- *STD1014: Cantierizzazione e fasi costruttive – Viabilità di servizio – Viabilità di servizio Voltri - Profilo longitudinale Assi A e B - tav 1/2*

- *STD1015: Cantierizzazione e fasi costruttive – Viabilità di servizio – Viabilità di servizio Voltri - Profilo longitudinale Asse C - tav 2/2*
- *STD1016: Cantierizzazione e fasi costruttive – Viabilità di servizio – Viabilità di servizio Voltri - Sezioni trasversali*

In particolare, il presente documento riporta le valutazioni geologiche- geomorfologiche e geotecniche-ingegneristiche relative alla frana codificata CER 001, che risulta interferente con la strada di servizio VS.03.

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 (GEO0002 - cfr. stralcio riportato nell'Allegato 2);
- profili geologici in asse ai tracciati delle opere principali;
- carta geomorfologica (GEO0020 - 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.

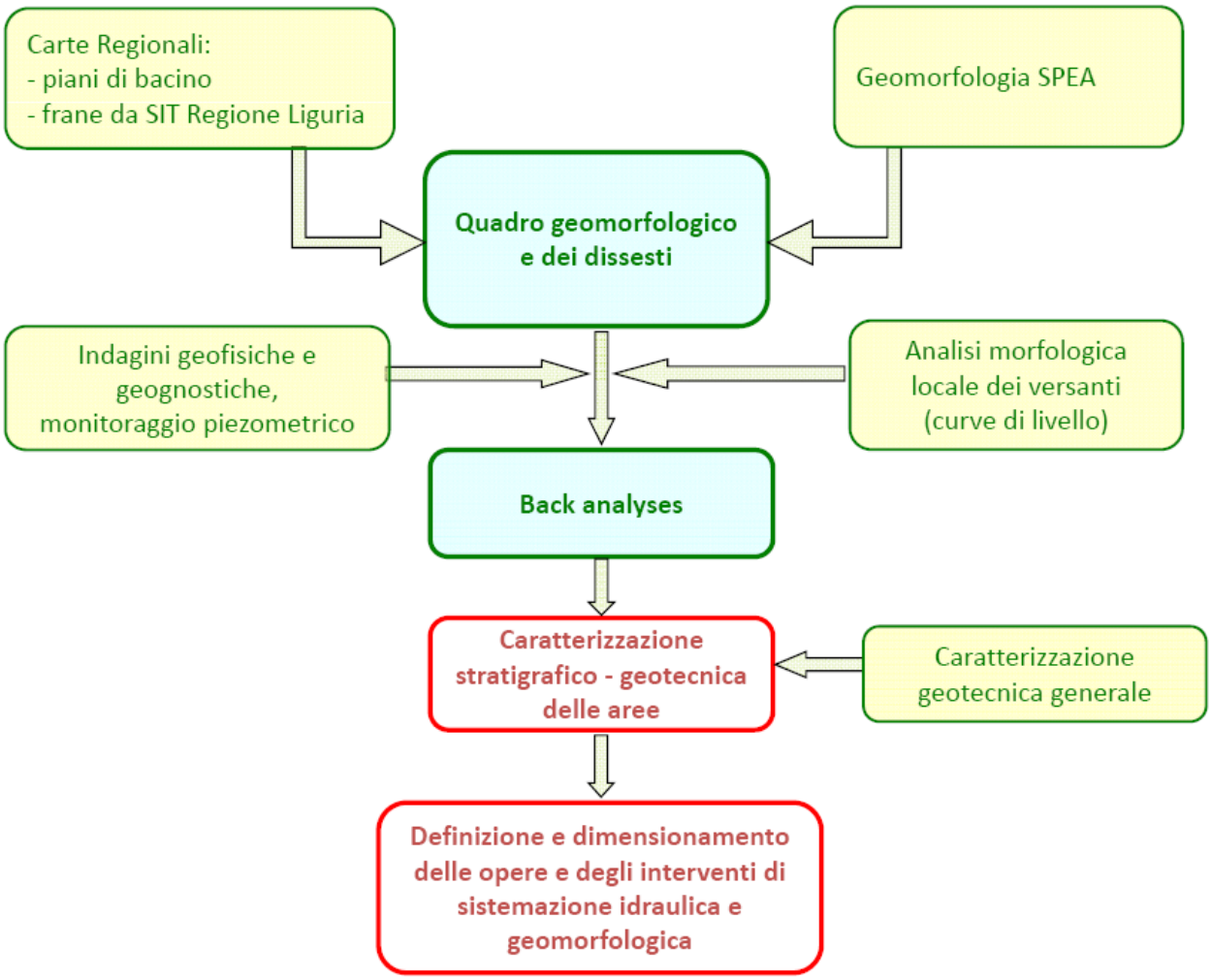


Figura 2-1 – Schema generale metodologia

3. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

3.1 ELEMENTI IDENTIFICATIVI

LOCALITÀ: VOLTRI

COMUNE: GENOVA

PROVINCIA: GENOVA

BACINO: AMBITI 12 e 13

ID FRANA (da Carta della Franosità reale Piano di Bacino): CER 001

3.2 CARTOGRAFIA

CTR 1:10.000: 213130

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).

3.3.1 Aree Interferenti

L'oggetto della presente scheda è l'interferenza tra il dissesto **Pg4** e la strada di sevizio VS.03 che permette di accedere alla zona di cantiere dell'imbocco nord della galleria Bric del Carmo tramite l'adeguamento e la riqualificazione della viabilità esistente.

3.3.2 Classificazione e caratteristiche dissesto Pg4

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

a) Tipologia di frana:

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

	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

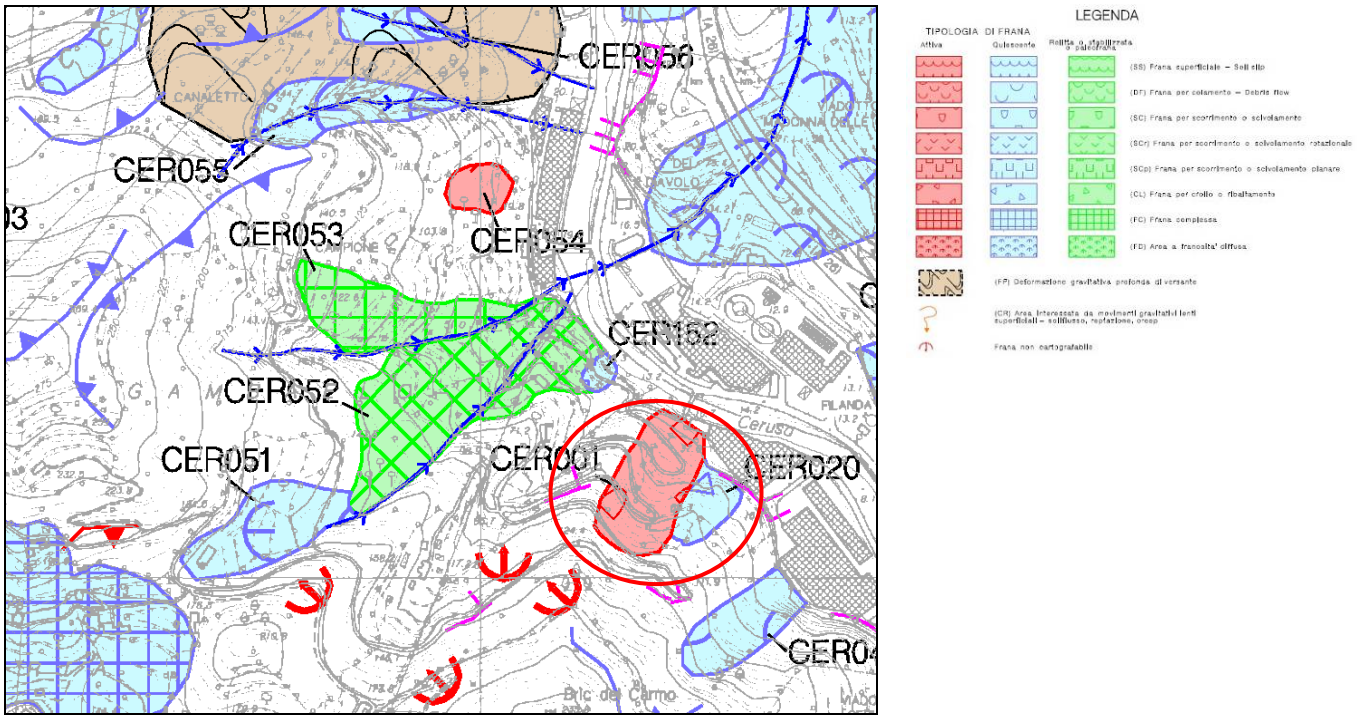


Figura 3-1 - Stralcio Carta della franosità reale da Piano di Bacino

3.3.3 Interventi previsti dal Piano di Bacino

Il Piano degli interventi di mitigazione del rischio del Piano di Bacino prevede lungo lo sviluppo della strada esistente un intervento codificato come A4-GM8 che comprende la protezione dei tagli stradali e la sistemazione di un piccolo dissesto per scivolamento di piccole dimensioni che interagisce con la strada in corrispondenza dell'inizio della salita.
In **Figura 3-2** è riportata l'area interessata dagli interventi previsti dal Piano di Bacino, necessari a ridurre la criticità di eventuali piccoli dissesti che possono innescarsi in corrispondenza del taglio stradale.

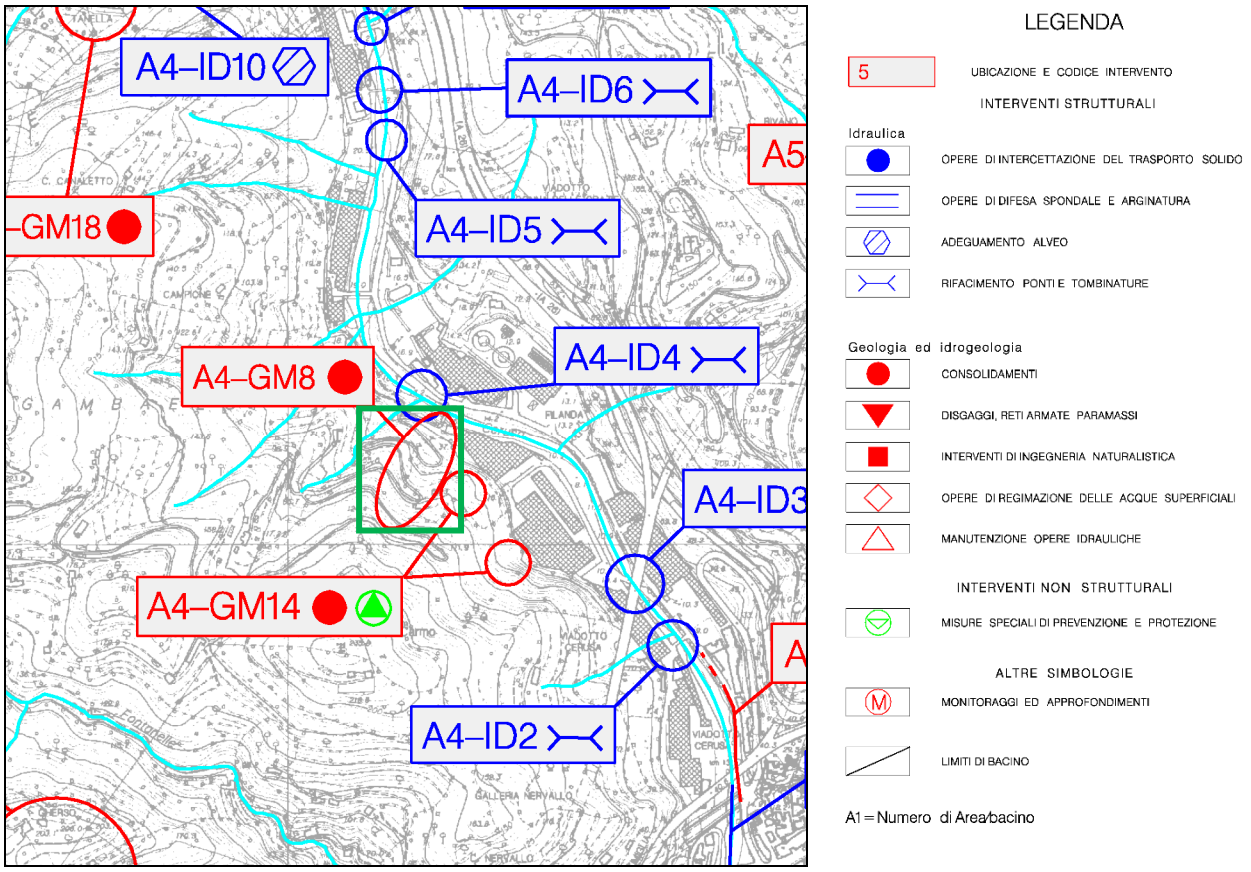


Figura 3-2 – Stralcio della carta degli interventi da Piano di Bacino (in verde è evidenziata l'area di interesse)

3.4 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**) identifica sul versante un dissesto attivo coincidente con CER 001 (seppur con una delimitazione leggermente differente rispetto alla

perimetrazione riportata nella cartografia del Piano di Bacino) avente le seguenti caratteristiche:

- ID Frana: 0100217000
- Tipo di movimento: Scivolamento rotazionale/traslativo
- Attività: Attivo/riattivato/sospeso
- Metodo usato per la valutazione del movimento e dell'attività: Dato storico/archivio

Vengono inoltre segnalate altre due aree lungo il medesimo versante caratterizzate dalla presenza di due movimenti complessi stabilizzati (2 e 3 nella figura seguente).

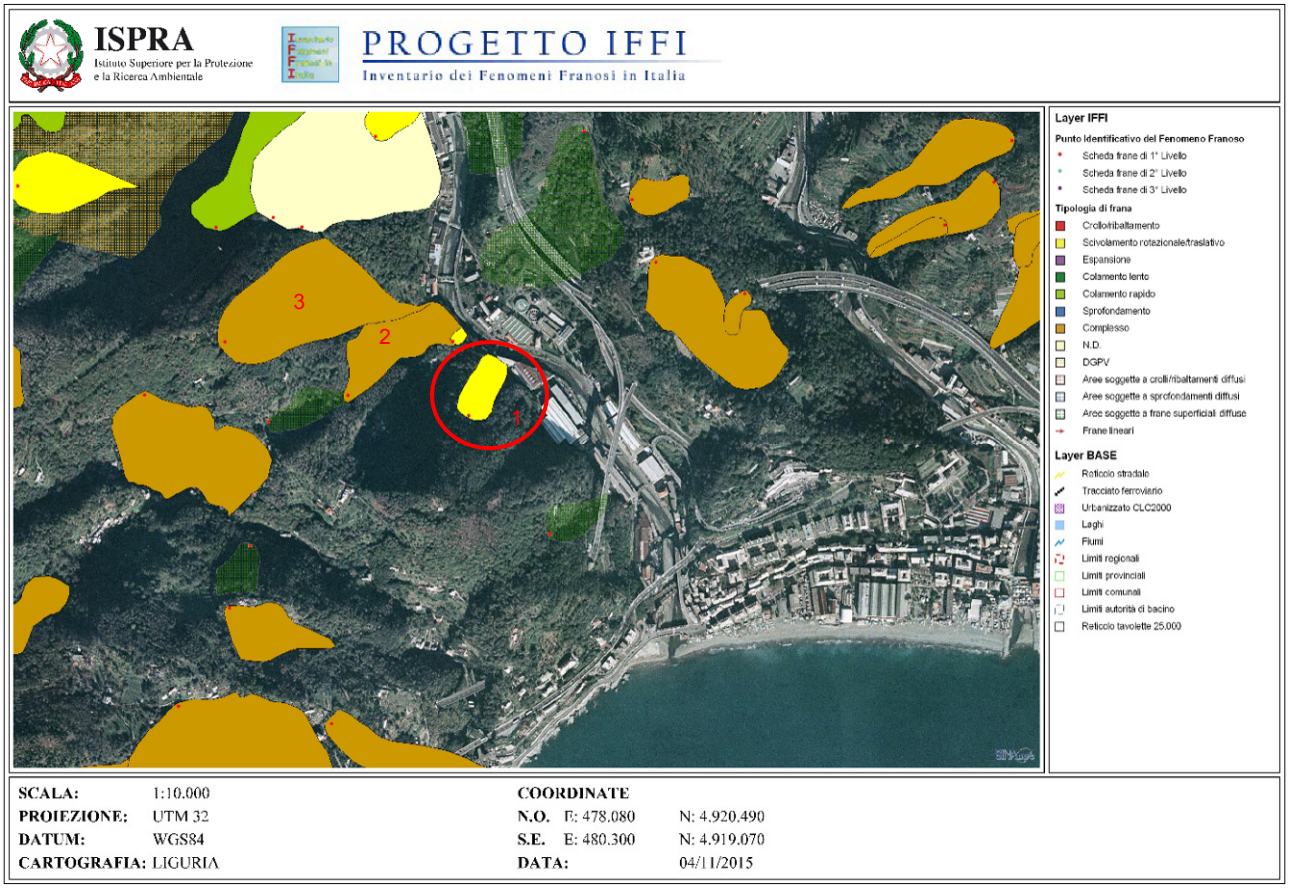


Figura 3-3 — Frane da IFFI (http://www.isprambiente.gov.it)

3.5 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 prevalentemente da Calcescisti (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 colorazioni rossastre.

Gli scisti quarzoso micacei, invece, assumono delle 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.

Lungo il piccolo torrente, al di sotto del ponte Bailey, il recente dissesto a portato alla luce alcuni affioramenti ascrivibili ai metagabbri e agli scisti a clorite SAC.

Metagabbri (MG) e SAC

I metagabbri si presentano in affioramento come molto compatti, resistenti e formano lenti distribuite all'interno sia dei Calcescisti, sia delle Serpentiniti. Sono stati distinti in affioramento due categorie di metagabbri: un tipo preserva minerali di paragenesi eclogitica, mentre l'altro mostra una spiccata retrocessione metamorfica in facies scisti verdi. Quando non è stato possibile definire a quale di queste categorie appartenessero alcuni metagabbri, li si è indicati con il termine litologico generico.

Nell'ambito dello studio relativo alla presenza di amianto naturale è stata evidenziata la presenza di scisti ad anfibolo della serie tremolite-actinolite e clorite, ± diopside, ± carbonato (abbreviazione: SAC), tipicamente collocati al contatto tra calcescisti e metabasiti, in livelli da centimetrici a decimetrici, che hanno subito eventi multipli di deformazione e ricristallizzazione in facies metamorfica degli scisti verdi. Si tratta di rocce marcatamente foliate, ricche in anfibolo (comunemente con habitus aghiforme) e clorite.

I *depositi superficiali* hanno spessore molto limitato e sono rappresentati essenzialmente da depositi di versante, depositi eluvio/colluviali e, alla base del versante, da depositi alluvionali lungo il corso del Torrente Cerusa.

Da un punto di vista geomorfologico, l'area di interesse si sviluppa lungo il versante idrografico destro del Torrente Cerusa. Il versante si presenta con acclività piuttosto elevata, terrazzato e con vegetazione ad alto fusto ed arbustiva (Allegato 3).

3.6 INDAGINI ESEGUITE

Nell'area in esame (**Figura 3-4**) è stato realizzato per il Progetto Definitivo 2011 un sondaggio a carotaggio (RO4) sul versante in prossimità dell'asse della Galleria Bric del Carmo. Tale perforazione non interessa direttamente l'area identificata come Pg4 ma è comunque utile per definire gli spessori di coltre e substrato alterato caratteristici del versante in esame.

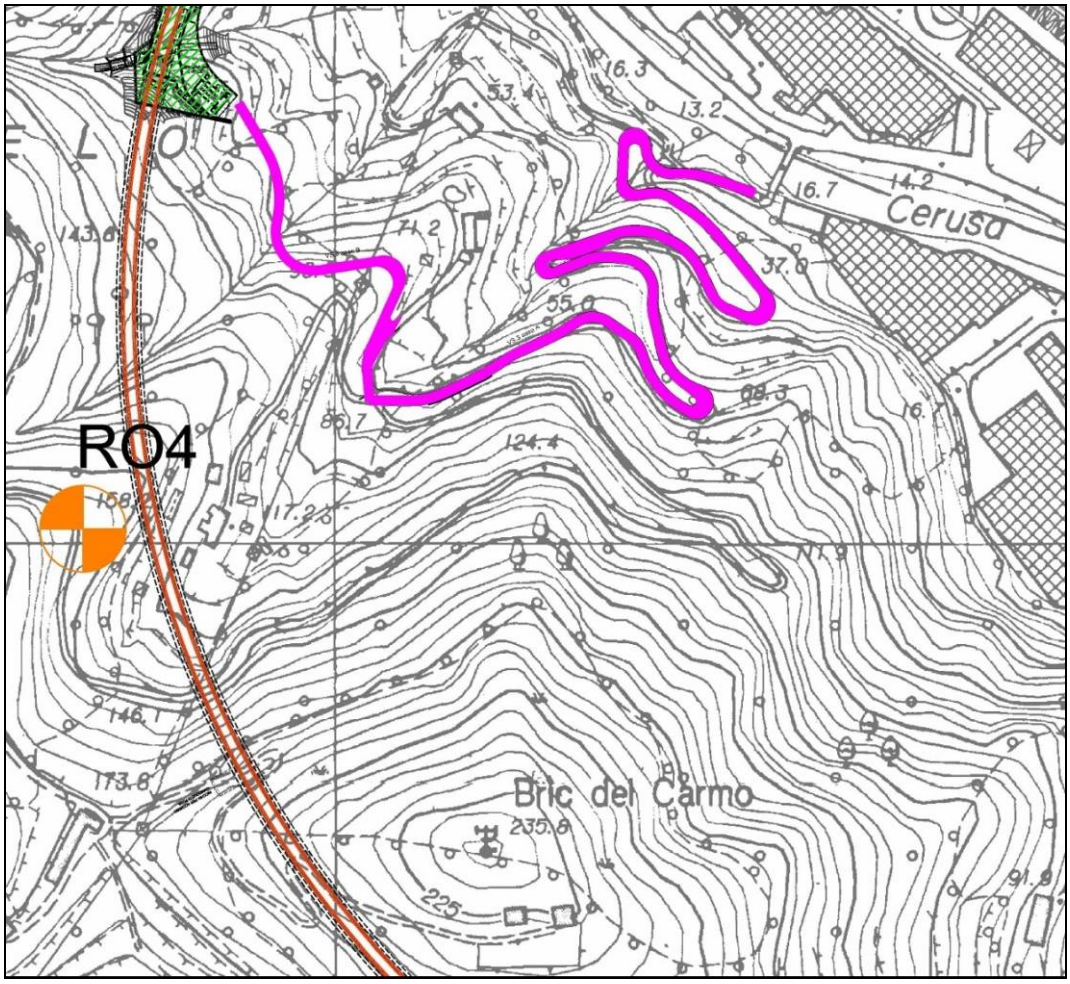


Figura 3-4 - Stralcio planimetrico con l'ubicazione delle indagini

Dalla stratigrafia del sondaggio RO4, il substrato alterato è stato rinvenuto a circa 4 m dal p.c., al di sotto della fondazione in cls della strada e dei relativi materiali di riporto; la fascia ad intensa alterazione del substrato (rappresentati nel primo tratto da micascisti e successivamente da calcescisti prevalenti) arriva fino a circa 9-10 m. La soggiacenza dell'acqua - misurata il 13/07/11 - risultava essere -45.51 m da p.c..

Nell'ambito della campagna di indagini integrativa effettuata nel 2015-2016 sono state realizzate tre stese di geofisica a rifrazione (36, L7a ed L7b) in corrispondenza della Pg4, finalizzate a verificare gli spessori della coltre e della porzione più alterata di substrato.

Per i certificati delle indagini eseguite, sia di sito che di laboratorio, si rimanda agli allegati 6 e 7 del presente documento.

3.7 RILEVAMENTO GEOMORFOLOGICO DI DETTAGLIO

In data 03/11/2015 è stato effettuato un sopralluogo lungo il versante dal Torrente Cerusa, procedendo dal fondovalle fino alla porzione sommitale della strada esistente interferente con il dissesto e nell'intorno 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 affioramento.

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. Attraverso questi rilievi è stato possibile verificare anche l'effettivo stato di attività del processo segnalato nella cartografia del Piano di Bacino.

Il rilievo è stato restituito su apposita cartografia tematica in scala 1:1000 (Allegato 4).

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

- Il versante in esame è caratterizzato da acclività accentuata e da fitta vegetazione sia ad alto fusto sia arbustiva. Osservando l'areale di studio (**Foto 1**), non è possibile individuare l'area in frana perimetrata sulla cartografia del Piano di Bacino, che non risulta evidenziata né da cambio di vegetazione né da variazioni di pendenza.

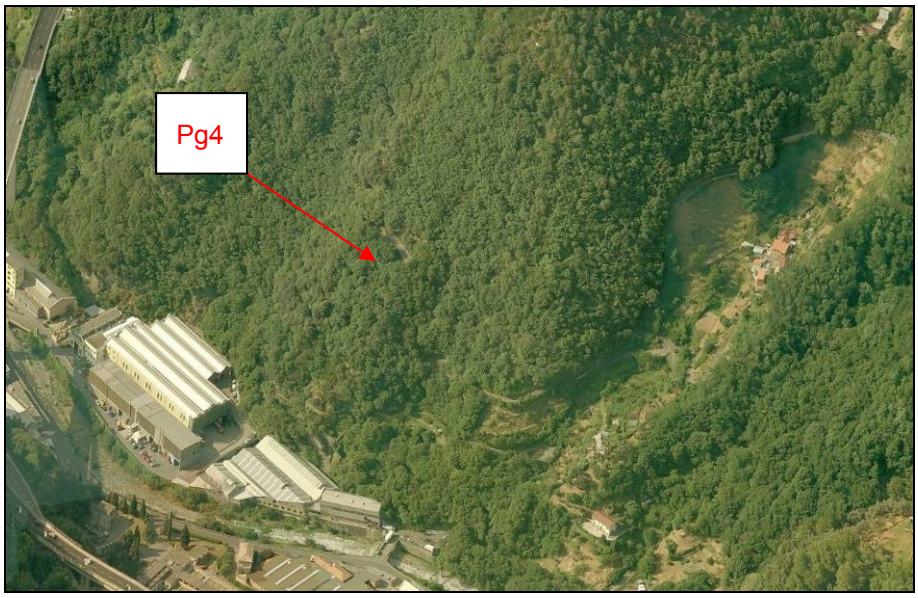


Foto 1 - Panoramica dell'area.

- Dalla morfologia rappresentata nella cartografia in scala 1:1000 (**Figura 3-4**) si osserva una morfologia concava nella porzione centrale del versante, caratterizzata

da una porzione sommitale più acclive della zona inferiore; ciò fa supporre la presenza di un relitto di frana del quale tuttavia non si alcun percepiscono con chiarezza i limiti del deposito. Inoltre, gli edifici industriali situati alla base del versante non presentano lesioni strutturali riferibili a movimenti franosi.

L'insieme delle osservazioni lascia spazio all'ipotesi che si tratti di un movimento riferibile a un periodo temporale antecedente alla costruzione degli edifici.

- Risalendo lungo la strada si osservano fronti in calcescisti, affioranti o subaffioranti, localmente interessati da piccoli dissesti non cartografabili alla scala del rilievo (di entità inferiore ai 3-4 m^2) che hanno interessato la sottile coltre detritica superficiale (spessore massimo inferiore a 1.0 m) e talvolta la porzione sommitale, più fratturata e alterata, degli ammassi rocciosi presenti (**Foto 2** e **Foto 3**). Si tratta di modesti scoscendimenti.

- Sul versante si osservano altre piccole frane di scivolamento che hanno interessato la coltre superficiale per uno spessore massimo inferiore a 1 m (**Foto 4**), la cui morfologia risulta talvolta parzialmente obliterata dalla vegetazione arbustiva e arborea molto abbondante (**Foto 5**, **Foto 6** e **Foto 7**). Tali fenomeni sono per lo più connessi con il taglio stradale.



Foto 2 – Piccolo dissesto lungo la sede stradale.



Foto 3 – Piccolo dissesto lungo la sede stradale – Particolare del modesto spessore di copertura detritica superficiale.



Foto 4 – Nicchia di frana in destra orografica.



Foto 5 - Piccolo dissesto sul versante con morfologia parzialmente obliterata dalla vegetazione



Foto 6 - Dissesto sul versante con morfologia parzialmente obliterata dalla vegetazione

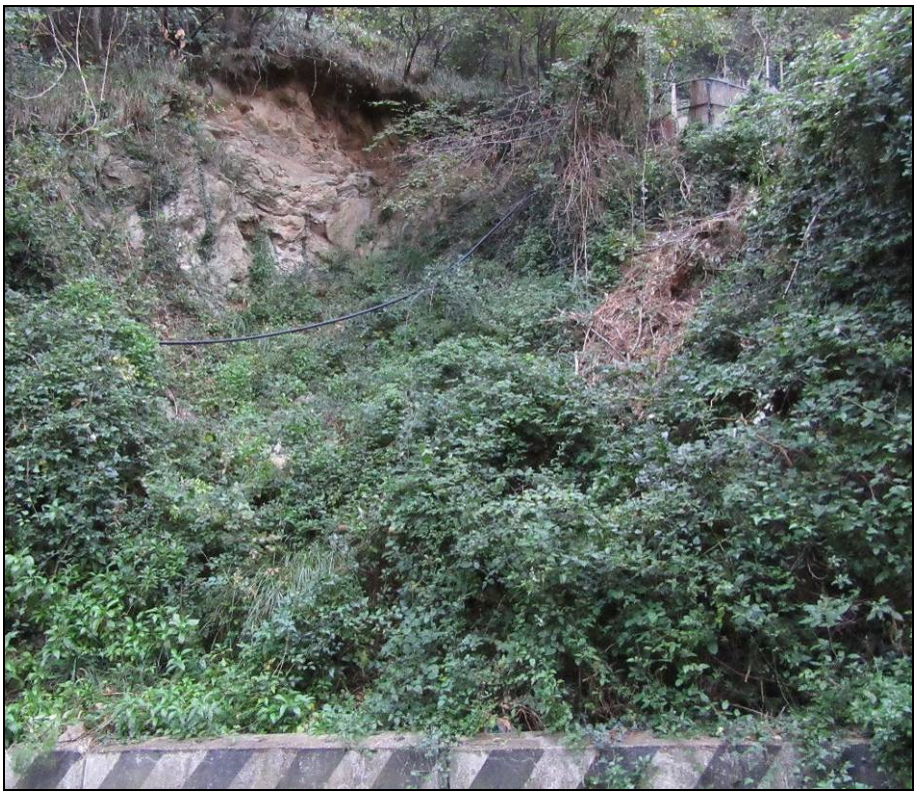


Foto 7 - Dissesto sul versante con morfologia parzialmente obliterata dalla vegetazione

- La porzione meridionale dell'area di frana è interessata da terrazzamenti agricoli (fra q.45 m s.m. e q.55 m s.m.) e da scarpate di origine antropica (fra q.60 m s.m. e q.105 m s.m.) legate ad attività agricole ora abbandonate (**Foto 8**); in queste aree la vegetazione arborea talvolta mostra uncinature, indice di movimenti lenti e superficiali (le zone caratterizzate da vegetazione arborea inclinata sono arealmente limitate).

- In alcuni punti del versante, ivi inclusa la sommità dell'area indicata nella cartografia del Piano di Bacino come soggetta a dissesto, si rileva anche la presenza di muretti a secco di sostegno dei terrazzamenti, privi di manutenzione e abbandonati. (**Foto 9**).



Foto 8 – Scarpate antropiche e alberi uncinati sul versante.



Foto 9 – Muretto a secco antropici legato a fasce agricole abbandonate.

- Lungo il versante sono inoltre stati osservati solchi di erosione concentrata ubicati a valle delle opere di smaltimento delle acque di piattaforma stradale (**Foto 10**).



Foto 10 – Solco di erosione concentrata.

- Nella zona settentrionale del versante, al di fuori dell'area indicata nella cartografia del Piano di Bacino come soggetta a dissesto, nel novembre 2014 si è verificata una frana che ha coinvolto la sede stradale, il detrito e una porzione limitata del cappellaccio di alterazione dell'ammasso roccioso sottostante (**Foto 11**). L'area interessata dal movimento è stata oggetto di un intervento costituito dalla predisposizione di un ponte Bailey per consentire la circolazione lungo la strada e da opere di ingegneria naturalistica, reinverdimento del versante e opere di regimazione delle acque superficiali; le lavorazioni sono tuttora in corso (**Foto 12**).



Foto 11 – Coronamento del dissesto.



Foto 12 – Opere di stabilizzazione del dissesto.

- Tutti gli affioramenti rocciosi osservati lungo il taglio stradale e sul versante (**Foto 13** e **Foto 14**), oltre a presentare una scistosità sub verticale immergente verso ESE, sono interessati dalla presenza di ulteriori famiglie di discontinuità (generalmente 2, localmente 3) caratterizzate da spaziatura nell'ordine dei 20 cm, chiuse, localmente con aperture inferiori a 5 mm, vuote e con rugosità media (JRC pari a 8÷12); le caratteristiche delle discontinuità rilevate conferiscono agli ammassi rocciosi una qualità variabile che può essere definita media. Durante il sopralluogo non sono stati osservati drastici cambiamenti delle caratteristiche geomeccaniche. Gli ammassi rocciosi affioranti risultano essere di qualità discreta, con presenza di almeno tre famiglie di discontinuità generalmente con apertura inferiore a 5 mm e assenza di riempimento.

- Il rilievo geomorfologico di dettaglio ha evidenziato la presenza di vari dissesti diffusi nell'area connessi principalmente a movimenti della coltre detritica che presenta spessori di ordine metrico.



Foto 13 – Ammasso roccioso lungo il taglio stradale, q.114 m s.m.



Foto 14 – Ammasso roccioso lungo il taglio stradale, q.77 m s.m.

3.8 CAUSE DEL DISSESTO

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

Come cause predisponenti del dissesto si possono evidenziare la fratturazione / alterazione del substrato roccioso, la morfologia molto acclive del versante e la presenza di depositi superficiali sciolti poco addensati; le cause innescanti dei dissesti rilevati sono imputabili all'azione delle acque meteoriche in occasione di precipitazioni intense (ruscellamento concentrato) e prolungate (formazione all'interno dei depositi superficiali di una falda acquifera effimera).

3.9 DESCRIZIONE SEZIONE GEOLOGICA INTERPRETATIVA

La sezione geologica è stata realizzata lungo la traccia evidenziata in Allegato 4 ed 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 alla formazione di base, Calcescisti (CS), e della relativa fascia di alterazione (CS-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 nell'aera, legati principalmente a movimenti della coltre detritica superficiale che presenta generalmente uno spessore massimo inferiore a 1 m.

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), inoltre non sono state osservate lesioni strutturali imputabili a un processo di dinamica geomorfologica in atto o pregresso negli edifici presenti alla base del versante.

Il dimensionamento delle opere è stato condotto assumendo la seguente sequenza stratigrafica:

- da p.c. a 1.0÷2.5 m da p.c. – COLTRE di copertura dell'ammasso roccioso (potenzialmente instabile): depositi costituiti principalmente da sabbie limose debolmente ghiaiose conrari di ciottoli (C_{CS});
- da 1.0÷2.5 m a 10.0÷15.0 m da p.c. – CAPPELLACCIO: livello di alterazione della formazione dei Calcescisti - Micascisti, avente caratteristiche geomeccaniche più scadenti rispetto alla formazione di base (CS-Cap);
- al di sotto di 10.0÷15.0 m da p.c. – SUBSTRATO: formazione di base, Calcescisti (CS).

La falda considerata nelle verifiche interessa solamente i depositi di versante superficiali a circa metà dello spessore, considerando i punti di infiltrazione e di drenaggio delle acque meteoriche.

Per determinare le caratteristiche di resistenza delle coltri di copertura dell'ammasso roccioso, sono state eseguite una serie di analisi a ritroso (back analysis), eseguite mediante un apposito codice di calcolo (GeoStudio 2007). È stato ricercato il valore del

parametro ϕ'_{res} (con c' = 0 kPa) in grado di determinare coefficienti di sicurezza pressoché unitari (Fs ≈ 1), ossia in condizioni di equilibrio limite. Le analisi sono state condotte secondo il modello riportato in ***Figura 4-1***

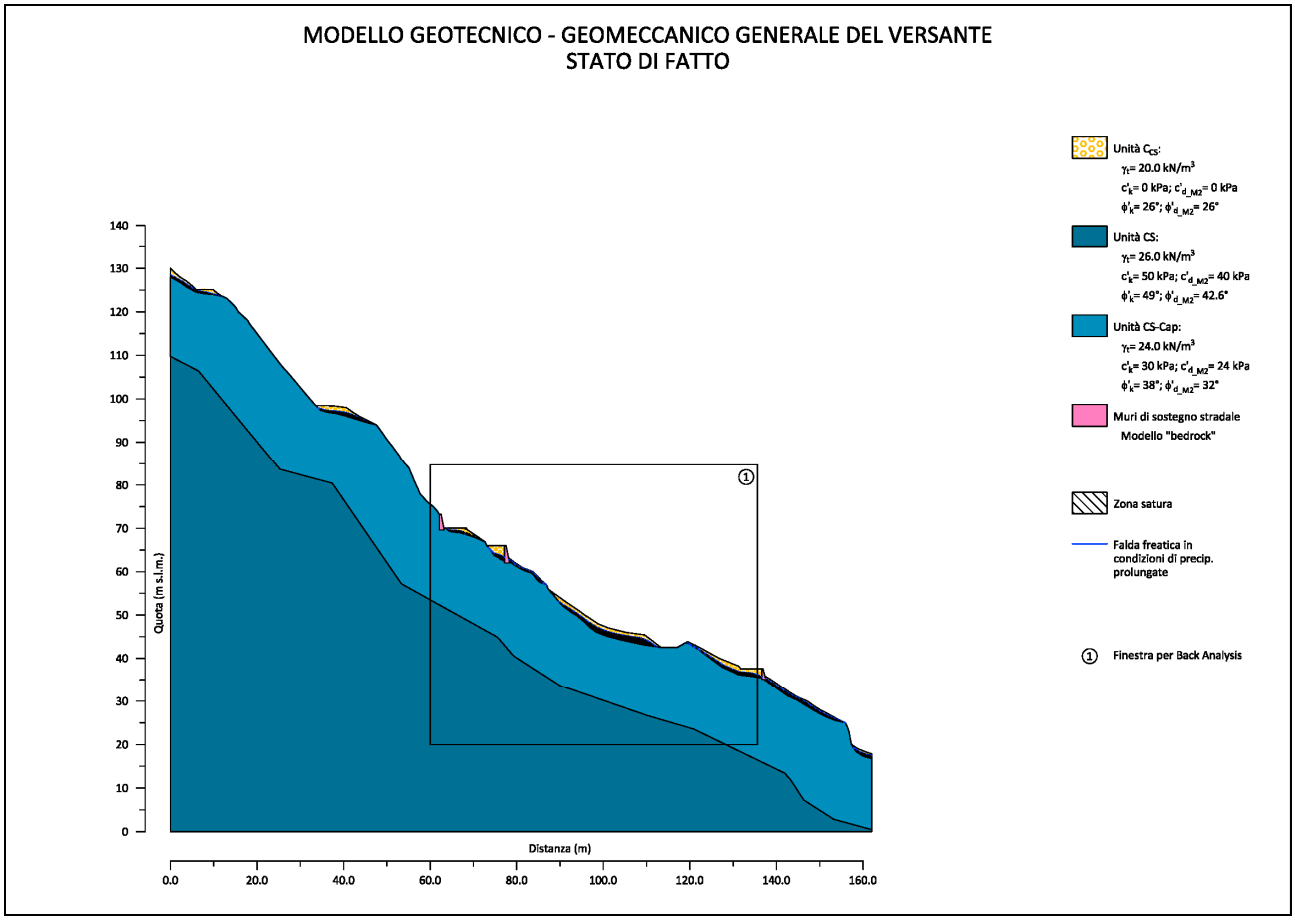


Figura 4-1 – Modello stato attuale

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 e la tipologia di dissesto desunta durante i rilievi geomorfologici di dettaglio effettuati, si è scelto di eseguire la back analysis nella porzione centrale della sezione.

Durante il sopralluogo in sito, in tale zona sono stati osservati terrazzamenti ad uso agricolo, di cui si è ritenuto opportuno tenere conto nelle verifiche di stabilità globale del pendio. Per questo, nel modello di calcolo è stato considerato uno spessore dello strato detritico pari a 2.5 m, corrispondente alla somma dell'altezza massima visibile dei terrazzi, osservata sul loro fronte, più lo spessore della copertura, osservato in corrispondenza degli affioramenti ed in generale inferiore al metro, come già esposto al §3.7.

Il modello sviluppato per la back-analysis comprende i muri di sostegno esistenti ed osservati in sito nel corso del già citato sopralluogo.

La superficie di scivolamento critica individuata è localizzata interamente nello strato superficiale della coltre di copertura, partendo nella porzione sommitale del deposito di versante ed emergendo in corrispondenza della sede stradale fra 42 m s.m. e 43 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=1.008.

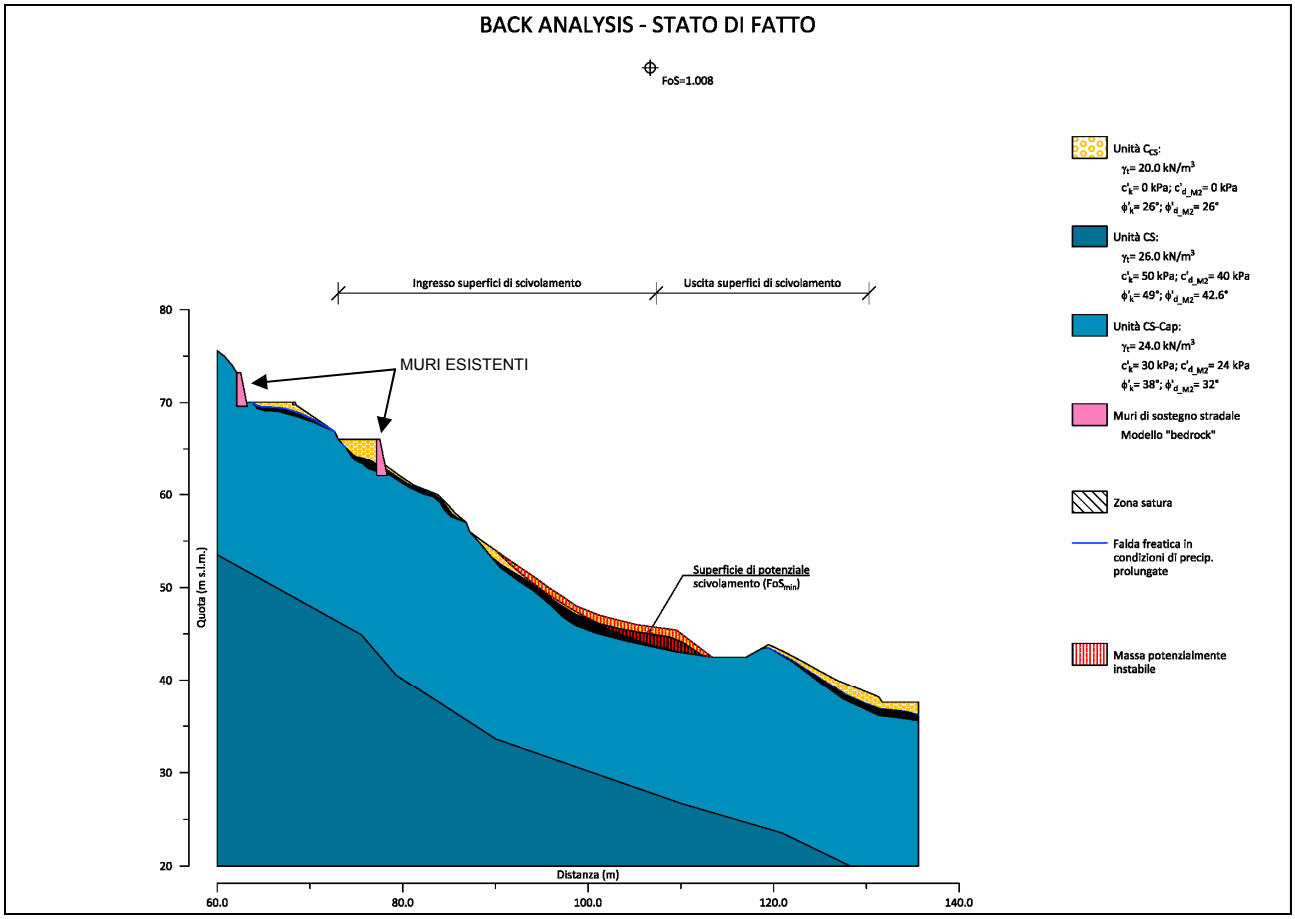


Figura 4-2 – Risultati back analysis stato di fatto

Parametri del detrito superficiale (Unità C_{CS}) ottenute tramite back analysis	
γ_t (kN/m³)	20
c' (kPa)	0
φ' (°)	26.0
FS	1.008

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

I valori di resistenza al taglio ottenuti tramite back analysis rappresentano i valori minimi in condizioni di equilibrio limite. I parametri di progetto (vedi relazione di caratterizzazione geotecnica, Cfr.APE001) sono quelle ottenute 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, cautelativi rispetto alla reale condizione in sito.

Per quanto riguarda l'ammasso roccioso profondo e la sua porzione superficiale, maggiormente alterata e fratturata (Cappellaccio), sono stati utilizzati i parametri caratteristici indicati nella relazione geotecnica (Cfr. APE001), riportati sinteticamente in **Tabella 4-2**

Parametri geotecnici caratteristici	Calcescisti (Unita CS)	Cappellaccio di alterazione dei Calcescisti (Unità CS-Cap)
γ_t (kN/m^3)	26.0	24.0
c'_K (kPa)	50.0	30.0
ϕ'_K (°)	49.0	38.0

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

4.2 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

Come già anticipato, nell'area interessata dal dissesto CER 001 ricadono le opere di viabilità di servizio VS03 nella zona di interconnessione Voltri per l'accesso alla zona di cantiere all'imbocco della galleria Bric del Carmo e Borgonuovo, lato Genova (cfr. **Figura 4-3**).

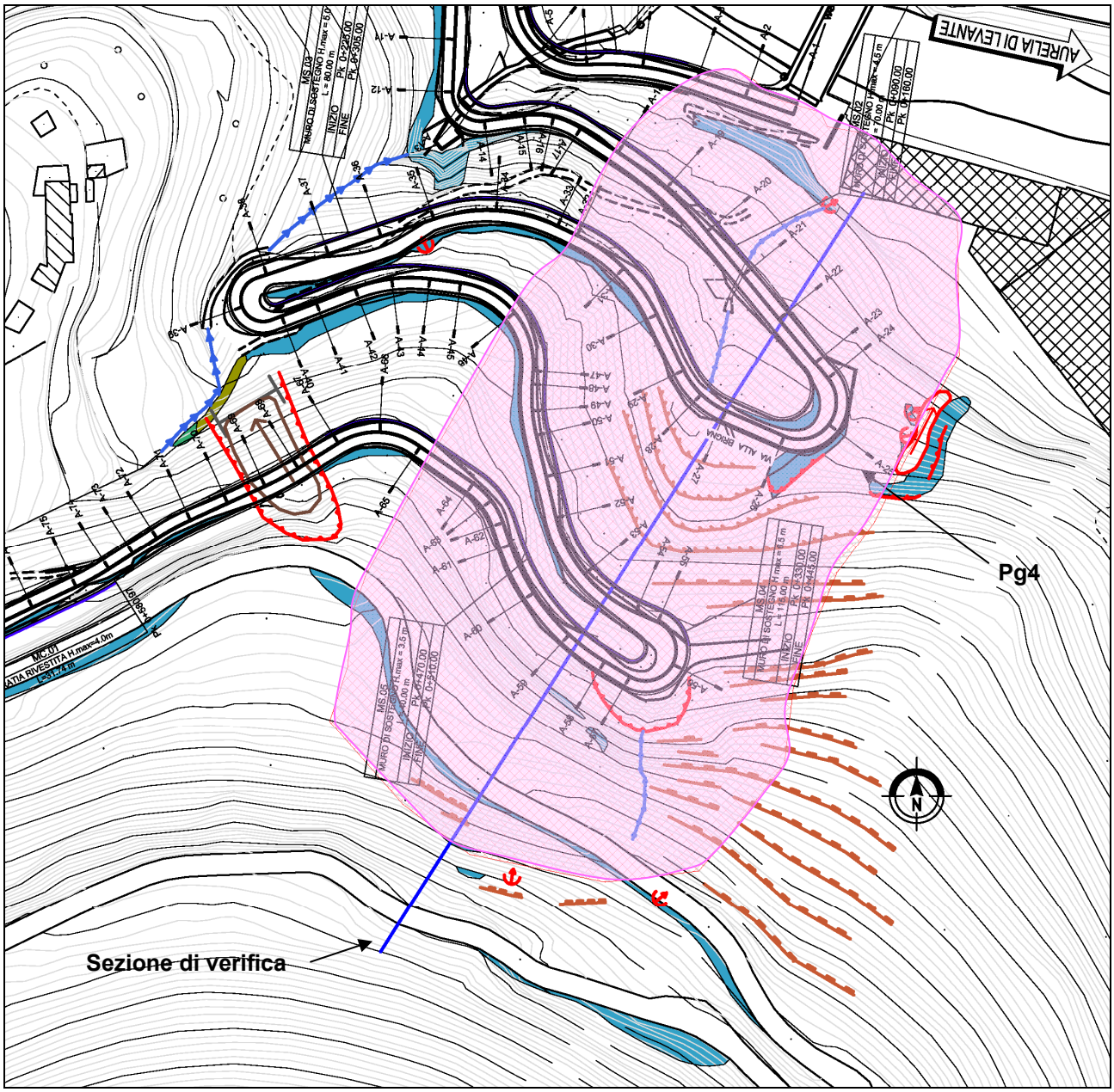


Figura 4-3 – Stralcio planimetrico con l'indicazione della sezione analizzata - Pg4

Le opere consistono in un adeguamento ed allargamento della strada esistente, che da via delle Fabbriche si sviluppa in direzione SW fino a quota 87 m s.m. circa. Il nuovo tracciato sarà stabilizzato mediante la realizzazione di muri di sostegno e di sottoscarpa come previsto nella relazione di progetto APE2127. I muri sono di tipo prefabbricato su fondazione diretta.

La sistemazione della viabilità sarà completata per mezzo di diverse opere per la regimazione idraulica delle acque superficiali (si vedano i documenti IDR1207, 1208 e 1209). Tali opere comprendono cunette prefabbricate in c.a. per la raccolta delle acque di piattaforma e collettori e tombini in c.a. per permettere il deflusso delle stesse e contribuire all'allontanamento delle acque dal versante.

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 l'allargamento della sede stradale (opere di sostegno modellate nell'analisi come impenetrabili dalle potenziali superfici di scivolamento). Per il dimensionamento e la verifica delle stesse si rimanda alla relazione di calcolo specifica.

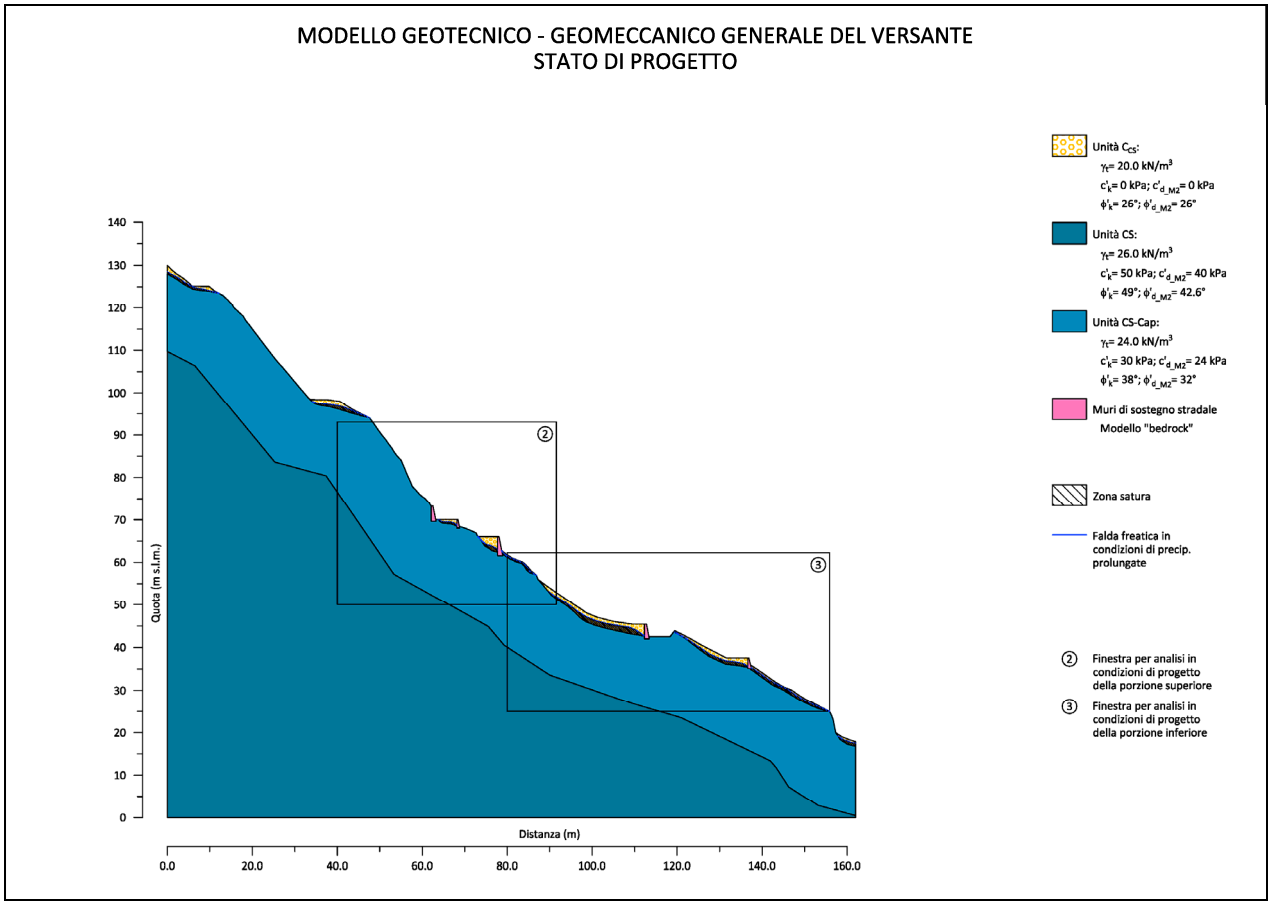


Figura 4-4 – Modello stato stato di progetto

Come evidenziato dal modello geotecnico/geomeccanico (**Figura 4-4**), 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 delle due aree delimitate dai riquadri riportati in **Figura 4-4**., che rappresentano le situazioni di maggior criticità ai fini delle condizioni di stabilità e dell'interazione.

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 (γ_{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 γ_{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 cappellaccio (CS-Cap) e dei Calcescisti (CS), desunti dai parametri caratteristici e dai coefficienti di riduzione parziale M2.

Per la coltre superficiale 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_{CE}	20.0	26.0	0.0
CE-Cap	24.0	32.0	24.0
CE	26.0	42.6	40.0

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 dell'opera, quindi escludendo le superfici che interessano le opere di sostegno, le cui condizioni di stabilità vengono trattate nella relazione di calcolo specifica.

I sovraccarichi stradali accidentali, pari a 20 kPa distribuiti lungo una fascia di lunghezza pari a 3.0 m, sono stati considerati esclusivamente dove la loro presenza comporta un peggioramento delle condizioni di stabilità globale; nelle analisi i sovraccarichi non vengono applicati quando il loro effetto ha carattere stabilizzante.

Da **Figura 4-5** a **Figura 4-7** sono riportati i risultati delle analisi di stabilità in condizioni statiche dello stato di progetto, in **Tabella 4-4** sono sinteticamente riassunti i coefficienti γ_{R2_calc} ottenuti dalle analisi svolte.

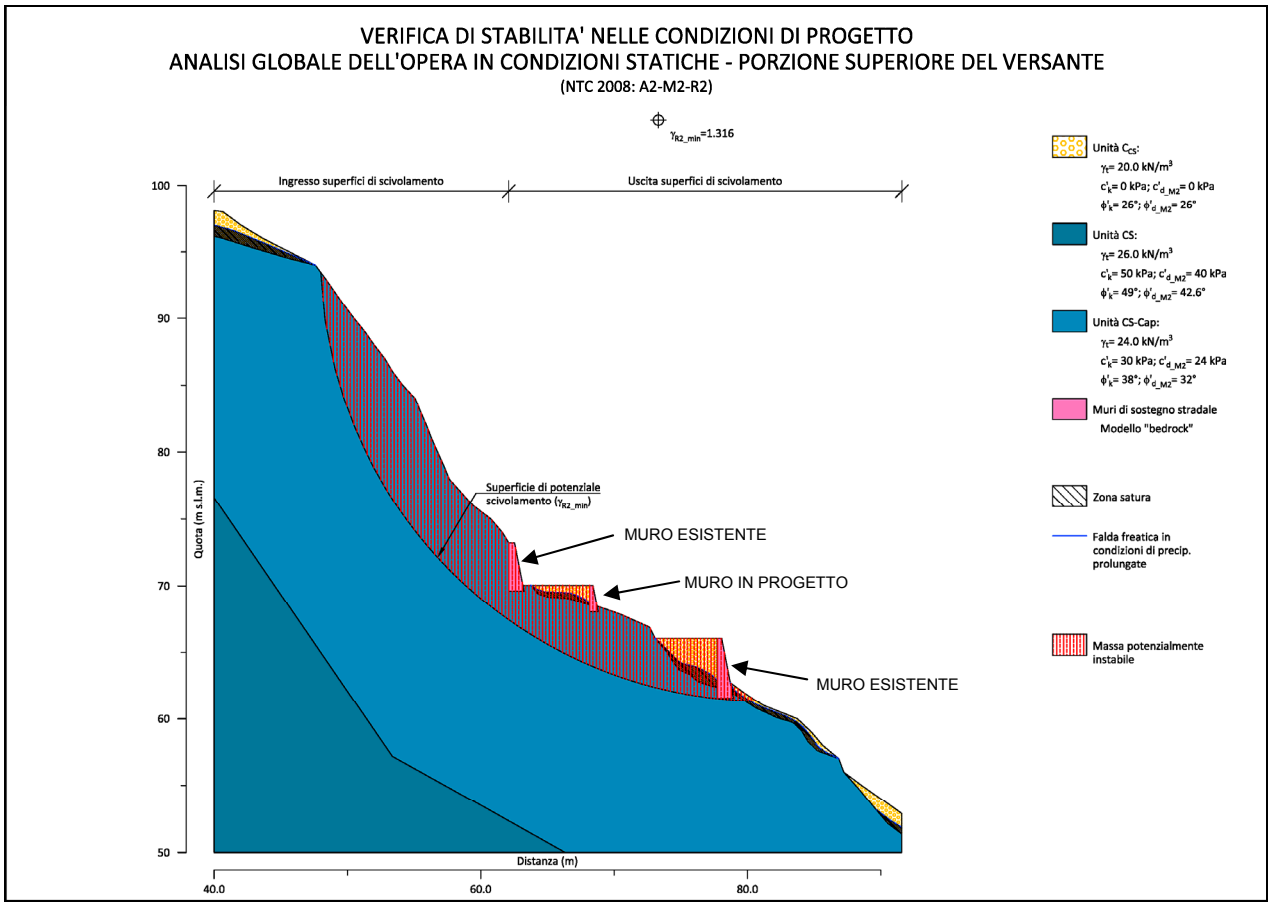


Figura 4-5 – Porzione superiore del versante – Stato di progetto - Analisi di stabilità in condizioni statiche

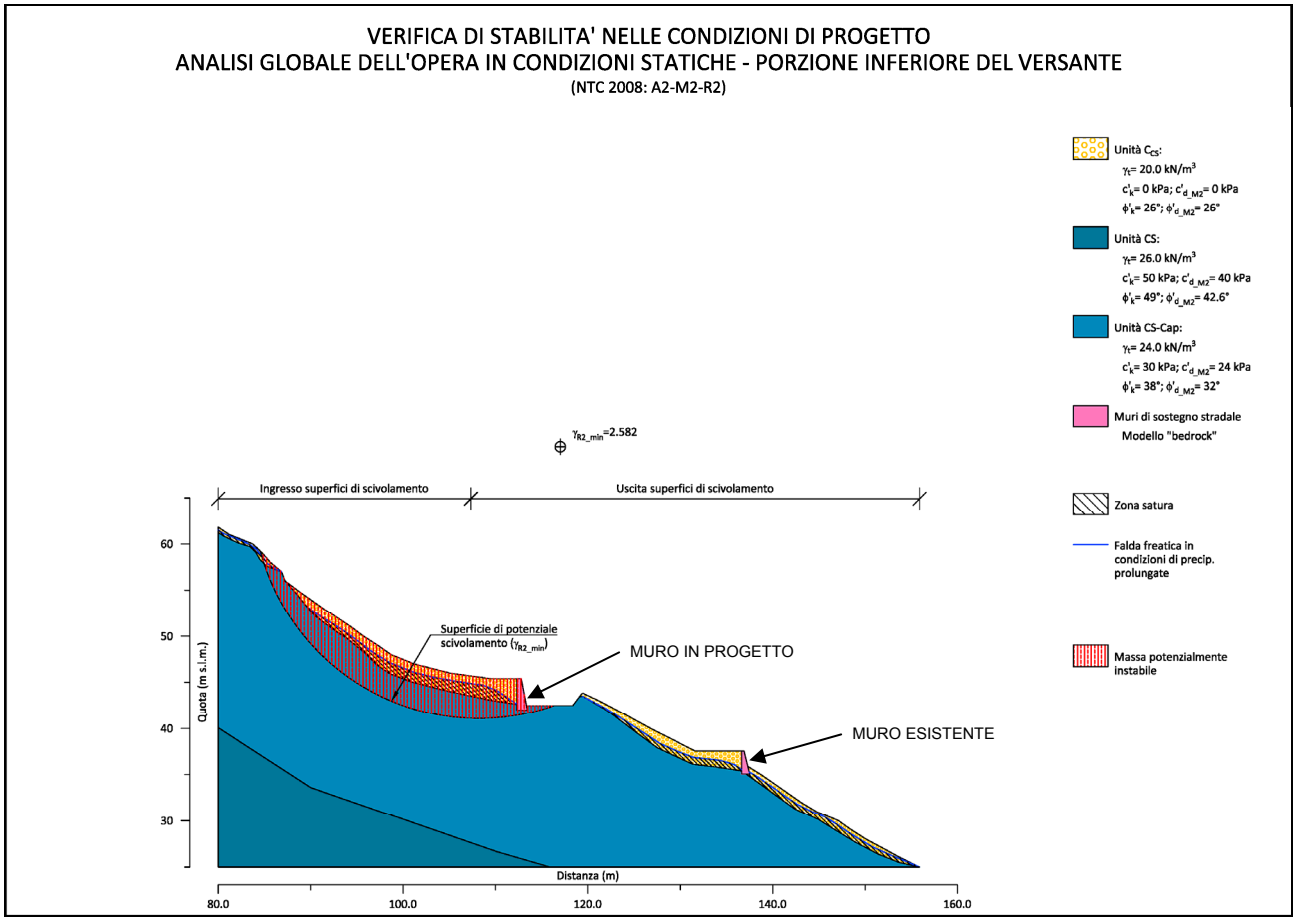


Figura 4-6 – Porzione inferiore del versante, zona alta – Stato di progetto - Analisi di stabilità in condizioni statiche

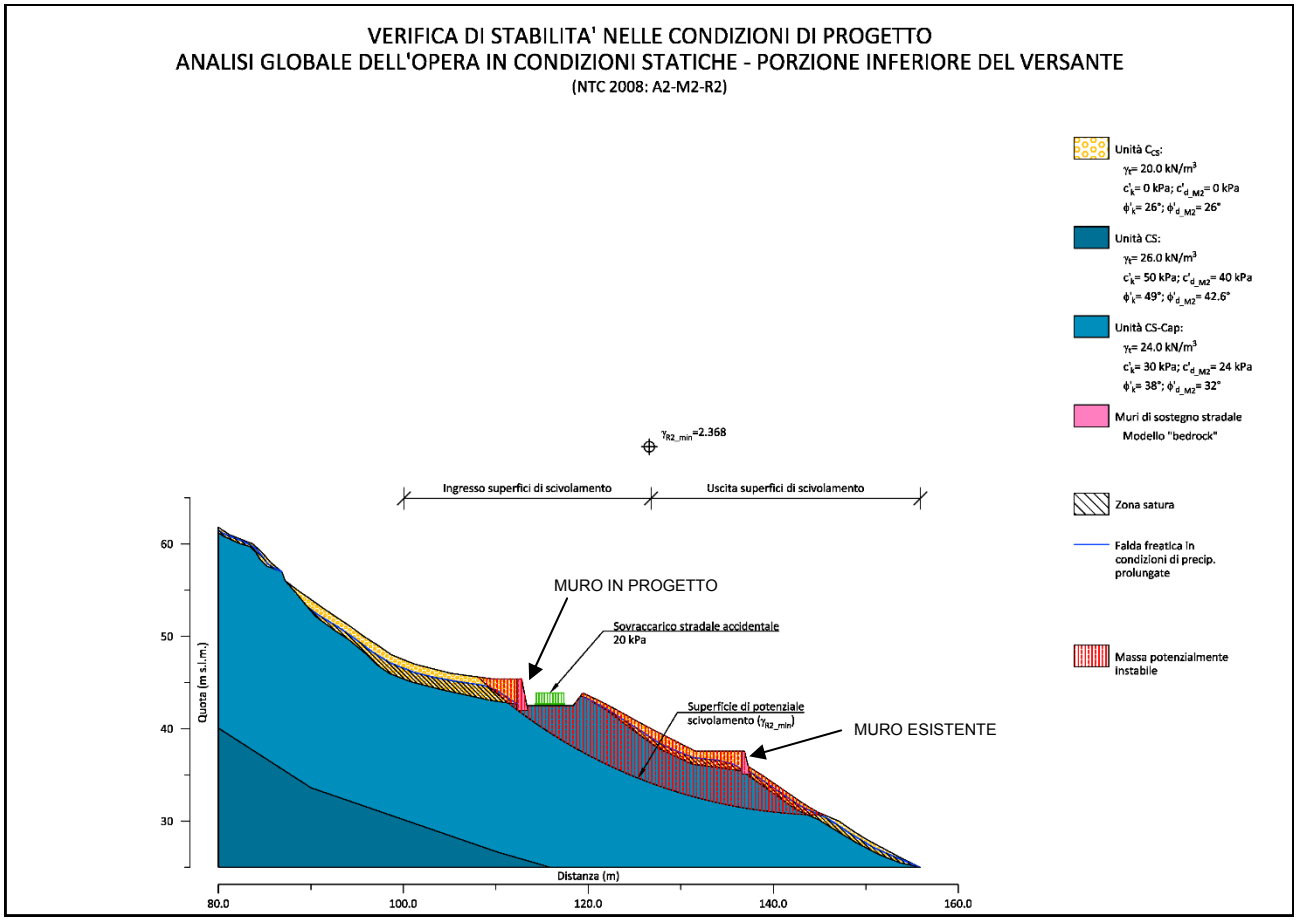


Figura 4-7 – Porzione inferiore del versante, zona bassa – Stato di progetto - Analisi di stabilità in condizioni statiche

Analisi di stabilità	Coefficiente γ_{R2_Calc}
Porzione superiore del versante	1.316
Porzione inferiore del versante, zona alta	2.582
Porzione inferiore del versante, zona bassa	2.368

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

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

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

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 = 0.032 g
- k_V = ± 0.016 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:

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

$$k_v = \pm k_h / 2$$

essendo

β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito = 0.20 (**Tabella 4-5**).

	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 4-5 - 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 = 0.087 g

$a_{max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g$ = 0.087 · 1.5 · 1.2 = 0.107 g

Si fa comunque presente che nel dimensionamento dei muri prefabbricati a sostegno della viabilità di servizio, coerentemente con quanto richiesto dalla normativa vigente (NTC 2008), è stato verificata la stabilità globale dell'insieme terreno-opera. Per le specifiche analisi si rimanda quindi alle relazioni di calcolo delle singole opere.

Da **Figura 4-8** a **Figura 4-10** sono riportati i risultati delle analisi di stabilità in condizioni sismiche dello stato di progetto, in **Tabella 4-6** sono sinteticamente riassunti i coefficienti γ_{R2_calc} ottenuti dalle analisi svolte.

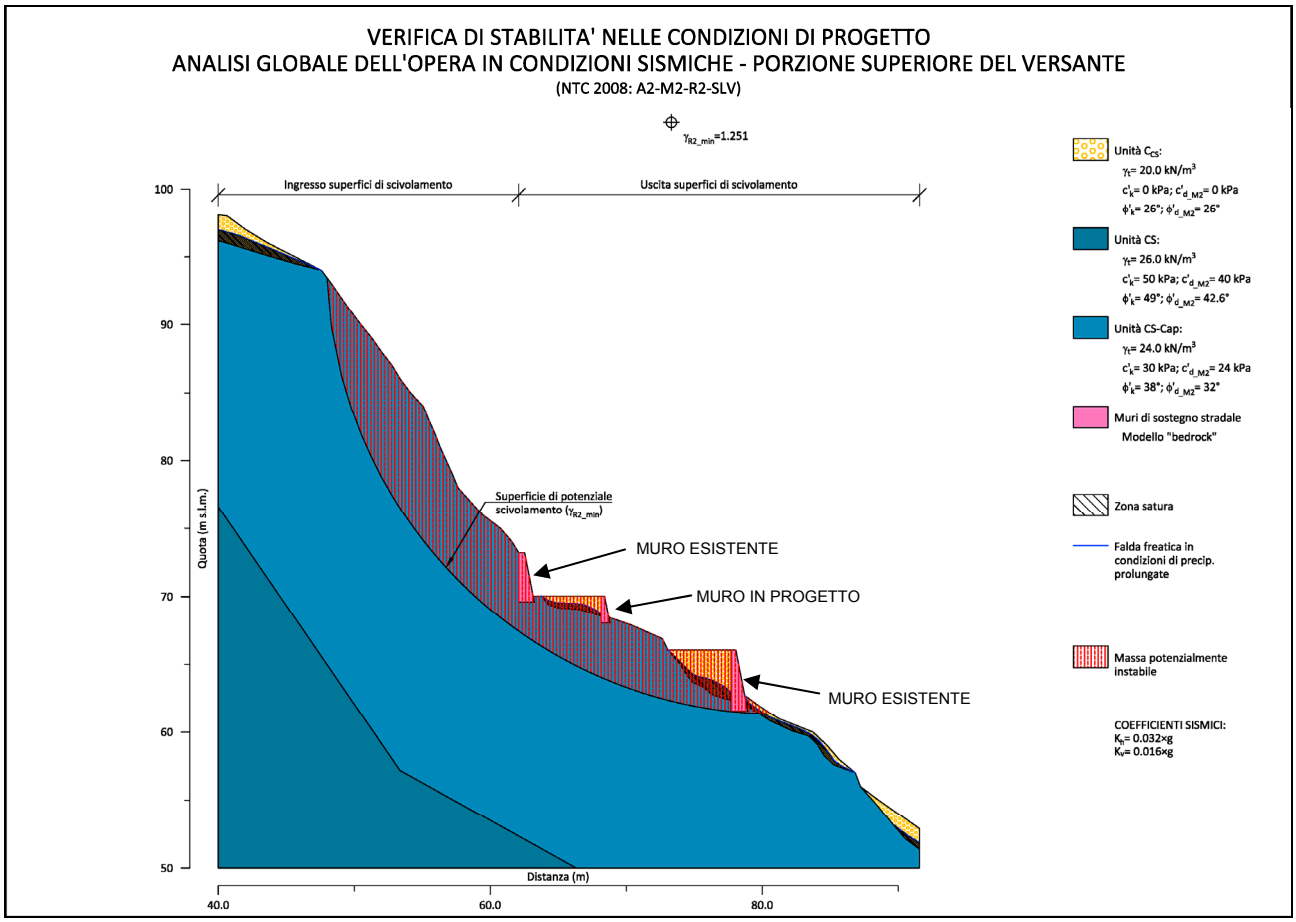


Figura 4-8 – Porzione superiore del versante – Stato di progetto - Analisi di stabilità in condizioni sismiche

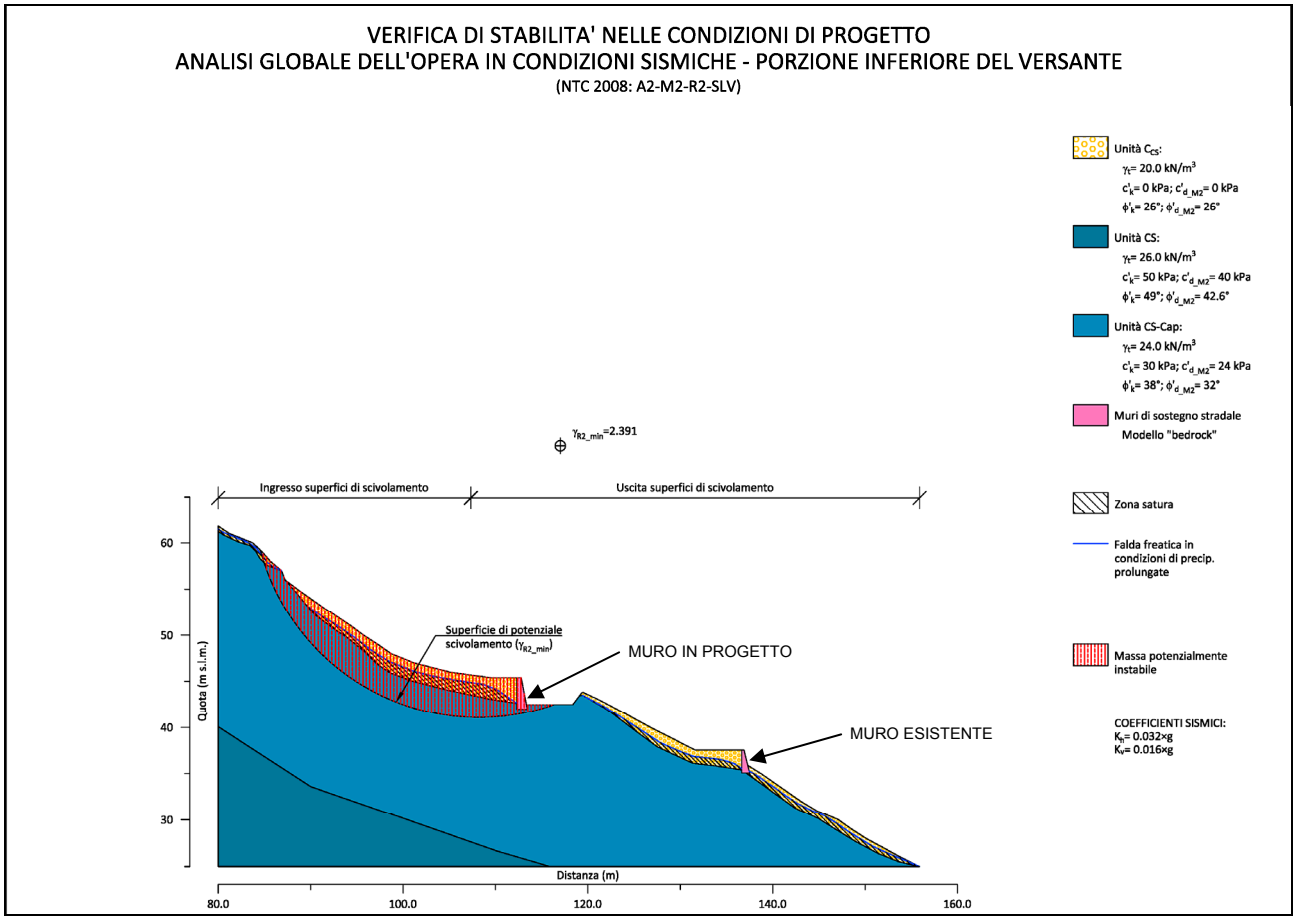


Figura 4-9 – Porzione inferiore del versante, zona alta – Stato di progetto - Analisi di stabilità in condizioni sismiche

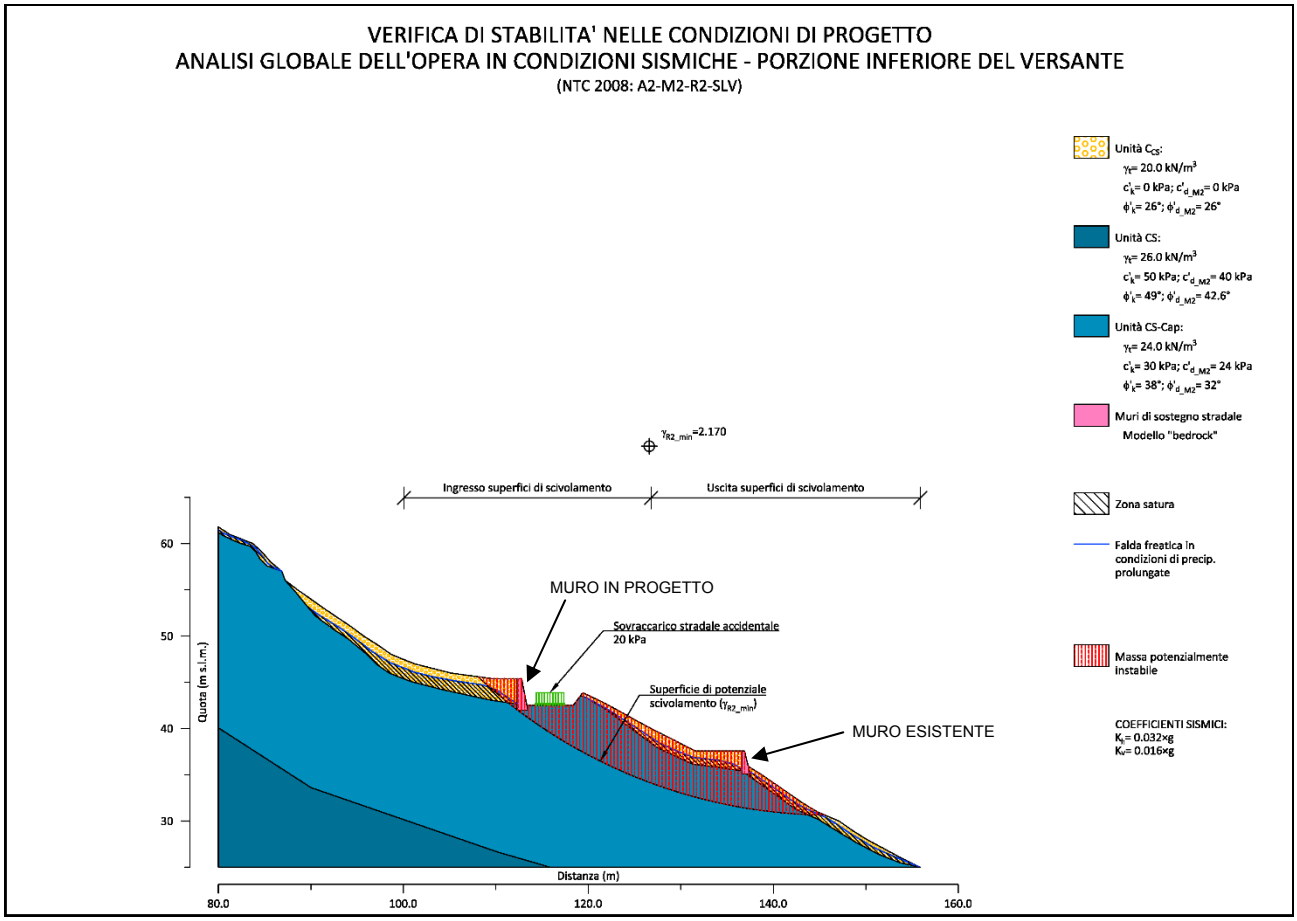


Figura 4-10 – Porzione inferiore del versante, zona bassa – Stato di progetto - Analisi di stabilità in condizioni sismiche

Analisi di stabilità	Coefficiente γ_{R2_Calc}
Porzione superiore del versante	1.251
Porzione inferiore del versante, zona alta	2.391
Porzione inferiore del versante, zona bassa	2.170

Tabella 4-6 - Risultati della analisi di stabilità in condizioni sismiche – 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 APE2127.

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**	1.008	--
Analisi **post-operam** - porzione superiore del versante	1.316	1.251
Analisi **post-operam** - porzione inf. del versante, alta	2.582	2.391
Analisi **post-operam** - porzione inf. del versante, bassa	2.368	2.170

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. IDRAULICA

5.1 DESCRIZIONE DELLE SISTEMA DI REGIMAZIONE DELLE ACQUE

Al fine di assicurare lo smaltimento delle acque meteoriche interessanti la sede viaria, è stato progettato un sistema di drenaggio a gravità in grado di convogliare, con un margine di sicurezza adeguato, le precipitazioni intense verso i recapiti.

Il drenaggio è costituito essenzialmente da un sistema di raccolta marginale primario, ossia da cunette triangolari, caditoie carrabili, embrici, che consente di convogliare l'acqua presente sulla piattaforma stradale verso i collettori trasversali di scarico.

La scelta dell'elemento marginale da adottare dipende essenzialmente dalla tipologia di tratto stradale analizzato (trincea, rilevato, mezzacosta) e dalle tipologie di opere presenti (nessuna, paratie, muri di sostegno).

Agli elementi sopra elencati si aggiungono altri elementi legati alla presenza di particolari opere, come ad esempio le canalette rettangolari in testa ai muri di controripa, o utilizzati sporadicamente quali ad esempio i fossi di guardia o mezzi tubi in C.A.V.

Nel tratto in esame il sistema primario viene integrato da un sistema longitudinale secondario, cioè da collettori a sezione circolare, in cui gli elementi di drenaggio primari scaricano. Lungo la viabilità si prevede quindi la posa di tubazioni DN400-DN500 con la funzione di intercettare e convogliare sino all'impluvio esistente le acque meteoriche di versante e di piattaforma.

6. 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.

7. INDAGINI INTEGRATIVE PROPEDEUTICHE AL MONITORAGGIO GEOTECNICO

A completamento delle attività effettuate, sono state eseguite nel 2015-2016 le indagini di seguito descritte in corrispondenza dell'area identificata come dissesto attivo nei documenti prodotti dagli enti:

- stendimenti di sismica a rifrazione, in modo tale da definire in maniera più precisa lo spessore dei depositi superficiali interessati dai dissesti e della zona a maggior fratturazione e alterazione dell'ammasso roccioso ("Cappellaccio")

7.1 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 7-1 – Area d'interesse. Immagine ottica ottenuta da Google con sovrapposizione dell'area analizzata (poligono arancione) e del tracciato dell'infrastruttura prevista (linea grigia)

Le deformazioni misurate si riferiscono a punti della scena a terra caratterizzati da una risposta coerente al segnale radar, denominati *Persistent Scatterer (PS)* e sono relative temporalmente alla prima data di ciascun dataset e spazialmente ad un punto di riferimento, tra quelli selezionati, assunto come riferimento e considerato "fermo".

Il punto di riferimento è stato selezionato tra tutti i PS disponibili attraverso un'analisi statistica, a partire dall'ipotesi che la maggior parte dei PS siano quasi completamente

fermi. L'ipotesi è, quindi, che il punto di riferimento sia fermo e non sia soggetto a movimenti di nessun genere.

Per ciascuna delle elaborazioni singola geometria (ascendente o discendente) e per ciascun punto di misura selezionato vengono fornite le seguenti informazioni:

- **Evoluzioni temporali dello spostamento dei PS**: si tratta dello spostamento dei PS, espresso in millimetri, e riferito alla prima data dello stack, fornito in corrispondenza di ciascuna data d'acquisizione nel periodo analizzato. Le evoluzioni temporali sono stimate lungo la LOS (linea di vista) e si riferiscono ad un punto di riferimento considerato "stabile".

L'uso di due geometrie d'acquisizione, ascendente e discendente, permette di misurare la stessa deformazione lungo due direzioni di vista differenti. In linea di principio, a partire da questa duplice informazione è possibile descrivere meglio il movimento reale di un punto a terra, estraendo le sue componenti lungo la verticale e lungo la direzione est-ovest.

Non essendo sempre possibile avere selezionato lo stesso punto a terra con le due geometrie, le componenti E ed H delle misure sono relative ad un'area di dimensione fissata (cella di risoluzione) in cui sono presenti più punti selezionati con entrambe le geometrie, In pratica, vengono mediate le misure relative a tutti i PS che cadono nella stessa cella di risoluzione a terra ottenute sia con la geometria ascendente che quella discendente. La scomposizione, quindi, si riferisce a tale cella e prende in input i valori mediati delle misure ascendenti e discendenti.

Per quanto riguarda i dati ENVISAT la cella di risoluzione usata è di 60 m x 60 m (circa 3 volte il *pixel spacing* in range delle immagini SAR), mentre per i dati COSMO-SkyMed la dimensione della cella utilizzata è di 20 m x 20 m (circa 10 volte il *pixel spacing* delle immagini SAR). La scelta della dimensione della cella di risoluzione usata, oltre che dal pixel spacing dell'immagine SAR, dipende anche dalla dimensione media delle strutture a terra.

Per i dati COSMO-SkyMed, sono state scelte le date di acquisizione discendenti comprese tra il 24/02/2011 e il 14/08/2015 con l'esclusione delle date 08/06/2014 e 10/07/2014 perché troppo distanti temporalmente dalle date ascendenti più vicine (più di 20 giorni). Ovviamente non sono state considerate le date discendenti che precedono la prima data dello stack ascendente. Infine, in corrispondenza delle date selezionate sono state interpolate solo le misure ascendenti e il risultato è stato combinato con le rispettive misure discendenti per calcolare la componente del movimento lungo la direzione verticale e la direzione est-ovest.

Per quanto riguarda il dataset ENVISAT, sono state scelte le date di acquisizione ascendenti comprese tra il 22/10/2004 e il 01/10/2010. La data ascendente 09/07/2004 è stata esclusa perché precede di 86 giorni la prima data dello stack discendente. In corrispondenza delle date selezionate sono state interpolate solo le misure discendenti e il

risultato è stato combinato con le misure ascendenti per calcolare la componente del movimento lungo la direzione verticale e la direzione est-ovest.

Vengono fornite la:

- **Componente est-ovest delle evoluzioni temporali dello spostamento dei PS**: si tratta della componente est-ovest dello spostamento dei PS, espresso in millimetri, e riferito alla prima data comune alle acquisizioni ascendenti e discendenti forniti in corrispondenza delle date di una delle due geometrie (ascendente o discendente)
- **Componente verticale delle evoluzioni temporali dello spostamento dei PS**: si tratta della componente verticale dello spostamento dei PS, espresso in millimetri, e riferito alla prima data comune alle acquisizioni ascendenti e discendenti forniti in corrispondenza delle date di una delle due geometrie (ascendente o discendente).
-

La convenzione utilizzata è la seguente: i valori negativi indicano un allontanamento dal sensore nel caso di misure lungo la LOS, un abbassamento nel caso delle componenti verticali o uno spostamento verso ovest nel caso delle componenti est-ovest; i valori positivi indicano il comportamento opposto dei punti di misura

Per l'area in esame, oggetto della presente scheda, di seguito si riportano le evoluzioni temporali dei PS, per il solo satellite COSMO-SkyMed, in geometria ascendente e discendente, unitamente alle componenti est-ovest e verticale. Per il satellite ENVISAT i dati sono disponibili solo in geometria ascendente.

Per tutti i grafici in ascissa è riportato il tempo (espresso in gg/mm/aa) mentre in ordinata, in relazione all'elaborazione, è riportato:

- spostamento lungo LOS (espresso in mm);
- componente est-ovest (espressa in mm);
- componente verticale (espressa in mm).

Con linea tratteggiata colore nero è riportato il valore medio degli spostamenti.

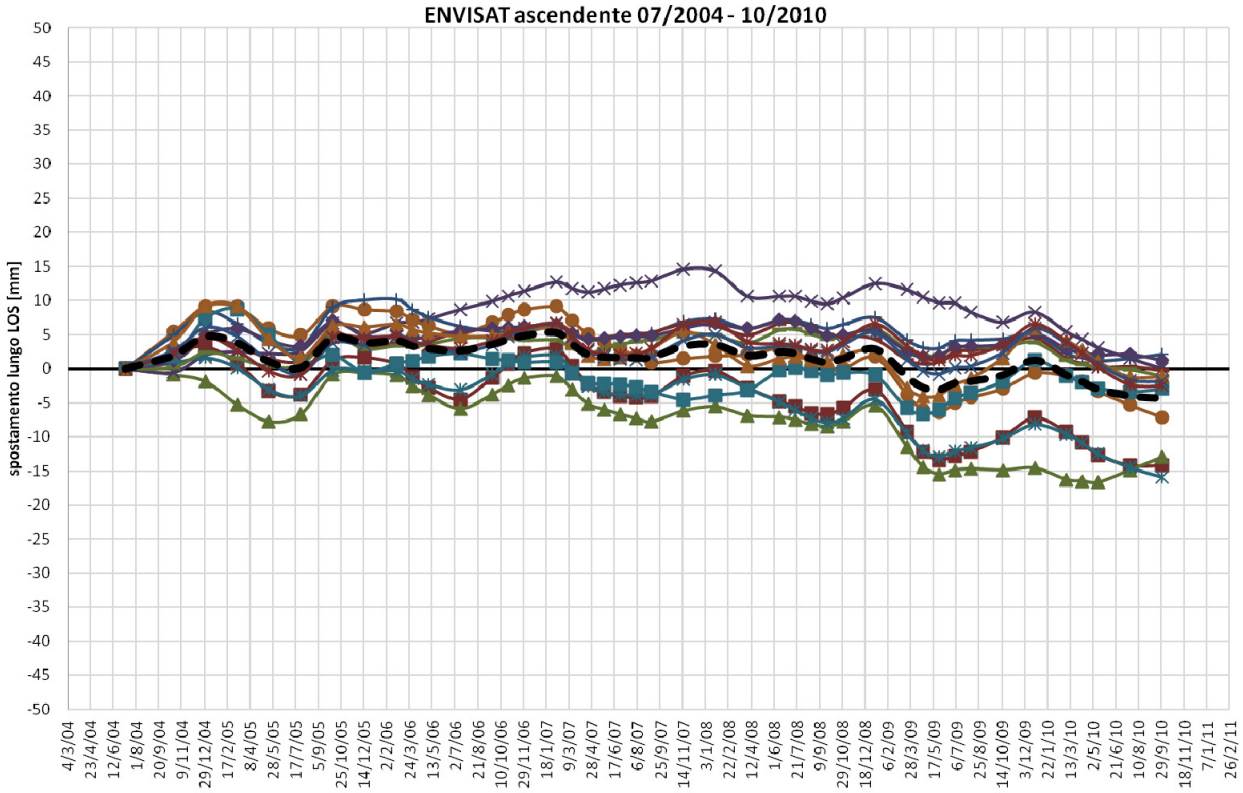


Figura 7-2 – Evoluzione temporale dei PS (ENVISAT geometria ascendente). Valori negativi indicano un allontanamento del sensore dal satellite lungo la LOS.

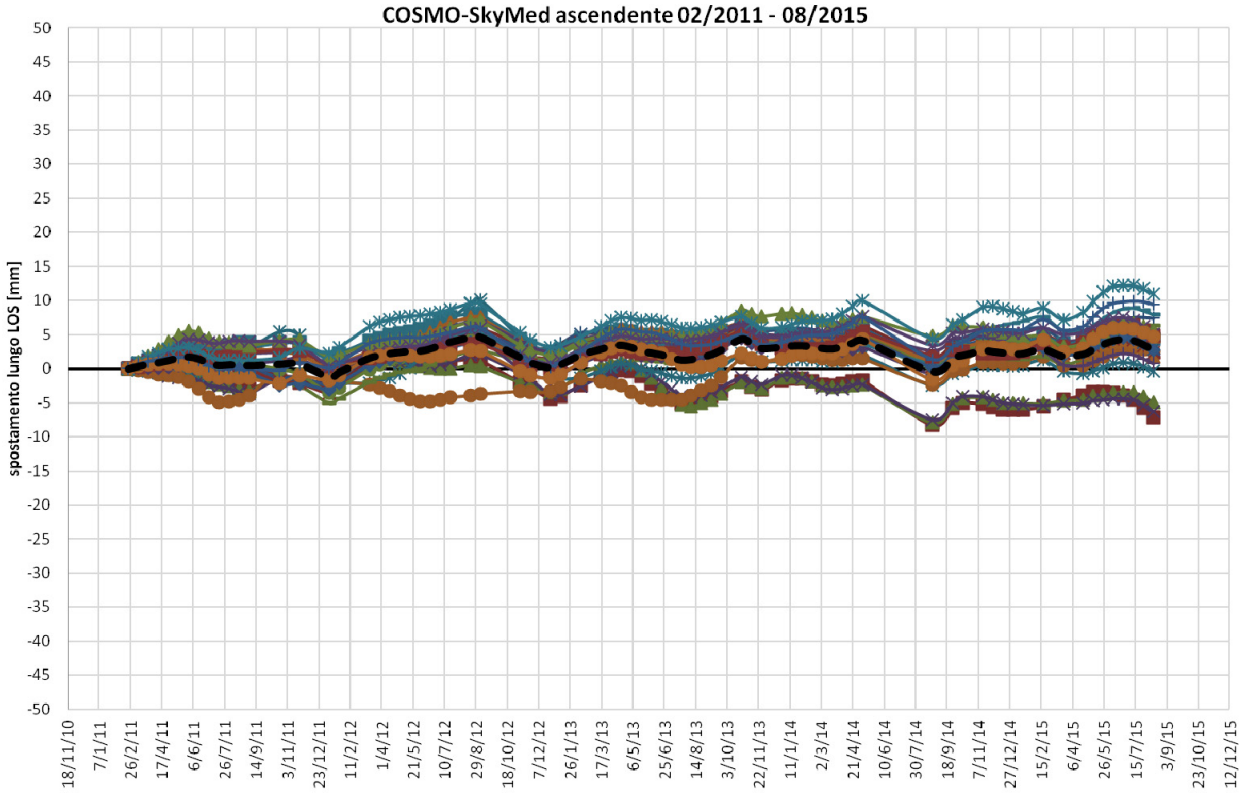


Figura 7-3 – Evoluzione temporale dei PS (COSMO-SkyMed geometria ascendente). Valori negativi indicano un allontanamento del sensore dal satellite lungo la LOS.

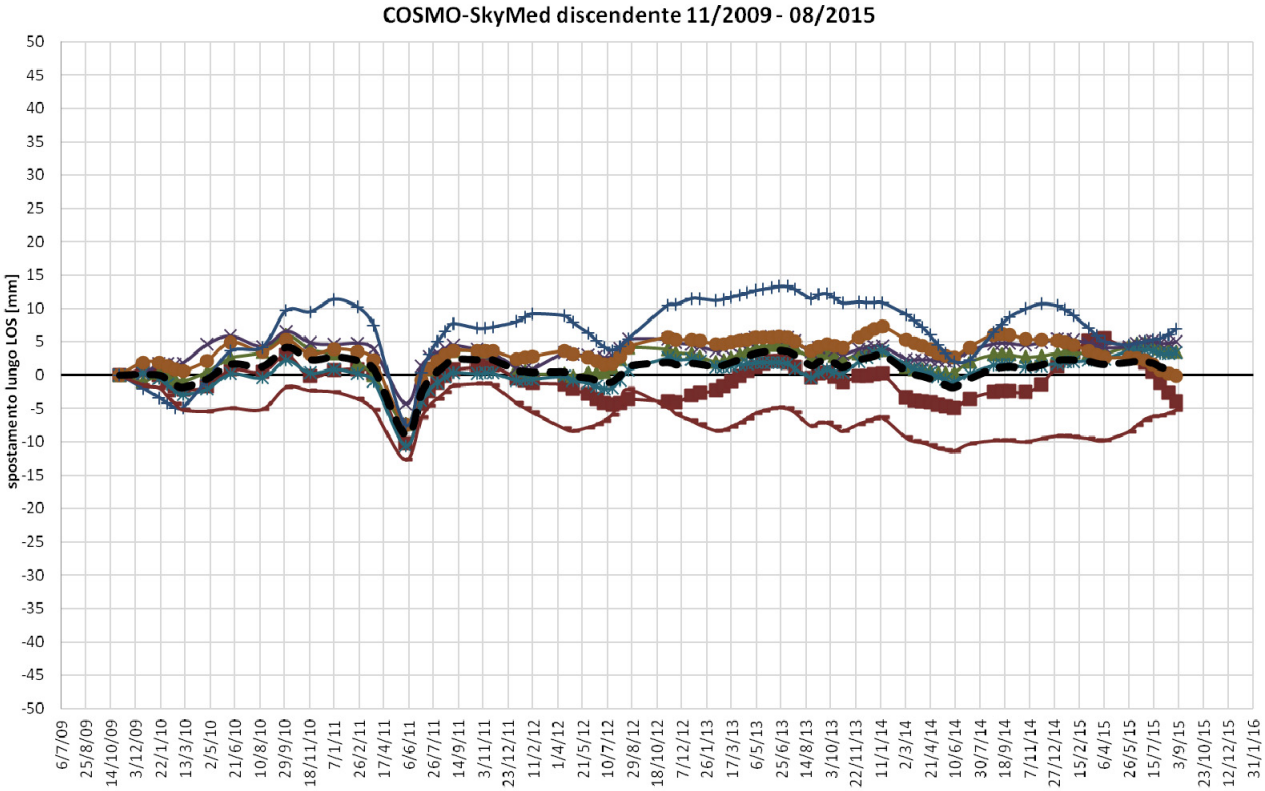


Figura 7-4 – Evoluzione temporale dei PS (COSMO-SkyMed geometria discendente). Valori negativi indicano un allontanamento del sensore dal satellite lungo la LOS.

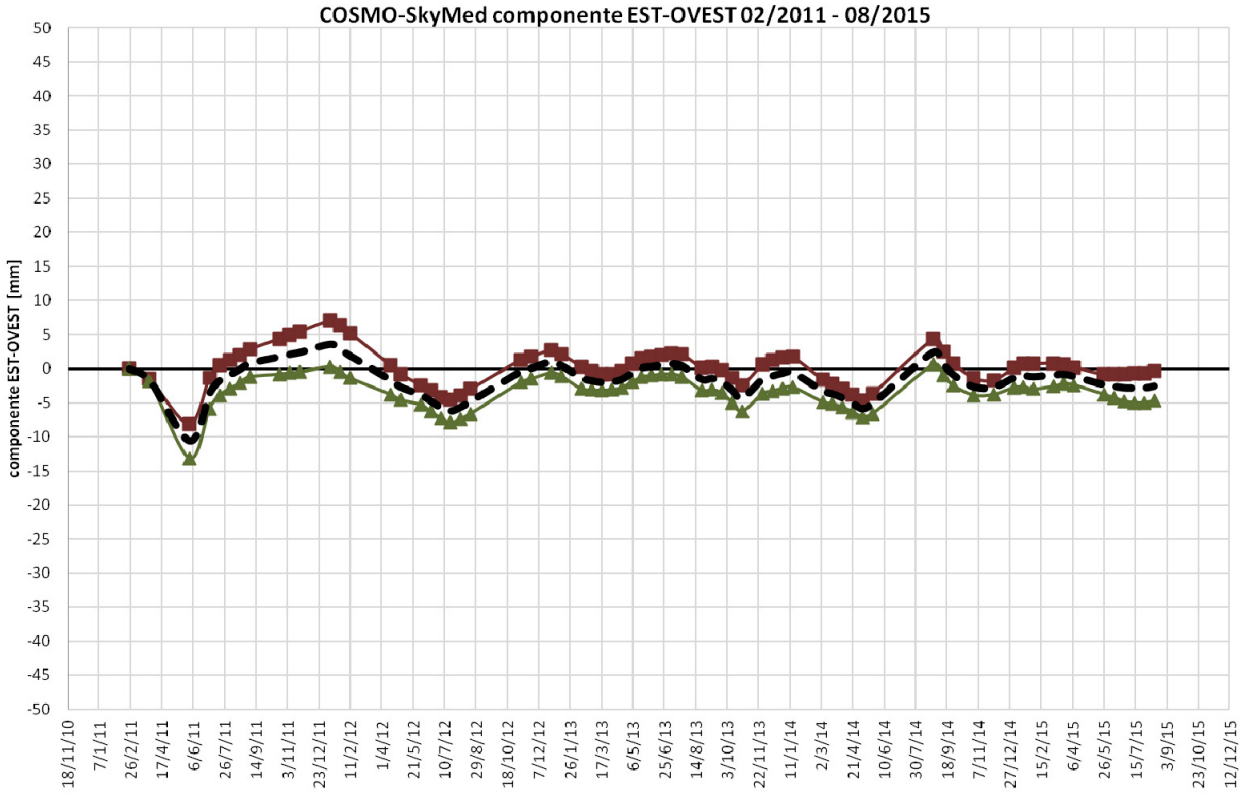


Figura 7-5 – Componente est-ovest delle evoluzioni temporali dello spostamento dei PS (COSMO-SkyMed). Valori negativi indicano uno spostamento verso OVEST.

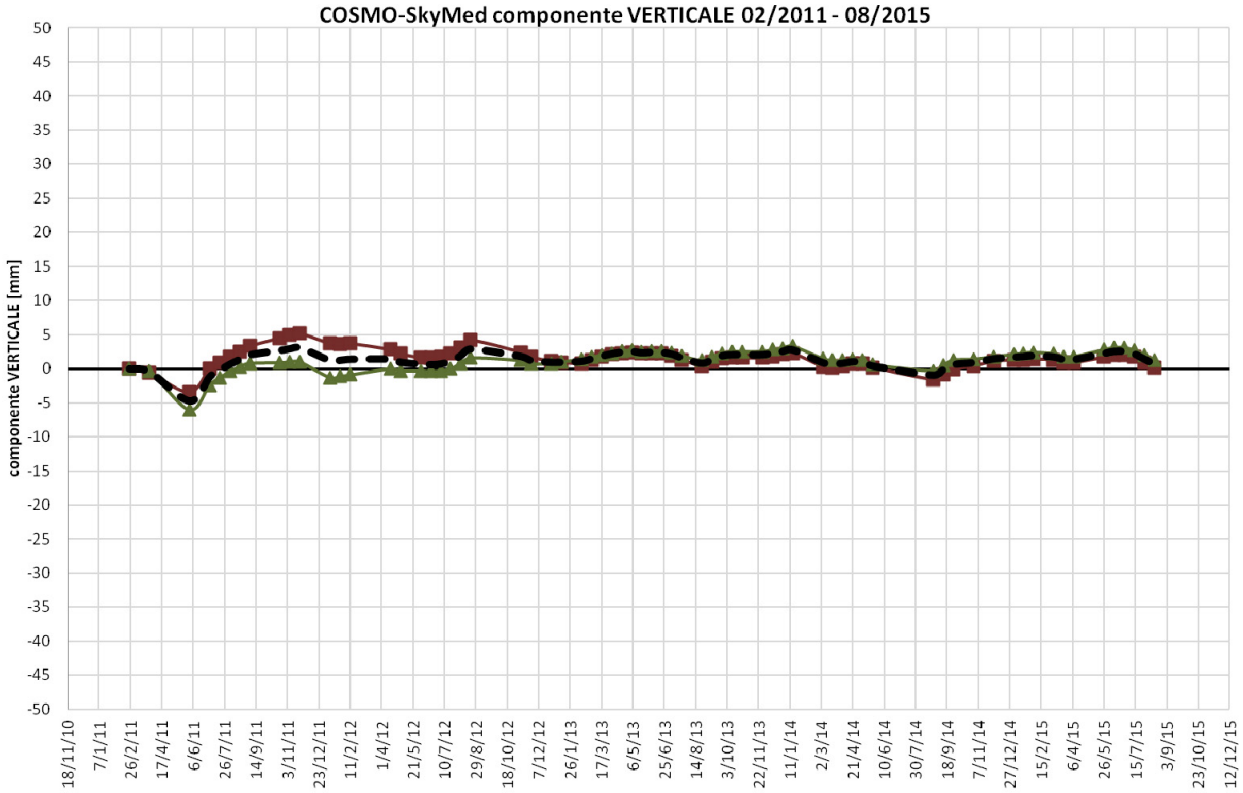


Figura 7-6 – Componente verticale delle evoluzioni temporali dello spostamento dei PS (COSMO-SkyMed). Valori negativi indicano un abbassamento.

Le figure precedenti mostrano le evoluzioni temporali (lungo LOS, componenti est-ovest e verticali) dei singoli punti visibili nell' area in esame, ottenute con l' analisi PSP-IFSAR da dati ENVISAT e COSMO-SkyMed ascendenti e discendenti, al fine di capire se sono presenti fenomeni significativi di deformazione del terreno.

L' andamento dei pochi riscontri radar visibili dal satellite ENVISAT in orbita ascendente (n. 2 riscontri), mostra un' assenza di movimenti nel periodo di osservazione 2004 – 2010.

L' analisi dei dataset acquisiti dal satellite COSMO-SkyMed ascendenti (n. 25 riscontri) e discendenti (n. 8 riscontri) nel periodo 2009 - 2015 non individuano spostamenti significativi.

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.

8. CONCLUSIONI

Lungo il versante oggetto di studio si rileva la presenza di franosità diffusa, che interessa essenzialmente la coltre e che si estende nel sottosuolo per spessori inferiori a 1 m.

Tutti i dissesti osservati sono caratterizzati da dimensioni modeste e limitati alla porzione più superficiale del versante

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 viabilità

Nella configurazione finale del progetto, la frana CER 001 potrà essere considerata stabilizzata sulla base delle seguenti motivazioni:

- gli accorgimenti costruttivi adottati (opere di sostegno e paratie multitirantate) 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 **sistema di raccolta e smaltimento delle acque** dalla piattaforma stradale garantisce il controllo e l'allontanamento delle acque dal versante;
- 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.;

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.

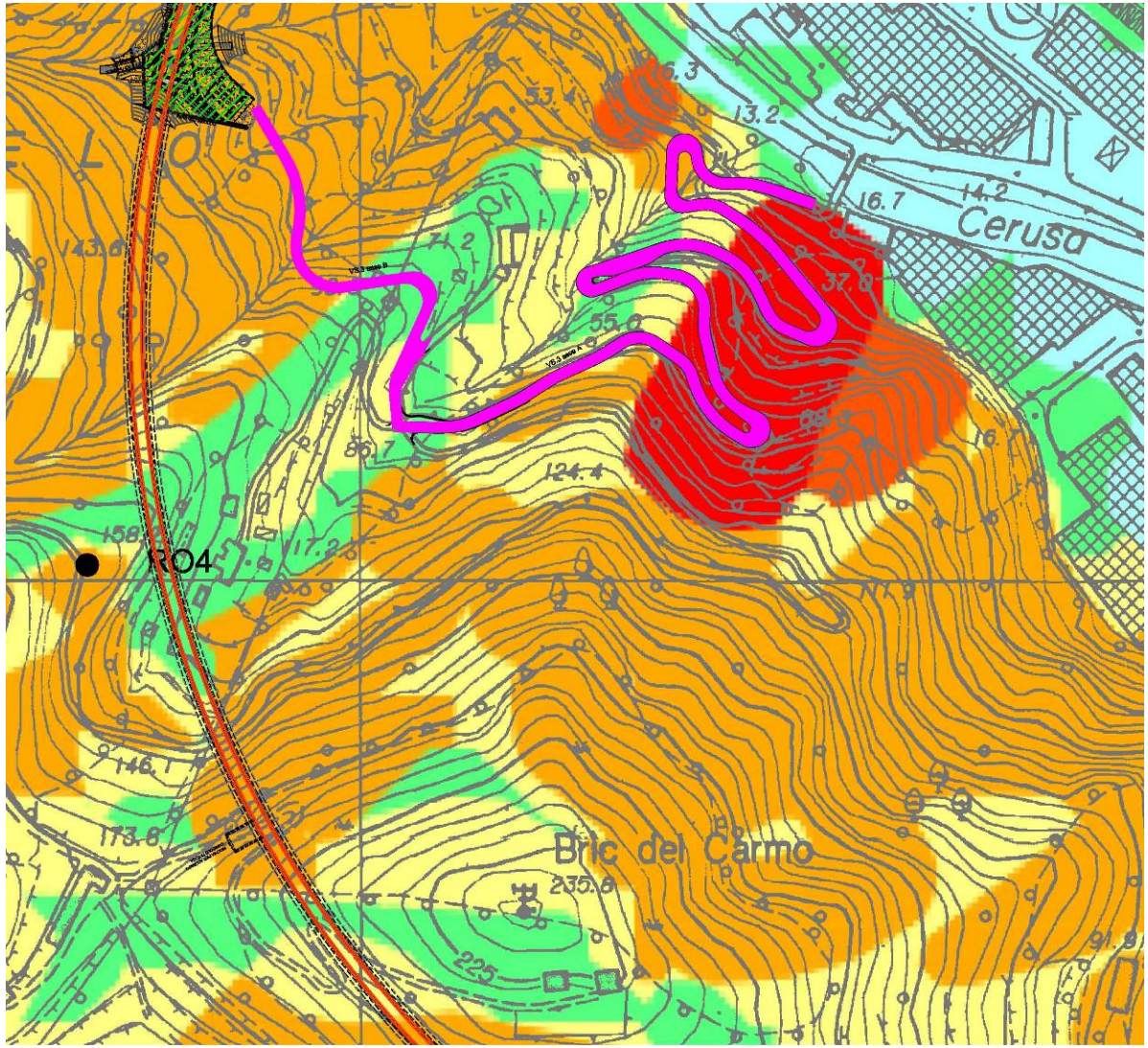
Il suddetto piano di monitoraggio geotecnico, sarà , altresì, integrato con un piano di acquisizione di immagini satellitari elaborate con i metodi dell'interferometria radar, a favore di una visione più completa dell'evoluzione dei fenomeni studiati.

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 novembre 2015)
- *Allegato n.3* - Stralcio carta geomorfologica (aggiornata novembre 2015)
- *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)

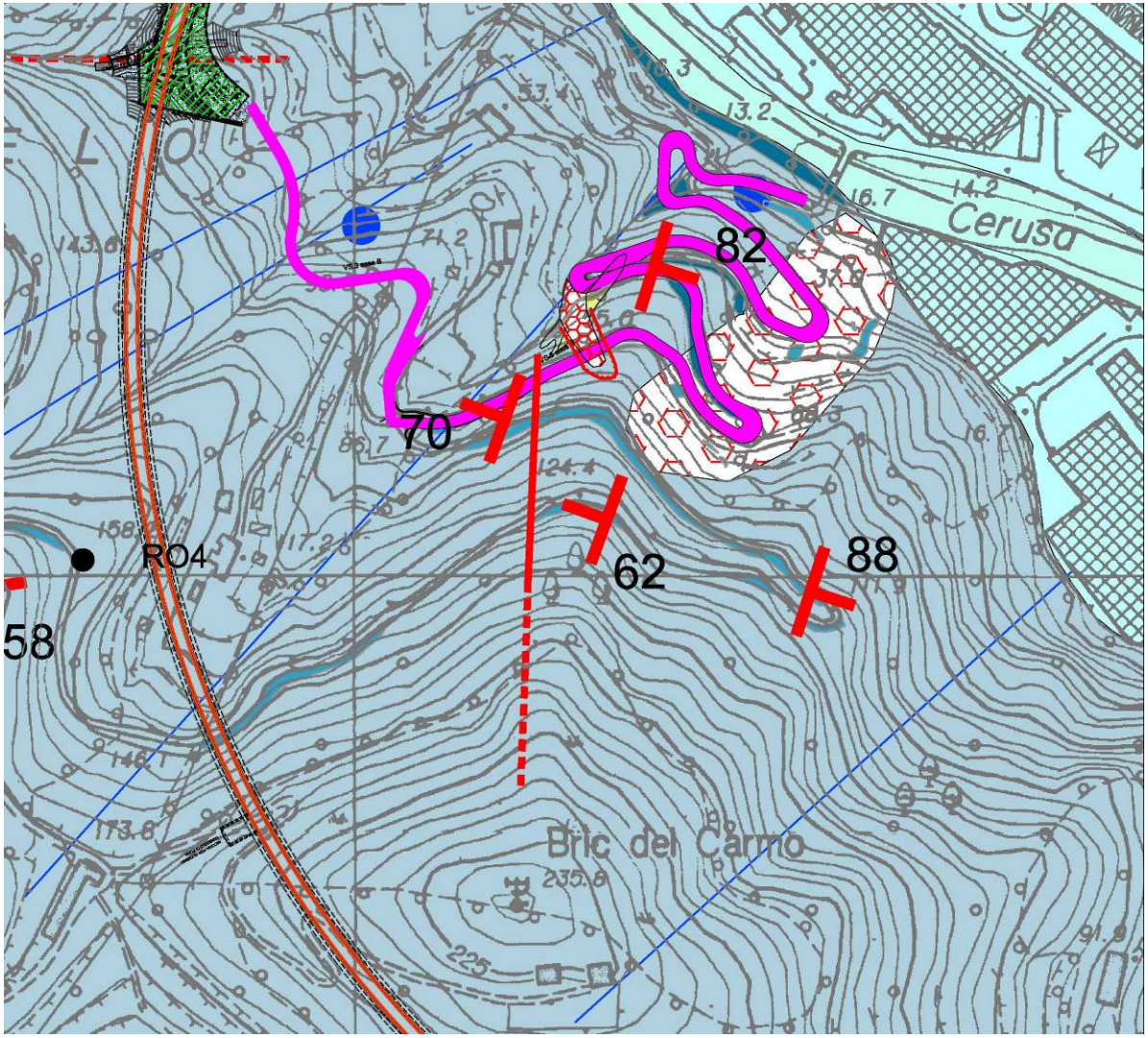
Torrente S. Pietro (P.d.B. approvato 30/07/2014 - ultima modifica 22/09/2014)

	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 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.?

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 faser 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 o 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?

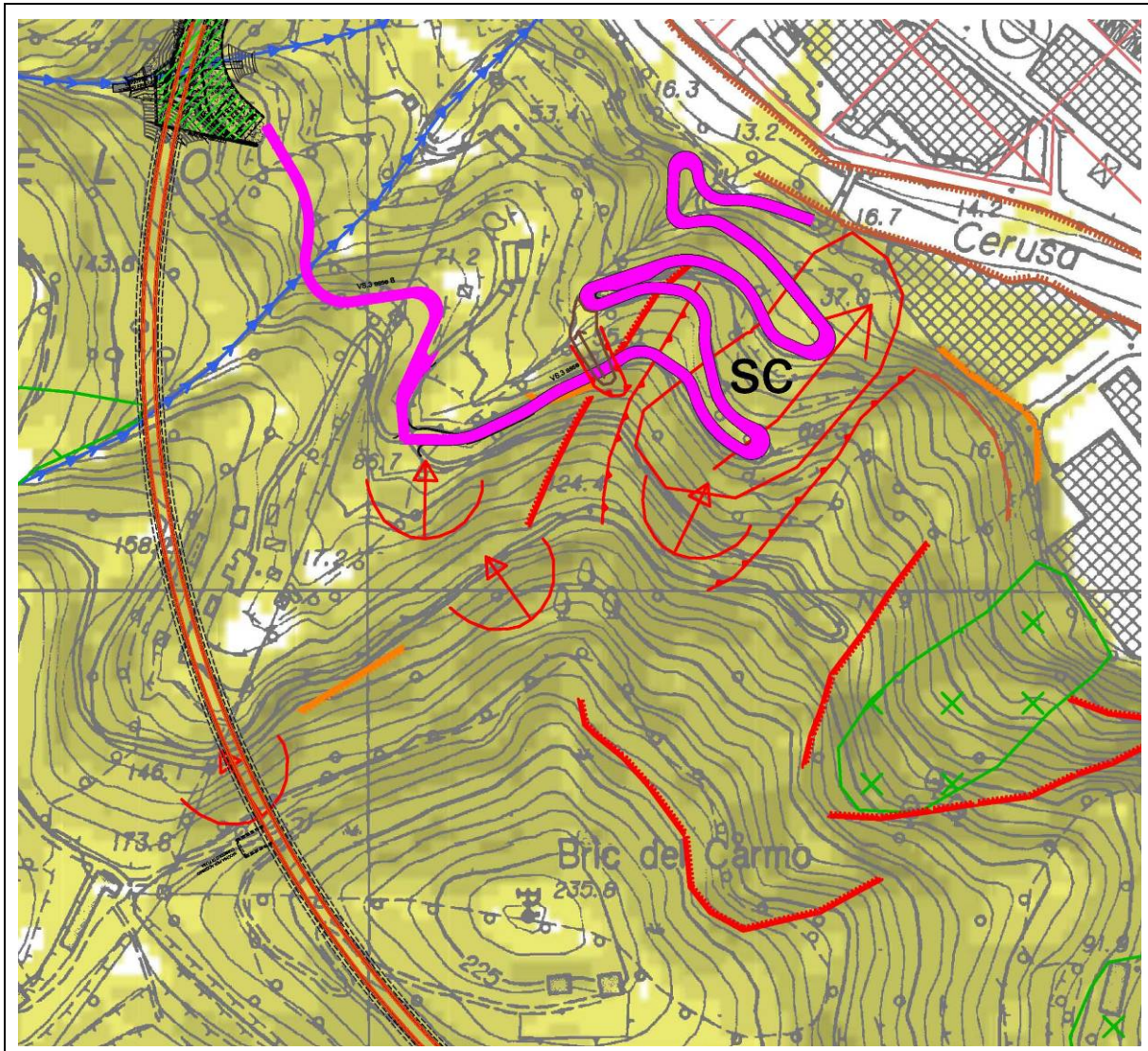
Lherzoliti del Monte Tobbio (LHP)
Lherzoliti (olivina + clinopirosseno + ortopirosseno + plagioclasio + spinello) gradualmente passanti a serpentinoscisti. Tessitura mantellica (granoblastica) spesso preservata, localmente con facies tettonitica. Locale presenza di filoni decimetrici di gabbro.

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 novembre 2015) - immagine non in scala



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

Orlo di scarpata di frana: a) attivo b) quiescente c) paleofrana

Corpo di frana attiva

Corpo di frana quiescente

Corpo di paleofrana

Corpo di frana stabilizzata

co - colamento
sc_pl - scorrimento o scivolamento planare
sc_rt - scorrimento o scivolamento rotazionale
cr - crollo
cpx - complessa

Area con franosità diffusa a) attiva b) quiescente

Detrito di versante

Fratture di tensione o trincee

Soliflusso

Frana non cartografabile

Lesioni su manufatti

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

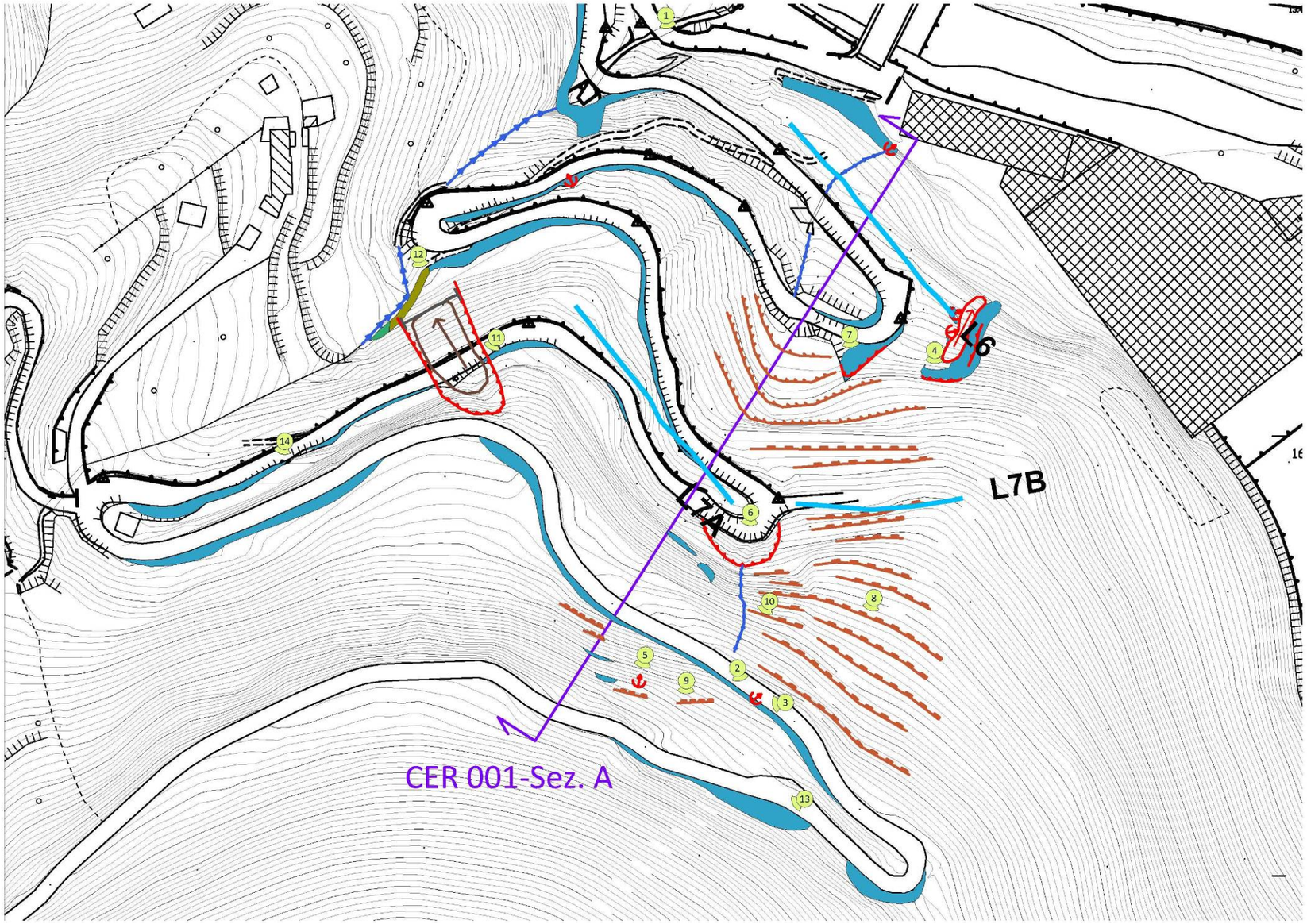
Erosione di sponda

Alveo in approfondimento

Solco di erosione concentrata

Area in erosione per ruscellamento diffuso

ALLEGATO 3 - Stralcio Carta geomorfologica scala 1:5000 (aggiornata novembre 2015) - immagine non in scala



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
  - cc - 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

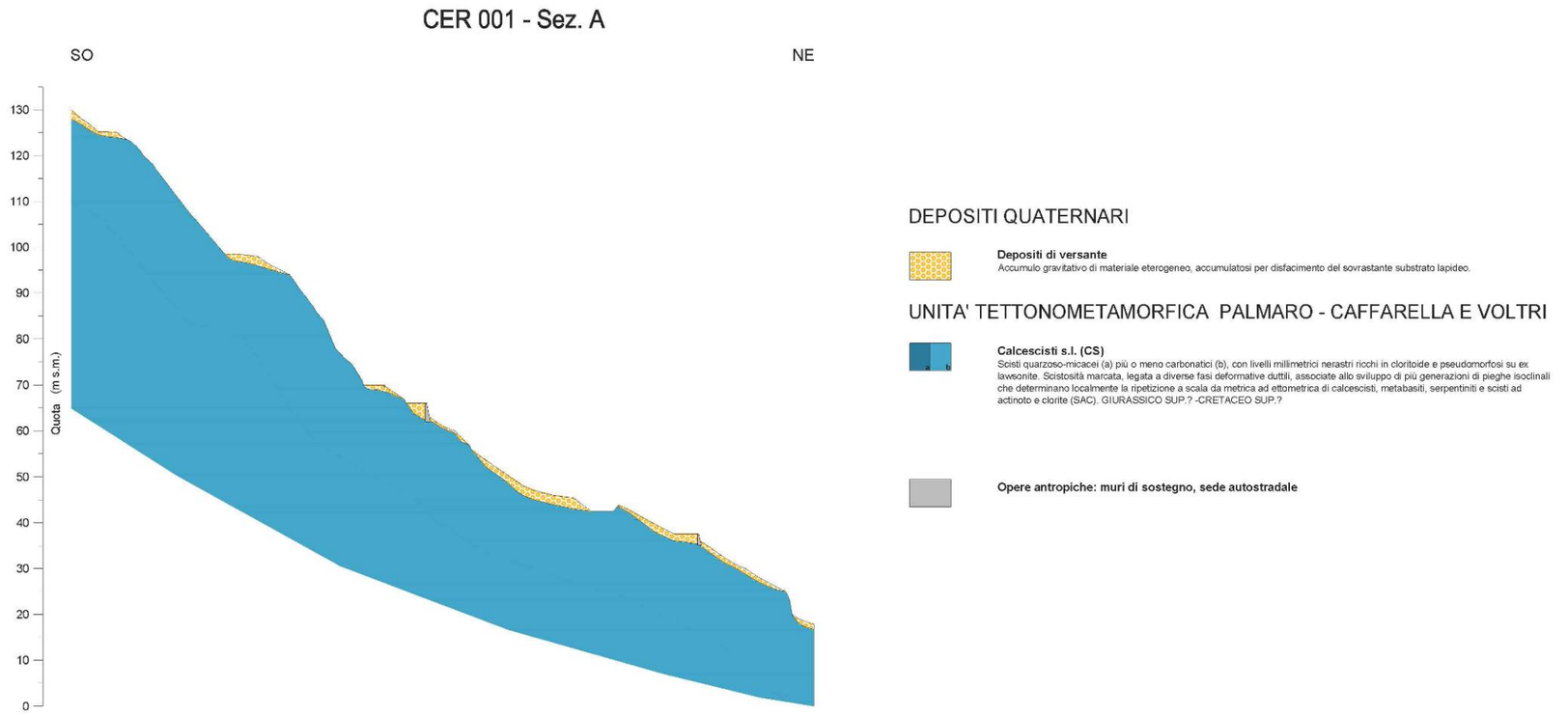
Forme e depositi dovuti allo scorrimento delle acque

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

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



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**
Viabilità secondaria VS.03	GEO0001 APE0001 APE2118÷2126 IDR1207÷1209 STD1012÷1016	Pg4	Presenza di diffusa franosità che interessa le coltri superficiali.	R04 Indagini geofisiche	Da back analysis, indagini e geomorfologia di dettaglio: coltre: da p.c a 1.0÷2.5m cappellaccio: da 1.0÷2.5m a 10÷15m substrato: da 10÷15m in poi	A- Paratie di micropali tirantate su più livelli. B- Muri di sostegno prefabbricati. C- Regimazione idraulica della piattaforma stradale.	Interferometria

ALLEGATO 6 – Scheda di sintesi

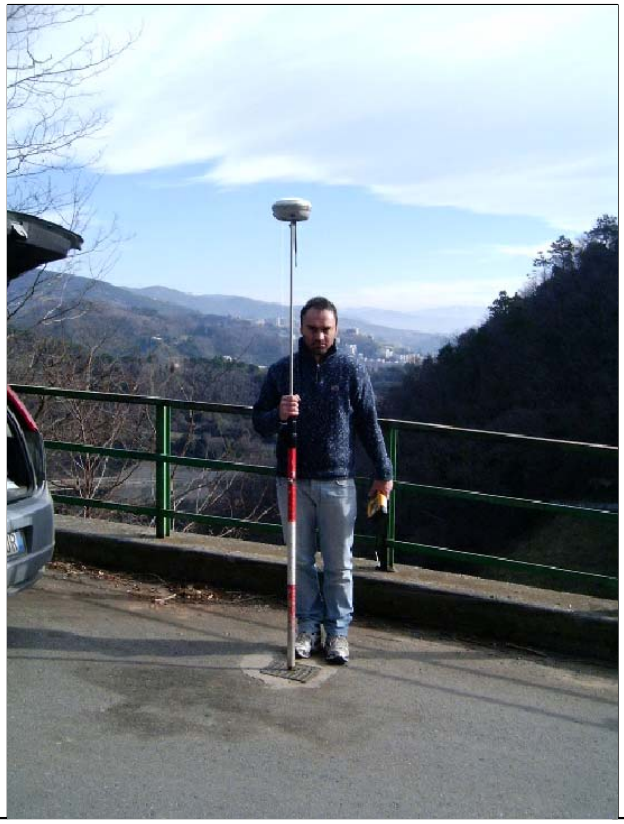
ALLEGATO 7 - Stratigrafie sondaggi e indagini geofisiche

GEOSERVICE s.r.l.

NODO STRADALE E AUTOSTRADALE DI GENOVA

LOTTO 8

Fotografia



PUNTO N° : RO4	data FEBBRAIO 2011

PROPRIETA' : Strada Comunale

Comune di GENOVA (GE)

COORDINATE ETRF2000

Longitudine	Latitudine
8°44'01,15666"	44°25'52.50278"

Quota ellissoidica (piano di campagna) = 203.678

COORDINATE GAUSS BOAGA

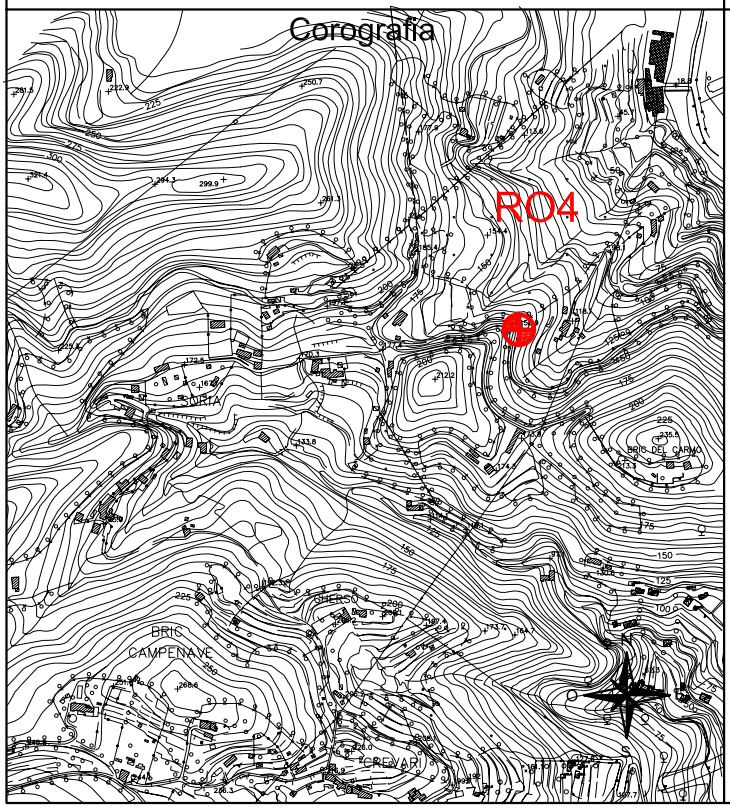
Est	Nord
1478827.817	4919826.619

Quota ortometrica (piano di campagna) = 158.218

COORDINATE RETTILINEE

Nord = 16067.845 Est = 46244.988

Corografia



VERTICI COLLEGATI

R01

R06

R03

R86

R05

Realizzazione: terramap

scouting, surveying & geodesy - Novi Ligure (AL)

Committente: spea autostrade | ingegneria europea

Committente: Spea Ingegneria Europea	Sondaggio: RO4
Riferimento: Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Lotto 8	Data: dal 25/10 al 06/11/2010
Coordinate: (Gauss-Boaga) Nord 4919826,619 m Est 1478827,817 m	Quota: 158,218 m s.l.m.
Perforazione: carotaggio continuo	

LEGENDA STRATIGRAFIA

ø mm	R v	A r s	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	Prel. % 0 --- 100	RQD % 0 --- 100	Lugeon m/sec	Dilatom. kPa	prof. m	Tipo Giunto	Incl. *	Durez.	JRC	Tipo Riempimento	Spess. mm	R.C. m	RC G kg/cm²	RC C kg/cm²	prof. m	DESCRIZIONE
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23

1) Diametro del foro / Tipo di carotiere
2) Rivestimento
3) Profondità dell'acqua (rinvenimento e stabilizzazione)
4) Piezometri
5) Scala metrica con limiti delle battute (>)
6) Simbolo litologico
7) Campioni (numero, tipo, profondità testa e scarpa)
8) Percentuale di prelievo (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
9) Percentuale R.Q.D. (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
10) Prova Lugeon
11) Prova Dilatometrica
12) Profondità delle misure
13) Tipo di giunto
14) Inclinazione del giunto dall'asse della perforazione
15) Durezza delle pareti del giunto
16) Rugosità delle pareti del giunto (JRC)
17) Tipo di riempimento
18) Spessore del riempimento
19) Resistenza a compressione - profondità della misura
20) Resistenza a compressione perpendicolare al giunto
21) Resistenza a compressione perpendicolare alla carota
22) Profondità della base dello strato (m)
23) Descrizione della litologia dello strato

Tubo aperto	*Casagrande*
tubo cieco	*tubo cieco*
finestrato	*cella drenaggio cementazione*

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

FRT = Frattura
FGL = Faglia
STR = Piano di strato
SCT = Piano di scistosità

1 = Scalfibile con l'unghia
2 = Scalfibile con punta d'acciaio
3 = Appena scalfibile con punta d'acciaio

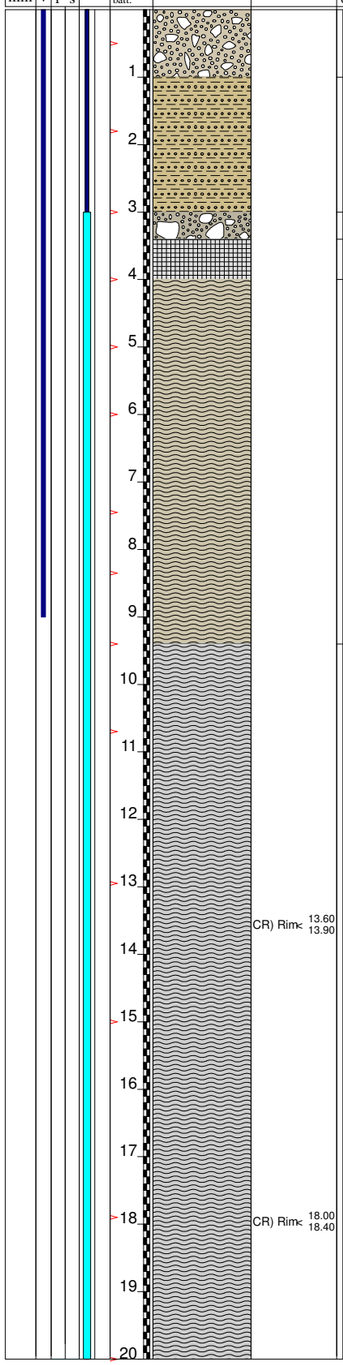
STRATIGRAFIA - RO4

GEOSERVICE s.r.l.
STUDI GEOLOGICI - CONSULENZA GEOTECNICA - CONSOLIDAMENTI

SCALA 1 :90

Pagina 1/5

Committente: Spea Ingegneria Europea	Sondaggio: RO4
Riferimento: Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Lotto 8	Data: dal 25/10 al 06/11/2010
Coordinate: (Gauss-Boaga) Nord 4919826,619 m Est 1478827,817 m	Quota: 158,218 m s.l.m.
Perforazione: carotaggio continuo	



ø mm	Rv	Ar	As	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	Prel. % 0 --- 100	RQD % 0 --- 100	Lugeon m/sec	Dilatom. kPa	prof. m	Tipo Giunto	Incl. °	Durez.	JRC	Tipo Riempimento	Spess. mm	R.C. m	RC G kg/cm²	RC C kg/cm²	prof. m	DESCRIZIONE
																						1.0	Massicciata stradale costituita da clasti millimetrici e centimetrici (diam. max 3-4 cm) da spigolosi a sub-arrotondati poligenici in sabbia limosa di colore avana. Rari blocchi pluricentimetrici spigolosi.
																						3.0	Sabbia limosa di colore marrone-ocra con inglobati sparsi clasti millimetrici e centimetrici (diam. max 5 cm) spigolosi e sub-angolari poligenici.
																						3.4	Clasti millimetrici e centimetrici (diam. max 3-4 cm) spigolosi di natura scistosa in matrice limoso-sabbiosa di colore avana-grigiastro.
																						4.0	Calcestruzzo di colore grigio.
																							Micascisto di colore grigio scuro fortemente frantumato e alterato, facilmente sfaldabile con sparse porzioni centimetriche ossidate di colore ocra-ruggine, marrone-rossiccio, grigio verdognolo e marrone scuro-nerastro.
																						9.4	Calcescisto di colore grigio da poco a mediamente fratturato fatta eccezione per sporadici livelli pluricentimetrici frantumati e alterati. Presenti locali superfici ossidate di colore ocra-ruggine, marrone scuro-nerastro, grigio-verdastro e marrone rossiccio. Presenti venature e sacche millimetriche e centimetriche biancastre di calcite. Le fratture presentano in prevalenza un angolazione compresa tra i 30° e i 70°.

STRATIGRAFIA - RO4

GEOSERVICE s.r.l.
STUDI GEOLOGICI - CONSULENZA GEOTECNICA - CONSOLIDAMENTI

SCALA 1 :90

Pagina 2/5

Committente: Spea Ingegneria Europea	Sondaggio: RO4
Riferimento: Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Lotto 8	Data: dal 25/10 al 06/11/2010
Coordinate: (Gauss-Boaga) Nord 4919826,619 m Est 1478827,817 m	Quota: 158,218 m s.l.m.
Perforazione: carotaggio continuo	

ø mm	Rv	Ar	As	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	Prel. % 0 --- 100	RQD % 0 --- 100	Lugeon m/sec	Dilatom. kPa	prof. m	Tipo Giunto	Incl. °	Durez.	JRC	Tipo Riempimento	Spess. mm	R.C. m	RC G kg/cm²	RC C kg/cm²	prof. m	DESCRIZIONE
					21		CR) Rim< 21.50 21.85																Calcescisto di colore grigio da poco a mediamente fratturato fatta eccezione per sporadici livelli pluricentimetrici frantumati e alterati. Presenti locali superfici ossidate di colore ocra-ruggine, marrone scuro-nerastro, grigio-verdastro e marrone rossiccio. Presenti venature e sacche millimetriche e centimetriche biancastre di calcite. Le fratture presentano in prevalenza un angolazione compresa tra i 30° e i 70°.
					22																		
					23																		
					24																		
					25																		
					26																		
					27		CR) Rim< 26.50 26.90																
					28																		
					29																		
					30																		
					31																		
					32		CR) Rim< 31.40 31.70																
					33																		
					34																		
					35																		
					36																		
					37		CR) Rim< 37.00 37.40																
					38																		
					39																		
					40																		

STRATIGRAFIA - RO4

GEOSERVICE s.r.l.
STUDI GEOLOGICI - CONSULENZA GEOTECNICA - CONSOLIDAMENTI

SCALA 1 :90

Pagina 3/5

Committente: Spea Ingegneria Europea	Sondaggio: RO4
Riferimento: Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Lotto 8	Data: dal 25/10 al 06/11/2010
Coordinate: (Gauss-Boaga) Nord 4919826,619 m Est 1478827,817 m	Quota: 158,218 m s.l.m.
Perforazione: carotaggio continuo	

ø mm	Rv	Ar	As	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	Prel. % 0 --- 100	RQD % 0 --- 100	Lugeon m/sec	Dilatom. kPa	prof. m	Tipo Giunto	Incl. °	Durez.	JRC	Tipo Riempimento	Spess. mm	R.C. m	RC G kg/cm²	RC C kg/cm²	prof. m	DESCRIZIONE
					41																		Calcescisto di colore grigio da poco a mediamente fratturato fatta eccezione per sporadici livelli pluricentimetrici frantumati e alterati. Presenti locali superfici ossidate di colore ocra-ruggine, marrone scuro-nerastro, grigio-verdastro e marrone rossiccio. Presenti venature e sacche millimetriche e centimetriche biancastre di calcite. Le fratture presentano in prevalenza un angolazione compresa tra i 30° e i 70°.
					42																		
					43																		
					44																		
					45																		
					46																		
					47																		
					48		CR) Rim< 47.70 47.95																
					49																		
					50																		
					51																		
					52		CR) Rim< 52.30 52.70																
					53																		
					54																		
					55																		
					56																		
					57																		
					58																		
					59		CR) Rim< 59.50 60.00																
					60															60.0	34	40	

STRATIGRAFIA - RO4

GEOSERVICE s.r.l.
STUDI GEOLOGICI - CONSULENZA GEOTECNICA - CONSOLIDAMENTI

SCALA 1 :90

Pagina 4/5

Committente: Spea Ingegneria Europea	Sondaggio: RO4
Riferimento: Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Lotto 8	Data: dal 25/10 al 06/11/2010
Coordinate: (Gauss-Boaga) Nord 4919826,619 m Est 1478827,817 m	Quota: 158,218 m s.l.m.
Perforazione: carotaggio continuo	

ø mm	Rv	Ar	As	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	Prel. % 0 --- 100	RQD % 0 --- 100	Lugeon m/sec	Dilatom. kPa	prof. m	Tipo Giunto	Incl. °	Durez.	JRC	Tipo Riempimento	Spess. mm	R.C. m	RC G kg/cm²	RC C kg/cm²	prof. m	DESCRIZIONE
												60.1	FRT	0	2	6		5					Calcescisto di colore grigio da poco a mediamente fratturato fatta eccezione per sporadici livelli pluricentimetrici frantumati e alterati. Presenti locali superfici ossidate di colore ocra-ruggine, marrone scuro-nerastro, grigio-verdastro e marrone rossiccio. Presenti venature e sacche millimetriche e centimetriche biancastre di calcite. Le fratture presentano in prevalenza un angolazione compresa tra i 30° e i 70°.
												60.6	FRT	0	2	6		5					
					61							61.4	FRT	0	2	6		5					
												61.8	SCT	45	2	6		5					
					62					3.39E-07		62.2	SCT	20	2	6		5	62.0	29	36		
												62.8	FRT	0	2	8		20					
					63		CR) Rim< 63.00 63.40					63.6	SCT	20	2	6		20					
												63.8	FRT	0	2	6		20					
					64							64.2	SCT	20	2	8		10					
												64.6	FRT	0	2	6		5					
												64.8	FRT	0	2	6		10					
					65							65.2	FRT	30	2	6		10	65.0	22	36		
												65.7	SCT	45	2	6		5					
					66							66.4	FRT	0	2	8		10					
					67		CR) Rim< 66.40 66.70					67.3	FRT	0	2	8		9					
												67.5	FRT	0	2	6		5					
												67.7	SCT	45	2	8		10					
					68							67.9	FRT	45	2	8		10					
												68.1	SCT	30	2	8		10					
												68.3	SCT	30	2	8		10					
												68.6	SCT	30	2	8		10					
												68.8	SCT	30	2	8		10					
					69							69.3	STR	0	2	8		2	69.0	35	40	69.5	
					70							70.3	STR	0	2	6		5					Serpentinoscisto di colore grigio scuro nerastro, prevalentemente alterato e ossidato di colore grigio chiaro e celeste verdognolo.
							CR) Rim< 70.40 70.80																
					71																		
					72																		
					73																		
					74																	74.5	
					75							75.5	FRT	0	2	8		10					Calcescisto di colore grigio da mediamente fratturato a molto fratturato, frantumato e localmente alterato. Locali venature e sacche millimetriche e centimetriche di colore biancastro di calcite. Le fratture presentano in prevalenza un angolazione compresa tra i 30° e i 70°. Da 70,0 m a 75,0 m gli spezzoni di carota si presentano teneri al tatto con foliazione sub-verticale. Da 75,0 m a 80,0 m foliazione orizzontale e singoli letti millimetrici e centimetrici con micropieghe.
												75.8	SCT	10	2	8		10					
					76		CR) Rim< 76.10 76.30					76.2	FRT	0	2	14		5					
												76.4	FRT	0	2	14		5					
					77																		
												77.7	FRT	0	2	10		10					
					78					4.70E-07													
												78.6	FRT	45	2	8		10					
					79																		
					80														80.0	40	40		

STRATIGRAFIA - RO4

GEOSERVICE s.r.l. STUDI GEOLOGICI - CONSULENZA GEOTECNICA - CONSOLIDAMENTI

SCALA 1 :90

Pagina 5/5

Committente: Spea Ingegneria Europea	Sondaggio: RO4
Riferimento: Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Lotto 8	Data: dal 25/10 al 06/11/2010
Coordinate: (Gauss-Boaga) Nord 4919826,619 m Est 1478827,817 m	Quota: 158,218 m s.l.m.
Perforazione: carotaggio continuo	

ø mm	Rv	Ar	As	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	Prel. % 0 --- 100	RQD % 0 --- 100	Lugeon m/sec	Dilatom. kPa	prof. m	Tipo Giunto	Incl. °	Durez.	JRC	Tipo Riempimento	Spess. mm	R.C. m	RC G kg/cm²	RC C kg/cm²	prof. m	DESCRIZIONE
101					81																		Calcescisto di colore grigio da mediamente fratturato a molto fratturato, frantumato e localmente alterato. Locali venature e sacche millimetriche e centimetriche di colore biancastro di calcite. Le fratture presentano in prevalenza un angolazione compresa tra i 30° e i 70°. Da 70,0 m a 75,0 m gli spezzoni di carota si presentano teneri al tatto con foliazione sub-verticale. Da 75,0 m a 80,0 m foliazione orizzontale e singoli letti millimetrici e centimetrici con micropieghe.
					82		CR) Rim< 82.50 82.70					82.7	SCT	45	2	8		10					
					83							82.9	FRT	20	2	8		10	83.0	28	42		
					84																		
					85							85.3	FRT	20	2	10		10	85.0	22	28		
												85.6	SCT	60	2	10		10					
					86																		
					87		CR) Rim< 86.60 87.00												87.0	36	40		
					88						20911												
												88.5	FRT	45	2	10		10					
					89							88.7	FRT	45	2	10		10					
					90														90.0	32	36	90.0	

note:
Il materiale prelevato nel corso del sondaggio è stato conservato in 18 cassette catalogatrici.
Macchina operatrice: CMV MK 800 su trattore Landini.
Operatore: Giulio D'Ascenzo (Operaio qualificato).
Assistente: Mario Di Berardo (Operaio qualificato).
Assistente geologico di cantiere: dr. geol. Franco Tesone.
Carotiere e corona: La perforazione è stata eseguita a carotaggio continuo con carotiere semplice del diametro di 101 mm e lunghezza 3,0 m con corona in widia, da p.c. a 3,4 m. Carotiere doppio T6 con corona diamantata da 9,4 m a 90,0 m.
Rivestimento provvisorio: tubi di diametro 127 mm e lunghezza 1,5 m, da p.c. a 9,0 m.
Fluidi di circolazione: la perforazione è avvenuta a secco, l'immissione di acqua è avvenuta solo per la perforazione con carotiere doppio e per favorire la penetrazione del rivestimento provvisorio.
Installato tubo piezometrico a tubo aperto da p.c. a 90,0 m.
La sommità del foro è protetta da un pozzetto carrabile in ghisa.

Rilievo del livello dell'acqua nel corso della perforazione

Giorno	29/10/10																
Ora	8.00																
Livello dell'acqua (m)	44.50																
Prof. perforazione(m)	49.20																
Prof. rivestimento(m)	9.00																

RILIEVO GEOMECCANICO sondaggi
Scheda di rilievo R04

Committente	*Spea Ingegneria Europea*
Commessa	*Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Lotto 8*
Località	*Via alla Brigna - Genova (GE)*
Data	*dal 25/10 al 06/11/2010*
Sondaggio	*RO4*
geomeccanico	*carotaggio continuo*



Condizioni generali dell'ammasso roccioso

Giacitura sondaggio	*[°]*		
Coordinate sondaggio Gauss-Boaga		*4919826,619 m*	*1478827,817 m*
Profondità tratto rilevato	*[da m a m]*	*60.00*	90.00

Resistenza a compressione monoassiale del materiale roccia	*[MPa]*	*50*
Intercetta verticale delle discontinuità	*[cm]*	*15*
Numero di discontinuità per metro cubo d'ammasso - J_v	*[n°/m³]*	*20*

Note su eventi di rilievo

	Acqua in press.	*Acqua perdita*	*Gas in press.*	*Gas bolle*	*oli tracce*
[m]					
[m]					
[m]					
[m]					
[m]					

Litologia e descrizione geologica generale

Da 60 m a 90 m dal p.c. è presente calcescisto di colore grigio da poco a molto fratturato e frantumato con locali mediamente superfici alterate ed ossidate di colore ocra-ruggine, marrone scuro-nerastro, grigio-verdastro e marrone rossiccio. Da 69,5 m a 74,5 m intercalato serpentinoscisto di colore grigio scuro nerastro prevalentemente alterato ed ossidato di colore grigio chiaro e celeste verdognolo.

*Definizione delle componenti **lito** logiche negli ammassi complessi:*									
	lito1	conglomerato		arenaria		siltite		argillite	
	lito2	conglomerato		arenaria		siltite		argillite	
	%di lito 2 sul totale dell'ammasso								

Sondaggio rilievo geomeccanico: RO4

Fotografia carote	litologia	RQD	n° discont.	QUOTA giunto rispetto P.C.	INCLIN.	L SPEZZ. INTEGRO (sopra al giunto considerato)	Apertura	scabrezza		JRC	Riemp.	alterazione		
(-)	(-)	(%)		(m)	(°)	(m)	**A** se = 0 mm	clas	Jr	Barton	**R** =rigido, granul.	clas	Ja	**1** fresca
							B se < 0.1							**2** leggera alteraz.
							C se 0.1 -1				**P** = plast, coesivo			**3** media alt. (<50%)
							D se 1 - 5							**4** intensa alt. (>50%)
							E se > 5							**5** totalmente alteraz.
	Calcescisto di colore grigio da poco a mediamente fratturato	90	1	60.10	0	0.10	C	B	3	6	R	C	2.00	2
			2	60.60	0	0.35	C	C	2	6	R	C	2.00	2
		90	3	61.40	0	0.20	D	C	2	6	R	C	2.00	2
			4	61.80	45	0.15	C	B	3	6	R	C	2.00	3
		90	5	62.20	20	0.30	C	B	3	6	R	C	2.00	2
			6	62.75	0	0.10	D	B	3	8	R	C	2.00	3
		90	7	63.55	20	0.15	C	C	2	6	R	C	2.00	2
			8	63.80	0	0.20	D	B	3	6	R	C	2.00	2
		90	9	64.15	20	0.25	B	C	2	8	R	C	2.00	2
			10	64.55	0	0.15	C	B	3	6	R	C	2.00	3
	Calcescisto di colore grigio da poco a mediamente fratturato	80	11	65.20	30	0.35	C	C	2	6	R	C	2.00	2
			12	65.60	45	0.15	C	B	3	6	R	C	2.00	2
		90	13	66.40	0	0.35	D	B	3	8	R	C	2.00	2
		60	14	67.30	0	0.10	C	B	3	8	R	C	2.00	2
			15	67.70	45	0.10	E	B	3	6	R	C	2.00	2
		60	16	68.10	30	0.20	D	B	3	8	R	C	2.00	3
			17	68.55	30	0.10	D	B	3	8	R	C	2.00	3
		30	18	69.30	0		E	B	3	8	R	C	2.00	3



Serpentinoscisto di colore grigio scuro nerastro, prevalentemente alterato e ossidato di colore grigio chiaro e celeste verdognolo.	50	19	70.25	0	0.05	E	B	3	6	R	O	10.00	4
	50												
	20												
	40												
	20												



Calcescisto di colore grigio da poco a mediamente fratturato	50	20	75.50	0	0.10	E	B	3	8	R	C	2.00	2
	60	21	75.70	10	0.15	D	B	3	8	R	C	2.00	2
		22	76.15	0	0.20	E	B	3	14	R	C	2.00	2
		23	76.35	0	0.10	D	B	3	14	R	C	2.00	2
	20	24	77.65	0	0.15	E	B	3	10	R	C	2.00	2
	20	25	78.60	45	0.10	E	B	3	8	R	C	2.00	2
	0												



Calcescisto di colore grigio da poco a mediamente fratturato	20												
	0												
	40												
	40												
	10												



Calcescisto di colore grigio da poco a mediamente fratturato	40	26	85.30	20	0.30	C	B	3	10	R	C	2.00	2
		27	85.60	60	0.10	C	B	3	10	R	C	2.00	2
	50												
	30												
	30	28	88.50	45	0.10	C	B	3	10	R	C	2.00	2
		29	88.70	45	0.15	C	B	3	10	R	C	2.00	2
	30												

GEOSERVICE s.r.l.
STUDI GEOLOGICI - CONSULENZA GEOTECNICA - MISURE E MONITORAGGI
Via provinciale per Belmonte del Sannio s.c. - 86081 Agnone (IS)
tel. 086578831 fax 0865779986 - e-mail: info@geoservice-srl.it
www.geoservice-srl.it

Riferimento: Nodo autostradale di Genova Gronda di Ponente - Lotto 8

Committente: spea autostrade ingegneria europea

Perforazione: carotaggio continuo

Data d'installazione: 06/11/2010

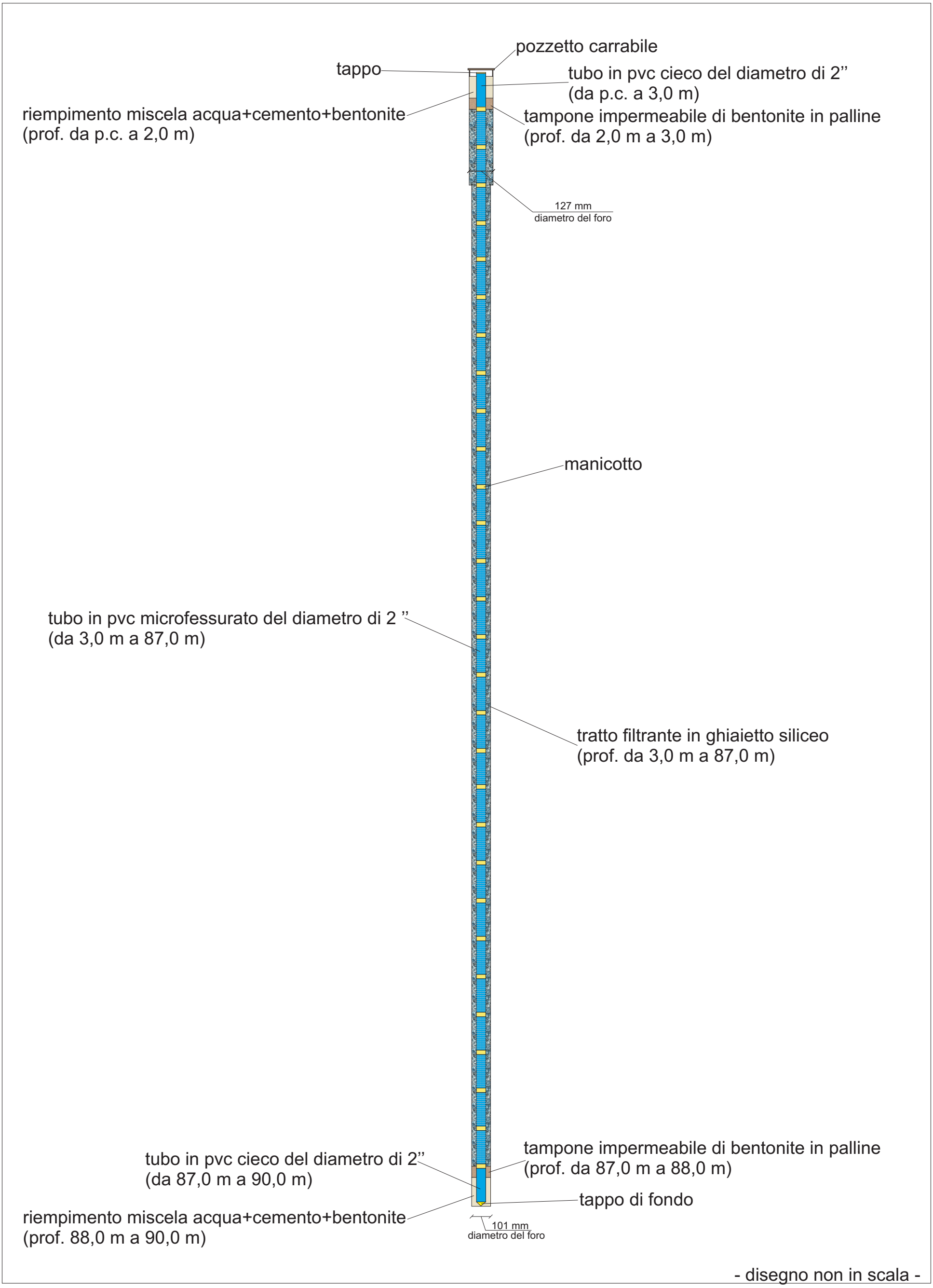
Codice Strumento: RO4

Tipologia Strumento: piezometro a tubo aperto

Profondità: 90,00 m dal p.c.

Località: Via alla Brigna - Genova

Coordinate: vedi stratigrafia



- disegno non in scala -

GEOSERVICE S.P. per Belmonte del Sannio, sc Agnone (IS) 86081	Cantiere: **Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Lotto 8**	Committenza: spea autostrade ingegneria europea

Denominazione sondaggio:	**RO4**	Profondità sondaggio	**90 m**	Data	**25-26-27/10/2010 e 02-03-04-05-06/11/2010**

Coordinate del sondaggio	Macchina per perforazione	Modalità di perforazione
vedi monografia		
vedi monografia	**CMV MK 800 su trattore Landini**	**carotaggio continuo**

Numero cassette catalogatrici	Numero fotografie	Operatore
18	**19**	**Dr.Geol. Alessandra Massarenti**



FOTO 1 (profondità 0,0-5,0 metri) Cassetta n°1



FOTO 2 (profondità 5,0-10,0 metri) Cassetta n°2

GEOSERVICE S.P. per Belmonte del Sannio, sc Agnone (IS) 86081	Cantiere: **Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Lotto 8**	Committenza: spea autostrade ingegneria europea

Denominazione sondaggio:	**RO4**	Profondità sondaggio	**90 m**	Data	**25-26-27/10/2010 e 02-03-04-05-06/11/2010**

Coordinate del sondaggio	Macchina per perforazione	Modalità di perforazione
vedi monografia		
vedi monografia	**CMV MK 800 su trattore Landini**	**carotaggio continuo**

Numero cassette catalogatrici	Numero fotografie	Operatore
18	**19**	**Dr.Geol. Alessandra Massarenti**



FOTO 3 (profondità 10,0-15,0 metri) Cassetta n°3



FOTO 4 (profondità 15,0-20,0 metri) Cassetta n°4

GEOSERVICE S.P. per Belmonte del Sannio, sc Agnone (IS) 86081	Cantiere: **Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Lotto 8**	Committenza: spea autostrade ingegneria europea

Denominazione sondaggio:	**RO4**	Profondità sondaggio	**90 m**	Data	**25-26-27/10/2010 e 02-03-04-05-06/11/2010**

Coordinate del sondaggio	Macchina per perforazione	Modalità di perforazione
vedi monografia		
vedi monografia	**CMV MK 800 su trattore Landini**	**carotaggio continuo**

Numero cassette catalogatrici	Numero fotografie	Operatore
18	**19**	**Dr.Geol. Alessandra Massarenti**



FOTO 5 (profondità 20,0-25,0 metri) Cassetta n°5



FOTO 6 (profondità 25,0-30,0 metri) Cassetta n°6

GEOSERVICE S.P. per Belmonte del Sannio, sc Agnone (IS) 86081	Cantiere: **Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Lotto 8**	Committenza: spea autostrade ingegneria europea

Denominazione sondaggio:	**RO4**	Profondità sondaggio	**90 m**	Data	**25-26-27/10/2010 e 02-03-04-05-06/11/2010**

Coordinate del sondaggio	Macchina per perforazione	Modalità di perforazione
vedi monografia		
vedi monografia	**CMV MK 800 su trattore Landini**	**carotaggio continuo**

Numero cassette catalogatrici	Numero fotografie	Operatore
18	**19**	**Dr.Geol. Alessandra Massarenti**



FOTO 7 (profondità 30,0-35,0 metri) Cassetta n°7



FOTO 8 (profondità 35,0-40,0 metri) Cassetta n°8

GEOSERVICE S.P. per Belmonte del Sannio, sc Agnone (IS) 86081	Cantiere: **Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Lotto 8**	Committenza: spea autostrade ingegneria europea

Denominazione sondaggio:	**RO4**	Profondità sondaggio	**90 m**	Data	**25-26-27/10/2010 e 02-03-04-05-06/11/2010**

Coordinate del sondaggio	Macchina per perforazione	Modalità di perforazione
vedi monografia		
vedi monografia	**CMV MK 800 su trattore Landini**	**carotaggio continuo**

Numero cassette catalogatrici	Numero fotografie	Operatore
18	**19**	**Dr.Geol. Alessandra Massarenti**



FOTO 9 (profondità 40,0-45,0 metri) Cassetta n°9



FOTO 10 (profondità 45,0-50,0 metri) Cassetta n°10

GEOSERVICE S.P. per Belmonte del Sannio, sc Agnone (IS) 86081	Cantiere: **Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Lotto 8**	Committenza: spea autostrade ingegneria europea

Denominazione sondaggio:	**RO4**	Profondità sondaggio	**90 m**	Data	**25-26-27/10/2010 e 02-03-04-05-06/11/2010**

Coordinate del sondaggio	Macchina per perforazione	Modalità di perforazione
vedi monografia	**CMV MK 800 su trattore Landini**	**carotaggio continuo**
vedi monografia		

Numero cassette catalogatrici	Numero fotografie	Operatore
18	**19**	**Dr.Geol. Alessandra Massarenti**



FOTO 11 (profondità 50,0-55,0 metri) Cassetta n°11



FOTO 12 (profondità 55,0-60,0 metri) Cassetta n°12

GEOSERVICE S.r.l. STUDIO GEOLOGICO - CONSULENZA GEOTECNICA - CONSOLIDAMENTI S.P. per Belmonte del Sannio, sc Agnone (IS) 86081	Cantiere: **Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Lotto 8**	Committenza: spea autostrade ingegneria europea

Denominazione sondaggio:	**RO4**	Profondità sondaggio	**90 m**	Data	**25-26-27/10/2010 e 02-03-04-05-06/11/2010**

Coordinate del sondaggio	Macchina per perforazione	Modalità di perforazione
vedi monografia		
vedi monografia	**CMV MK 800 su trattore Landini**	**carotaggio continuo**

Numero cassette catalogatrici	Numero fotografie	Operatore
18	**19**	**Dr.Geol. Alessandra Massarenti**



FOTO 13 (profondità 60,0-65,0 metri) Cassetta n°13



FOTO 14 (profondità sondaggio 65,0-70,0 metri) Cassetta n°14

GEOSERVICE S.P. per Belmonte del Sannio, sc Agnone (IS) 86081	Cantiere: **Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Lotto 8**	Committenza: spea autostrade ingegneria europea

Denominazione sondaggio:	**RO4**	Profondità sondaggio	**90 m**	Data	**25-26-27/10/2010 e 02-03-04-05-06/11/2010**

Coordinate del sondaggio	Macchina per perforazione	Modalità di perforazione
vedi monografia		
vedi monografia	**CMV MK 800 su trattore Landini**	**carotaggio continuo**

Numero cassette catalogatrici	Numero fotografie	Operatore
18	**19**	**Dr.Geol. Alessandra Massarenti**

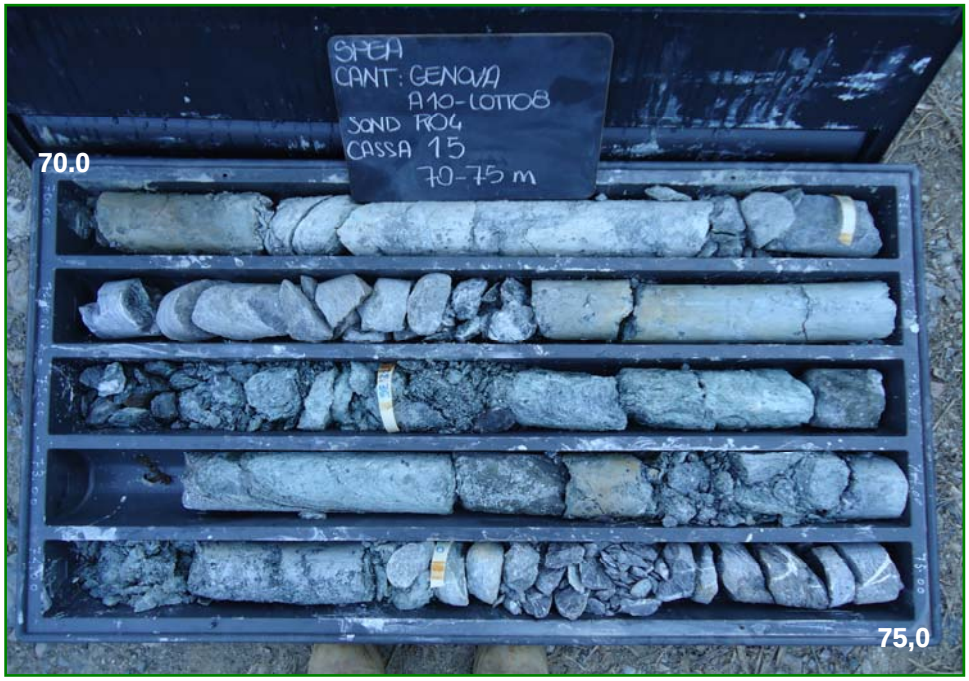


FOTO 15 (profondità 70,0-75,0 metri) Cassetta n°15



FOTO 16 (profondità 75,0-80,0 metri) Cassetta n°16

GEOSERVICE S.P. per Belmonte del Sannio, sc Agnone (IS) 86081	Cantiere: **Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Lotto 8**	Committenza: spea autostrade ingegneria europea

Denominazione sondaggio:	**RO4**	Profondità sondaggio	**90 m**	Data	**25-26-27/10/2010 e 02-03-04-05-06/11/2010**

Coordinate del sondaggio	Macchina per perforazione	Modalità di perforazione
vedi monografia		
vedi monografia	**CMV MK 800 su trattore Landini**	**carotaggio continuo**

Numero cassette catalogatrici	Numero fotografie	Operatore
18	**19**	**Dr.Geol. Alessandra Massarenti**



FOTO 17 (profondità 80,0-85,0 metri) Cassetta n°17



FOTO 18 (profondità 85,0-90,0 metri) Cassetta n°18

GEOSERVICE S.P. per Belmonte del Sannio, sc Agnone (IS) 86081	Cantiere: **Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente - Lotto 8**	Committenza: spea autostrade ingegneria europea

Denominazione sondaggio:	**RO4**	Profondità sondaggio	**90 m**	Data	**25-26-27/10/2010 e 02-03-04-05-06/11/2010**

Coordinate del sondaggio	Macchina per perforazione	Modalità di perforazione
vedi monografia		
vedi monografia	**CMV MK 800 su trattore Landini**	**carotaggio continuo**

Numero cassette catalogatrici	Numero fotografie	Operatore
18	**19**	**Dr.Geol. Alessandra Massarenti**



FOTO 19 (postazione sondaggio)

PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO

Tipo Lugeon

Cantiere:	Gronda di Ponente - Lotto 8
Località:	Via alla Brigna - Genova
Data:	30/10/2010

Sondaggio:		**RO4**
Tratto di prova:	da m	60.00
	a m	62.00

Lunghezza prova (m)	2.00
Diametro del foro (m)	0.101
Coefficiente di forma (m)	3.41

Falda (m):	44.50
Altezza man. dal p.c.	0.50
Perdita di carico (Mpa)	0.00
Carico idraulico (Mpa)	0.44

Pressione Prova (MPa)	Pressione Effettiva (MPa)	Tempi (min)	Lettura al Contatore (litri)	Litri assorbiti (litri)	Portata Unitaria (litri/min/mt)	portata (m^3/s)	Unità Lugeon (litri/m/min)	Permeabilità (m/s)
0.200	0.641	0	512	55	2.75	9.17E-05	4.2053	4.1083E-07
		2	523					
		4	536					
		6	545					
		10	567					
0.400	0.841	0	567	67	3.35	1.12E-04	3.9050	3.81491E-07
		2	584					
		4	603					
		10	634					
0.800	1.241	0	634	88	4.40	1.47E-04	3.4762	3.39599E-07
		2	657					
		4	679					
		10	722					
0.400	0.841	0	621	74	3.70	1.23E-04	4.3130	4.21348E-07
		2	638					
		4	657					
		10	695					
0.200	0.641	0	605	59	2.95	9.83E-05	4.5112	4.40708E-07
		2	619					
		4	638					
		10	664					

	UNITA' LUGEON	3.48
COEFFICIENTE DI PERMEABILITA'	$K = \frac{Q}{P} \times \frac{\Upsilon_W}{C}$	3.396E-07

dove:

Q=portata (m^3/s); P=pressione corretta (kPa);

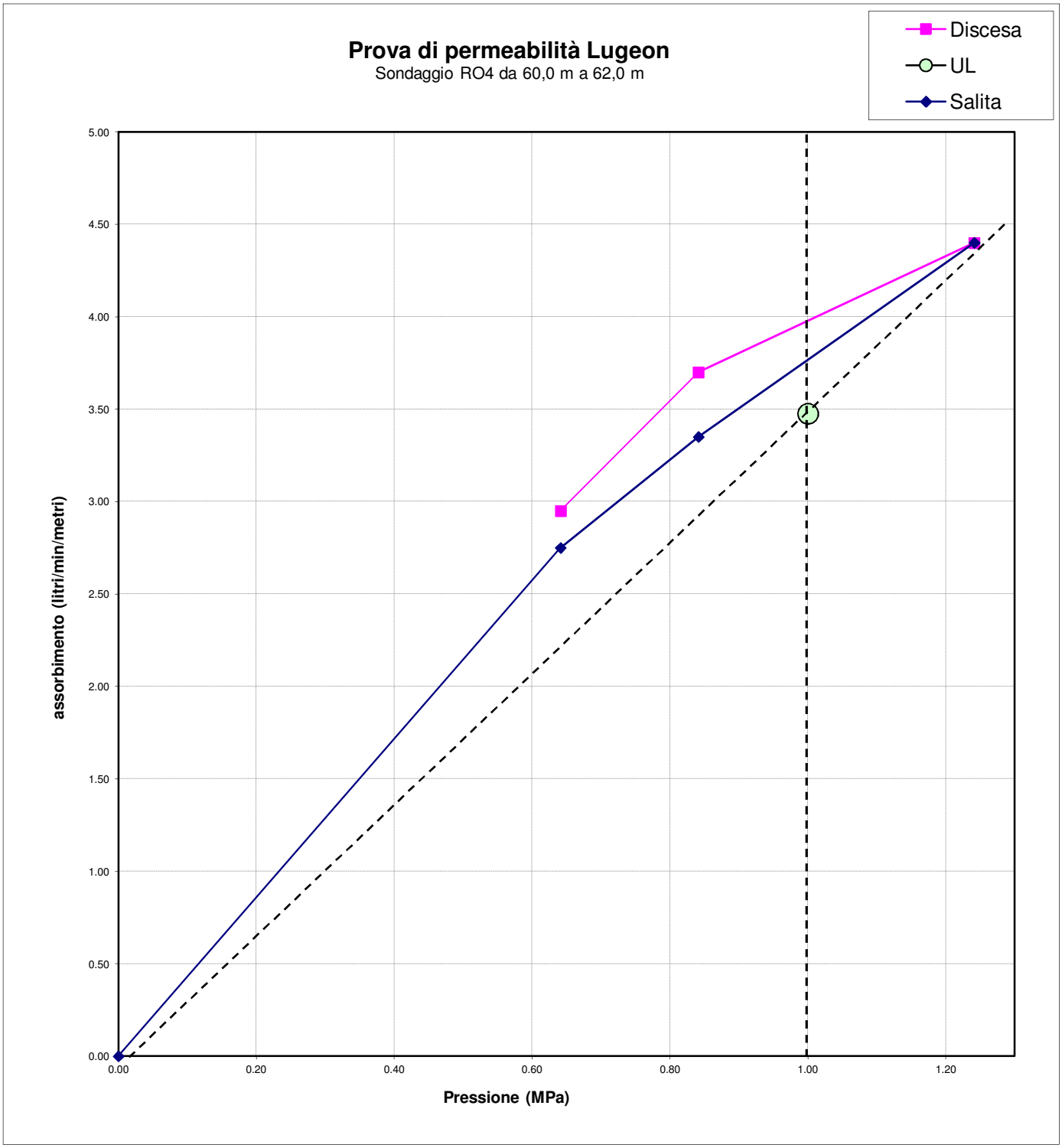
Υ_W=peso di volume acqua (kN/m^3); C=coefficiente di forma (m)

PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO

Tipo Lugeon

Cantiere:	Gronda di Ponente - Lotto 8
Località:	Via alla Brigna - Genova
Data:	30/10/2010

Sondaggio:		**RO4**
Tratto di prova:	da m	60.00
	a m	62.00



PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO

Tipo Lugeon

Cantiere:	Gronda di Ponente - Lotto 8
Località:	Via alla Brigna - Genova
Data:	05/11/2010

Sondaggio:		**RO4**
Tratto di prova:	da m	76.50
	a m	78.00

Lunghezza prova (m)	1.50
Diametro del foro (m)	0.101
Coefficiente di forma (m)	2.77

Falda (m):	44.50
Altezza man. dal p.c.	0.50
Perdita di carico (Mpa)	0.00
Carico idraulico (Mpa)	0.44

Pressione Prova (MPa)	Pressione Effettiva (MPa)	Tempi (min)	Lettura al Contatore (litri)	Litri assorbiti (litri)	Portata Unitaria (litri/min/mt)	portata (m^3/s)	Unità Lugeon (litri/m/min)	Permeabilità (m/s)
0.200	0.641	0	130	70	4.67	1.17E-04	7.1363	6.43186E-07
		2	144					
		4	158					
		6	173					
		10	200					
0.400	0.841	0	200	83	5.53	1.38E-04	6.4501	5.81335E-07
		2	219					
		4	239					
		10	283					
0.800	1.241	0	283	99	6.60	1.65E-04	5.2143	4.69957E-07
		2	304					
		4	331					
		10	382					
0.400	0.841	0	265	87	5.80	1.45E-04	6.7609	6.09351E-07
		2	289					
		4	310					
		10	352					
0.200	0.641	0	252	74	4.93	1.23E-04	7.5441	6.79939E-07
		2	271					
		4	291					
		10	326					

	UNITA' LUGEON	5.214
COEFFICIENTE DI PERMEABILITA'	$K = \frac{Q}{P} \times \frac{\Upsilon_W}{C}$	4.700E-07

dove:

Q=portata (m^3/s); P=pressione corretta (kPa);

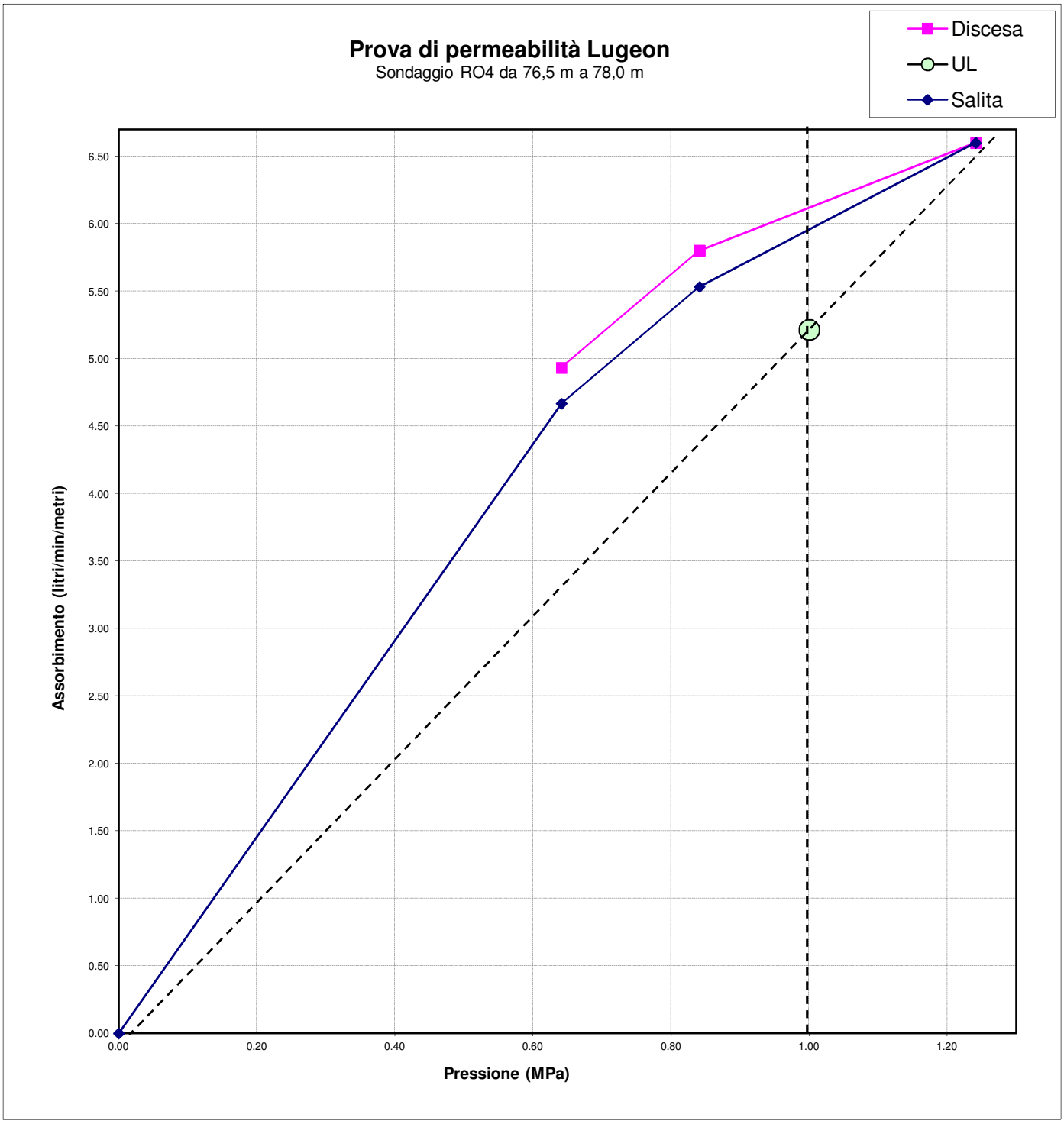
Υ_W=peso di volume acqua (kN/m^3); C=coefficiente di forma (m)

PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO

Tipo Lugeon

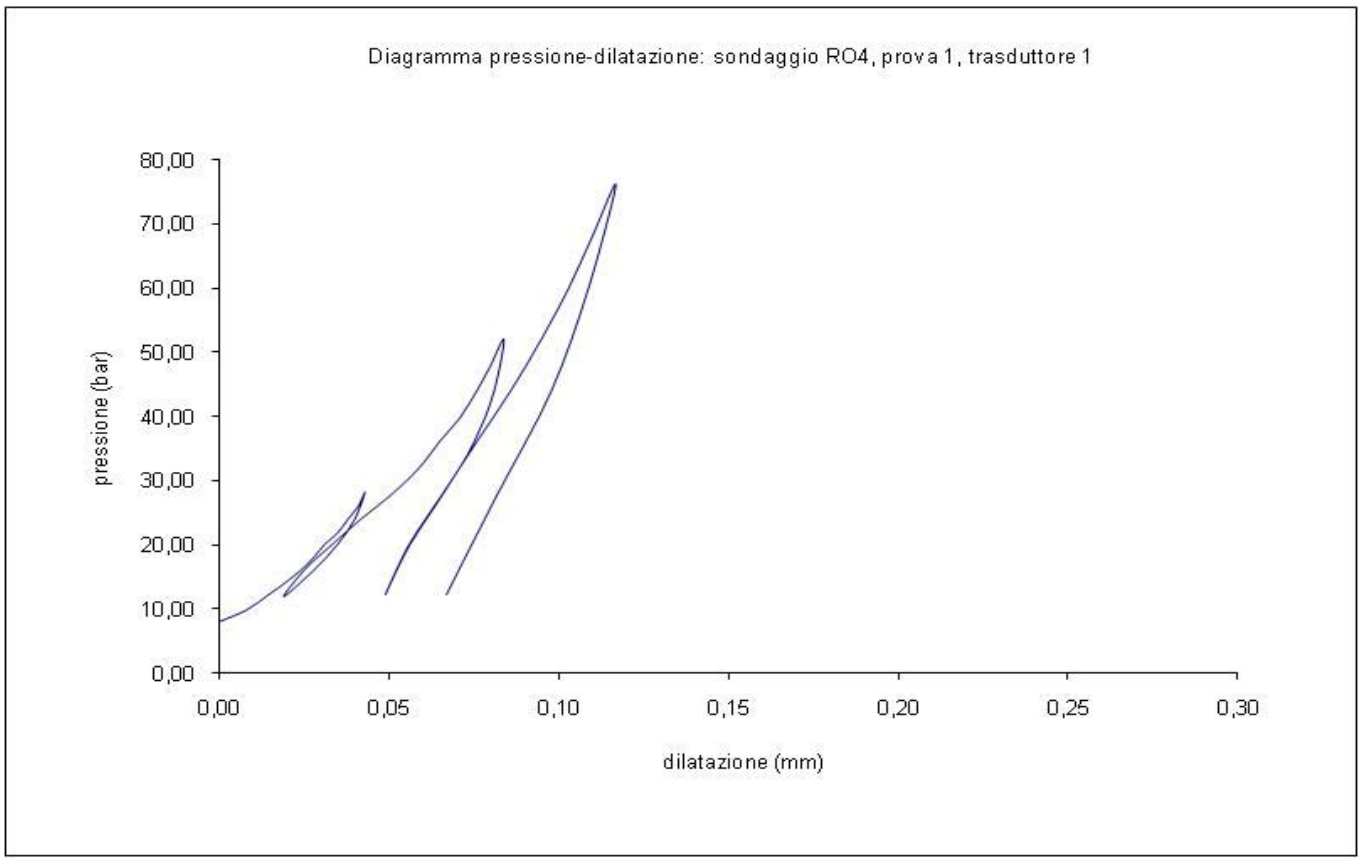
Cantiere:	Gronda di Ponente - Lotto 8
Località:	Via alla Brigna - Genova
Data:	05/11/2010

Sondaggio:		**RO4**
Tratto di prova:	da m	76.50
	a m	78.00



Committente: SPEA Ingegneria Europea s.p.a.		**Cod. lavoro: 1012I076**
Cantiere: Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente	**Loc.:Via alla Brigna-Voltri-(Ge)**	**N° Documento: 1-1**

Sondaggio: RO4		**Metodo di perforazione: Carotaggio**		**Fluido impiegato: Acqua**
Diametro foro: 101 mm	☑	**Rivestimento: 127 mm sino a 9,0 m**	☐	**Cementazione:**
Livello fluido perforazione m dal p.c.: assente				
Dilatometro: Dilaroc NX20 con sonda di diametro 95 mm con tre trasduttori con precisione di 5m				
Profondità della prova al centro strumento: 88,50 m		**N° prova: 1**	**Trasduttore: 1**	**Data:05/11/10**



Modulo Dilatometrico: $[2D_0]\ p/DD$

n = modulo di Poisson = 0.25

D_0 = diametro guaina a riposo (95 mm) + espansione media sui tre trasduttori necessaria a raggiungere l'aderenza con le pareti del foro.

DD = differenza tra l'espansione massima e minima del trasduttore nel corso del ciclo in oggetto.

Dp = differenza tra la pressione massima e minima del ciclo in oggetto (in Mpa)

$[2(1+n)\ D_0]$ = 2(1+0.25)(95+6,414) = 254

Formula di conversione: 1 bar = 0.1 Mpa

CICLO DI CARICO		MODULO DI DEFORMAZIONE
Inizio (bar)	Fine (bar)	E (Mpa)
12,0	28,2	14.163
11,9	52,0	15.641
12,2	76,1	23.825

CICLO DI CARICO		MODULO DI RELOADING
Inizio (bar)	Fine (bar)	E (Mpa)
11,9	27,9	12.677
12,2	52,0	21.936

CICLO DI CARICO		MODULO DI FIRST LOADING
Inizio (bar)	Fine (bar)	E (Mpa)
12,0	28,2	14.163
27,9	52,0	18.516
52,0	76,1	27.774

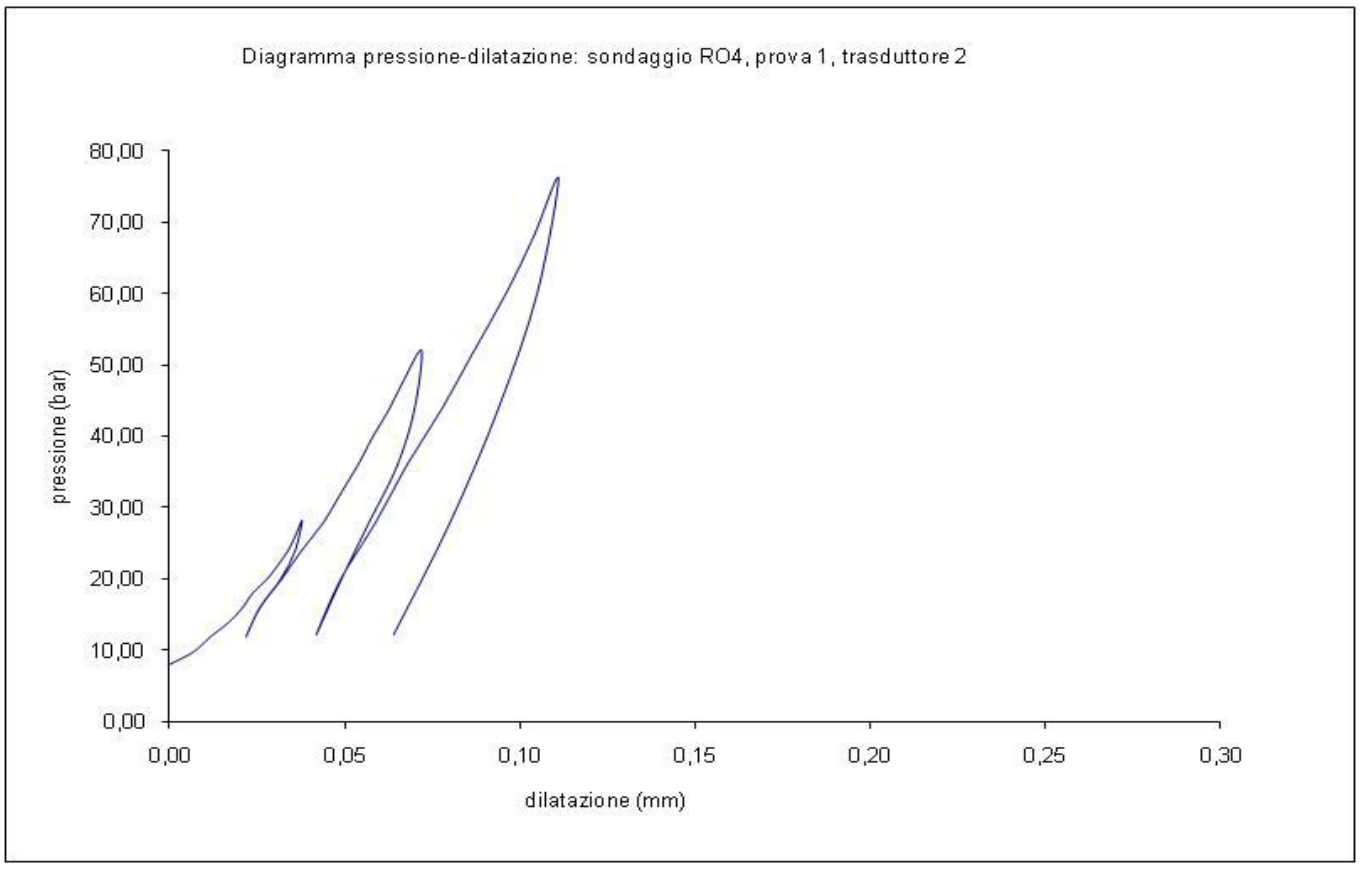
CICLO DI SCARICO		MODULO DI UNLOADING
Inizio (bar)	Fine (bar)	E (Mpa)
28,2	11,9	17.219
52,0	12,2	28.830
76,1	12,2	32.402

Elaborazione	Data
Dr. E. Isetta	10/11/10

PROVA DILATOMETRICA - ELABORAZIONE

Committente: SPEA Ingegneria Europea s.p.a.			**Cod. lavoro: 1012I076**
Cantiere: Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente		**Loc.:Via alla Brigna-Voltri-(Ge)**	**N° Documento: 1-1**

Sondaggio: RO4		**Metodo di perforazione: Carotaggio**		**Fluido impiegato: Acqua**
Diametro foro: 101 mm	☑	**Rivestimento: 127 mm sino a 9,0 m**	☐	**Cementazione:**
Livello fluido perforazione m dal p.c.: assente				
Dilatometro: Dilaroc NX20 con sonda di diametro 96 mm con tre trasduttori con precisione di 5m				
Profondità della prova al centro strumento: 88,50 m		**N° prova: 1**	**Trasduttore: 2**	**Data:05/11/10**



Modulo Dilatometrico: $[2D_0]\ p/DD$

n = modulo di Poisson = 0.25

D_0 = diametro guaina a riposo (95 mm) + espansione media sui tre trasduttori necessaria a raggiungere l'aderenza con le pareti del foro.

DD = differenza tra l'espansione massima e minima del trasduttore nel corso del ciclo in oggetto.

Dp = differenza tra la pressione massima e minima del ciclo in oggetto (in Mpa)

$[2(1+n)\ D_0]$ = 2(1+0.25)(95+6,414) = 254

Formula di conversione: 1 bar = 0.1 Mpa

CICLO DI CARICO		MODULO DI DEFORMAZIONE
Inizio (bar)	Fine (bar)	E (Mpa)
12,0	28,2	15.797
11,9	52,0	20.333
12,2	76,1	23.479

CICLO DI CARICO		MODULO DI RELOADING
Inizio (bar)	Fine (bar)	E (Mpa)
11,9	27,9	18.439
12,2	52,0	22.424

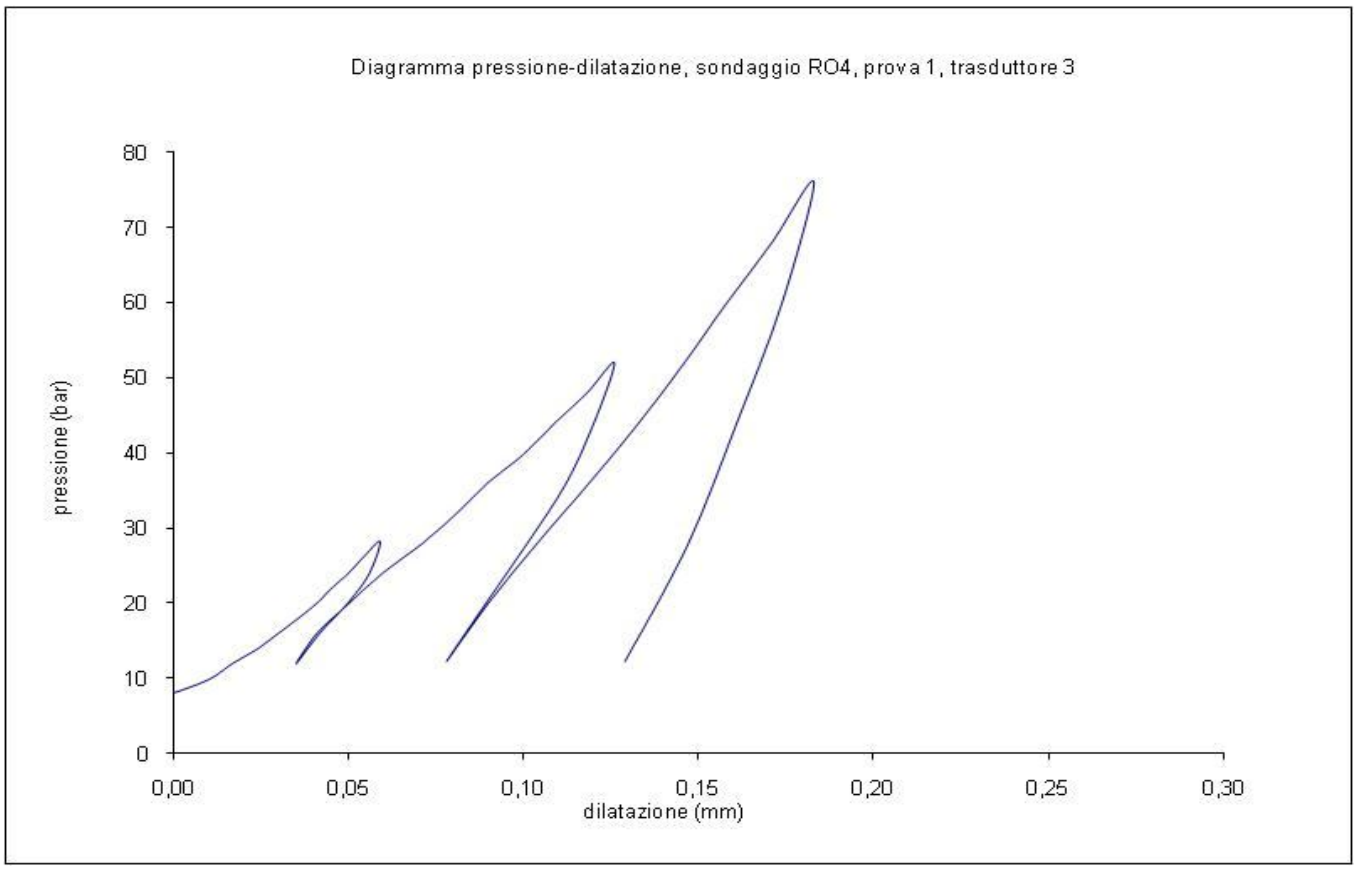
CICLO DI CARICO		MODULO DI FIRST LOADING
Inizio (bar)	Fine (bar)	E (Mpa)
12,0	28,2	15.797
27,9	52,0	21.822
52,0	76,1	25.459

CICLO DI SCARICO		MODULO DI UNLOADING
Inizio (bar)	Fine (bar)	E (Mpa)
28,2	11,9	25.829
52,0	12,2	33.636
76,1	12,2	34.470

Elaborazione	Data
Dr. E. Isetta	10/11/10

Committente: SPEA Ingegneria Europea s.p.a.			**Cod. lavoro: 1012I076**
Cantiere: Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente		**Loc.:Via alla Brigna-Voltri-(Ge)**	**N° Documento: 1-1**

Sondaggio: RO4	**Metodo di perforazione: Carotaggio**		**Fluido impiegato: Acqua**	
Diametro foro: 101 mm	☑	**Rivestimento: 127 mm sino a 9,0 m**	☐	**Cementazione:**
Livello fluido perforazione m dal p.c.: assente				
Dilatometro: Dilaroc NX20 con sonda di diametro 96 mm con tre trasduttori con precisione di 5m				
Profondità della prova al centro strumento: 88,50 m	**N° prova: 1**	**Trasduttore: 3**	**Data:05/11/10**	



Modulo Dilatometrico: $[2D_0]\ p/DD$

n = modulo di Poisson = 0.25

D_0 = diametro guaina a riposo (95 mm) + espansione media sui tre trasduttori necessaria a raggiungere l'aderenza con le pareti del foro.

DD = differenza tra l'espansione massima e minima del trasduttore nel corso del ciclo in oggetto.

Dp = differenza tra la pressione massima e minima del ciclo in oggetto (in Mpa)

$[2(1+n)\ D_0]$ = 2(1+0.25)(95+6,414) = 254

Formula di conversione: 1 bar = 0.1 Mpa

CICLO DI CARICO		MODULO DI DEFORMAZIONE
Inizio (bar)	Fine (bar)	E (Mpa)
12,0	28,2	9.779
11,9	52,0	11.172
12,2	76,1	15.429

CICLO DI CARICO		MODULO DI RELOADING
Inizio (bar)	Fine (bar)	E (Mpa)
11,9	27,9	11.268
12,2	52,0	14.839

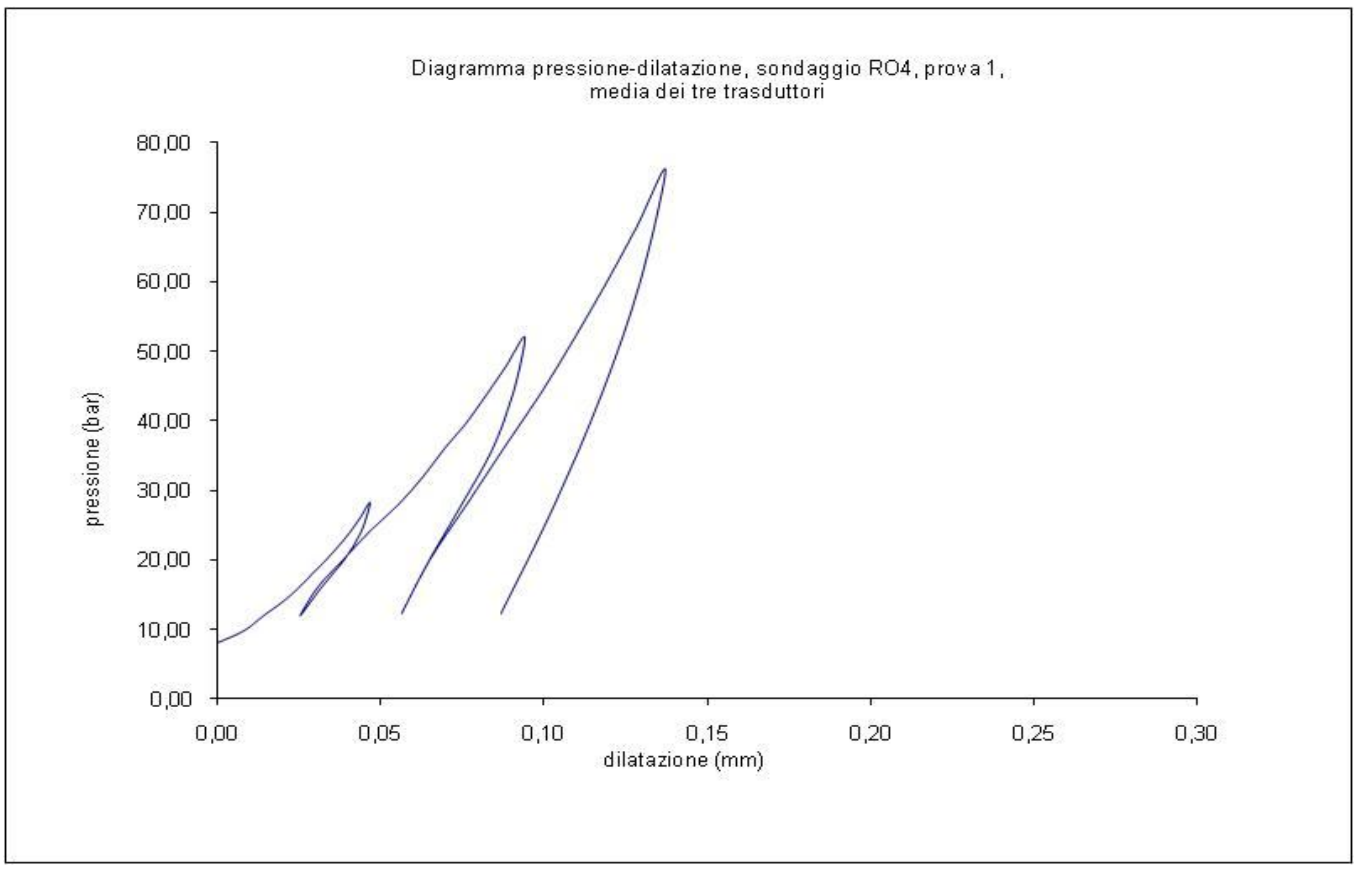
CICLO DI CARICO		MODULO DI FIRST LOADING
Inizio (bar)	Fine (bar)	E (Mpa)
12,0	28,2	9.779
27,9	52,0	11.109
52,0	76,1	16.514

CICLO DI SCARICO		MODULO DI UNLOADING
Inizio (bar)	Fine (bar)	E (Mpa)
28,2	11,9	17.219
52,0	12,2	21.022
76,1	12,2	30.002

Elaborazione	Data
Dr. E. Isetta	10/11/10

Committente: SPEA Ingegneria Europea s.p.a.			**Cod. lavoro: 1012I076**
Cantiere: Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente		**Loc.:Via alla Brigna-Voltri-(Ge)**	**N° Documento: 1-1**

Sondaggio: RO4	**Metodo di perforazione: Carotaggio**		**Fluido impiegato: Acqua**	
Diametro foro: 101 mm	☑	**Rivestimento: 127 mm sino a 9,0 m**	☐	**Cementazione:**
Livello fluido perforazione m dal p.c.: assente				
Dilatometro: Dilaroc NX20 con sonda di diametro 96 mm con tre trasduttori con precisione di 5m				
Profondità della prova al centro strumento: 88,50 m	**N° prova: 1**	**Media dei tre trasduttori**	**Data:05/11/10**	



Modulo Dilatometrico: $[2D_0]\ p/DD$

n = modulo di Poisson = 0.25

D_0 = diametro guaina a riposo (95 mm) + espansione media sui tre trasduttori necessaria a raggiungere l'aderenza con le pareti del foro.

DD = differenza tra l'espansione massima e minima del trasduttore nel corso del ciclo in oggetto.

Dp = differenza tra la pressione massima e minima del ciclo in oggetto (in Mpa)

$[2(1+n)\ D_0]$ = 2(1+0.25)(95+6,414) = 254

Formula di conversione: 1 bar = 0.1 Mpa

CICLO DI CARICO		MODULO DI DEFORMAZIONE
Inizio (bar)	Fine (bar)	E (Mpa)
12,0	28,2	13.246
11,9	52,0	15.716
12,2	76,1	20.911

CICLO DI CARICO		MODULO DI RELOADING
Inizio (bar)	Fine (bar)	E (Mpa)
11,9	27,9	14.128
12,2	52,0	19.733

CICLO DI CARICO		MODULO DI FIRST LOADING
Inizio (bar)	Fine (bar)	E (Mpa)
12,0	28,2	13.246
27,9	52,0	17.149
52,0	76,1	23.249

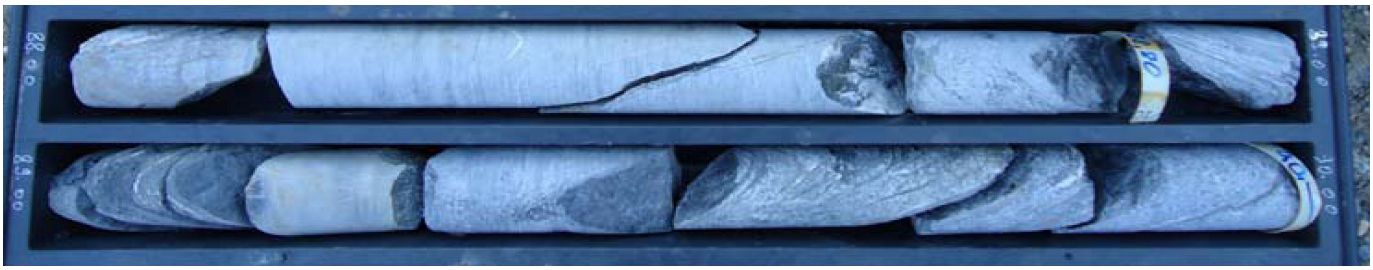
CICLO DI SCARICO		MODULO DI UNLOADING
Inizio (bar)	Fine (bar)	E (Mpa)
28,2	11,9	20.089
52,0	12,2	27.829
76,1	12,2	32.291

Elaborazione	Data
Dr. E. Isetta	10/11/10

Committente: SPEA Ingegneria Europea s.p.a.		**Cod. lavoro: 1012I076**
Cantiere: Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente	**Loc.:Via alla Brigna-Voltri-(Ge)**	**N° Documento: 1-1**

Sondaggio: RO4		**Fluido impiegato: Acqua**
Diametro foro: 101 mm ☑ **Rivestimento: 127 mm sino a 9,0 m**		**Cementazione:**
Livello fluido perforazione m dal p.c.: assente		
Dilatometro: Dilaroc NX20 con sonda di diametro 96 mm con tre trasduttori con precisione di 5µ		
Profondità della prova al centro strumento: 88,50 m	**N° prova: 1**	**Data:05/11/10**

	1° CICLO				2° CICLO				3° CICLO			
	P	trasduttori			P	trasduttori			P	trasduttori		
N°	(bar)	1°	2°	3°	(bar)	1°	2°	3°	(bar)	1°	2°	3°
		(mm)	(mm)	(mm)		(mm)	(mm)	(mm)		(mm)	(mm)	(mm)
1	8.0	6.247	6.348	6.621	16.0	6.272	6.374	6.662	20.0	6.303	6.397	6.711
2	9.8	6.255	6.355	6.631	19.9	6.280	6.380	6.671	28.0	6.313	6.407	6.725
3	12.0	6.261	6.360	6.638	24.1	6.289	6.386	6.681	36.1	6.323	6.416	6.740
4	13.9	6.266	6.365	6.645	27.9	6.298	6.392	6.692	44.0	6.333	6.426	6.754
5	16.0	6.271	6.369	6.651	32.0	6.306	6.397	6.702	52.0	6.342	6.435	6.767
6	18.1	6.275	6.372	6.657	36.1	6.312	6.402	6.711	59.9	6.350	6.444	6.779
7	20.0	6.278	6.376	6.662	39.8	6.318	6.406	6.721	68.0	6.357	6.452	6.792
8	21.9	6.282	6.379	6.666	44.0	6.323	6.411	6.730	76.1	6.364	6.459	6.804
9	24.0	6.285	6.382	6.671	47.9	6.327	6.415	6.739	60.1	6.356	6.453	6.795
10	26.0	6.288	6.384	6.675	52.0	6.331	6.420	6.747	44.0	6.345	6.442	6.782
11	28.2	6.290	6.386	6.680	43.8	6.328	6.418	6.741	27.8	6.329	6.428	6.768
12	24.0	6.287	6.384	6.677	35.8	6.322	6.413	6.733	12.2	6.314	6.412	6.750
13	20.1	6.282	6.380	6.671	27.9	6.313	6.405	6.722				
14	16.1	6.275	6.374	6.663	19.8	6.303	6.397	6.710				
15	11.9	6.266	6.370	6.656	12.2	6.296	6.390	6.699				
16												
17												
18												
19												



R04 - da 88,0 a 90,0 m

Preparato RCN	Data
Dr. E. Isetta	10/11/10

Per la D.L.	Data

PROVA DILATOMETRICA DATI DI CAMPAGNA

Committente: SPEA Ingegneria Europea s.p.a.		**Cod. lavoro: 1012I076**
Cantiere: Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente		
Loc.:Via alla Brigna-Voltri-(Ge)		
Sondaggio: RO4	**Metodo di perforazione: Carotaggio**	
Diametro foro: 101 mm	☑ **Rivestimento: 127 mm sino a 9,0 m**	
Livello fluido perforazione m dal p.c.: assente	**Fluido impiegato: Acqua**	
Dilatometro: Dilaroc NX20 con sonda di diametro 95 mm con tre trasduttori con precisione di 5µ		
Profondità della prova al centro strumento: 88,50 m	**N° prova: 1**	**Data:05/11/10**

Tempo	Pressione	Trasduttore 1°	Trasduttore 2°	Trasduttore 3°	Note
h:min:sec	bar	mm	mm	mm	
0:00:00	7.7	6.097	6.197	6.305	
0:00:25	7.9	6.180	6.283	6.519	
0:00:50	8.0	6.227	6.321	6.589	
0:01:15	7.9	6.243	6.343	6.616	
0:01:40	8.0	6.246	6.347	6.619	
0:02:05	8.0	6.247	6.348	6.621	
0:02:30	8.0	6.247	6.348	6.621	
0:02:55	9.8	6.253	6.354	6.628	
0:03:20	9.8	6.255	6.354	6.630	
0:03:45	9.8	6.255	6.355	6.631	
0:04:10	9.8	6.255	6.355	6.631	
0:04:35	11.9	6.260	6.359	6.636	
0:05:00	12.0	6.261	6.359	6.637	
0:05:25	12.0	6.261	6.360	6.638	
0:05:50	12.0	6.261	6.360	6.638	
0:06:15	13.9	6.265	6.364	6.644	
0:06:40	13.8	6.264	6.364	6.644	
0:07:05	13.9	6.265	6.365	6.645	
0:07:30	13.9	6.266	6.365	6.645	
0:07:55	16.0	6.269	6.368	6.649	
0:08:20	15.9	6.270	6.369	6.650	
0:08:45	16.0	6.271	6.369	6.651	
0:09:10	16.0	6.271	6.369	6.651	
0:09:35	18.0	6.274	6.371	6.656	
0:10:00	18.1	6.274	6.372	6.656	
0:10:25	18.1	6.275	6.372	6.657	
0:10:50	18.1	6.275	6.372	6.657	
0:11:15	20.0	6.277	6.375	6.661	
0:11:40	20.0	6.277	6.375	6.661	
0:12:05	19.9	6.278	6.376	6.662	
0:12:30	20.0	6.278	6.376	6.662	
0:12:55	21.9	6.281	6.378	6.665	
0:13:20	21.7	6.281	6.378	6.665	
0:13:45	21.9	6.282	6.379	6.666	
0:14:10	21.9	6.282	6.379	6.666	
0:14:35	23.9	6.284	6.381	6.669	
0:15:00	23.8	6.284	6.382	6.670	
0:15:25	24.0	6.285	6.382	6.671	
0:15:50	24.0	6.285	6.382	6.671	

PROVA DILATOMETRICA DATI DI CAMPAGNA

Committente: SPEA Ingegneria Europea s.p.a.		**Cod. lavoro: 1012I076**
Cantiere: Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente		
Loc.:Via alla Brigna-Voltri-(Ge)		
Sondaggio: RO4	**Metodo di perforazione: Carotaggio**	
Diametro foro: 101 mm	☑ **Rivestimento: 127 mm sino a 9,0 m**	
Livello fluido perforazione m dal p.c.: assente	**Fluido impiegato: Acqua**	
Dilatometro: Dilaroc NX20 con sonda di diametro 95 mm con tre trasduttori con precisione di 5µ		
Profondità della prova al centro strumento: 88,50 m	**N° prova: 1**	**Data:05/11/10**

Tempo	Pressione	Trasduttore 1°	Trasduttore 2°	Trasduttore 3°	Note
h:min:sec	bar	mm	mm	mm	
0:16:15	26.0	6.288	6.383	6.674	
0:16:40	25.9	6.287	6.384	6.674	
0:17:05	26.0	6.288	6.384	6.675	
0:17:30	26.0	6.288	6.384	6.675	
0:17:55	28.2	6.289	6.385	6.679	
0:18:20	28.0	6.289	6.386	6.679	
0:18:45	28.2	6.290	6.386	6.680	
0:19:10	28.2	6.290	6.386	6.680	
0:19:35	24.0	6.287	6.384	6.678	
0:20:00	24.0	6.288	6.384	6.678	
0:20:25	24.0	6.287	6.384	6.677	
0:20:50	24.0	6.287	6.384	6.677	
0:21:15	19.9	6.281	6.380	6.673	
0:21:40	20.1	6.282	6.380	6.672	
0:22:05	20.1	6.282	6.380	6.671	
0:22:30	20.1	6.282	6.380	6.671	
0:22:55	16.1	6.275	6.374	6.665	
0:23:20	16.0	6.275	6.375	6.664	
0:23:45	16.1	6.275	6.374	6.663	
0:24:10	16.1	6.275	6.374	6.663	
0:24:35	11.9	6.266	6.370	6.656	
0:25:00	11.9	6.266	6.371	6.657	
0:25:25	11.9	6.266	6.370	6.656	
0:25:50	11.9	6.266	6.370	6.656	
0:26:15	15.9	6.270	6.373	6.660	
0:26:40	16.0	6.271	6.373	6.661	
0:27:05	16.0	6.272	6.374	6.662	
0:27:30	16.0	6.272	6.374	6.662	
0:27:55	19.8	6.278	6.379	6.668	
0:28:20	19.9	6.280	6.380	6.670	
0:28:45	19.9	6.280	6.380	6.671	
0:29:10	19.9	6.280	6.380	6.671	
0:29:35	24.1	6.287	6.385	6.679	
0:30:00	24.0	6.288	6.385	6.680	
0:30:25	24.1	6.289	6.386	6.681	
0:30:50	24.1	6.289	6.386	6.681	
0:31:15	27.9	6.296	6.390	6.689	
0:31:40	27.8	6.297	6.391	6.691	
0:32:05	27.9	6.298	6.392	6.692	

PROVA DILATOMETRICA DATI DI CAMPAGNA

Committente: SPEA Ingegneria Europea s.p.a.		**Cod. lavoro: 1012I076**
Cantiere: Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente		
Loc.:Via alla Brigna-Voltri-(Ge)		
Sondaggio: RO4	**Metodo di perforazione: Carotaggio**	
Diametro foro: 101 mm	☑ **Rivestimento: 127 mm sino a 9,0 m**	
Livello fluido perforazione m dal p.c.: assente	**Fluido impiegato: Acqua**	
Dilatometro: Dilaroc NX20 con sonda di diametro 95 mm con tre trasduttori con precisione di 5µ		
Profondità della prova al centro strumento: 88,50 m	**N° prova: 1**	**Data:05/11/10**

Tempo	Pressione	Trasduttore 1°	Trasduttore 2°	Trasduttore 3°	Note
h:min:sec	bar	mm	mm	mm	
0:32:30	27.9	6.298	6.392	6.692	
0:32:55	31.9	6.304	6.395	6.701	
0:33:20	32.0	6.305	6.396	6.701	
0:33:45	31.9	6.306	6.397	6.702	
0:34:10	32.0	6.306	6.397	6.702	
0:34:35	36.0	6.311	6.401	6.709	
0:35:00	36.0	6.312	6.401	6.709	
0:35:25	36.1	6.312	6.402	6.711	
0:35:50	36.1	6.312	6.402	6.711	
0:36:15	39.8	6.316	6.405	6.719	
0:36:40	39.6	6.317	6.406	6.720	
0:37:05	39.8	6.318	6.406	6.721	
0:37:30	39.8	6.318	6.406	6.721	
0:37:55	44.0	6.322	6.410	6.728	
0:38:20	43.8	6.323	6.410	6.729	
0:38:45	44.0	6.323	6.411	6.730	
0:39:10	44.0	6.323	6.411	6.730	
0:39:35	47.9	6.326	6.414	6.737	
0:40:00	47.8	6.327	6.415	6.737	
0:40:25	47.8	6.327	6.415	6.739	
0:40:50	47.9	6.327	6.415	6.739	
0:41:15	51.9	6.330	6.419	6.749	
0:41:40	52.0	6.331	6.419	6.746	
0:42:05	52.0	6.331	6.420	6.747	
0:42:30	52.0	6.331	6.420	6.747	
0:42:55	44.0	6.327	6.417	6.741	
0:43:20	43.6	6.328	6.418	6.742	
0:43:45	43.8	6.328	6.418	6.741	
0:44:10	43.8	6.328	6.418	6.741	
0:44:35	35.8	6.322	6.413	6.734	
0:45:00	35.7	6.322	6.414	6.734	
0:45:25	35.8	6.322	6.413	6.733	
0:45:50	35.8	6.322	6.413	6.733	
0:46:15	27.9	6.314	6.405	6.724	
0:46:40	27.8	6.313	6.406	6.724	
0:47:05	27.9	6.313	6.405	6.722	
0:47:30	27.9	6.313	6.405	6.722	
0:47:55	20.0	6.304	6.397	6.710	
0:48:20	19.8	6.303	6.398	6.711	

PROVA DILATOMETRICA DATI DI CAMPAGNA

Committente: SPEA Ingegneria Europea s.p.a.		**Cod. lavoro: 1012I076**
Cantiere: Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente		
Loc.:Via alla Brigna-Voltri-(Ge)		
Sondaggio: RO4	**Metodo di perforazione: Carotaggio**	
Diametro foro: 101 mm	☑ **Rivestimento: 127 mm sino a 9,0 m**	
Livello fluido perforazione m dal p.c.: assente	**Fluido impiegato: Acqua**	
Dilatometro: Dilaroc NX20 con sonda di diametro 95 mm con tre trasduttori con precisione di 5µ		
Profondità della prova al centro strumento: 88,50 m	**N° prova: 1**	**Data:05/11/10**

Tempo	Pressione	Trasduttore 1°	Trasduttore 2°	Trasduttore 3°	Note
h:min:sec	bar	mm	mm	mm	
0:48:45	19.8	6.303	6.397	6.710	
0:49:10	19.8	6.303	6.397	6.710	
0:49:35	12.3	6.296	6.391	6.696	
0:50:00	12.2	6.297	6.391	6.700	
0:50:25	12.2	6.296	6.390	6.699	
0:50:50	12.2	6.296	6.390	6.699	
0:51:15	19.8	6.301	6.396	6.708	
0:51:40	20.0	6.302	6.396	6.710	
0:52:05	19.9	6.303	6.397	6.711	
0:52:30	20.0	6.303	6.397	6.711	
0:52:55	28.0	6.310	6.405	6.721	
0:53:20	27.9	6.312	6.406	6.723	
0:53:45	28.0	6.313	6.407	6.725	
0:54:10	28.0	6.313	6.407	6.725	
0:54:35	35.9	6.320	6.415	6.735	
0:55:00	36.1	6.322	6.416	6.738	
0:55:25	35.9	6.323	6.416	6.740	
0:55:50	36.1	6.323	6.416	6.740	
0:56:15	43.9	6.330	6.423	6.751	
0:56:40	43.8	6.332	6.425	6.753	
0:57:05	44.0	6.333	6.426	6.754	
0:57:30	44.0	6.333	6.426	6.754	
0:57:55	51.9	6.339	6.432	6.763	
0:58:20	51.7	6.341	6.434	6.766	
0:58:45	52.0	6.342	6.435	6.767	
0:59:10	52.0	6.342	6.435	6.767	
0:59:35	59.7	6.347	6.442	6.776	
1:00:00	59.9	6.348	6.443	6.778	
1:00:25	59.8	6.350	6.444	6.779	
1:00:50	59.9	6.350	6.444	6.779	
1:01:15	67.8	6.355	6.449	6.789	
1:01:40	67.8	6.357	6.450	6.790	
1:02:05	68.0	6.357	6.452	6.792	
1:02:30	68.0	6.357	6.452	6.792	
1:02:55	75.9	6.362	6.459	6.805	
1:03:30	76.1	6.363	6.458	6.802	
1:04:05	76.0	6.364	6.459	6.804	
1:04:40	75.9	6.364	6.459	6.803	
1:05:15	76.1	6.362	6.460	6.800	

PROVA DILATOMETRICA DATI DI CAMPAGNA

Committente: SPEA Ingegneria Europea s.p.a.		**Cod. lavoro: 1012I076**
Cantiere: Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente		
Loc.:Via alla Brigna-Voltri-(Ge)		
Sondaggio: RO4	**Metodo di perforazione: Carotaggio**	
Diametro foro: 101 mm	☑ **Rivestimento: 127 mm sino a 9,0 m**	
Livello fluido perforazione m dal p.c.: assente	**Fluido impiegato: Acqua**	
Dilatometro: Dilaroc NX20 con sonda di diametro 95 mm con tre trasduttori con precisione di 5µ		
Profondità della prova al centro strumento: 88,50 m	**N° prova: 1**	**Data:05/11/10**

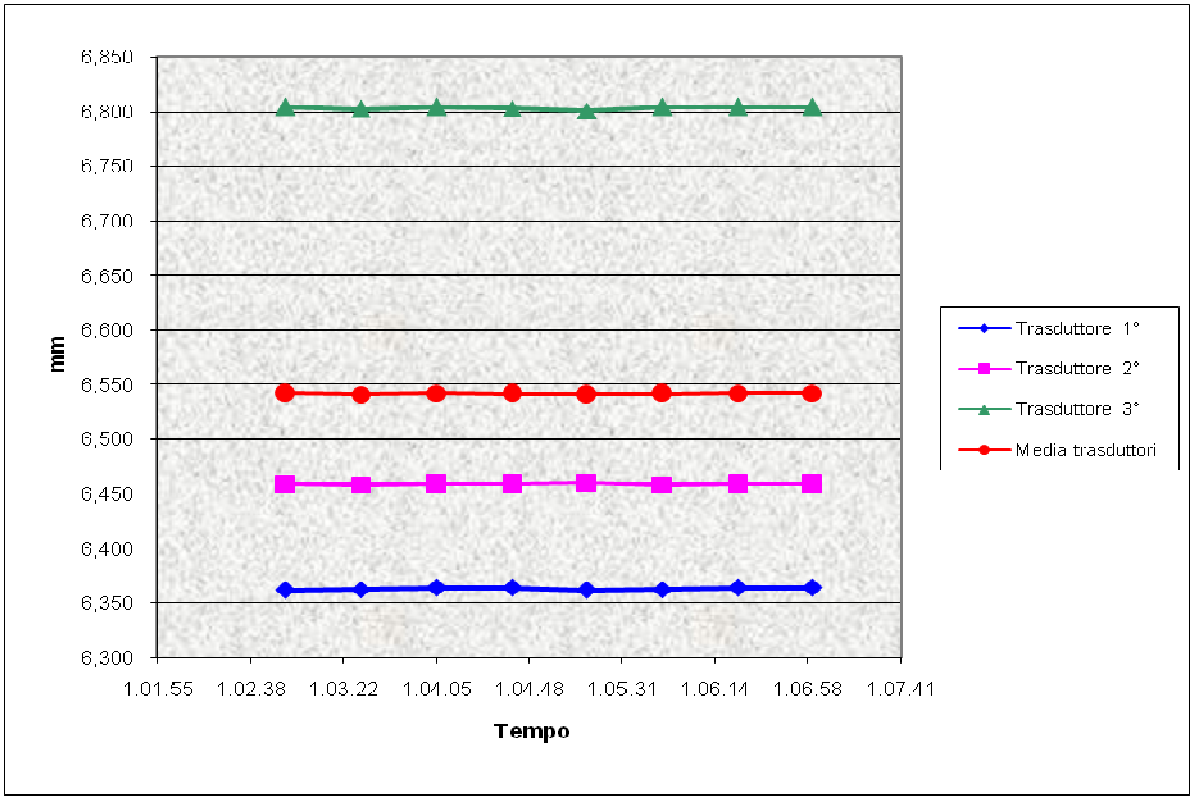
Tempo	Pressione	Trasduttore 1°	Trasduttore 2°	Trasduttore 3°	Note
h:min:sec	bar	mm	mm	mm	
1:05:50	76.1	6.363	6.458	6.805	
1:06:25	76.1	6.364	6.459	6.804	
1:07:00	76.1	6.364	6.459	6.804	
1:07:25	59.7	6.356	6.454	6.794	
1:07:50	60.1	6.357	6.454	6.796	
1:08:15	60.1	6.356	6.453	6.795	
1:08:40	60.1	6.356	6.453	6.795	
1:09:05	43.9	6.346	6.443	6.783	
1:09:30	43.9	6.346	6.444	6.784	
1:09:55	44.0	6.345	6.442	6.782	
1:10:20	44.0	6.345	6.442	6.782	
1:10:45	27.8	6.330	6.429	6.768	
1:11:10	27.6	6.330	6.429	6.769	
1:11:35	27.8	6.329	6.428	6.768	
1:12:00	27.8	6.329	6.428	6.768	
1:12:25	11.9	6.315	6.412	6.751	
1:12:50	12.1	6.315	6.413	6.752	
1:13:15	12.2	6.314	6.412	6.750	
1:13:40	12.2	6.314	6.412	6.750	

PROVA DILATOMETRICA DIAGRAMMA DILATAZIONE TEMPO

Committente: SPEA Ingegneria Europea s.p.a.		**Cod. lavoro: 1012I076**
Cantiere: Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente		
Loc.:Via alla Brigna-Voltri-(Ge)		
Sondaggio: RO4	**Metodo di perforazione: Carotaggio**	
Diametro foro: 101 mm	☑ **Rivestimento: 127 mm sino a 9,0 m**	
Livello fluido perforazione m dal p.c.: assente	**Fluido impiegato: Acqua**	
Dilatometro: Dilaroc NX20 con sonda di diametro 95 mm con tre trasduttori con precisione di 5µ		
Profondità della prova al centro strumento: 88,50 m	**N° prova: 1**	**Data: 05/11/10**

Tempo	Pressione	Trasduttore 1°	Trasduttore 2°	Trasduttore 3°	Media
h:min:sec	bar	mm	mm	mm	mm
1:02:55	75.9	6.362	6.459	6.805	6.542
1:03:30	76.1	6.363	6.458	6.802	6.541
1:04:05	76.0	6.364	6.459	6.804	6.542
1:04:40	75.9	6.364	6.459	6.803	6.542
1:05:15	76.1	6.362	6.460	6.800	6.541
1:05:50	76.1	6.363	6.458	6.805	6.542
1:06:25	76.1	6.364	6.459	6.804	6.542
1:07:00	76.1	6.364	6.459	6.804	6.542

DIAGRAMMA DILATAZIONE - TEMPO CON MASSIMA PRESSIONE APPLICATA



Committente: SPEA Ingegneria Europea s.p.a.		**Cod. lavoro: 1012I076**
Cantiere: Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente	**Loc.:Via alla Brigna-Voltri-(Ge)**	**N° Documento: 1-1**

Sondaggio: RO4		**Fluido impiegato: Acqua**	
Diametro foro: 101 mm	☑ **Rivestimento: 127 mm sino a 9,0 m**	**Cementazione:**	
Livello fluido perforazione m dal p.c.: assente			
Dilatometro: Dilaroc NX20 con sonda di diametro 96 mm con tre trasduttori con precisione di 5μ			
Profondità della prova al centro strumento: 88,50 m		**N° prova: 1**	**Data:05/11/10**

CICLO	Pressione		Moduli dilatometrici			
N°	bar		1° trasduttore	2° trasduttore	3° trasduttore	media trasduttori
	min	max	Moduli di deformazione Mpa			
1°	12.0	28.2	14.163	15.797	9.779	13.246
2°	11.9	52.0	15.641	20.333	11.172	15.716
3°	12.2	76.1	23.825	23.479	15.429	20.911
			Moduli di first loading Mpa			
1°	12.0	28.2	14.163	15.797	9.779	13.246
2°	27.9	52.0	18.516	21.822	11.109	17.149
3°	52.0	76.1	27.774	25.459	16.514	23.249
			Moduli di reloading Mpa			
1°	0.0	0.0	0	0	0	
2°	11.9	27.9	12.677	18.439	11.268	14.128
3°	12.2	52.0	21.936	22.424	14.839	19.733
			Moduli di unloading Mpa			
1°	28.2	11.9	17.219	25.829	17.219	20.089
2°	52.0	12.2	28.830	33.636	21.022	27.829
3°	76.1	12.2	32.402	34.470	30.002	32.291

Preparato RCN	Data
Dr. E. Isetta	10/11/10

Per la D.L.	Data

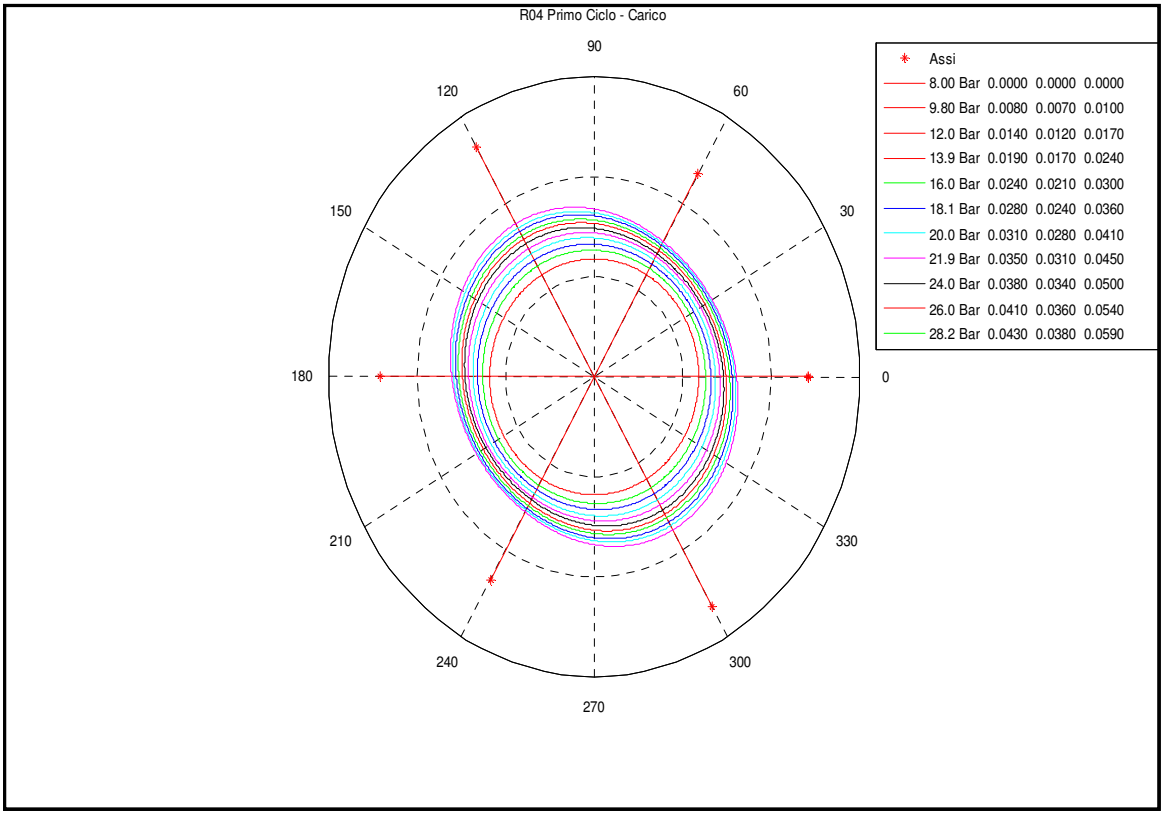
Via Provinciale per Belmonte del Sannio s.c.
86081 Agnone (IS)

PROVA DILATOMETRICA - DIAGRAMMA POLARE

Committente: SPEA Ingegneria Europea s.p.a.		**Cod. lavoro: 1012I076**
Cantiere: Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente	**Loc.:Via alla Brigna-Voltri-(Ge)**	**N° Documento: 1-1**

Sondaggio: RO4		**Fluido impiegato: Acqua**	
Diametro foro: 101 mm	☑ **Rivestimento: 127 mm sino a 9,0 m**	**Cementazione:**	
Livello fluido perforazione m dal p.c.: assente			
Dilatometro: Dilaroc NX20 con sonda di diametro 96 mm con tre trasduttori con precisione di 5µ			
Profondità della prova al centro strumento: 88,50 m		**N° prova: 1**	**Data:05/11/10**

DIAGRAMMA POLARE Primo ciclo



Preparato RCN	Data
Dr. E. Isetta	10/11/10

Per la D.L.	Data

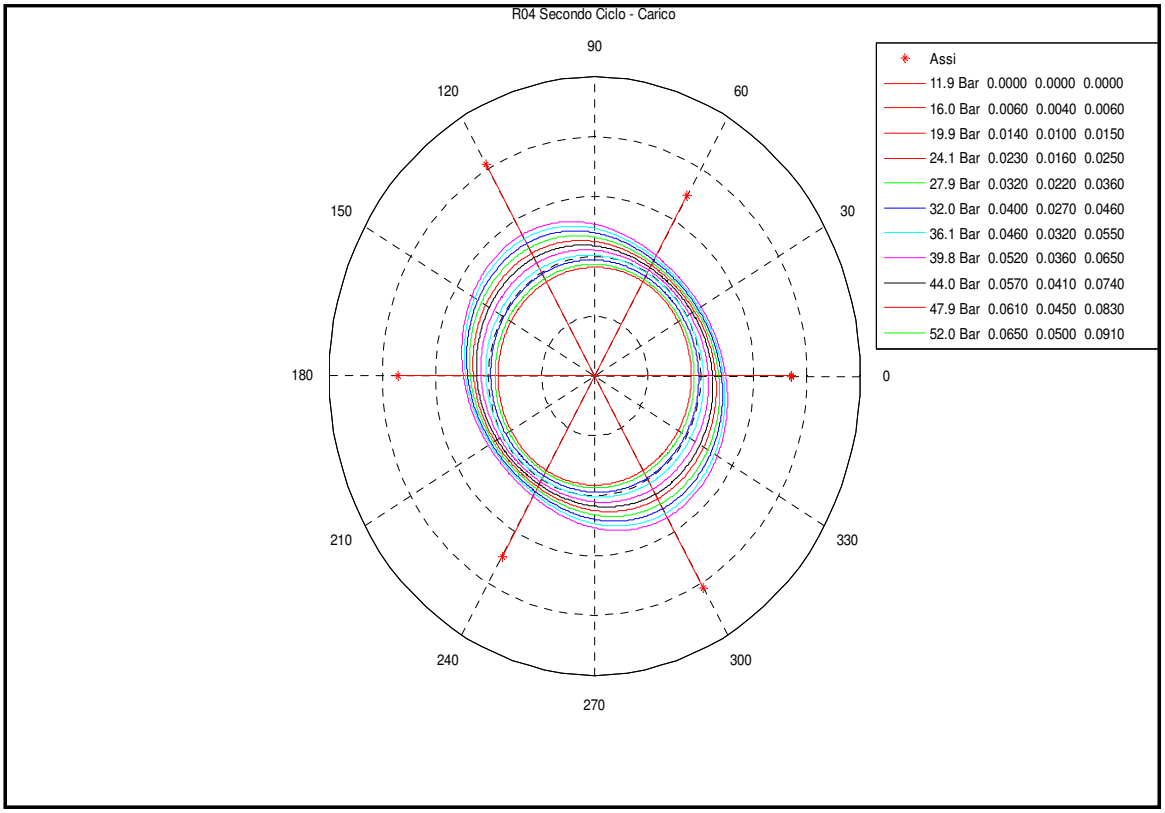
GEOSERVICE Via Provinciale per Belmonte del Sannio s.c. 86081 Agnone (IS)	Sistema Qualità MODULO 7.4.15	Pag.1.1

PROVA DILATOMETRICA - DIAGRAMMA POLARE

Committente: SPEA Ingegneria Europea s.p.a.		**Cod. lavoro: 1012I076**
Cantiere: Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente	**Loc.:Via alla Brigna-Voltri-(Ge)**	**N° Documento: 1-1**

Sondaggio: RO4		**Fluido impiegato: Acqua**	
Diametro foro: 101 mm	☑ **Rivestimento: 127 mm sino a 9,0 m**	**Cementazione:**	
Livello fluido perforazione m dal p.c.: assente			
Dilatometro: Dilaroc NX20 con sonda di diametro 96 mm con tre trasduttori con precisione di 5µ			
Profondità della prova al centro strumento: 88,50 m		**N° prova: 1**	**Data:05/11/10**

DIAGRAMMA POLARE Secondo ciclo



Preparato RCN	Data
Dr. E. Isetta	10/11/10

Per la D.L.	Data

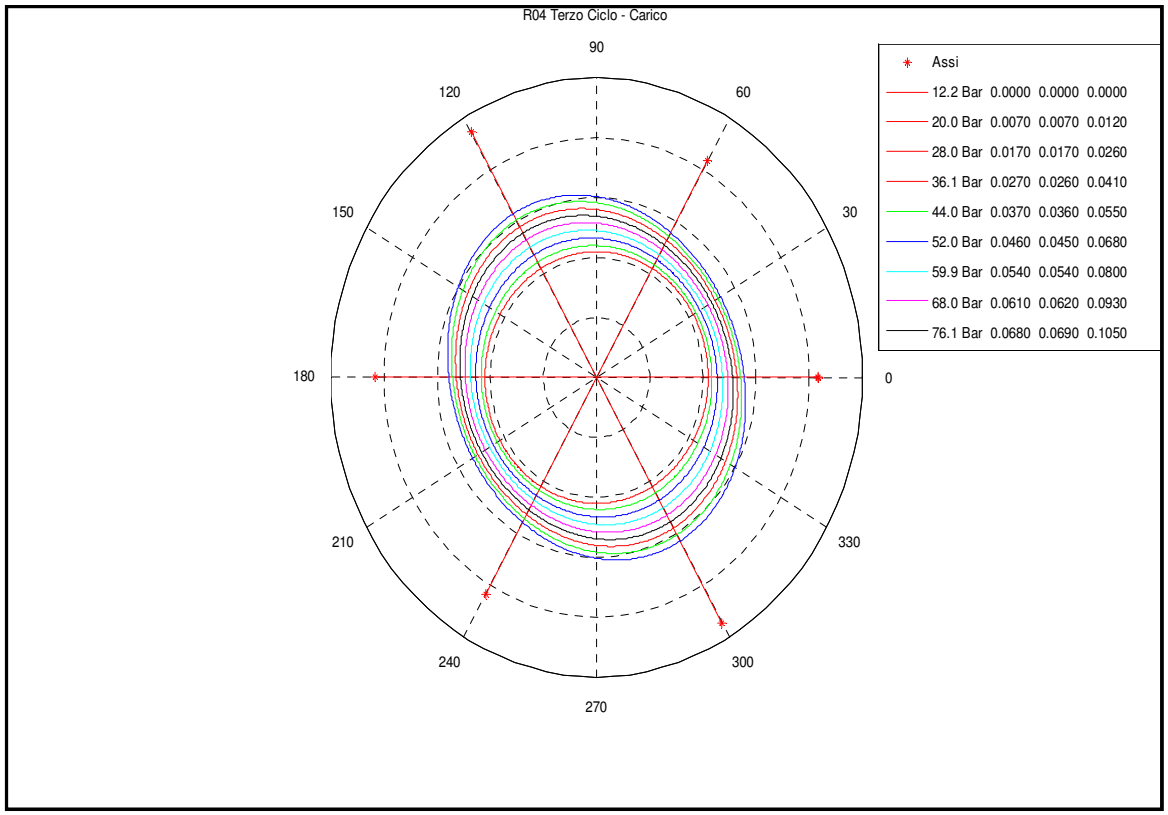
GEOSERVICE
Via Provinciale per Belmonte del Sannio s.c.
86081 Agnone (IS)

PROVA DILATOMETRICA - DIAGRAMMA POLARE

Committente: SPEA Ingegneria Europea s.p.a.		**Cod. lavoro: 1012I076**
Cantiere: Nodo autostradale di Genova - Gronda di Ponente	**Loc.:Via alla Brigna-Voltri-(Ge)**	**N° Documento: 1-1**

Sondaggio: RO4		**Fluido impiegato: Acqua**	
Diametro foro: 101 mm	☑ **Rivestimento: 127 mm sino a 9,0 m**	**Cementazione:**	
Livello fluido perforazione m dal p.c.: assente			
Dilatometro: Dilaroc NX20 con sonda di diametro 96 mm con tre trasduttori con precisione di 5µ			
Profondità della prova al centro strumento: 88,50 m		**N° prova: 1**	**Data:05/11/10**

DIAGRAMMA POLARE Terzo ciclo



Preparato RCN	Data
Dr. E. Isetta	10/11/10

Per la D.L.	Data

SISMICA A RIFRAZIONE

TECNOIN GEOSOLUTIONS

PROJECT:
Nodo stradale e autostradale di Genova
Adeguamento sistema A7-A10-A12

LOCATION:
Genova - Voltri

CLIENT:
SPEA Engineering S.p.A.

OBJECT:
INDAGINI GEOFISICHE
PSEUDO SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA

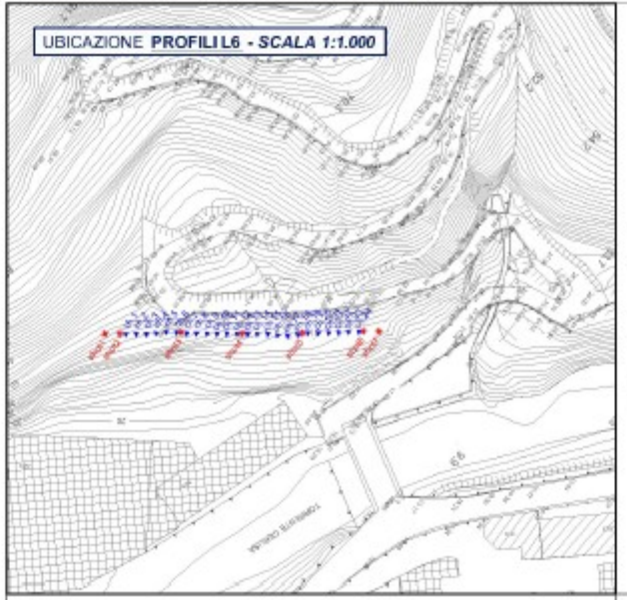
PROFILO L6



Tecno In Ref. : R.C.248/15
Revision n.: 00
Date: aprile 2016
Description: Prima emissione - Preliminare
Scale: 1:1.000 -1:400

Redacted by: Dr. Geol. Luca Dubbioni
Reviewed by: Dr.Geol. Giovanni Antonucci
Approved by: Dr. Geol. Lucio Amato
Document code: 248/15_SPEA_Genovagronda_sismica_TAV.06
Attached: 02

UBICAZIONE **PROFILI L6 - *SCALA 1:1.000***



LEGENDA

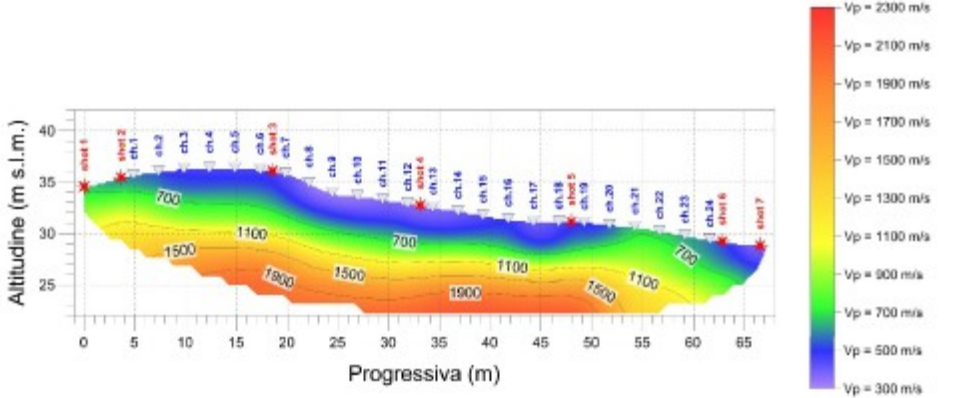
- Piezometro
- Sondaggio geotecnico
  Prova "Down-Hole"
- Punti di energizzazione
- Geofono



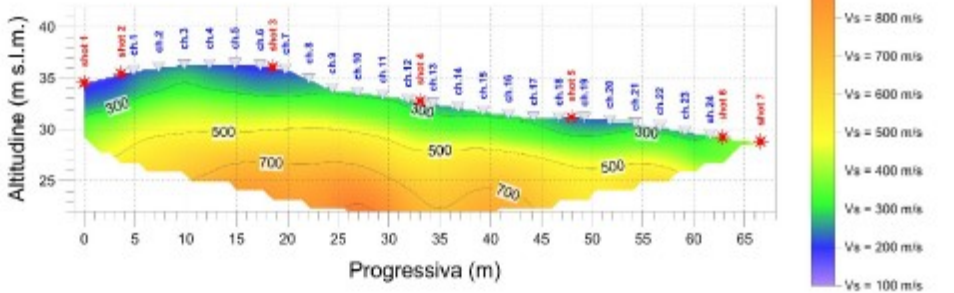
Scala grafica (1:400)

0 5 10 25 50 m

PSEUDO-SEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE IN **ONDE P - *SCALA 1:400***



PSEUDO-SEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE IN **ONDE SH - *SCALA 1:400***



SISMICA A RIFRAZIONE

TECNOIN GEOSOLUTIONS

PROJECT:
Nodo stradale e autostradale di Genova
Adeguamento sistema A7-A10-A12

LOCATION:
Genova - Voltri

CLIENT:
SPEA Engineering S.p.A.

OBJECT:
INDAGINI GEOFISICHE
PSEUDO SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA

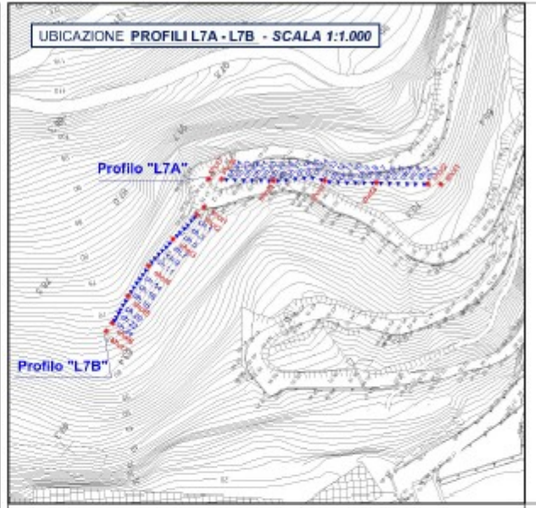
PROFILI L7A - L7B



Tecno In Ref. : R.C.248/15
Revision n.: 00
Date: aprile 2016
Description: Prima emissione - Preliminare
Scale: 1:1.000 -1:400

Redacted by: Dr. Geol. Luca Dubbioni
Reviewed by: Dr.Geol. Giovanni Antonucci
Approved by: Dr. Geol. Lucio Amato
Document code: 248/15_SPEA_Genova\gironda_sismica_TAV.07
Attached: 02

UBICAZIONE **PROFILI L7A - L7B** - ***SCALA 1:1.000***



LEGENDA

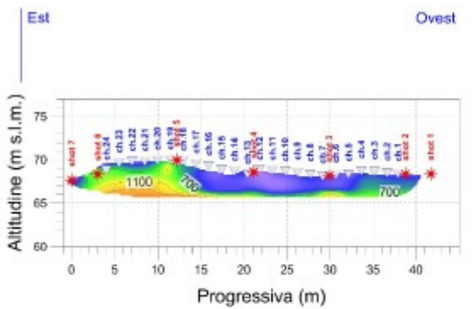
- Piezometro
- Sondaggio geotecnico Prova "Down-Hole"
- Punti di energizzazione
- Geofono

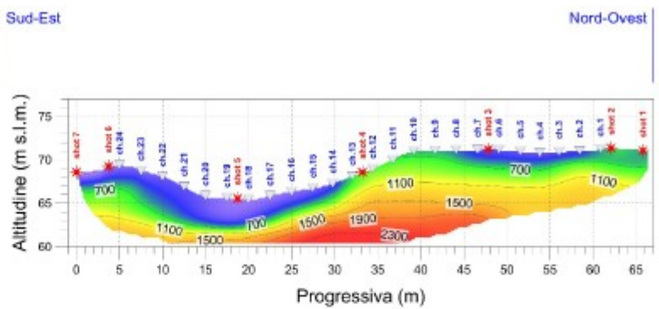


Scala grafica (1:400)

0 5 10 25 50 m

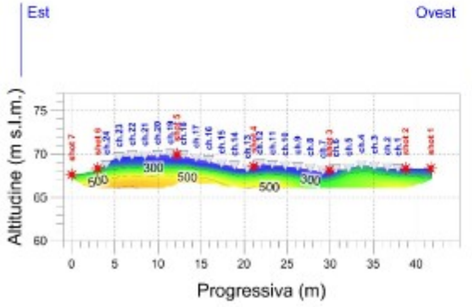
PSEUDO-SEZIONI SISMICHE A RIFRAZIONE IN **ONDE P "L7A-L7B"** - ***SCALA 1:400***

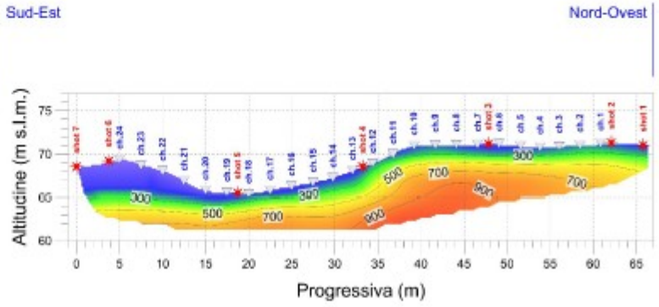


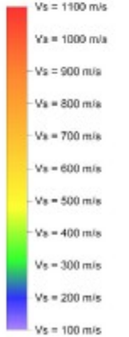




PSEUDO-SEZIONI SISMICHE A RIFRAZIONE IN **ONDE SH "L7A-L7B"** - ***SCALA 1:400***







ALLEGATO 8 – Prove di laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI
LABORATORIO TERRE E ROCCE - PROVE IN SITU - GEOFISICA
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV)
tel. 019/2100241

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

R04

SPEA S.p.A. - Nodo stradale ed autostradale di Genova - Lotto 8 Genova

RIASSUNTO PROVE E ANALISI SU ROCCE

Sondaggio	Campione	Profondità	Descrizione	peso di volume naturale	massa volumica	Compressione monoax			Compressione triassiale				Trazione indiretta (brasiliana)	Velocita' sonica		contenuto carbonati	Abrasivita' Cerchar	DRI (Drop Test)
						Valore rottura	Modulo di Young tangente	Coefficiente di Poisson	Carico assiale di rottura	Pressione di confinamento	Modulo di Young	Coefficiente di Poisson						
n°				γ_n		σc	E	ν	$\sigma 1$	$\sigma 3$	Et	ν	σt	Vp	Vs	%	CAI	DRI
		m		kN/m3	Mg/m3	MPa	MPa		MPa	MPa	MPa		Mpa	m/s	m/s			
R04	**C1**	13.00-13.90	Calcescisto	26.46		30.68	25881	0.49	24.94	2.0	30896	n.d.		4809	3118			
R04	**C4**	26.50-26.90	Calcescisto						70.62	4.0	25315	0.14						
R04	**C5**	31.00-31.70	Calcescisto	26.88		16.31	11481	0.44	54.65	6.0	23596	0.17		4256	2709			
R04	**C1-C11**		Calcescisto										4.57					
R04	**C13**	76.10-76.30	Calcescisto	26.93		50.45	49992	0.14						5231	2702			
R04	**C14**	82.50-82.70	Calcescisto						67.07	3.0	17714	0.15						
R04	**C15**	86.60-87.00	Calcescisto						79.14	5.0	77699	0.27						
R04	**C15**	86.60-87.00	Calcescisto						35.80	7.0	25006	n.d.						

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI
LABORATORIO TERRE E ROCCE - PROVE IN SITU - GEOFISICA
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV)
Tel. 019-2100241

SERVIZI GEOTECNICI
LIGURI

INVILUPPO DI ROTTURA

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova **SONDAGGIO: R04 C1-C11**
Località: Lotto 8 - Genova
Data elaborazione: 30/09/2011
Prove: trazione brasiliana, monoassiale, triassiale
Litologia: Calcescisto

ELABORAZIONE RISULTATI (HOEK e BROWN, 1980)

DATI DI PROVA		
Campioni	*N. Test*	*6*
	s_3 *[MPa]*	s_1 *[MPa]*
R04-Diversi	*-4.57*	*13.71*
R04-C5	*0.00*	*16.31*
R04-C1	*0.00*	*30.68*
R04-C1	*2.00*	*24.94*
R04-C4	*4.00*	*70.62*
R04-C5	*6.00*	*54.65*
	0.00	*0.00*
	0.00	*0.00*
	0.00	*0.00*
	0.00	*0.00*
	0.00	*0.00*
	0.00	*0.00*
	0.00	*0.00*
	0.00	*0.00*
	0.00	*0.00*
	0.00	*0.00*
	0.00	*0.00*
	0.00	*0.00*
	0.00	*0.00*
	0.00	*0.00*

DATI INVILUPPO	
N. test	*6*
s_3 *[MPa]*	s_1 *[MPa]*
-4.57	*13.71*
0.00	*16.31*
0.00	*30.68*
2.00	*24.94*
4.00	*70.62*
6.00	*54.65*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*

PARAMETRI CARATTERISTICI CALCOLATI ALLA PRESSIONE DI 1 Mpa	
Co	*33.22 [MPa]*
m	*9.11 [-]*
r	*0.68 [-]*
s	*1.00 [-]*
Sigmat	*-3.60 [MPa]*
A	*0.90 [-]*
B	*0.68 [-]*
phii1	*49.11 [°] calcolato alla σ =1 MPa*
ci1	*6.65 [MPa] calcolato alla σ =1 Mpa*

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI
LABORATORIO TERRE E ROCCE - PROVE IN SITU - GEOFISICA
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV)
Tel. 019-2100241

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

INVILUPPO DI ROTTURA

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova **SONDAGGIO: R04 C1-C11**
Località: Lotto 8 - Genova
Data elaborazione: 30/09/2011
Prove: trazione brasiliana, monoassiale, triassiale
Litologia: Calcescisto

GENERAZIONE DELL'INVILUPPO DI ROTTURA

Numero punti 51
Passo incremento s_3 0.5

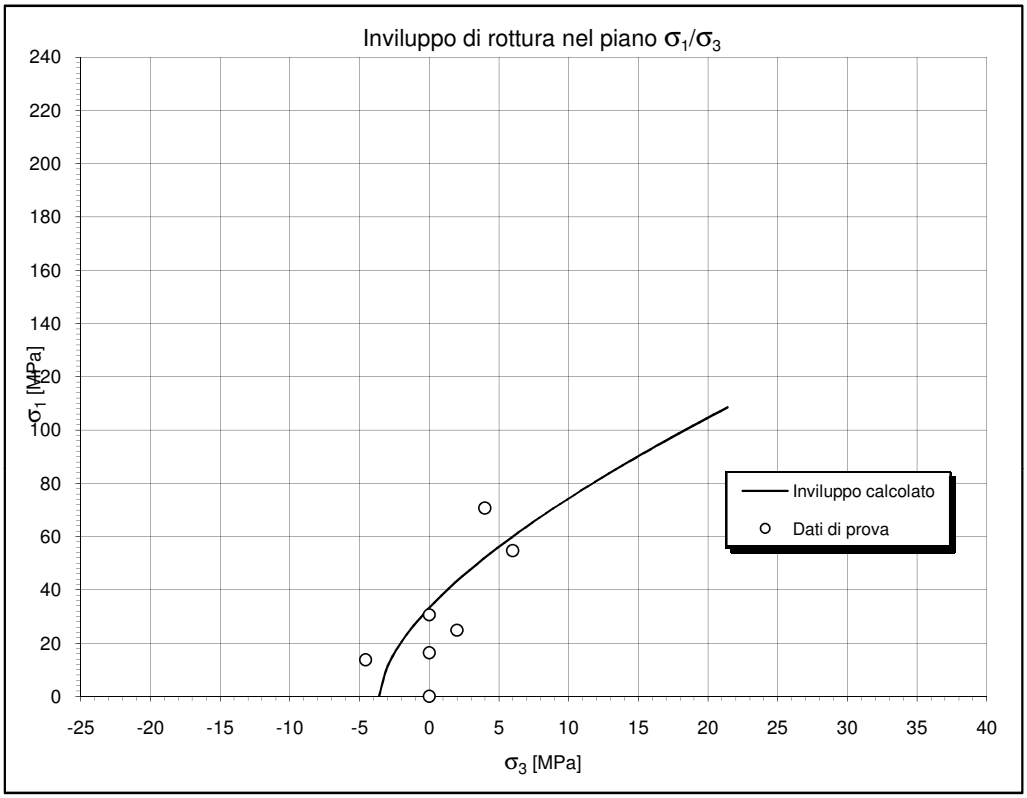
s_3 [MPa]	s_1 [MPa]	t_m [MPa]	s [MPa]	t [MPa]	ci [MPa]	ji [grad]
-3.60	0.00	1.80	-3.52	0.54	15.27	76.6
-3.10	9.72	6.41	-2.17	3.32	6.97	59.2
-2.60	15.17	8.88	-0.91	5.21	6.46	53.9
-2.10	19.51	10.81	0.30	6.79	6.43	50.6
-1.60	23.27	12.43	1.47	8.19	6.54	48.2
-1.10	26.64	13.87	2.62	9.46	6.71	46.4
-0.60	29.75	15.18	3.74	10.63	6.91	44.8
-0.10	32.65	16.38	4.84	11.73	7.12	43.6
0.40	35.38	17.49	5.93	12.76	7.34	42.5
0.90	37.98	18.54	6.99	13.75	7.56	41.5
1.40	40.47	19.54	8.05	14.69	7.78	40.6
1.90	42.86	20.48	9.09	15.59	8.00	39.9
2.40	45.17	21.39	10.12	16.45	8.22	39.2
2.90	47.40	22.25	11.14	17.29	8.43	38.5
3.40	49.57	23.09	12.15	18.10	8.64	37.9
3.90	51.68	23.89	13.14	18.88	8.84	37.4
4.40	53.74	24.67	14.13	19.64	9.04	36.9
4.90	55.75	25.43	15.12	20.38	9.24	36.4
5.40	57.72	26.16	16.09	21.10	9.43	36.0
5.90	59.65	26.88	17.06	21.80	9.62	35.5
6.40	61.54	27.57	18.02	22.49	9.81	35.2
6.90	63.39	28.25	18.97	23.16	9.99	34.8
7.40	65.22	28.91	19.92	23.82	10.17	34.4
7.90	67.01	29.56	20.86	24.46	10.35	34.1
8.40	68.78	30.19	21.79	25.09	10.52	33.8
8.90	70.52	30.81	22.72	25.71	10.69	33.5
9.40	72.24	31.42	23.65	26.32	10.86	33.2
9.90	73.93	32.02	24.57	26.91	11.02	32.9
10.40	75.60	32.60	25.48	27.50	11.19	32.6
10.90	77.25	33.18	26.40	28.07	11.35	32.4
11.40	78.88	33.74	27.30	28.64	11.50	32.1
11.90	80.50	34.30	28.20	29.20	11.66	31.9
12.40	82.09	34.85	29.10	29.75	11.81	31.7
12.90	83.67	35.39	30.00	30.29	11.96	31.5
13.40	85.23	35.92	30.89	30.83	12.11	31.2
13.90	86.77	36.44	31.77	31.36	12.25	31.0
14.40	88.31	36.95	32.65	31.88	12.40	30.8
14.90	89.82	37.46	33.53	32.39	12.54	30.6
15.40	91.33	37.96	34.41	32.90	12.68	30.5
15.90	92.82	38.46	35.28	33.40	12.82	30.3
16.40	94.29	38.95	36.15	33.89	12.95	30.1
16.90	95.76	39.43	37.02	34.38	13.09	29.9
17.40	97.21	39.91	37.88	34.86	13.22	29.8
17.90	98.66	40.38	38.74	35.34	13.35	29.6
18.40	100.09	40.85	39.60	35.81	13.48	29.4
18.90	101.51	41.31	40.45	36.28	13.60	29.3
19.40	102.92	41.76	41.31	36.74	13.73	29.1
19.90	104.32	42.21	42.16	37.20	13.85	29.0
20.40	105.71	42.66	43.00	37.65	13.98	28.8
20.90	107.10	43.10	43.85	38.10	14.10	28.7
21.40	108.47	43.54	44.69	38.54	14.22	28.6

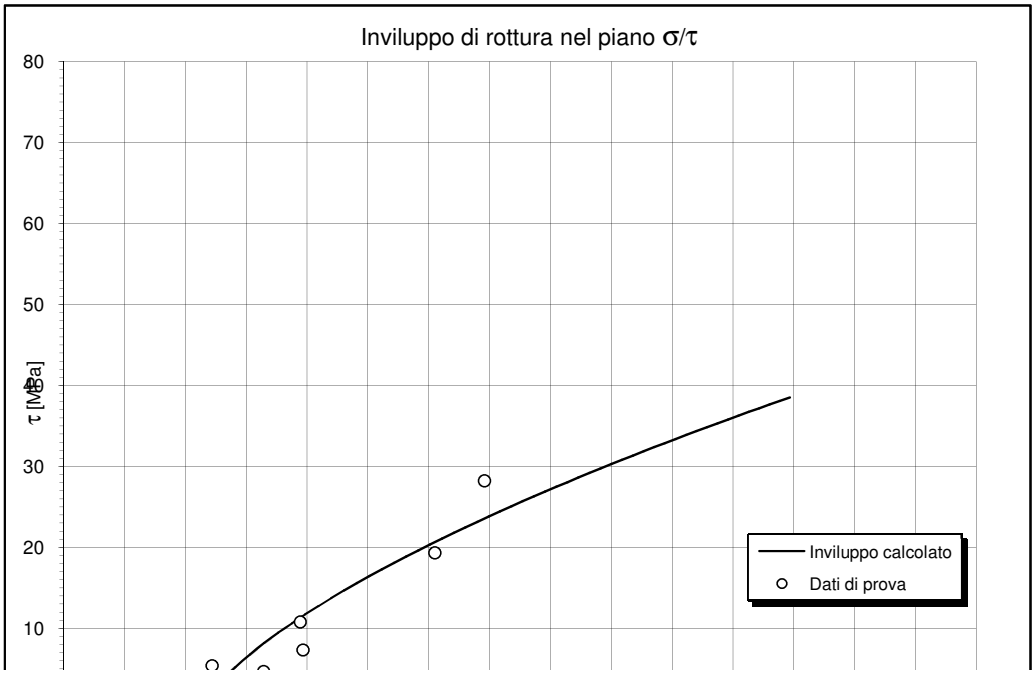
SERVIZI GEOTECNICI LIGURI
LABORATORIO TERRE E ROCCE - PROVE IN SITU - GEOFISICA
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV)
Tel. 019-2100241

SERVIZI GEOTECNICI
LIGURI

INVILUPPO DI ROTTURA

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova **SONDAGGIO: R04 C1-C11**
Località: Lotto 8 - Genova
Data elaborazione: 30/09/2011
Prove: trazione brasiliana, monoassiale, triassiale
Litologia: Calcescisto



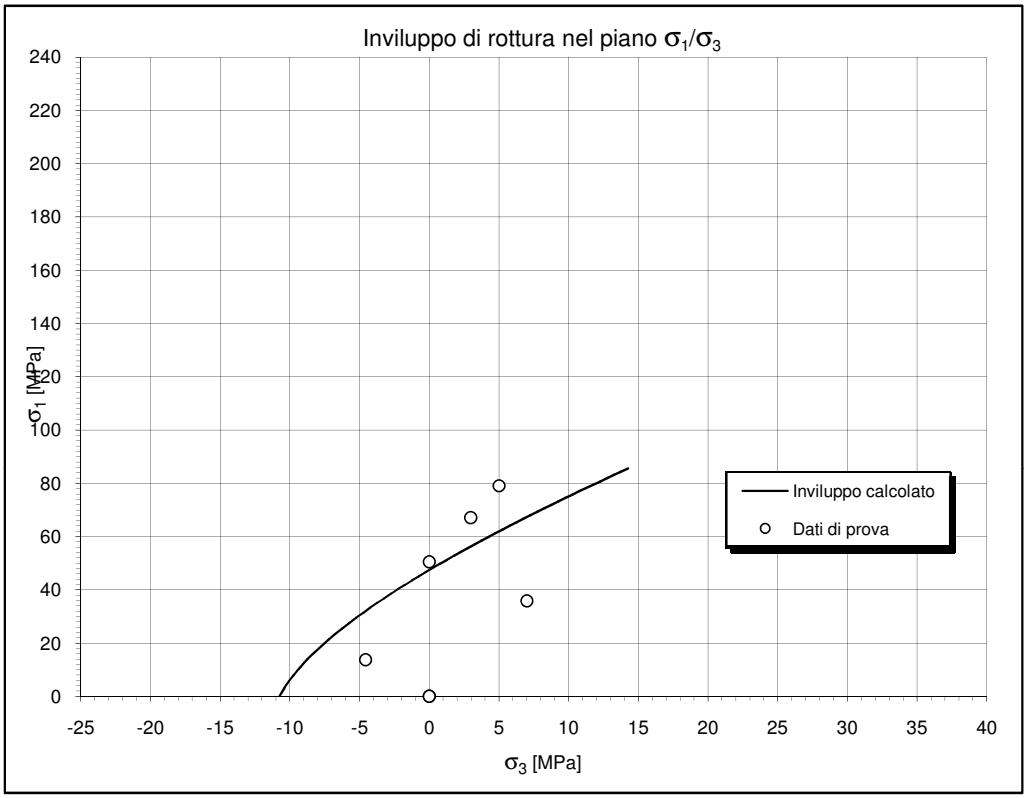


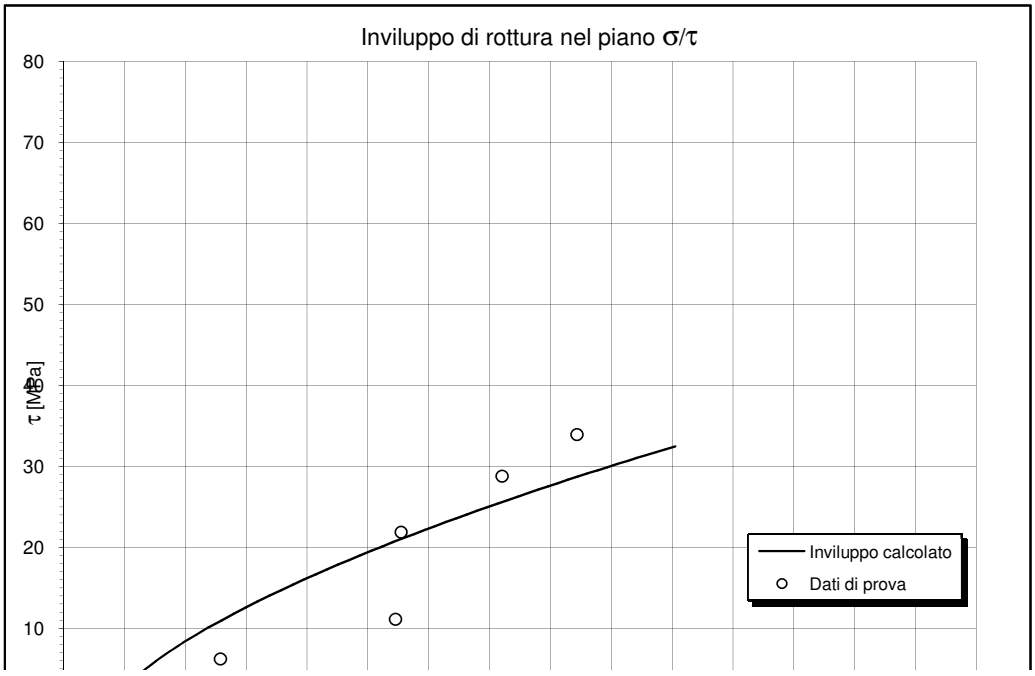
SERVIZI GEOTECNICI LIGURI
LABORATORIO TERRE E ROCCE - PROVE IN SITU - GEOFISICA
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV)
Tel. 019-2100241

SERVIZI GEOTECNICI
LIGURI

INVILUPPO DI ROTTURA

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova **SONDAGGIO: R04 C13-C15**
Località: Lotto 8 - Genova
Data elaborazione: 30/09/2011
Prove: trazione brasiliana, monoassiale, triassiale
Litologia: Calcescisto





SERVIZI GEOTECNICI LIGURI
LABORATORIO TERRE E ROCCE - PROVE IN SITU - GEOFISICA
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV)
Tel. 019-2100241

SERVIZI GEOTECNICI
LIGURI

INVILUPPO DI ROTTURA

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova **SONDAGGIO: R04 C13-C15**
Località: Lotto 8 - Genova
Data elaborazione: 30/09/2011
Prove: trazione brasiliana, monoassiale, triassiale
Litologia: Calcescisto ***Utilizzato valore da R04 C1-C11**

ELABORAZIONE RISULTATI (HOEK e BROWN, 1980)

DATI DI PROVA		
Campioni	*N. Test*	*5*
	s_3 *[MPa]*	s_1 *[MPa]*
R04-C11*	*-4.57*	*13.71*
R04-C13	*0.00*	*50.45*
R04-C14	*3.00*	*67.07*
R04-C15	*5.00*	*79.14*
R04-C15	*7.00*	*35.80*
	0.00	*0.00*
	0.00	*0.00*
	0.00	*0.00*
	0.00	*0.00*
	0.00	*0.00*
	0.00	*0.00*
	0.00	*0.00*
	0.00	*0.00*
	0.00	*0.00*
	0.00	*0.00*
	0.00	*0.00*
	0.00	*0.00*
	0.00	*0.00*
	0.00	*0.00*
	0.00	*0.00*
	0.00	*0.00*

DATI INVILUPPO	
N. test	*5*
s_3 *[MPa]*	s_1 *[MPa]*
-4.57	*13.71*
0.00	*50.45*
3.00	*67.07*
5.00	*79.14*
7.00	*35.80*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*
0.00	*0.00*

PARAMETRI CARATTERISTICI CALCOLATI ALLA PRESSIONE DI 1 Mpa	
Co	*47.41 [MPa]*
m	*4.19 [-]*
r	*0.41 [-]*
s	*1.00 [-]*
Sigmat	*-10.74 [MPa]*
A	*0.69 [-]*
B	*0.63 [-]*
phii1	*36.24 [°] calcolato alla σ =1 MPa*
ci1	*12.83 [MPa] calcolato alla σ =1 Mpa*

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI
LABORATORIO TERRE E ROCCE - PROVE IN SITU - GEOFISICA
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV)
Tel. 019-2100241

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

INVILUPPO DI ROTTURA

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova **SONDAGGIO: R04 C13-C15**
Località: Lotto 8 - Genova
Data elaborazione: 30/09/2011
Prove: trazione brasiliana, monoassiale, triassiale
Litologia: Calcescisto

GENERAZIONE DELL'INVILUPPO DI ROTTURA

Numero punti 51
Passo incremento s_3 0.5

s_3 [MPa]	s_1 [MPa]	t_m [MPa]	s [MPa]	t [MPa]	ci [MPa]	ji [grad]
-10.74	0.00	5.37	-9.78	3.06	21.02	61.5
-10.24	4.41	7.32	-8.57	4.65	16.30	53.7
-9.74	7.98	8.86	-7.41	5.99	14.59	49.3
-9.24	11.09	10.16	-6.28	7.16	13.73	46.3
-8.74	13.90	11.32	-5.19	8.23	13.23	44.0
-8.24	16.50	12.37	-4.12	9.21	12.94	42.1
-7.74	18.93	13.33	-3.08	10.13	12.76	40.6
-7.24	21.23	14.23	-2.05	10.99	12.67	39.3
-6.74	23.43	15.08	-1.04	11.81	12.62	38.2
-6.24	25.53	15.88	-0.04	12.59	12.62	37.2
-5.74	27.56	16.65	0.94	13.33	12.64	36.3
-5.24	29.51	17.38	1.92	14.05	12.68	35.5
-4.74	31.42	18.08	2.88	14.74	12.74	34.8
-4.24	33.26	18.75	3.83	15.41	12.82	34.1
-3.74	35.07	19.40	4.77	16.06	12.90	33.5
-3.24	36.82	20.03	5.71	16.68	12.99	32.9
-2.74	38.55	20.64	6.63	17.29	13.08	32.4
-2.24	40.23	21.23	7.55	17.89	13.18	31.9
-1.74	41.88	21.81	8.46	18.46	13.29	31.5
-1.24	43.51	22.37	9.37	19.03	13.39	31.0
-0.74	45.10	22.92	10.27	19.58	13.50	30.6
-0.24	46.68	23.46	11.16	20.12	13.61	30.3
0.26	48.22	23.98	12.04	20.65	13.72	29.9
0.76	49.75	24.49	12.93	21.16	13.84	29.6
1.26	51.25	24.99	13.80	21.67	13.95	29.2
1.76	52.73	25.49	14.67	22.17	14.07	28.9
2.26	54.20	25.97	15.54	22.65	14.18	28.6
2.76	55.65	26.44	16.40	23.13	14.30	28.3
3.26	57.08	26.91	17.26	23.61	14.41	28.1
3.76	58.49	27.36	18.11	24.07	14.53	27.8
4.26	59.89	27.81	18.96	24.53	14.64	27.6
4.76	61.28	28.26	19.80	24.98	14.75	27.3
5.26	62.65	28.69	20.65	25.42	14.87	27.1
5.76	64.01	29.12	21.48	25.86	14.98	26.9
6.26	65.35	29.55	22.32	26.29	15.10	26.6
6.76	66.69	29.96	23.15	26.71	15.21	26.4
7.26	68.01	30.37	23.98	27.13	15.32	26.2
7.76	69.32	30.78	24.80	27.54	15.43	26.0
8.26	70.62	31.18	25.62	27.95	15.54	25.9
8.76	71.92	31.58	26.44	28.35	15.65	25.7
9.26	73.20	31.97	27.26	28.75	15.76	25.5
9.76	74.47	32.35	28.07	29.14	15.87	25.3
10.26	75.73	32.73	28.88	29.53	15.98	25.2
10.76	76.99	33.11	29.69	29.92	16.09	25.0
11.26	78.23	33.48	30.49	30.30	16.20	24.8
11.76	79.47	33.85	31.29	30.67	16.30	24.7
12.26	80.70	34.22	32.09	31.05	16.41	24.5
12.76	81.92	34.58	32.89	31.41	16.52	24.4
13.26	83.13	34.94	33.69	31.78	16.62	24.2
13.76	84.34	35.29	34.48	32.14	16.73	24.1
14.26	85.54	35.64	35.27	32.50	16.83	24.0

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 17/05/2011
Certificato n°: 1463

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: R04
Campione: C 1
Profondità da 13.00 m a 13.90 m
Data esecuzione prova: 28/03/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1979
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

Contenitore del campione		Inox		PVC
		Ferro	X	Sacchetto
Dimensioni del campione		<2"	X	<4"
		<3"		>4"
Condizioni del materiale	X	Buone		Fratturata
		Mediocri		Strati piegati
		Cattive		Disarticolata



Descrizione del campione

Campione di lunghezza 80 cm. Calcescisto a scistosità pervasiva, localmente brecciato. Presenza di numerose fratture di spessore da millimetrico a subcentimetrico riempite da calcite o quarzo.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI
LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 17/05/2011

MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

Certificato n°: 1464

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: R04
Campione: C 1
Profondità da 13.00 m a 13.90 m
Data esecuzione prova: 13/04/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1979
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

DIAMETRO	ALTEZZA	MASSA	PESO	VOLUME	DENSITA'
mm	mm	gr	kN	m^3	kN/m^3
78.5	164	2141.60	0.021002	7.94E-04	26.46

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI
LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 17/05/2011

MISURA DELLA VELOCITA' ULTRASONICA

Certificato n°: 1465

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: R04
Campione: C 1
Profondità da 13.00 m a 13.90 m
Data esecuzione prova: 13/04/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D2845-00
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

VELOCITA' ONDE DI COMPRESSIONE

DISTANZA mm	*TEMPO* μ*sec*	*VELOCITA'* *m/sec*
164.0	**34.1**	**4809**

VELOCITA' ONDE DI TAGLIO

DISTANZA mm	*TEMPO* μ*sec*	*VELOCITA'* *m/sec*
164.0	**52.6**	**3118**

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI
LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Rapporto di prova n°: 1013444

MISURA DELLA VELOCITA' ULTRASONICA

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: R04
Campione: C 1
Profondità da 13.00 m a 13.90 m
Data esecuzione prova: 13/04/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D2845-00
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

DIAMETRO	ALTEZZA	MASSA	VOLUME	DENSITA'	CARICO
mm	mm	gr	cm^3	g/cm^3	kPa
78.5	164	2107.40	0.000794	2.66	80

VELOCITA' ONDE DI COMPRESSIONE

DISTANZA mm	*TEMPO* µ*sec*	*VELOCITA'* *m/sec*
164.0	34.1	4809

VELOCITA' ONDE DI TAGLIO

DISTANZA mm	*TEMPO* µ*sec*	*VELOCITA'* *m/sec*
164.0	52.6	3118

E =	**58719**	**MPa**	**Modulo di Young**
G =	**25810**	**MPa**	**Modulo di taglio**
µ =	**0.14**		**Coefficiente di Poisson**
K =	**26998.45**	**MPa**	**Modulo volumetrico**

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE

VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 17/05/2011

Certificato n°: 1466

PROVA DI COMPRESSIONE MONOASSIALE

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: R04
Campione: C 1
Profondità da 13.00 m a 13.90 m
Data esecuzione prova: 13/04/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D3148-96
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

Superficie	48.40	cm^2	Diametro	78.5	mm	Altezza	164.0	mm

Def. Ass. (με)	Def. Rad. (με)	Carico (kN)	Pressione (MPa)
0	0	0	0
33	-7	5.02	1.04
95	-24	12.6	2.60
203	-61	26.42	5.46
328	-123	43.03	8.89
425	-180	55.73	11.51
522	-258	67.88	14.03
638	-386	81.26	16.79
765	-595	95.19	19.67
928	-992	110.69	22.87
1090	-1536	124.18	25.66
1263	-2221	135.88	28.08
1433	-3021	145.13	29.99
1600	-4189	148.48	30.68
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

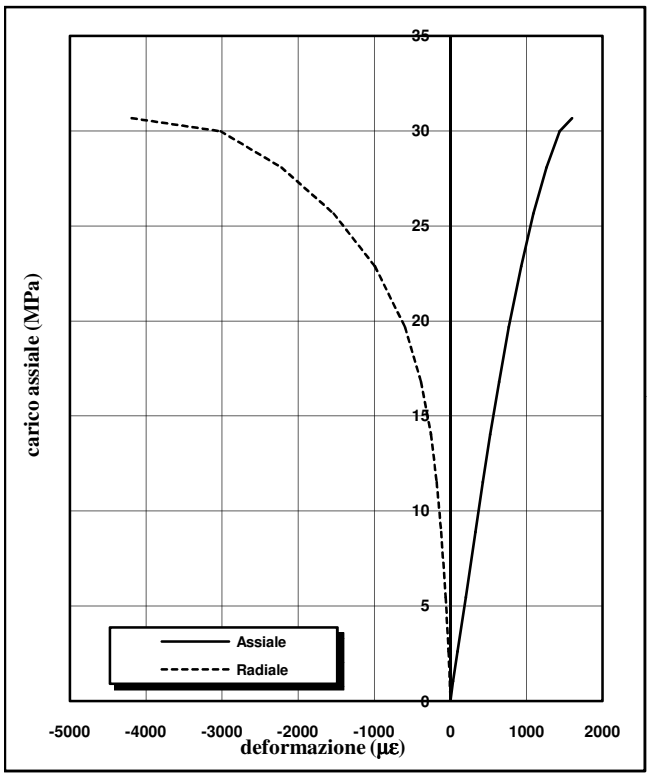
Data emissione: 17/05/2011

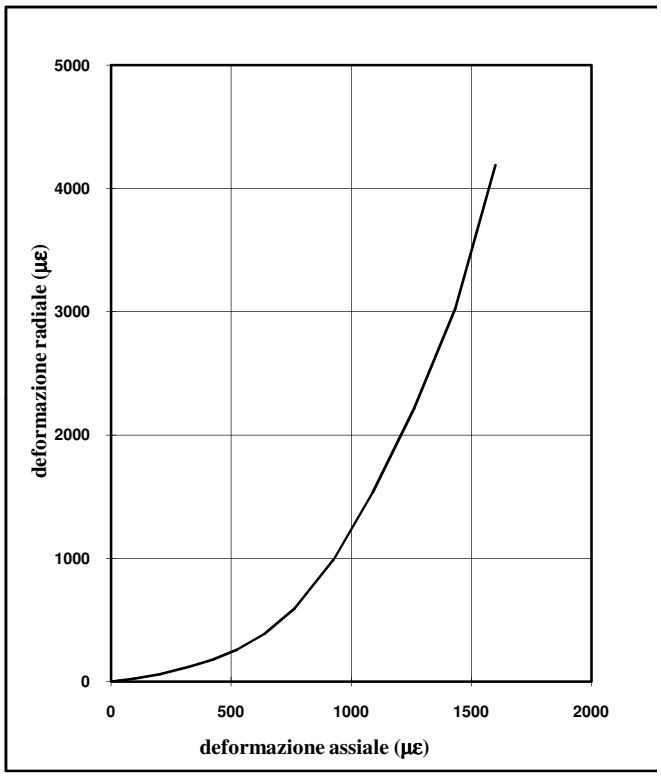
PROVA DI COMPRESSIONE MONOASSIALE

Certificato n°: 1466

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

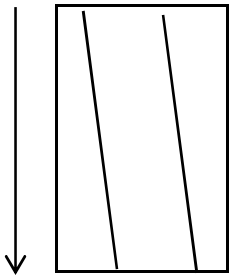
Sondaggio: R04
Campione: C 1
Profondità da 13.00 m a 13.90 m
Data esecuzione prova: 13/04/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D3148-96
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto





Carico di rottura	**30.68**	MPa
Modulo tangente 50%	**25881**	MPa
Modulo secante 50%	**26868**	MPa
Coeff. di Poisson 50%	**0.49**	-

Schizzo della rottura



Velocità d'applicazione (MPa/sec)
0.6

Descrizione rottura: lungo scistosità subverticale.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE

VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 17/05/2011

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE

Certificato n°: 1467

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: R04
Campione: C 1
Profondità: da 13.00 m a 13.90 m
Data esecuzione prova: 22/04/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D3148-96
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

Superficie	22.40	cm^2	Diametro	53.4	mm	Altezza	107.3	mm

Def. Ass. (με)	Def. Rad. (με)	Carico (kN)	Pressione (MPa)
0	0	0	0
30	-5	3.12	1.39
73	-9	5.57	2.49
144	-50	8.69	3.88
214	-80	11.48	5.13
294	-167	16.83	7.51
372	-219	22.18	9.90
459	-294	28.2	12.59
541	-411	34.33	15.33
631	-670	40.24	17.97
717	-923	44.03	19.66
805	-1263	44.36	19.81
897	-1724	48.27	21.55
996	-2441	53.28	23.79
1088	-3201	55.85	24.94
1185	-3896	53.95	24.09
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

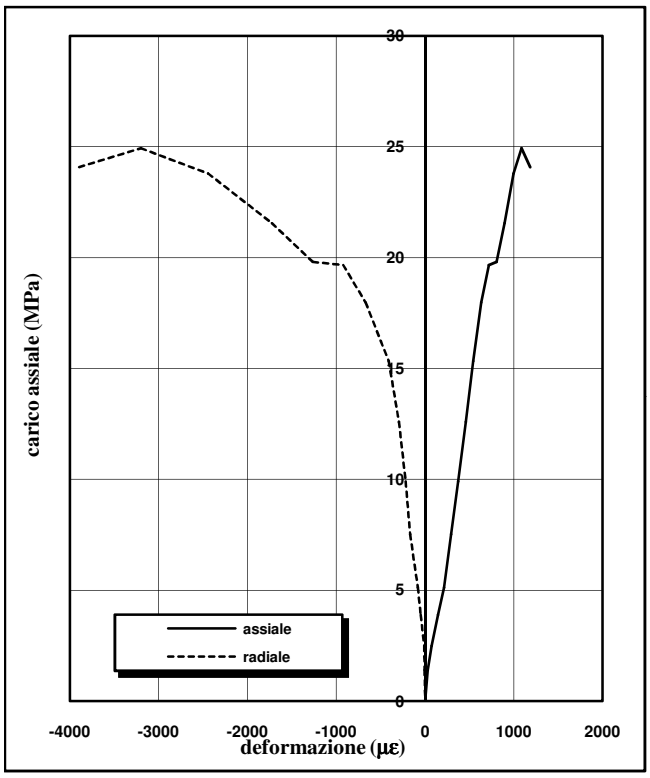
Data emissione: 17/05/2011

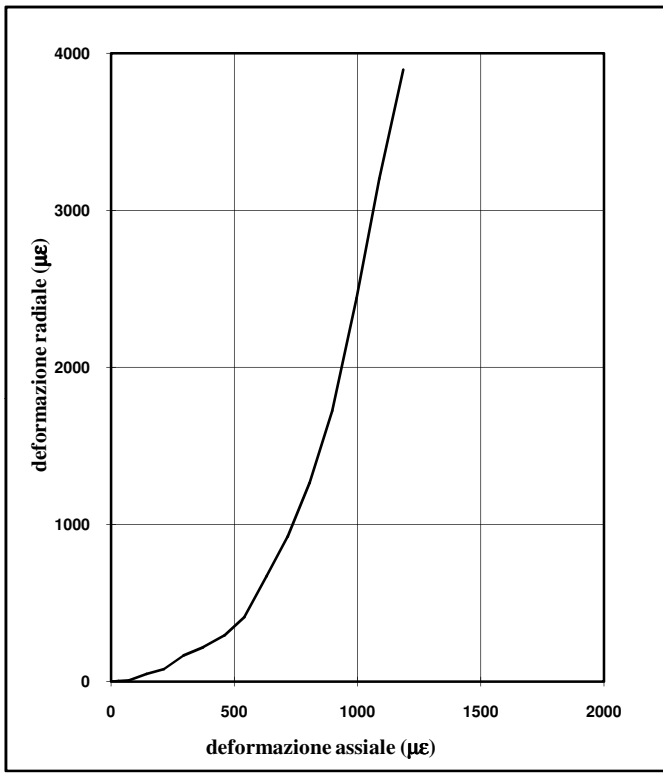
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE

Certificato n°: 1467

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

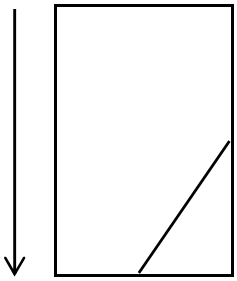
Sondaggio: R04
Campione: C 1
Profondità: da 13.00 m a 13.90 m
Data esecuzione prova: 22/04/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D3148-96
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto





Carico di rottura	**24.94**	MPa
Modulo tangente 50%	**30896**	MPa
Modulo secante 50%	**27432**	MPa
Coeff. di Poisson 50%	**n.d.**	-

Schizzo della rottura



Velocità d'applicazione (MPa/sec)
0.5

Pressione σ_3 (MPa)
2.0

Descrizione rottura: lungo discontinuità esistente inclinata di circa 60°.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 17/05/2011
Certificato n°: 1468

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: R04
Campione: C 2
Profondità da 18.00 m a 18.40 m
Data esecuzione prova: 28/03/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1979
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

Contenitore del campione		Inox		PVC
		Ferro	X	Sacchetto
Dimensioni del campione		<2"	X	<4"
		<3"		>4"
Condizioni del materiale	X	Buone		Fratturata
		Mediocri		Strati piegati
		Cattive		Disarticolata



Descrizione del campione

Campione di lunghezza 42 cm. Calcescisto ad aspetto localmente brecciato. Presenza di fratture da millimetriche a centimetriche sigillate da calcite o alterate per ossidazione.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 17/05/2011

Certificato n°: 1469

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: R04
Campione: C 3
Profondità da 21.50 m a 21.85 m
Data esecuzione prova: 28/03/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1979
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

Contenitore del campione		Inox		PVC
		Ferro	X	Sacchetto
Dimensioni del campione		<2"	X	<4"
		<3"		>4"
Condizioni del materiale	X	Buone		Fratturata
		Mediocri		Strati piegati
		Cattive		Disarticolata



Descrizione del campione

Campione di lunghezza 33 cm. Calcescisto a scistosità pervasiva. Presenza di livello pluricentimetrico carbonatico e fratture serrate, di cui alterate per ossidazione.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 17/05/2011
Certificato n°: 1470

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: R04
Campione: C 4
Profondità da 26,50 m a 26,90 m
Data esecuzione prova: 28/03/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1979
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

Contenitore del campione		Inox		PVC
		Ferro	X	Sacchetto
Dimensioni del campione		<2"	X	<4"
		<3"		>4"
Condizioni del materiale	X	Buone		Fratturata
		Mediocri		Strati piegati
		Cattive		Disarticolata



Descrizione del campione

Campione di lunghezza 35 cm. Calcescisto con scistosità pervasiva. Presenza di microfratture sigillate da calcite.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE

VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 17/05/2011

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE

Certificato n°: 1471

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: R04
Campione: C 4
Profondità: da 26.50 m a 26.90 m
Data esecuzione prova: 22/04/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D3148-96
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

Superficie	22.40	cm^2	Diametro	53.4	mm	Altezza	107.1	mm

Def. Ass. (με)	Def. Rad. (με)	Carico (kN)	Pressione (MPa)
0	0	0	0
35	0	2.34	1.04
86	-2	4.68	2.09
168	-8	7.58	3.38
248	-10	10.81	4.83
338	-16	14.38	6.42
423	-17	18.28	8.16
518	-19	22.74	10.15
605	-22	26.98	12.05
700	-31	31.88	14.23
790	-40	36.67	16.37
886	-54	42.02	18.76
982	-68	47.6	21.25
1083	-87	53.06	23.69
1178	-109	58.52	26.13
1286	-137	64.65	28.87
1389	-167	70.45	31.46
1501	-204	76.8	34.29
1611	-247	82.93	37.03
1735	-301	89.62	40.02
1858	-365	95.97	42.85
1990	-455	102.66	45.84
2105	-549	108.24	48.33
2226	-674	114.03	50.92
2343	-849	119.61	53.41
2469	-1085	125.4	55.99
2579	-1509	130.75	58.38
2705	-1926	135.88	60.67
2843	-2389	140.9	62.91
2984	-2960	145.36	64.90
3157	-3402	149.26	66.65
3400	-3912	152.49	68.09
3810	-4319	156.17	69.73
4212	-5367	157.95	70.53
4641	-5901	158.17	70.62
4966	-6680	156.39	69.83
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00

Def. Ass. (με)	Def. Rad. (με)	Carico (kN)	Pressione (MPa)
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

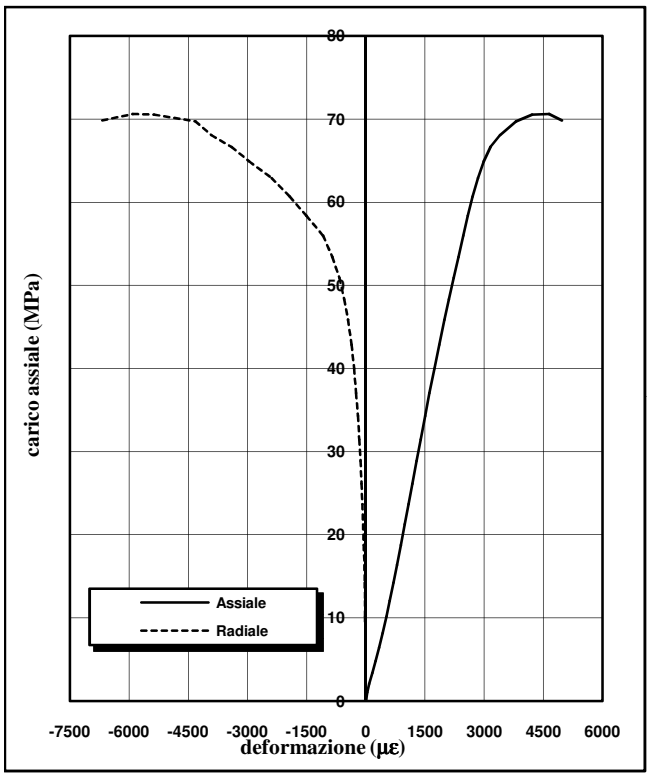
Data emissione: 17/05/2011

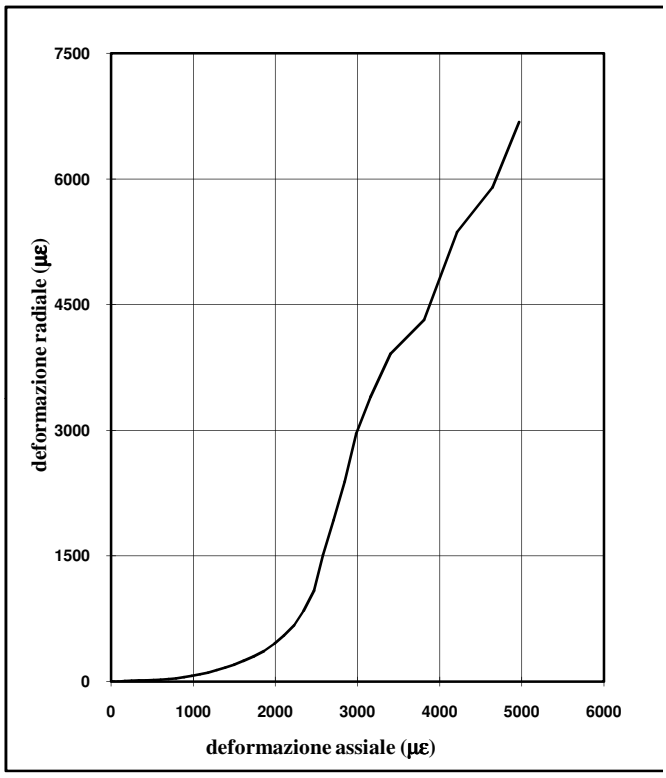
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE

Certificato n°: 1471

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

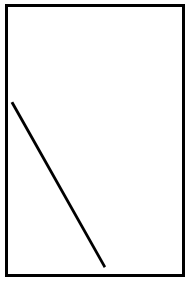
Sondaggio: R04
Campione: C 4
Profondità: da 26.50 m a 26.90 m
Data esecuzione prova: 22/04/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D3148-96
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto





Carico di rottura	**70.62**	MPa
Modulo tangente 50%	**25315**	MPa
Modulo secante 50%	**22845**	MPa
Coeff. di Poisson 50%	**0.14**	-

Schizzo della rottura



Velocità d'applicazione (MPa/sec)
0.5

Pressione σ_3 (MPa)
4.0

Descrizione rottura: lungo scistosità.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 17/05/2011
Certificato n°: 1472

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: R04
Campione: C 5
Profondità da 31.00 m a 31.70 m
Data esecuzione prova: 28/03/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1979
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

Contenitore del campione		Inox		PVC
		Ferro	X	Sacchetto
Dimensioni del campione		<2"	X	<4"
		<3"		>4"
Condizioni del materiale	X	Buone		Fratturata
		Mediocri		Strati piegati
		Cattive		Disarticolata



Descrizione del campione
Campione di lunghezza 64 cm. Calcescisto a scistosità pervasiva. Presenza di microfratture riempite da calcite.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI
LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 17/05/2011

MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

Certificato n°: 1473

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: R04
Campione: C 5
Profondità da 31.00 m a 31.70 m
Data esecuzione prova: 13/04/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1979
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

DIAMETRO	ALTEZZA	MASSA	PESO	VOLUME	DENSITA'
mm	mm	gr	kN	m^3	kN/m^3
78.6	164.7	2190.30	0.021479	7.99E-04	26.88

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI
LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 17/05/2011

MISURA DELLA VELOCITA' ULTRASONICA

Certificato n°: 1474

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: R04
Campione: C 5
Profondità da 31.00 m a 31.70 m
Data esecuzione prova: 13/04/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D2845-00
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

VELOCITA' ONDE DI COMPRESSIONE

DISTANZA mm	*TEMPO* μ*sec*	*VELOCITA'* *m/sec*
164.7	**38.7**	**4256**

VELOCITA' ONDE DI TAGLIO

DISTANZA mm	*TEMPO* μ*sec*	*VELOCITA'* *m/sec*
164.7	**60.8**	**2709**

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI
LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Rapporto di prova n°: 1013445

MISURA DELLA VELOCITA' ULTRASONICA

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: R04
Campione: C 5
Profondità da 31.00 m a 31.70 m
Data esecuzione prova: 13/04/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D2845-00
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

DIAMETRO	ALTEZZA	MASSA	VOLUME	DENSITA'	CARICO
mm	mm	gr	cm^3	g/cm^3	kPa
78.6	164.7	2190.30	0.000799	2.74	80

VELOCITA' ONDE DI COMPRESSIONE

DISTANZA mm	*TEMPO* µ*sec*	*VELOCITA'* *m/sec*
164.7	38.7	4256

VELOCITA' ONDE DI TAGLIO

DISTANZA mm	*TEMPO* µ*sec*	*VELOCITA'* *m/sec*
164.7	60.8	2709

E =	46638	MPa	Modulo di Young
G =	20112	MPa	Modulo di taglio
µ =	0.16		Coefficiente di Poisson
K =	22824.99	MPa	Modulo volumetrico

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE

VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 17/05/2011

Certificato n°: 1475

PROVA DI COMPRESSIONE MONOASSIALE

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: R04
Campione: C 5
Profondità da 31.00 m a 31.70 m
Data esecuzione prova: 13/04/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D3148-96
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

Superficie	48.52	cm^2	Diametro	78.6	mm	Altezza	164.7	mm

Def. Ass. (με)	Def. Rad. (με)	Carico (kN)	Pressione (MPa)
0	0	0	0
88	-15	4.46	0.92
188	-51	9.7	2.00
314	-84	17.17	3.54
457	-153	26.53	5.47
655	-288	37.56	7.74
858	-429	49.49	10.20
958	-691	61.42	12.66
1019	-1050	72.12	14.86
971	-1476	79.14	16.31
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

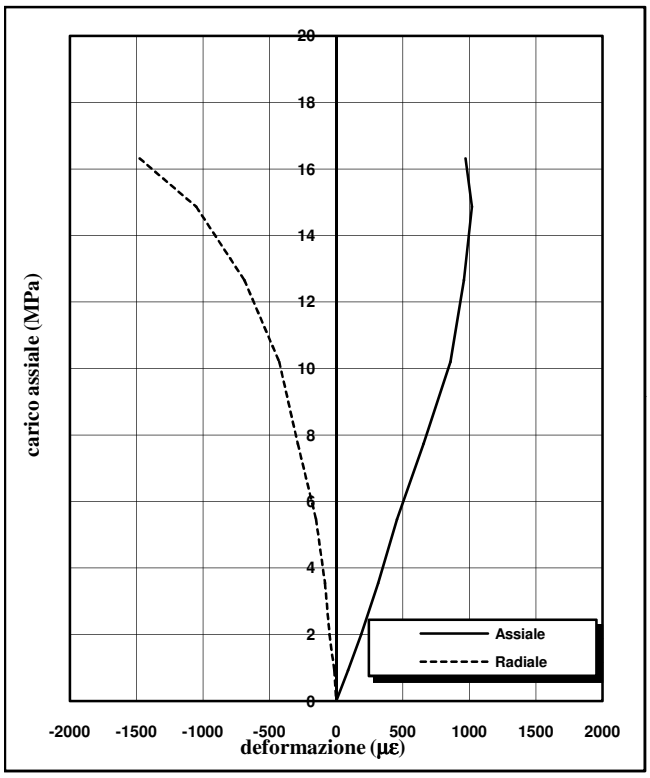
Data emissione: 17/05/2011

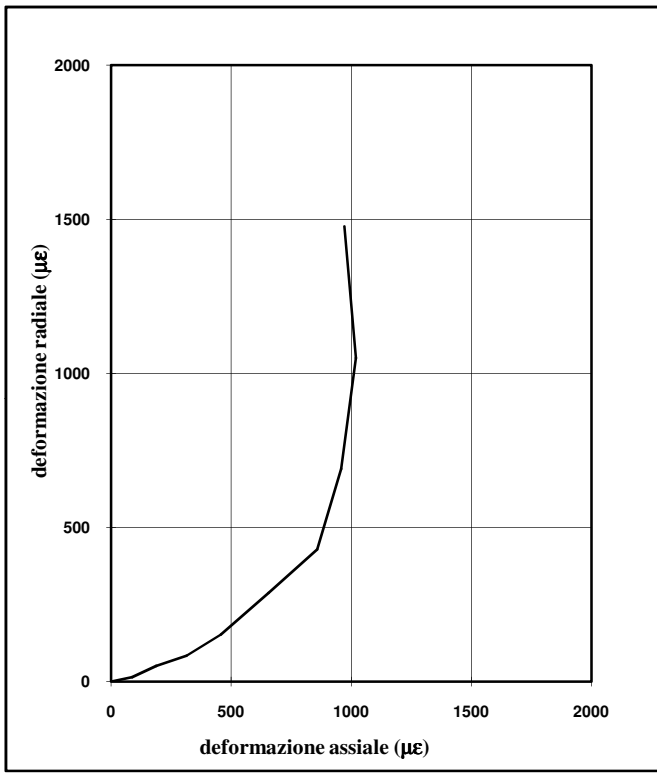
Certificato n°: 1475

PROVA DI COMPRESSIONE MONOASSIALE

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

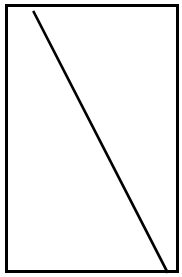
Sondaggio: R04
Campione: C 5
Profondità da 31.00 m a 31.70 m
Data esecuzione prova: 13/04/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D3148-96
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto





Carico di rottura	**16.31**	MPa
Modulo tangente 50%	**11481**	MPa
Modulo secante 50%	**11818**	MPa
Coeff. di Poisson 50%	**0.44**	-

Schizzo della rottura



Velocità d'applicazione (MPa/sec)
0.6

Descrizione rottura: lungo piano inclinato di circa 65°.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE

VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 17/05/2011

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE

Certificato n°: 1476

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: R04
Campione: C 5
Profondità: da 31.00 m a 31.70 m
Data esecuzione prova: 22/04/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D3148-96
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

Superficie	22.40	cm^2	Diametro	53.4	mm	Altezza	107.3	mm

Def. Ass. (με)	Def. Rad. (με)	Carico (kN)	Pressione (MPa)
0	0	0	0
9	0	1.89	0.84
21	-2	6.02	2.69
84	-6	10.7	4.78
169	-11	16.72	7.47
258	-19	22.96	10.25
331	-33	27.87	12.44
400	-50	32.55	14.53
480	-47	38.23	17.07
560	-65	43.36	19.36
659	-85	49.38	22.05
762	-112	55.07	24.59
878	-152	61.2	27.33
994	-189	67.1	29.96
1134	-238	73.68	32.90
1278	-293	79.81	35.64
1445	-365	86.39	38.57
1598	-389	91.74	40.96
1748	-488	96.42	43.05
1901	-589	100.77	44.99
2073	-749	105.23	46.99
2254	-901	109.24	48.78
2464	-1146	113.25	50.57
2675	-1402	116.71	52.11
2918	-1718	119.72	53.46
3146	-1988	121.61	54.30
3330	-2168	122.39	54.65
3382	-2245	120.61	53.85
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

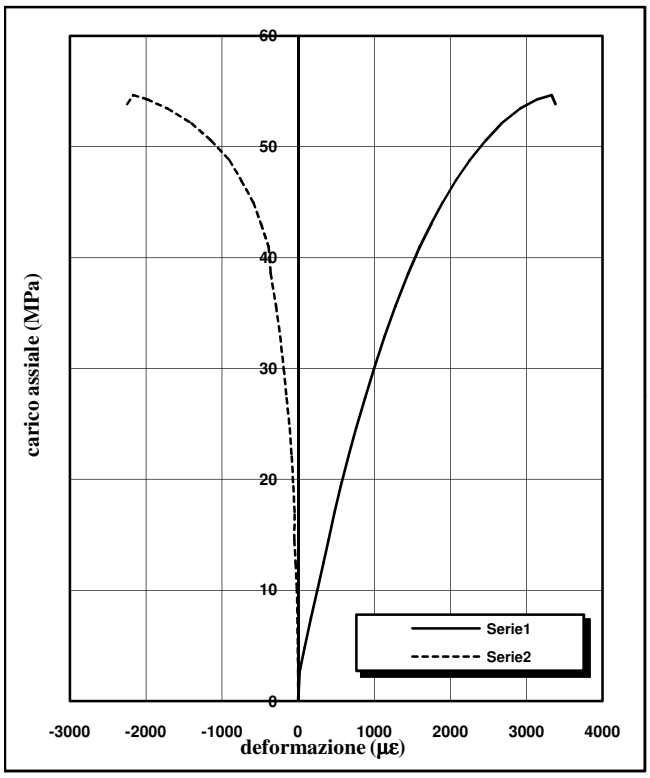
Data emissione: 17/05/2011

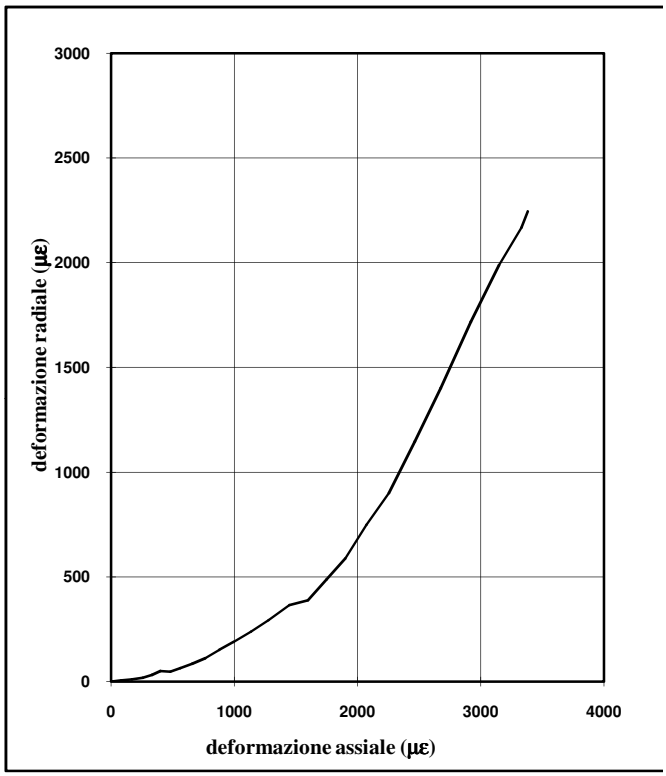
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE

Certificato n°: 1476

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

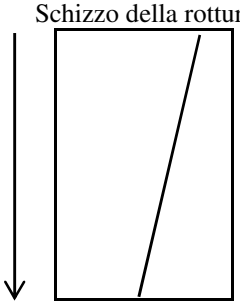
Sondaggio: R04
Campione: C 5
Profondità: da 31.00 m a 31.70 m
Data esecuzione prova: 22/04/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D3148-96
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto





Carico di rottura	**54.65**	MPa
Modulo tangente 50%	**23596**	MPa
Modulo secante 50%	**31123**	MPa
Coeff. di Poisson 50%	**0.17**	-

Schizzo della rottura



Velocità d'applicazione (MPa/sec)
0.5

Pressione σ_3 (MPa)
6.0

Descrizione rottura: lungo scistosità.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 17/05/2011

Certificato n°: 1477

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: R04
Campione: C 6
Profondità da 41.40 m a 41.70 m
Data esecuzione prova: 28/03/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1979
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

Contenitore del campione		Inox		PVC
		Ferro	X	Sacchetto
Dimensioni del campione		<2"	X	<4"
		<3"		>4"
Condizioni del materiale	X	Buone		Fratturata
		Mediocri		Strati piegati
		Cattive		Disarticolata



Descrizione del campione

Campione di lunghezza 38 cm. Calcescisto a scistosità pervasiva inclinata di circa 45°. Presenza di piano di fratturazione inclinato di circa 70°, alterato per ossidazione.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 17/05/2011

Certificato n°: 1478

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: R04
Campione: C 7
Profondità da 47.70 m a 47.95 m
Data esecuzione prova: 28/03/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1979
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

Contenitore del campione		Inox		PVC
		Ferro	X	Sacchetto
Dimensioni del campione		<2"	X	<4"
		<3"		>4"
Condizioni del materiale	X	Buone		Fratturata
		Mediocri		Strati piegati
		Cattive		Disarticolata



Descrizione del campione

Campione di lunghezza 27 cm. Calcescisto omogeneo e compatto.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 17/05/2011

Certificato n°: 1479

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: R04
Campione: C 8
Profondità da 52.30 m a 52.70 m
Data esecuzione prova: 28/03/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1979
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

Contenitore del campione		Inox		PVC
		Ferro	X	Sacchetto
Dimensioni del campione		<2"	X	<4"
		<3"		>4"
Condizioni del materiale	X	Buone		Fratturata
		Mediocri		Strati piegati
		Cattive		Disarticolata



Descrizione del campione

Campione di lunghezza 41 cm. Calcescisto a scistosità pervasiva inclinata di circa 50°. Presenza di microfratture sigillate da calcite.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 17/05/2011

Certificato n°: 1480

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: R04
Campione: C 9
Profondità da 59.50 m a 60.00 m
Data esecuzione prova: 28/03/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1979
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

Contenitore del campione		Inox		PVC
		Ferro	X	Sacchetto
Dimensioni del campione		<2"	X	<4"
		<3"		>4"
Condizioni del materiale	X	Buone		Fratturata
		Mediocri		Strati piegati
		Cattive		Disarticolata



Descrizione del campione

Campione di lunghezza 48 cm. Calcescisto a scistosità pervasiva inclinata di circa 50°. Presenza di livello centimetrico di quarzo e rare microfratture sigillate da calcite.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 17/05/2011
Certificato n°: 1481

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: R04
Campione: C 10
Profondità da 63.00 m a 63.40 m
Data esecuzione prova: 28/03/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1979
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

Contenitore del campione		Inox		PVC
		Ferro	X	Sacchetto
Dimensioni del campione		<2"	X	<4"
		<3"		>4"
Condizioni del materiale	X	Buone		Fratturata
		Mediocri		Strati piegati
		Cattive		Disarticolata



Descrizione del campione

Campione di lunghezza 34 cm. Calcescisto a scistosità pervasiva inclinata di circa 50°. Presenza di microfratture sigillate da calcite.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 17/05/2011
Certificato n°: 1482

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: R04
Campione: C 11
Profondità da 66.40 m a 66.70 m
Data esecuzione prova: 28/03/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1979
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

Contenitore del campione		Inox		PVC
		Ferro	X	Sacchetto
Dimensioni del campione		<2"	X	<4"
		<3"		>4"
Condizioni del materiale	X	Buone		Fratturata
		Mediocri		Strati piegati
		Cattive		Disarticolata



Descrizione del campione

Campione di lunghezza 30 cm. Calcescisto a scistosità pervasiva inclinata di circa 70°. Presenza di livelli di quarzo e microfratture sigillate da calcite.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 17/05/2011
Certificato n°: 1483

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: R04
Campione: C 12
Profondità da 70.40 m a 70.80 m
Data esecuzione prova: 28/03/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1979
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

Contenitore del campione		Inox		PVC
		Ferro	X	Sacchetto
Dimensioni del campione		<2"	X	<4"
		<3"		>4"
Condizioni del materiale		Buone		Fratturata
		Mediocri		Strati piegati
	X	Cattive		Disarticolata



Descrizione del campione

Campione di lunghezza 42 cm, diviso in 3 spezzoni. Calcescisto a scistosità pervasiva inclinata di circa 50° fortemente alterato e destrutturato.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 17/05/2011

Certificato n°: 1484

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: R04
Campione: C 13
Profondità da 76.10 m a 76.30 m
Data esecuzione prova: 28/03/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1979
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

Contenitore del campione		Inox		PVC
		Ferro	X	Sacchetto
Dimensioni del campione		<2"	X	<4"
		<3"		>4"
Condizioni del materiale	X	Buone		Fratturata
		Mediocri		Strati piegati
		Cattive		Disarticolata



Descrizione del campione

Campione di lunghezza 18 cm. Calcescisto a scistosità pervasiva. Presenza di microfratture riempite da calcite.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI
LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 17/05/2011

MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

Certificato n°: 1485

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: R04
Campione: C 13
Profondità da 76.10 m a 76.30 m
Data esecuzione prova: 26/04/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1979
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

DIAMETRO	ALTEZZA	MASSA	PESO	VOLUME	DENSITA'
mm	mm	gr	kN	m^3	kN/m^3
78.9	163.2	2191.43	0.021490	7.98E-04	26.93

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI
LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 17/05/2011

MISURA DELLA VELOCITA' ULTRASONICA

Certificato n°: 1486

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: R04
Campione: C 13
Profondità da 76.10 m a 76.30 m
Data esecuzione prova: 26/04/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D2845-00
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

VELOCITA' ONDE DI COMPRESSIONE

DISTANZA mm	*TEMPO* μ*sec*	*VELOCITA'* *m/sec*
163.2	**31.2**	**5231**

VELOCITA' ONDE DI TAGLIO

DISTANZA mm	*TEMPO* μ*sec*	*VELOCITA'* *m/sec*
163.2	**60.4**	**2702**

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI
LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Rapporto di prova n°: 1013446

MISURA DELLA VELOCITA' ULTRASONICA

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: R04
Campione: C 13
Profondità da 76.10 m a 76.30 m
Data esecuzione prova: 26/04/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D2845-00
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

DIAMETRO	ALTEZZA	MASSA	VOLUME	DENSITA'	CARICO
mm	mm	gr	cm^3	g/cm^3	kPa
78.9	163.2	2191.43	0.000798	2.75	80

VELOCITA' ONDE DI COMPRESSIONE

DISTANZA mm	*TEMPO* µ*sec*	*VELOCITA'* *m/sec*
163.2	31.2	5231

VELOCITA' ONDE DI TAGLIO

DISTANZA mm	*TEMPO* µ*sec*	*VELOCITA'* *m/sec*
163.2	60.4	2702

E =	52855	MPa	Modulo di Young
G =	20051	MPa	Modulo di taglio
µ =	0.32		Coefficiente di Poisson
K =	48409.77	MPa	Modulo volumetrico

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE

VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 17/05/2011

Certificato n°: 1487

PROVA DI COMPRESSIONE MONOASSIALE

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: R04
Campione: C 13
Profondità da 76.10 m a 76.30 m
Data esecuzione prova: 26/04/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D3148-96
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

Superficie	48.89	cm^2	Diametro	78.9	mm	Altezza	163.2	mm

Def. Ass. (με)	Def. Rad. (με)	Carico (kN)	Pressione (MPa)
0	0	0	0
7	-3	6.25	1.28
71	-4	12.6	2.58
112	-9	19.56	4.00
159	-14	29.65	6.06
240	-23	46.26	9.46
291	-30	57.52	11.76
341	-38	69.22	14.16
389	-46	80.7	16.51
440	-55	92.85	18.99
486	-65	104.22	21.32
538	-75	116.93	23.92
590	-82	129.08	26.40
645	-95	142.46	29.14
696	-103	154.16	31.53
751	-111	165.64	33.88
810	-118	175.9	35.98
884	-129	187.16	38.28
961	-133	199.08	40.72
1035	-142	211.68	43.29
1101	-151	223.72	45.76
1167	-161	235.76	48.22
1221	-170	246.68	50.45
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

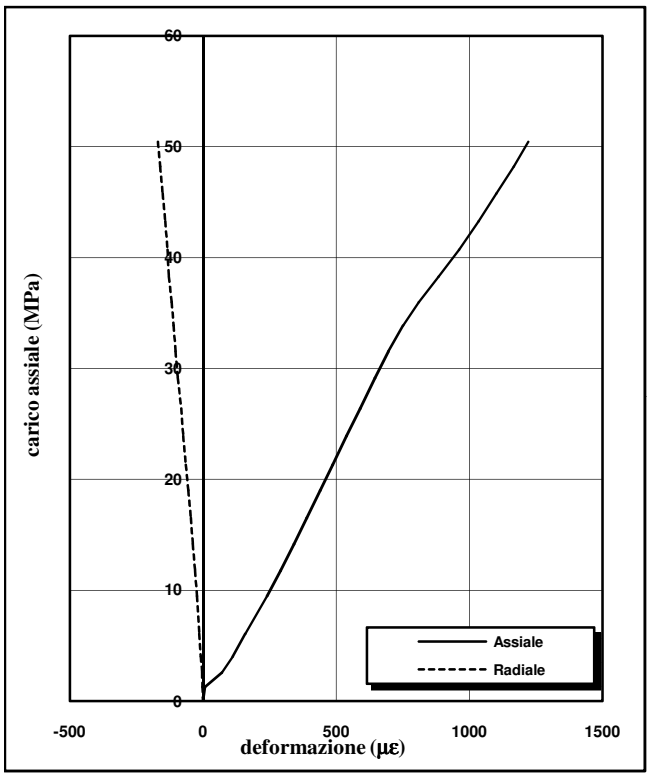
Data emissione: 17/05/2011

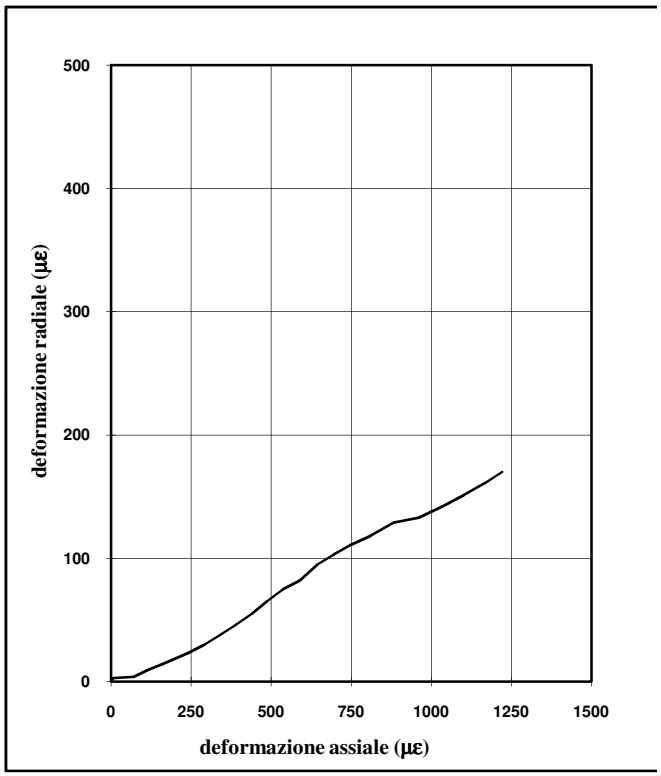
Certificato n°: 1487

PROVA DI COMPRESSIONE MONOASSIALE

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

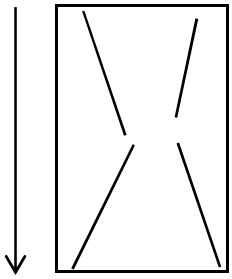
Sondaggio: R04
Campione: C 13
Profondità da 76.10 m a 76.30 m
Data esecuzione prova: 26/04/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D3148-96
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto





Carico di rottura	**50.45**	MPa
Modulo tangente 50%	**49992**	MPa
Modulo secante 50%	**44452**	MPa
Coeff. di Poisson 50%	**0.14**	-

Schizzo della rottura



Velocità d'applicazione (MPa/sec)
0.6

Descrizione rottura: a clessidra.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 17/05/2011
Certificato n°: 1488

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: R04
Campione: C 14
Profondità da 82.50 m a 82.70 m
Data esecuzione prova: 28/03/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1979
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

Contenitore del campione		Inox		PVC
		Ferro	X	Sacchetto
Dimensioni del campione		<2"	X	<4"
		<3"		>4"
Condizioni del materiale	X	Buone		Fratturata
		Mediocri		Strati piegati
		Cattive		Disarticolata



Descrizione del campione

Campione di lunghezza 22 cm. Calcescisto con scistosità pervasiva inclinata di circa 45°.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE

VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 17/05/2011

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE

Certificato n°: 1489

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: R04
Campione: C 14
Profondità: da 82.50 m a 82.70 m
Data esecuzione prova: 26/04/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D3148-96
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

Superficie	22.48	cm^2	Diametro	53.5	mm	Altezza	107.7	mm

Def. Ass. (με)	Def. Rad. (με)	Carico (kN)	Pressione (MPa)
0	0	0	0
82	-6	7.52	3.35
116	-14	12.64	5.62
220	-21	17.02	7.57
329	-39	23.82	10.60
429	-39	27.61	12.28
576	-64	31.96	14.22
692	-75	36.08	16.05
843	-98	40.99	18.23
981	-120	45.89	20.41
1137	-145	51.24	22.79
1283	-137	56.48	25.12
1445	-184	62.5	27.80
1603	-204	68.74	30.58
1786	-257	75.43	33.55
1954	-299	82.12	36.53
2125	-302	88.59	39.41
2285	-348	94.6	42.08
2452	-376	101.29	45.06
2646	-520	107.42	47.78
2940	-610	114.11	50.76
4418	-731	113.78	50.61
4452	-858	119.35	53.09
4462	-925	124.92	55.57
4452	-1043	129.05	57.41
4346	-1152	133.17	59.24
4248	-1282	138.19	61.47
4163	-1448	143.09	63.65
4046	-1656	147.89	65.79
4502	-2055	150.78	67.07
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00

Def. Ass. (με)	Def. Rad. (με)	Carico (kN)	Pressione (MPa)
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

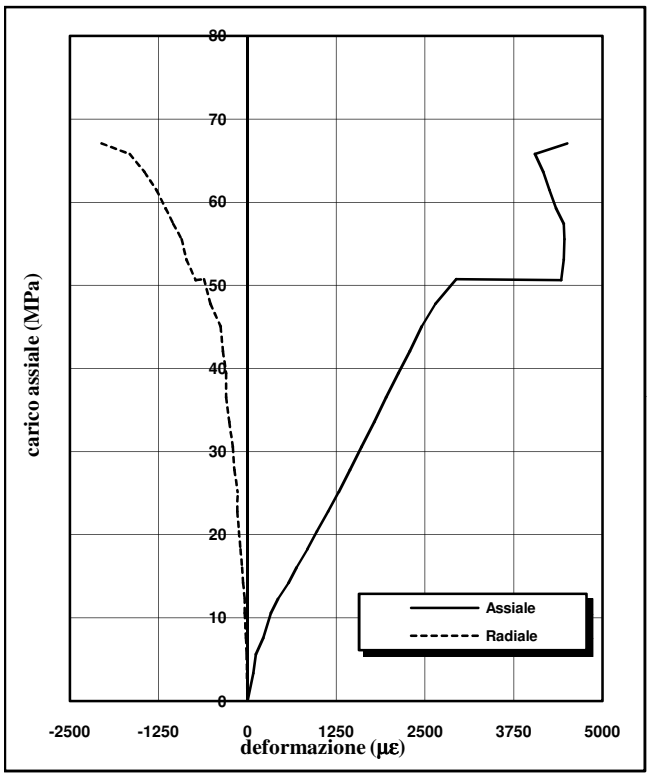
Data emissione: 17/05/2011

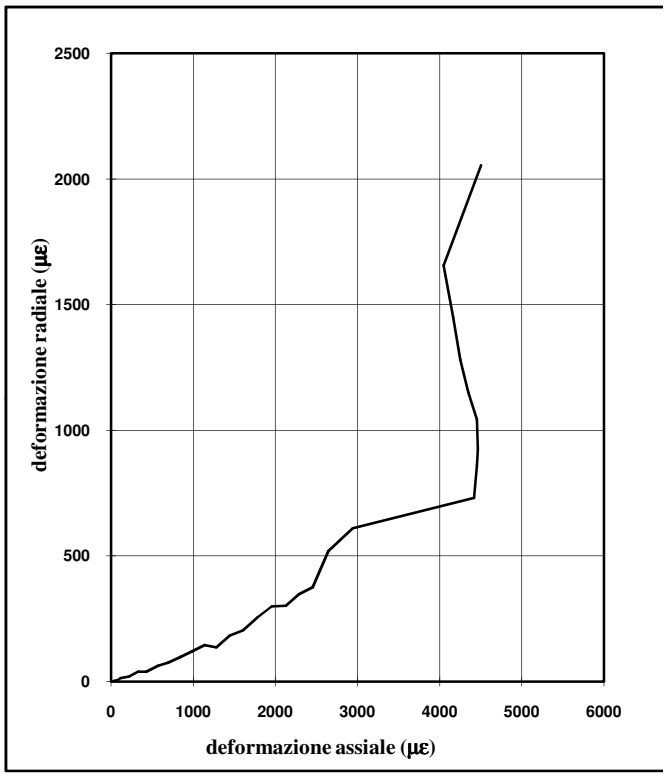
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE

Certificato n°: 1489

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

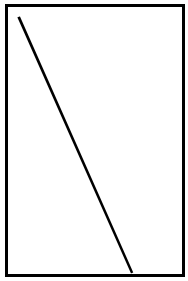
Sondaggio: R04
Campione: C 14
Profondità: da 82.50 m a 82.70 m
Data esecuzione prova: 26/04/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D3148-96
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto





Carico di rottura	**67.07**	MPa
Modulo tangente 50%	**17714**	MPa
Modulo secante 50%	**18695**	MPa
Coeff. di Poisson 50%	**0.15**	-

Schizzo della rottura



Velocità d'applicazione (MPa/sec)
0.5

Pressione σ_3 (MPa)
3.0

Descrizione rottura: lungo piano inclinato di circa 75°.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 17/05/2011
Certificato n°: 1490

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: R04
Campione: C 15
Profondità da 86.60 m a 87.00 m
Data esecuzione prova: 28/03/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1979
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

Contenitore del campione		Inox		PVC
		Ferro	X	Sacchetto
Dimensioni del campione		<2"	X	<4"
		<3"		>4"
Condizioni del materiale	X	Buone		Fratturata
		Mediocri		Strati piegati
		Cattive		Disarticolata



Descrizione del campione

Campione di lunghezza 33 cm. Calcescisto a scistosità pervasiva inclinata di circa 80°. Presenza di orizzonti altamente carbonatici paralleli alla scistosità.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE

VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 17/05/2011

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE

Certificato n°: 1491

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: R04
Campione: C 15
Profondità: da 86.60 m a 87.00 m
Data esecuzione prova: 26/04/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D3148-96
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

Superficie	22.48	cm^2	Diametro	53.5	mm	Altezza	107.3	mm

Def. Ass. (με)	Def. Rad. (με)	Carico (kN)	Pressione (MPa)
0	0	0	0
15	-2	1.78	0.79
66	-9	7.02	3.12
131	-14	13.38	5.95
167	-28	17.05	7.58
188	-36	19.73	8.78
262	-45	29.43	13.09
312	-48	35.11	15.62
361	-20	41.13	18.30
407	-34	45.81	20.38
451	-46	51.05	22.71
492	-66	55.73	24.79
532	-84	61.42	27.32
572	-104	66.66	29.65
615	-122	72.23	32.13
660	-141	77.92	34.66
695	-160	83.49	37.14
725	-193	88.73	39.47
755	-230	94.41	42.00
782	-275	99.88	44.43
810	-330	105.67	47.01
836	-396	110.8	49.29
858	-471	116.48	51.81
877	-566	121.84	54.20
898	-672	127.41	56.68
918	-817	132.65	59.01
943	-990	137.89	61.34
965	-1268	142.79	63.52
986	-1472	147.92	65.80
1007	-1716	152.6	67.88
1040	-1815	157.28	69.96
1101	-2004	163.41	72.69
1246	-2218	168.99	75.17
1486	-2417	173.67	77.26
1876	-2566	177.9	79.14
2605	-2882	175.01	77.85
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00

Def. Ass. (με)	Def. Rad. (με)	Carico (kN)	Pressione (MPa)
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

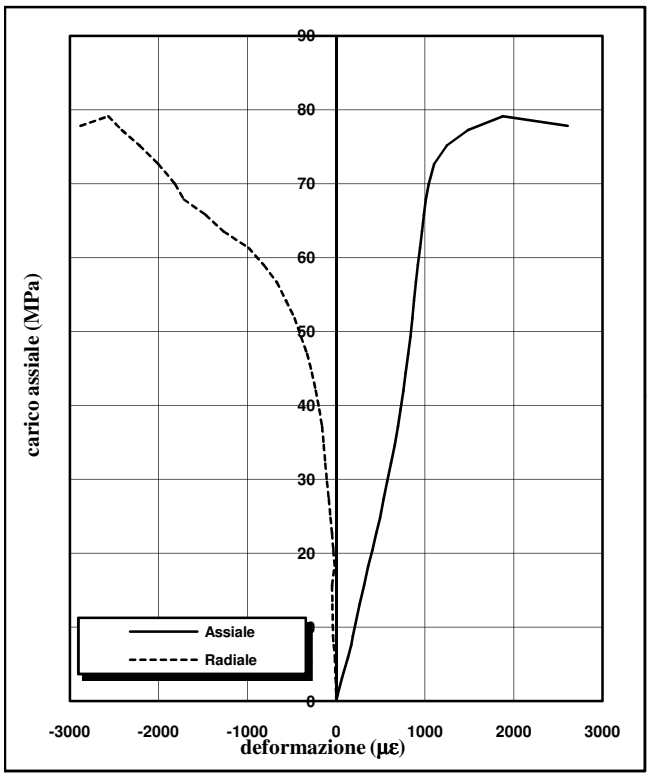
Data emissione: 17/05/2011

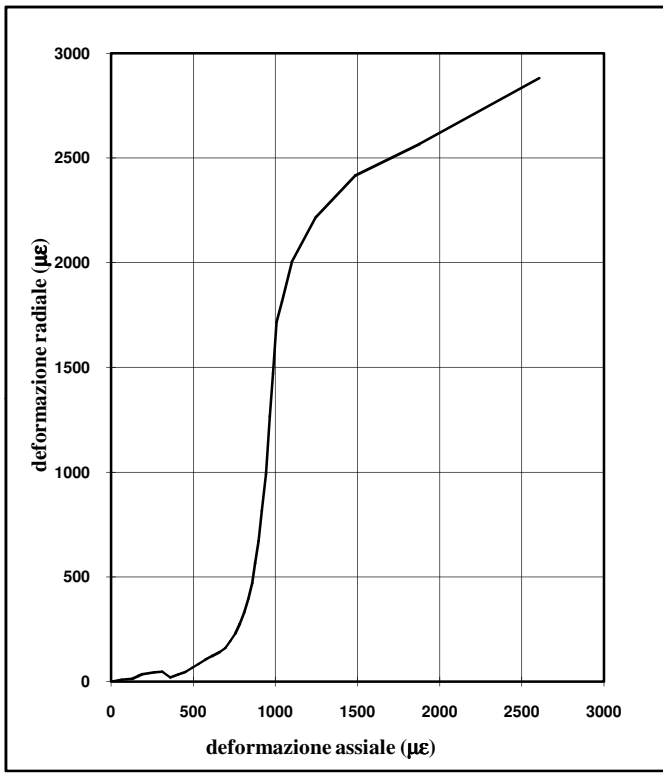
Certificato n°: 1491

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note: Rottura di un estensimetro orizzontale nel corso della prova.

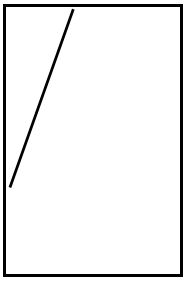
Sondaggio: R04
Campione: C 15
Profondità: da 86.60 m a 87.00 m
Data esecuzione prova: 26/04/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D3148-96
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto





Carico di rottura	**79.14**	MPa
Modulo tangente 50%	**77699**	MPa
Modulo secante 50%	**54442**	MPa
Coeff. di Poisson 50%	**0.27**	-

Schizzo della rottura



Velocità d'applicazione (MPa/sec)
0.5

Pressione σ_3 (MPa)
5.0

Descrizione rottura: lungo piano inclinato di circa 80°.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE

VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 17/05/2011

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE

Certificato n°: 1492

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note: Rottura di un estensimetro orizzontale nel corso della prova.

Sondaggio: R04
Campione: C 15
Profondità: da 86.60 m a 87.00 m
Data esecuzione prova: 26/04/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D3148-96
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

Superficie	22.48	cm^2	Diametro	53.5	mm	Altezza	107.4	mm

Def. Ass. (με)	Def. Rad. (με)	Carico (kN)	Pressione (MPa)
0	0	0	0
86	-6	6.13	2.73
236	-8	10.81	4.81
393	-21	16.5	7.34
523	-24	22.18	9.87
632	-32	28.09	12.50
743	-38	34.67	15.42
846	-47	40.46	18.00
981	-61	46.37	20.63
1217	-75	49.72	22.12
1399	-79	53.06	23.60
1477	-92	57.18	25.44
1743	-133	62.2	27.67
2012	-180	67.22	29.90
2361	-233	72.34	32.18
2678	-290	76.91	34.21
3095	-368	80.48	35.80
3596	-424	79.59	35.40
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00
0	0	0	0.00

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

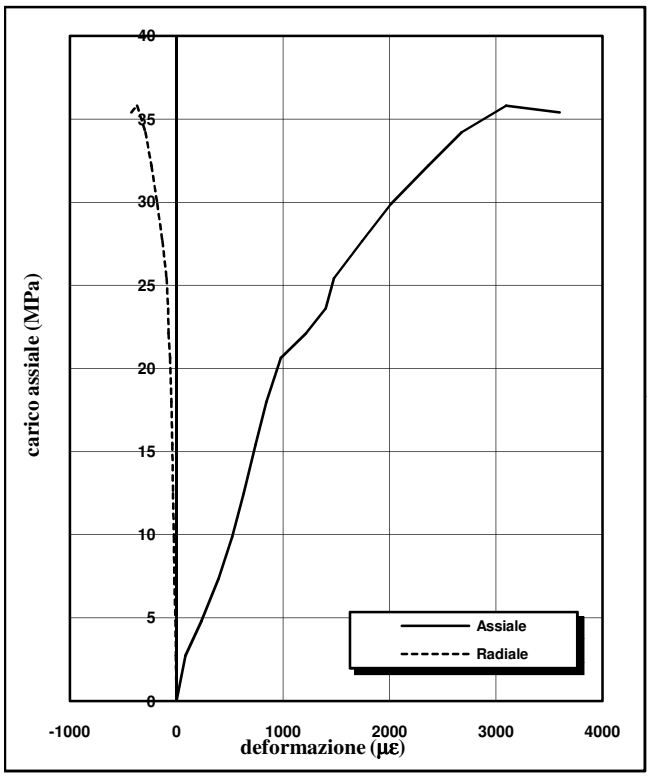
Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

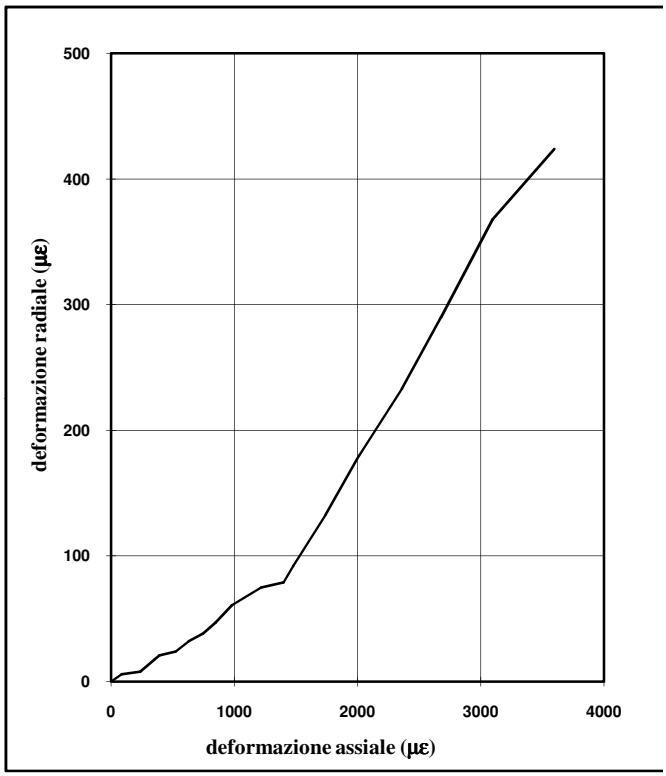
Data emissione: 17/05/2011

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE

Certificato n°: 1492

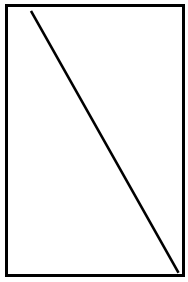
Committente: SPEA S.p.A.	**Sondaggio: R04**
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova	**Campione: C 15**
Località: Lotto 8 - Genova	**Profondità: da 86.60 m a 87.00 m**
Verbale di accettazione n°: 143	**Data esecuzione prova: 26/04/2011**
Data verbale: 25/10/2010	**Specifica di prova: I.S.R.M. 1983 - ASTM D3148-96**
Note: Rottura di un estensimetro orizzontale nel corso della prova.	**Rep: 10-134**
	Litologia: Calcescisto





Carico di rottura	**35.80**	MPa
Modulo tangente 50%	**25006**	MPa
Modulo secante 50%	**21274**	MPa
Coeff. di Poisson 50%	**n.d.**	-

Schizzo della rottura



Velocità d'applicazione (MPa/sec)
0.5

Pressione σ_3 (MPa)
7.0

Descrizione rottura: lungo piano inclinato di circa 60°.

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI - LABORATORIO TERRE E ROCCE
VIA PIAVE 122/a 17047 VADO LIGURE (SV) - Tel. 019-2100241 e-mail: sgllabo@tin.it

SERVIZI GEOTECNICI LIGURI

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Rapporto di prova n°: 1013447

PROVA DI RESISTENZA A TRAZIONE INDIRETTA

Committente: SPEA S.p.A.
Cantiere: Nodo stradale ed autostradale di Genova
Località: Lotto 8 - Genova
Verbale di accettazione n°: 143
Data verbale: 25/10/2010
Note:

Sondaggio: R04
Campione: C1-C11
Profondità da --- m a --- m
Data esecuzione prova: 13/04/2011
Specifica di prova: I.S.R.M. 1978 - ASTM D3967-95
Rep: 10-134
Litologia: Calcescisto

Campione	*Profondità* (m)	*DIAMETRO* (mm)	*ALTEZZA* (mm)	*P* (kN)	σ_t (MPa)
R04-C1	13,00-13,90	78.7	38.9	19.5	4.05
R04-C1	13,00-13,90	78.3	37.9	13.4	2.87
R04-C1	13,00-13,90	78.5	37.9	11.7	2.50
R04-C4	26,50-26,90	78.6	37.6	26.3	5.67
R04-C4	26,50-26,90	78.6	38.2	28.5	6.04
R04-C4	26,50-26,90	78.6	38.2	36.2	7.68
R04-C4	26,50-26,90	78.7	38.5	31.4	6.60
R04-C5	31,00-31,70	78.7	38.8	20.0	4.17
R04-C5	31,00-31,70	78.7	40.8	13.6	2.70
R04-C5	31,00-31,70	78.8	38.8	16.2	3.37

Valore Medio	**4.57**	**MPa**
Deviazione standard	**1.81**	
Varianza	**2.96**	

Lo Sperimentatore

Il Direttore di Laboratorio

ALLEGATO 9 - Analisi di stabilità

MODELLO GEOTECNICO - GEOMECCANICO GENERALE DEL VERSANTE
STATO DI FATTO

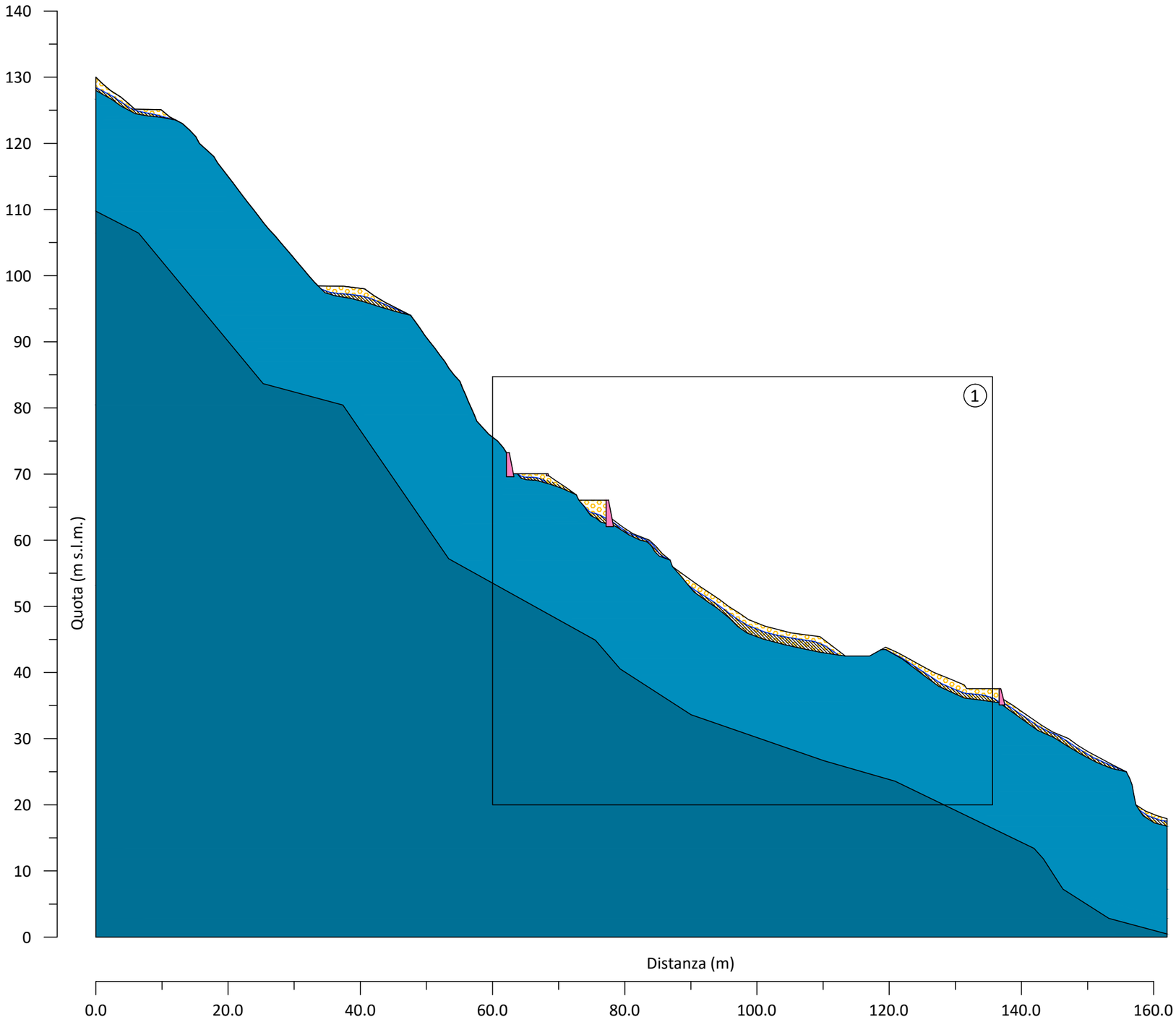


Figura 4-1 - Modello stato attuale

BACK ANALYSIS - STATO DI FATTO

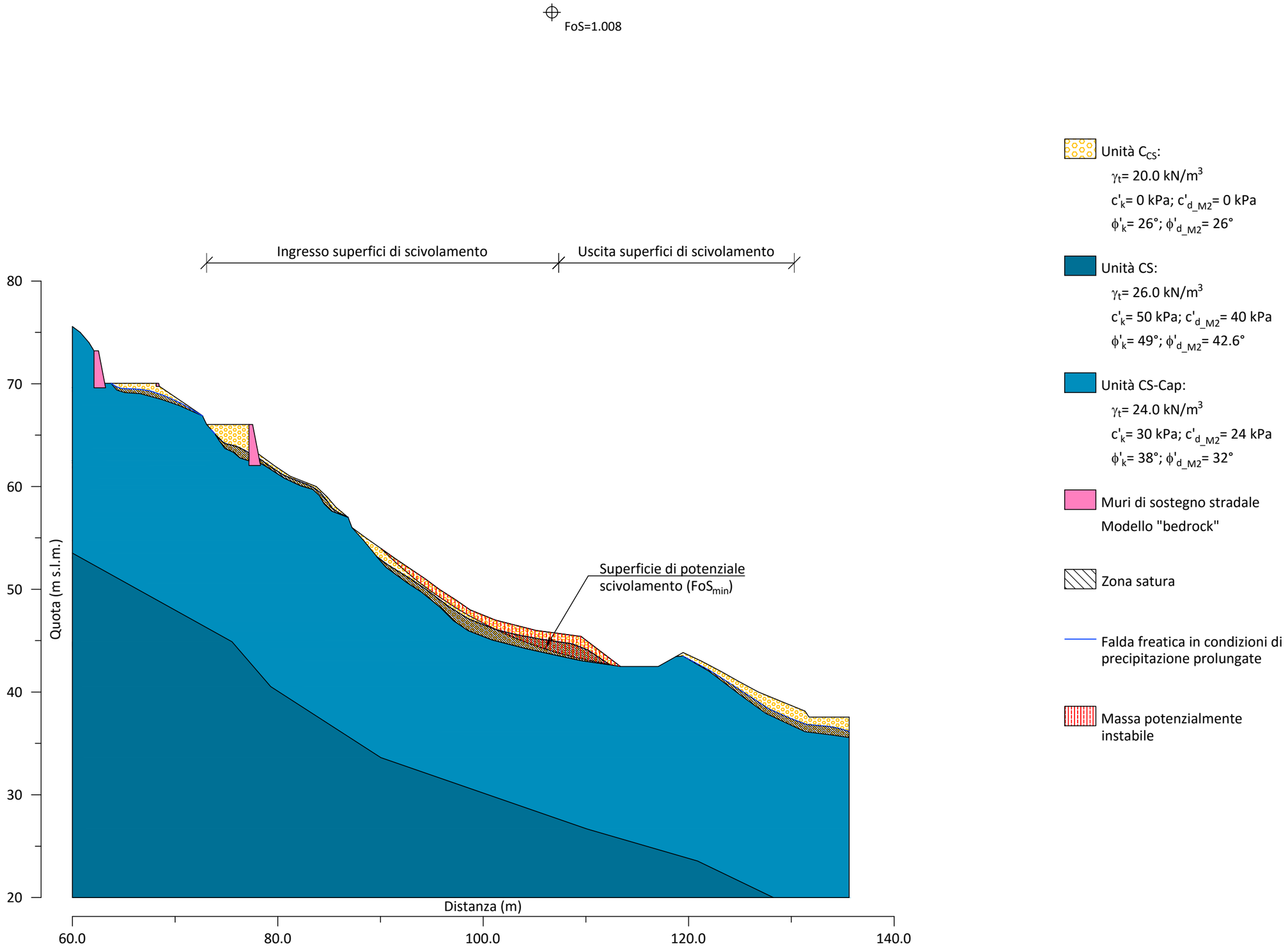
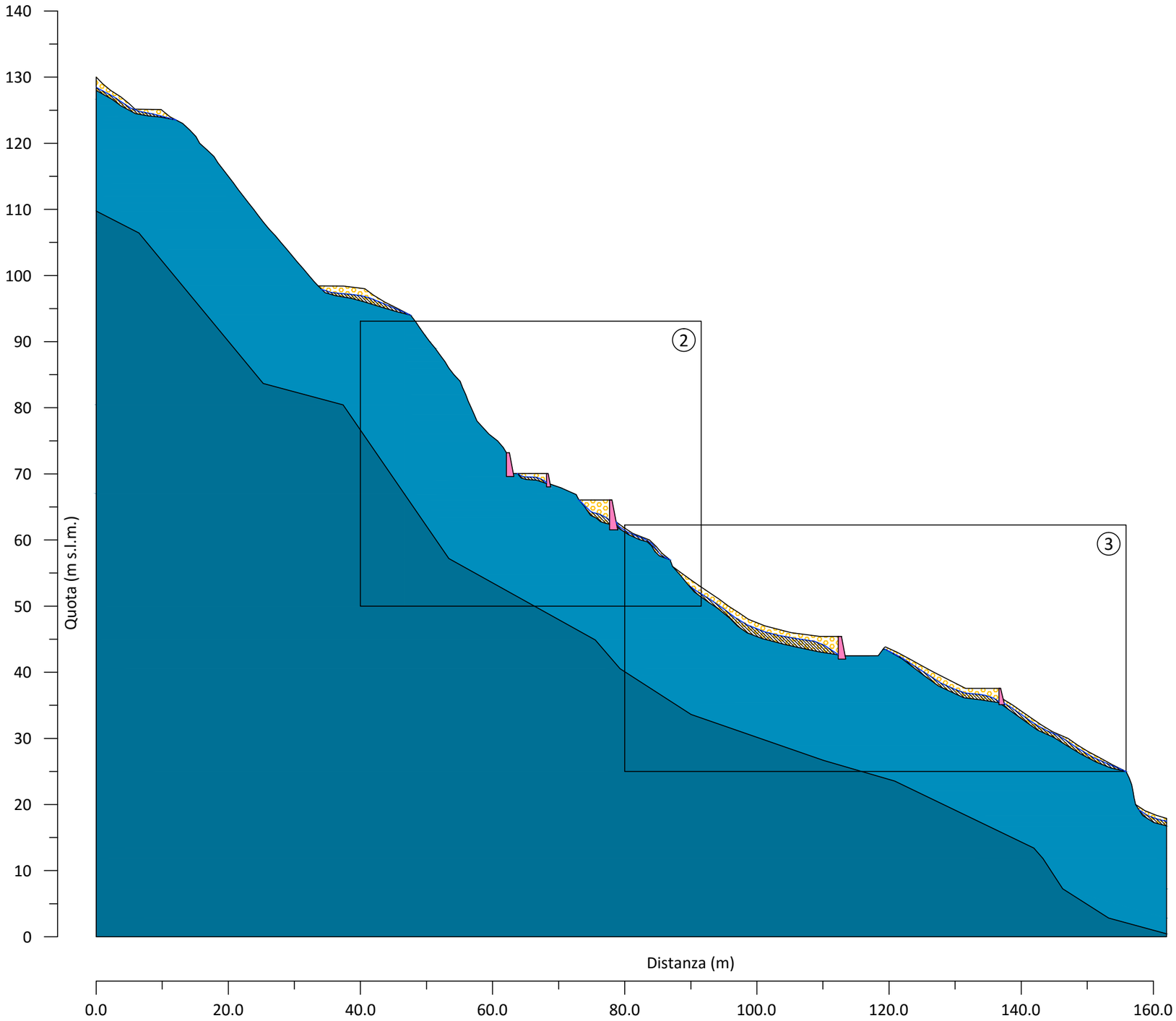


Figura 4-2 - Risultati back analysis stato di fatto

MODELLO GEOTECNICO - GEOMECCANICO GENERALE DEL VERSANTE
STATO DI PROGETTO



Unità C_{CS}:
γ_t= 20.0 kN/m^3
c'$_k$= 0 kPa; c'$_{d_M2}$= 0 kPa
ϕ'_k= 26°; ϕ'_{d_M2}= 26°

Unità CS:
γ_t= 26.0 kN/m^3
c'$_k$= 50 kPa; c'$_{d_M2}$= 40 kPa
ϕ'_k= 49°; ϕ'_{d_M2}= 42.6°

Unità CS-Cap:
γ_t= 24.0 kN/m^3
c'$_k$= 30 kPa; c'$_{d_M2}$= 24 kPa
ϕ'_k= 38°; ϕ'_{d_M2}= 32°

Muri di sostegno stradale
Modello "bedrock"

Zona satura

Falda freatica in condizioni di precipitazione prolungate

② Finestra per analisi in condizioni di progetto della porzione superiore

③ Finestra per analisi in condizioni di progetto della porzione inferiore

Figura 4-4 - Modello stato stato di progetto

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

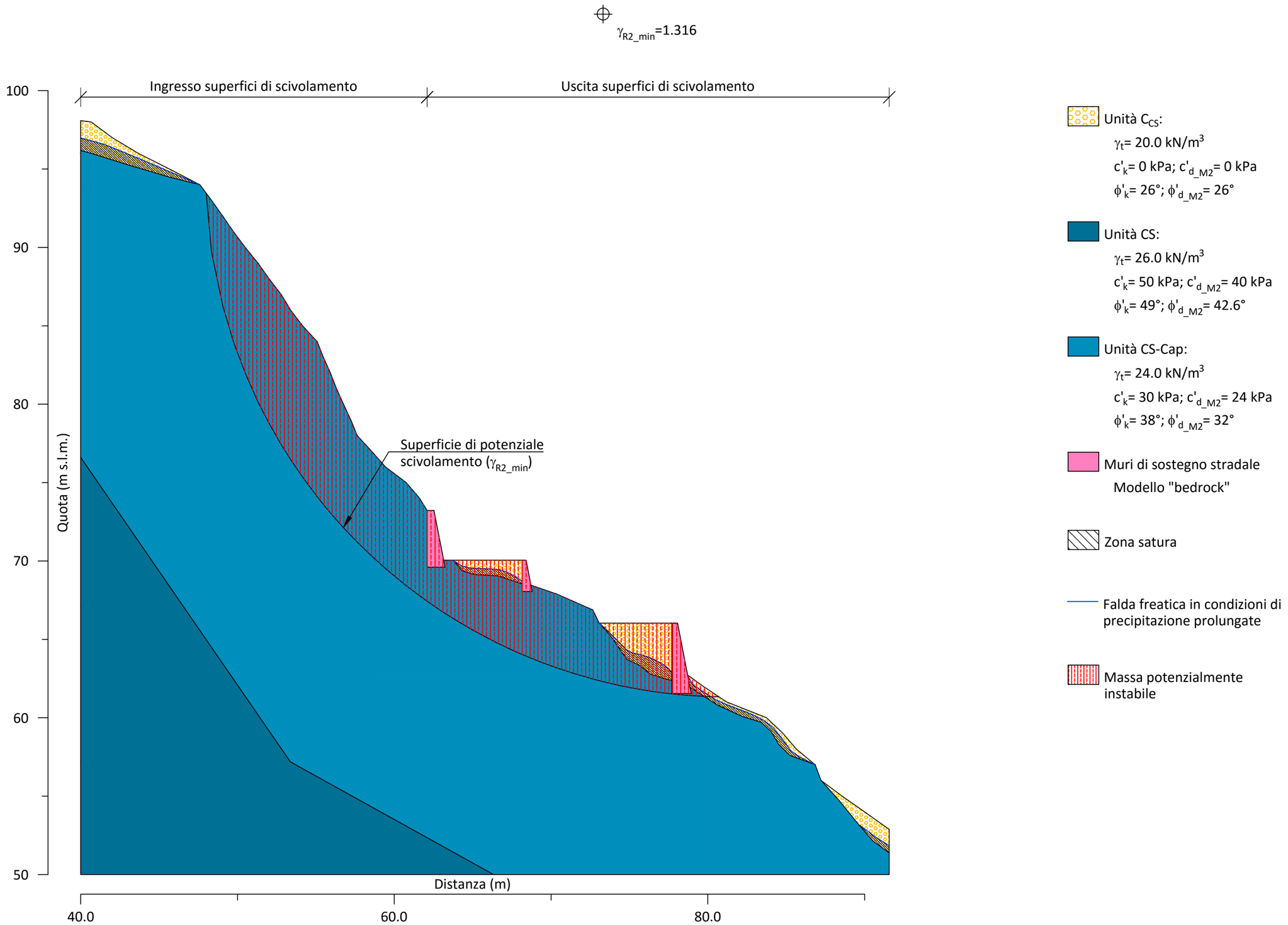


Figura 4-5 - Porzione superiore del versante - Stato di progetto - Analisi di stabilità in condizioni statiche

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

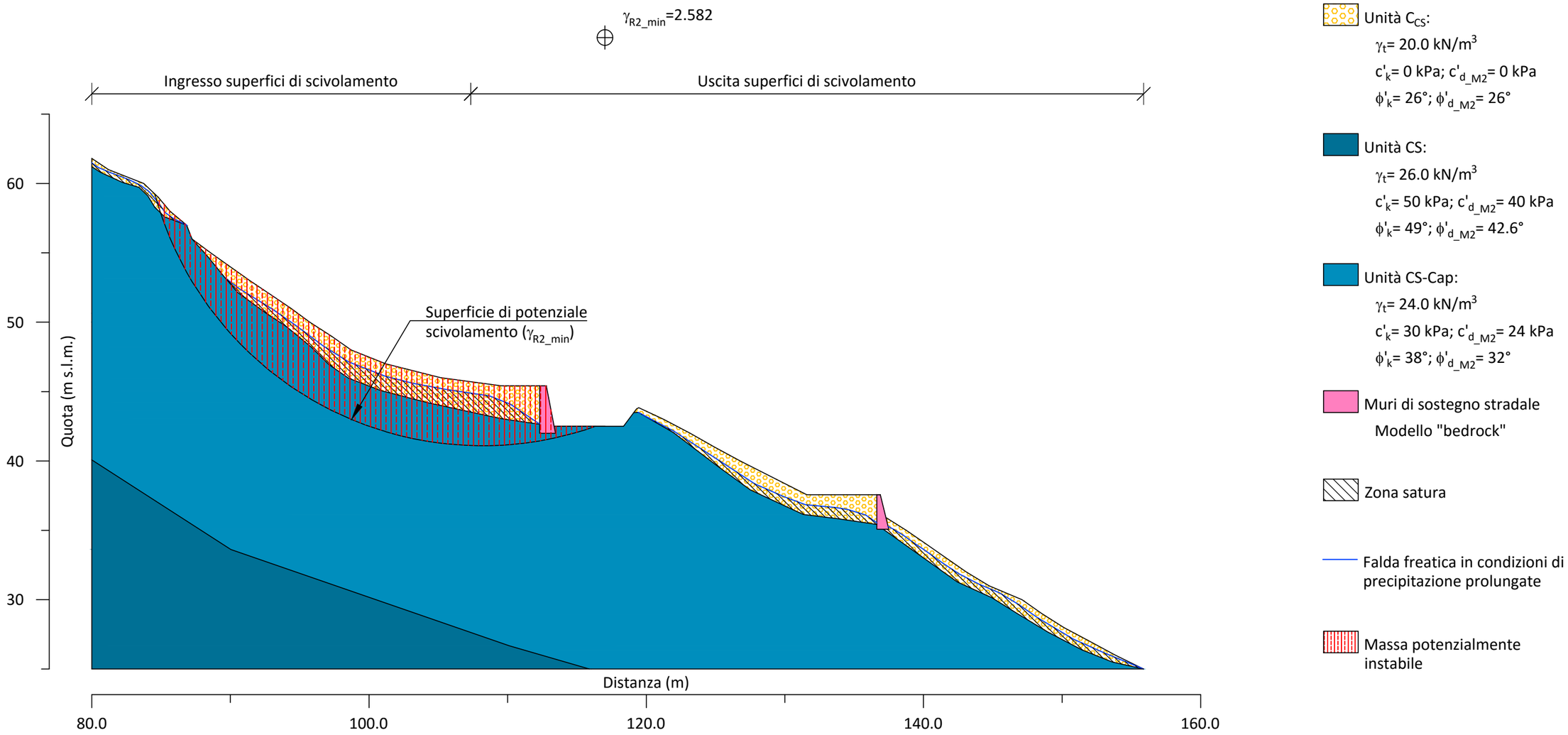


Figura 4-6 - Porzione inferiore del versante, zona alta - Stato di progetto
Analisi di stabilità in condizioni statiche

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

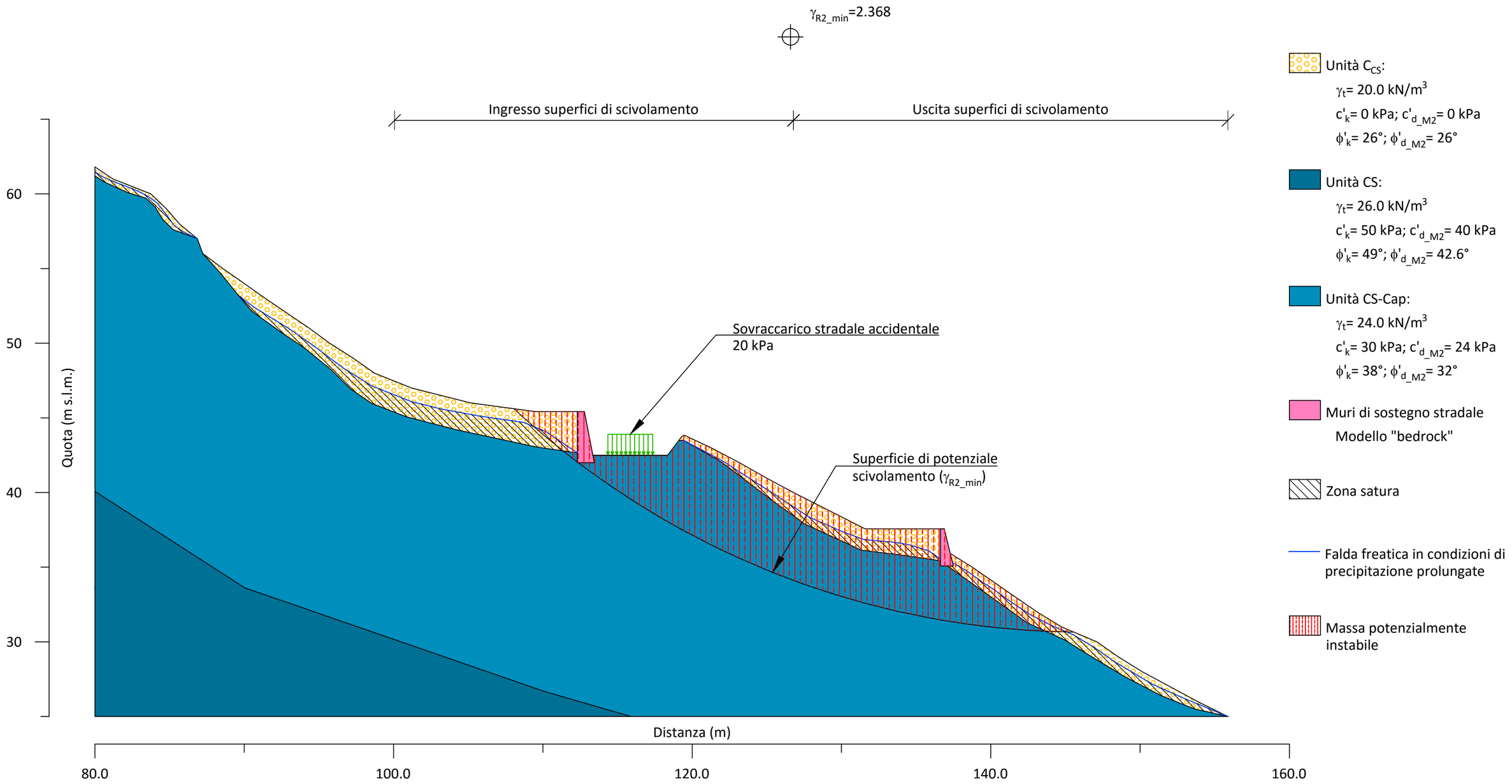


Figura 4-7 - Porzione inferiore del versante, zona bassa - Stato di progetto - Analisi di stabilità in condizioni statiche

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

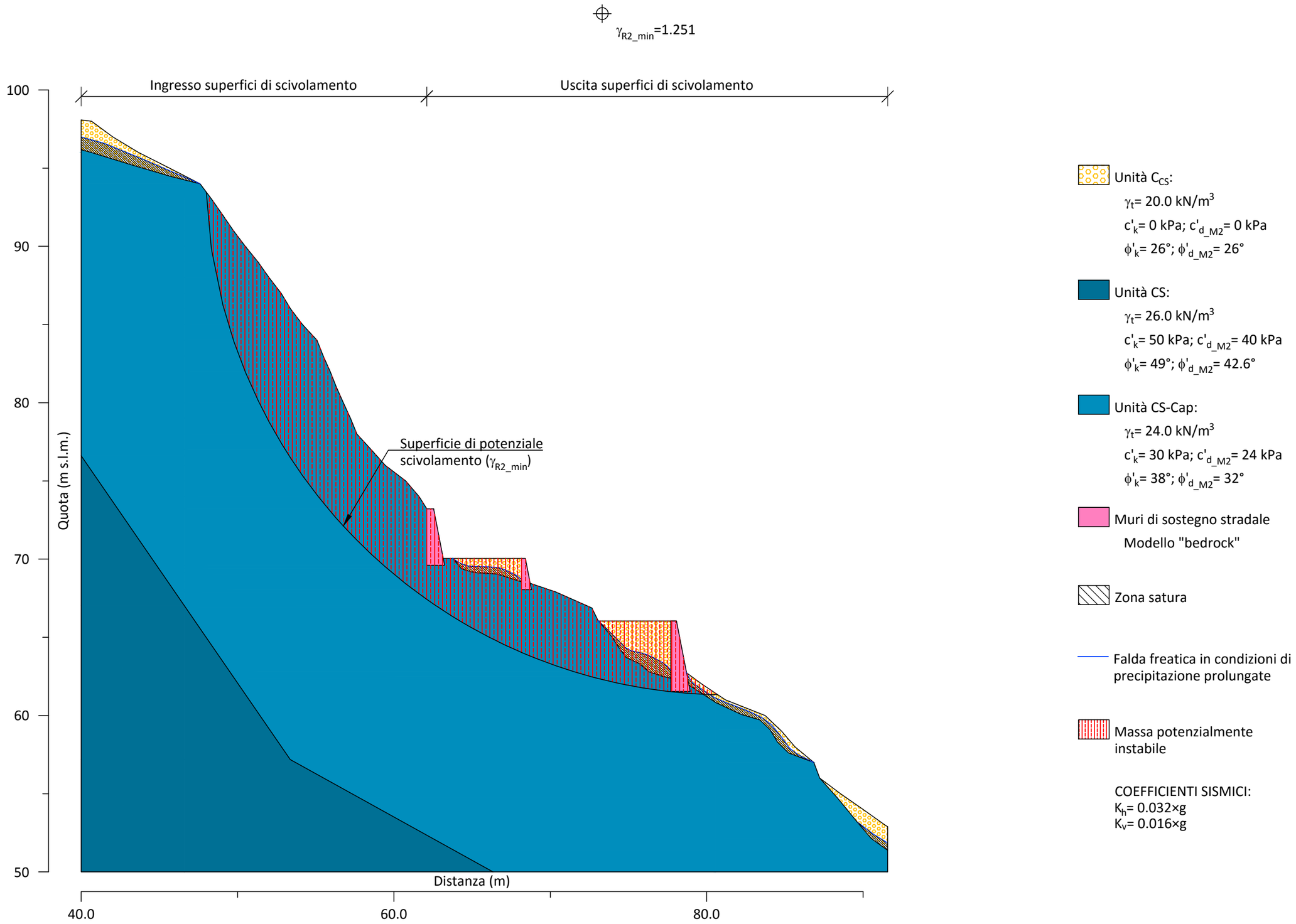


Figura 4-8 - Porzione superiore del versante - Stato di progetto - Analisi di stabilità in condizioni sismiche

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

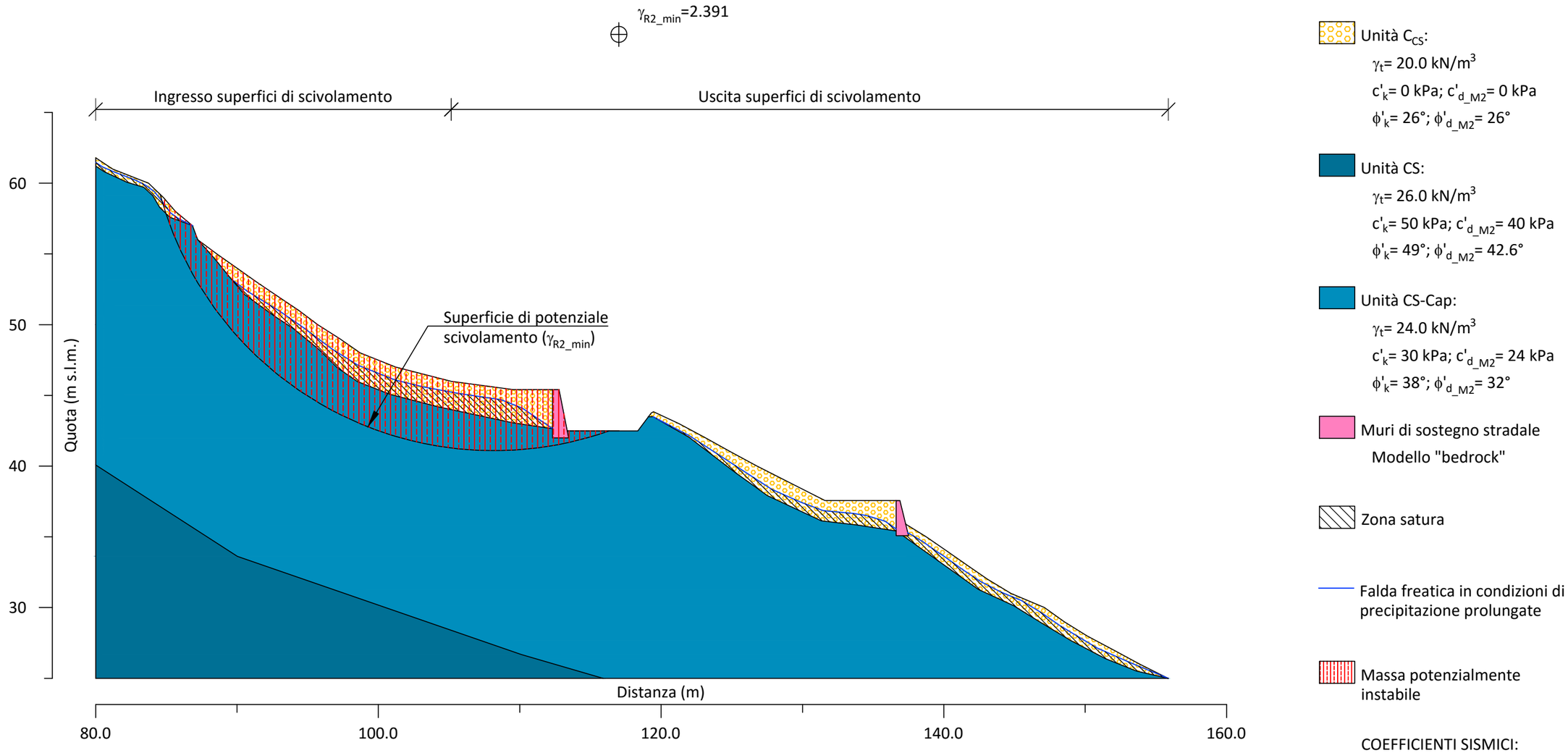


Figura 4-9 - Porzione inferiore del versante, zona alta - Stato di progetto - Analisi di stabilità in condizioni sismiche