Regione LIGURIA

Provincia di GENOVA

Comune di NE

SUAP - CAVA DI OFICALCITE DENOMINATA "ERBO ISCIOLI"

VARIANTE AL PIANO DI CAVA AUTORIZZATO AI SENSI DELL'ART. 6 L.R. 12/2012 COMPORTANTE ACCERTAMENTO DI COMPATIBILITA' AI SENSI DELL'ART.167 DEL D.Lgs n. 42/2004 e s.m.i.

REGIONE LIGURIA	PROVINCIA DI GENOVA	COMUNE DI NE	LOC: ISCIOLI

OGGETTO DELL'ELABORATO

RELAZIONE GEOLOGICA

ALLEGATO 1

versione	data	Oggetto
0	20/10/13	1^ emissione

COORDINATORE SCREENING
Dott. Geol. Giacomo CANEPA

TIMBRO - FIRMA

RILIEVI TOPOGRAFICI E PROGETTAZIONE OPERE
Geom. Ugo TISCORNIA

COLLABORAZIONI:

ASPETTI IDRAULICI
Dott. Ing. **Francesco CASSINELLI**

ACUSTICA E POLVERI
Dott. **Massimo CAPPELLINI**

TIMBRO - FIRMA

ASPETTI GEOLOGICI:
Dott. Geol. **Giacomo CANEPA**

ASPETTI NATURALISTICI:
Dott. **Fabrizio ONETO**

TIMBRO - FIRMA

DITTA COMMITTENTE : Sig. IVO ALCIONE VIA AI PIANI NUOVI, 2 16042 CARASCO

TIMBRO FIRMA

Alcione Ivo

Sig. Ivo Alcione
Via Ai Piani Nuovi, 2 – 16042 Carasco (GE)

SUAP – CAVA DI OFICALCITE DENOMINATA "ERBO ISCIOLI" NEL COMUNE DI NE (GE). VARIANTE AL PIANO DI CAVA AUTORIZZATO AI SENSI DELL'ART. 6 DELLA L.R. N. 12/2012 COMPORTANTE ACCERTAMENTO DI COMPATIBILITÀ AI SENSI DELL'ART. 167 DEL D.LGS. 42/2004 E S.M.I.

RELAZIONE GEOLOGICA

Decreto Ministero Infrastrutture 14.01.2008
Circ. Appl. Ministero Infrastrutture 02.02.2009

Revisione: 0
Descrizione: prima emissione
Data: 20 ottobre 2013
Identificazione: CD.75-12_Alcione_var 2013

Timbro e firma

Studio Associato di Geologia tecnica e ambientale
c.so Garibaldi 58/5 - 16043 Chiavari (GE)
tel/fax 0185313910 - e_mail: geotecam@libero.it
ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE - P.IVA n. 01046100994

SUAP – CAVA DI OFICALCITE DENOMINATA "ERBO ISCIOLI" NEL COMUNE DI NE (GE). VARIANTE AL PIANO DI CAVA AUTORIZZATO AI SENSI DELL'ART. 6 DELLA L.R. N. 12/2012 COMPORTANTE ACCERTAMENTO DI COMPATIBILITÀ AI SENSI DELL'ART. 167 DEL D.LGS. 42/2004 E S.M.I.

SOMMARIO

0. PREMESSE....2
1. DEFINIZIONE DELLA FASE PROGETTUALE....2
2. MODELLO GEOLOGICO DEL SITO....4
3. VALUTAZIONE DEI DATI GEOTECNICI E GEOMECCANICI DISPONIBILI....5
4. DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI CARATTERISTICI....5
5. VALORI DI PROGETTO DEI PARAMETRI GEOTECNICI....6
6. DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA....7
7. VERIFICHE DI STABILITÀ....8
8. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE....10
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI....11

ELENCO ALLEGATI:

Figura n°	Oggetto
1	Corografia
2	Planimetria dell'area
3A -B	Sezioni stratigrafiche interpretative
4-5	Verifiche di stabilità

Tabella n°	Oggetto
1	Valori di G.S.I. per ofioliti
2-3	Determinazione dei parametri caratteristici e di progetto
4	Determinazione dei parametri sismici (stabilità dei pendii)

PREMESSE

Su incarico del Committente, Sig. Ivo Alcione, residente in Carasco via ai Piani Nuovi 2, è stata redatta la presente relazione geologica a supporto della variante al piano di cava autorizzato ai sensi dell'art. 6 L.R. 12/2012 comportante accertamento di compatibilità ai sensi dell'art. 167 del D.Lgs n.42/2004 e s.m.i. della cava di oficalcite denominata "Erbo Iscioli" nel Comune di Ne (Provincia di Genova).

Il presente documento fa seguito alla documentazione tematica già agli atti e in particolare:

- relazione geologica preparata in data 05.07.2012 al fine di aggiornare la documentazione tecnica redatta in data 29.06.2000 e allegata alla variante al piano di coltivazione e sistemazione finale della cava di oficalcite denominata "Erbo Iscioli" (Studio Associato di Geologia Tecnica & Ambientale, 2000);
- nota tecnica integrativa prodotta a seguito di quanto contenuto nella nota prot. n.185297 del 08/11/2012 trasmessa dal Settore Attività Estrattive della Regione Liguria;

In particolare il presente documento, oltre a illustrare sinteticamente i contenuti della variante al piano di coltivazione, comprende specifiche analisi di stabilità del rilevato in condizioni statiche e dinamiche nella configurazione finale.

Tali verifiche sono state condotte seguendo quanto riportato nel D.M. Infrastrutture 14.01.2008 (*"Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni"*) e relativa Circolare Applicativa 02.02.2009 n.617 (*"Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008"*) che prevedono, in particolare:

- la definizione del modello geotecnico e dei parametri caratteristici e di progetto dei materiali costituenti il volume geotecnico significativo;
- la definizione dei parametri di pericolosità sismica necessari per il corretto dimensionamento geotecnico-strutturale delle opere a progetto in condizioni dinamiche.

1. DEFINIZIONE DELLA FASE PROGETTUALE

Il complesso estrattivo è attualmente indirizzato al solo ripristino con apporto di materiale esterno. Le attività di coltivazione della cava che prevedevano opere di scavo sono state ultimate entro il 2005.

Allo stato attuale, a giacimento esaurito, sono in fase di completamento i lavori di ricomposizione ambientale attraverso l'abbancamento di materiale inerte e la risagomatura dei versanti, con criteri tali da permettere di raccordare i nuovi rilevati con l'orografia al contorno.

I cumuli periodicamente presenti sul piazzale ed i volumi da movimentare, necessari per raggiungere tale obiettivo, sono costituiti da materiale terrigeno proveniente da cantieri edili esterni alla cava (terre e rocce da scavo).

La richiesta prevede anche la regolarizzazione di sistemazioni di terreno in difformità dell'autorizzazione di cava, consistenti in modeste varianti nella realizzazione del gradone a destra della rampa di accesso oltre alla posizione di un tratto della pista stessa ed infine in una profilatura più rettilinea del piazzale a quota 393,700 sul lato est.

La morfologia del versante ricostruito si può sostanzialmente identificare in un fronte a gradoni con pianori di discreta ampiezza e acclività crescente verso la sommità del versante.

Il profilo del pendio e le variazioni di acclività nella situazione in essere permettono in prima analisi di identificare tre sub-unità morfologiche: area ripristinata e piantumata con essenze arboree di alto fusto, area ripristinata e inerbita, area in fase di ripristino.

La zona posta al di sotto della pista di accesso, costituente il settore basale del complesso estrattivo e già oggetto di ricomposizione ambientale, è delimitata verso valle, per un brevissimo tratto, dal rio Sagra e per la restante parte dalla strada comunale. Presenta una discreta acclività ed è caratterizzata da vegetazione di alto fusto. Alla base del versante sono individuabili due bastionature in massi, realizzate a presidio della sottostante strada comunale. A sud della pista di accesso è presente un ampio pianoro pressoché pianeggiante dove è stato impiantato un uliveto; nell'area marginale posta a confine con il perimetro di cava, non oggetto di coltivazione, è riconoscibile una vegetazione arborea e arbustiva naturale.

La fascia intermedia, caratterizzata da dolci scarpate e pianori, è compresa, grossomodo, tra la quota 393,80 e quota 382,00. In essa risulta completata la sagomatura con inerbimento mediante semine di erba-medica.

La zona in fase di lavorazione è costituita sostanzialmente dal piazzale antistante il rudere in muratura a quota 393,70 m s.l.m ed i gradoni a monte in corso di esecuzione; quest'area è caratterizzata da cumuli temporanei di materiale da sistemare e una pista di cantiere necessaria per la realizzazione/completamento dei gradoni di abbancamento in progetto.

Il programma di coltivazione è suddiviso nelle seguenti fasi lavorative (FIGURA 2):

- 1° fase: completamento della riprofilatura a gradoni della porzione di fronte residuo attraverso un abbancamento progressivo di materiale inerte da quota 394,00 circa a quota 416,60 e contestuale realizzazione di 4 pedate e 5 alzate;
- 2° fase: inerbimento dei gradoni realizzati nella parte superiore mediante utilizzo di adeguate tecniche forestali, realizzazione delle opere di drenaggio; piantumazione delle essenze di alto fusto.

2. MODELLO GEOLOGICO DEL SITO

In ottemperanza a quanto indicato dalle normative citate, nel seguito è esposta la caratterizzazione e la modellazione geologica del sito ripresa dalla documentazione agli atti.

Il terreno in esame è ubicato sul versante orografico sinistro del rio Sagra, tributario del T. Graveglia, ad una quota compresa tra 420 m e 380 m s.l.m ed è individuabile nella C.T.R. alla scala 1:5000 elemento n. 232064 Frisolino (FIGURA 1).

Il substrato roccioso della zona in esame è interamente costituito da litotipi appartenenti al Complesso di base ofiolitico. In particolare, si tratta di termini definiti genericamente oficalciti, rappresentate in corrispondenza del fronte di cava da serpentiniti brecciate con abbondanti vene calcitiche più o meno ematitizzate e brecce serpentinitiche con rari clasti gabbrici, in matrice carbonatica, spesso ematitica.

Nell'area circostante affiorano anche altri termini formazionali, quali le Brecce di M. Zenone a settentrione, costituite da clasti e matrice gabbrici, le Brecce di Case Boeno a NE, costituite da clasti e matrice serpentinitici, e le Brecce di M. Bianco a SE, costituite da clasti di serpentinite, oficalcite e basalto in matrice carbonatica.

L'insieme di tutti i termini oficalcitici è compreso all'interno di serpentiniti e peridotiti serpentinizzate, che affiorano nel settore occidentale dell'area di cava.

Come si osserva in corrispondenza del fronte artificiale e in numerosi spaccati esistenti all'intorno, il substrato di natura ofiolitica si presenta in mediocri condizioni di conservazione, dal momento che risulta interessato da numerosi sistemi di fratturazione-fessurazione che disarticolano l'ammasso roccioso.

La porzione di versante in esame è caratterizzata da un'acclività da media ad elevata, fino a verticale nel settore del fronte di cava, mentre assume un morfologia sub-pianeggiante, sebbene accidentata, nella zona dell'originario piazzale di lavorazione.

In generale, nelle aree circostanti la zona d'intervento sono presenti coperture sciolte di spessore molto modesto, affiancate a roccia affiorante e/o subaffiorante, che hanno permesso, tuttavia, l'attecchimento di specie arbustive appartenenti in prevalenza alle conifere.

Nella zona di stretto intervento il basamento lapideo è parzialmente obliterato da un potente orizzonte di materiale di riporto abbancato nell'ambito delle differenti fasi operative legate alla sistemazione ambientale del sito, mentre nei settori circostanti la condizione di superficie è caratterizzata da roccia affiorante interessata da intensi fenomeni di erosione esogena e ruscellamento diffuso.

L'ammasso roccioso di natura oficalcitica appare spesso alterato, a causa dei sistemi di fratturazione coniugati con linee di faglia che talora risultano beanti e quindi sede di circolazione idrica sotterranea.

3. VALUTAZIONE DEI DATI GEOTECNICI E GEOMECCANICI DISPONIBILI

Il modello geotecnico introdotto nelle verifiche di stabilità, ossia la suddivisione della successione stratigrafica individuata in unità a differente comportamento fisico-meccanico (unità litotecniche) è analogo a quello contenuto nella documentazione geologica già agli atti e che si riporta nel seguito per pronto riferimento (Studio Associato di Geologia Tecnica & Ambientale, 2012).

Il materiale di riporto è stato assunto a comportamento geotecnico granulare, ponendo il peso di volume in condizioni naturali, tra 18-19 kN/m^3, mentre per quanto riguarda i parametri di resistenza meccanica, nel lungo termine e in condizioni drenate, si ritiene plausibile attribuire un valore di angolo di attrito efficace di 30°÷32° e coesione drenata c' trascurabile.

La definizione delle proprietà meccaniche dell'ammasso roccioso è stata ricavata adottando un approccio più moderno rispetto a quello riportato nella relazione geologica citata, che prevede l'utilizzo del Geological Strenght Index (G.S.I.) secondo quanto definito da Marinos e Hoek (2000; 2006).

Il concetto sviluppato dai due Autori è quello di combinare l'assetto strutturale dell'ammasso con le caratteristiche delle discontinuità che lo separano, in modo da arrivare a un valore indice che permetta il suo utilizzo per una valutazione accurata della resistenza e della deformabilità di un ammasso roccioso.

Da quanto rilevato sui principali affioramenti disponibili si è constatato che il substrato lapideo presenta una struttura fratturata (ammasso parzialmente disturbato con quattro o più sistemi di famiglie di giunto che isolano blocchi a forma irregolare), mentre per quanto attiene alle caratteristiche delle discontinuità si sono riscontrate condizioni mediocri (giunti lisci e superficie moderatamente alterata.

Il campo valore del G.S.I. derivato dalle osservazioni di superficie è, pertanto, compreso tra 40 e 50, che appare coerente con quanto riportato dagli Autori per la tipologia 1 della Formazione in esame.

La definizione della resistenza alla compressione monoassiale della matrice rocciosa è stata ottenuta indirettamente attraverso alcuni test con lo sclerometro tipo 'L': l'elaborazione dei dati ha consentito di derivare un range compreso tra 40 e 50 MPa.

4. DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI CARATTERISTICI

Il valore caratteristico di un parametro si ottiene tramite una caratterizzazione dell'intera distribuzione statistica dei dati d'interesse mediante una stima puntuale a carattere cautelativo (modello semi-probabilistico). Tale stima è generalmente individuata da un basso percentile, calcolato sulla distribuzione del parametro che influenza l'insorgere dello stato limite.

Definire il valore caratteristico significa, pertanto, scegliere il parametro geotecnico che influenza il comportamento del terreno in quel determinato stato limite ed adottarne un valore, o stima, a favore della sicurezza.

In particolare, è stato scelto di adottare un metodo in cui la derivazione del valore caratteristico è definita sulla probabilità calcolata del 5% che ci sia un valore inferiore (più sfavorevole) che governa l'insorgere dello stato limite.

Nel caso in esame la definizione dei parametri caratteristici è stata ottenuta ricorrendo alla seguente formulazione, valida nel caso di stime statistiche in presenza di dati d'ingresso numericamente ridotti:

$$Nk = Nm \pm 1{,}645 * COV/\sqrt{n})$$

dove:

- Nm = valore medio del parametro;
- COV= coefficiente di variazione corrispondente al rapporto tra la deviazione standard della popolazione e la media della popolazione;
- n= numerosità del campione

La stima statistica dei parametri del materiale abbancato è stata valutata introducendo nel foglio di calcolo i valori riportati in precedenza, mentre per la definizione delle proprietà meccaniche dell'ammasso roccioso è stato utilizzato il programma di calcolo Rock-Lab, simulando il diverso grado di fratturazione dell'ammasso riscontrato sul terreno variando i valori del G.S.I. (40, 45 e 50) e della resistenza alla compressione monoassiale (40, 50). La sintesi di quanto ottenuto è riportata nella tabella sottostante:

G.S.I.	Res. Compr. Monoass. (MPa)	Coesione (kPa)	Angolo di attrito (°)	Modulo elastico (MPa)
40	40	126	56,25	815
40	50	139	56,71	1019
45	40	148	57,32	1096
45	50	164	58,65	1370
50	40	176	59,12	1502
50	50	198	60,37	1877
Valori medi		158,50	58,07	1280
COV (%)		40	10	40

I valori dei parametri caratteristici così ottenuti sono riportati nelle tabelle allegate (Tabelle 2-3).

5. VALORI DI PROGETTO DEI PARAMETRI GEOTECNICI

La definizione dei parametri geotecnici di progetto è funzione dell'approccio scelto (Approccio 1 - Combinazione 2, oppure Approccio 2). Nella tabella sottostante sono derivati i parametri geotecnici di progetto da utilizzare nelle verifiche agli S.L.U. per i singoli approcci,

applicando ai valori caratteristici i fattori correttivi M1 e M2 contenuti nella Tabella 6.2.II delle Norme Tecniche.

I valori ottenuti sono riportati nella tabella sottostante:

Materiali	Valori	Ang. attrito (°)	Coesione (kPa)	Peso di vol. (kN/m³)	Modulo Elastico (Mpa)
Riporto	caratteristici	28,06	0	19,58	-
	progetto	23,09	0	19,58	-
Substrato	caratteristici	54,17	115,91	26,98	936,04
	progetto	47,93	92,74	26,98	449,78

Relativamente alle verifiche agli SLE per opere e i sistemi geotecnici (SLE-GEO), ovvero il raggiungimento di valori critici di spostamenti e rotazioni, assoluti e/o relativi, e distorsioni tali da poter compromettere la funzionalità dell'opera, è richiesto l'utilizzo dei valori caratteristici.

6. DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA

Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla pericolosità sismica di base espressa a sua volta in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g (in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente S_e (T) con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R.

I parametri di pericolosità sismica da utilizzare per le verifiche agli stati limite sulle strutture a progetto, sono stati derivati imponendo i seguenti dati di input:

- latitudine: 44,32668 (ED50)
- longitudine: 9,444683 (ED50)
- vita nominale (V_N):50
- classe d'uso (C_U): I
- periodo di riferimento (V_R): 35
- categoria di suolo: E
- categoria topografica: T2 (1.2)

I parametri di pericolosità sismica necessari per le verifiche agli stati limite in condizioni dinamiche sono stati derivati con apposito programma di calcolo (GEOSTRU-PS, 2009) e riassunti nella Tabella 4 (stabilità dei pendii).

7. VERIFICHE DI STABILITÀ

Le verifiche sono state condotte sulla base della caratterizzazione e della modellazione geologica del sito descritta in precedenza e seguendo quanto riportato nelle normative vigenti (N.T.C. 2008 e Circ. Appl. n. 617/2009).

Si specifica che tali verifiche sono state condotte sulla base dei profili finali di abbancamento forniti dal Geom. Ugo Tiscornia.

Le analisi di stabilità sono state condotte su due sezioni ritenute rappresentative del rilevato in esame (Figure 3A-B), adottando un modello di calcolo bidimensionale, in cui il profilo stratigrafico considerato prevede la sovrapposizione di due mezzi a diverso comportamento geotecnico (materiale di abbancamento e ammasso roccioso).

Nel programma di calcolo è stato inserito anche il dato relativo alla possibile presenza di falda, simulando fenomeni di saturazione della porzione basale della zona di accumulo dei riporti.

In riferimento a quest'ultimo aspetto le considerazioni relative alla stabilità globale del corpo in rilevato sono precedute da una sintetica illustrazione dello schema di raccolta e smaltimento delle acque, come rappresentato nella tavola specifica redatta dal progettista geom Ugo Tiscornia.

Occorre sottolineare, infatti, che il sistema complessivo di intercettazione delle acque è reso più efficace dallo stato ormai avanzato di ripristino vegetazionale, che ha determinato un completo inerbimento di tutte le scarpate che hanno già raggiunto il profilo definitivo.

Escludendo il settore di completamento previsto nella parte sommitale del sito, si può valutare una estensione areale della superficie interessata dal recupero vegetazionale intorno all'80% circa della superficie totale.

In riferimento a quest'ultimo aspetto occorre precisare che la sistemazione idrogeologica del rilevato, in parte già realizzata e in parte da realizzarsi secondo gli indirizzi riportati nella specifica tavola progettuale, nonchè gli interventi di ripristino vegetazionale assumono un significato pregnante in quanto limitano di fatto l'infiltrazione delle acque superficiali e quindi la saturazione dei materiali sciolti fino a livelli che possano comprometterne la stabilità globale.

Lo schema di disciplinamento delle acque rappresentato graficamente è fondato sulle seguenti linee generali:

- al piede di tutte le scarpate già realizzate o da realizzarsi è prevista la predisposizione di canalette di gronda che possano raccogliere le acque, in base ad una valutazione di dettaglio delle pendenze, e scaricarle in uno dei due corrivi presenti al margine del corpo in rilevato; da sottolineare che l'opera indicata come *"canaletta di raccolta delle acque meteoriche e di scolo"* realizzata in cemento è una condotta già funzionante;
- nella zona attualmente adibita a piazzale, a quota media di circa 393 m s.l.m., che allo stato naturale presentava un profilo concavo, è stata prevista una trincea drenante, schematicamente riportata nelle tavole grafiche come particolare costruttivo, che presenta una sezione trapezoidale con base minore 1,20 m, base maggiore 2,00 m e

altezza pari a 2,00 m dei quali 1,30 m basali dovranno essere reinterrati con materiale arido grossolano e muniti alla base di un tubo drenante microfessurato di diametro pari a 0,30 m;

- le opere idrauliche saranno completate da un canale a cielo aperto a sezione trapezia, in sostituzione della condotta interrata esistente in tubi di cemento, finalizzato a ripristinare il corso originale del corrivo che si origina a lato del corpo in rilevato e sfocia a valle dello stesso.

Sulla base dei presupposti precedentemente enucleati le analisi agli S.L.U. (in condizioni statiche e dinamiche) sono state eseguite utilizzando l'approccio all'equilibrio limite (SLIDE V. 5.044, 2010), verificando la stabilità globale del rilevato applicando l'Approccio 1 - Combinazione 2 (A2 + M2 + R2) dove:

- A2 = 1.0 (carico permanente sfavorevole di tipo strutturale); assumendo che il terreno contribuisca al comportamento dell'opera con le sue caratteristiche di peso, resistenza e rigidità (Tabella 6.2.I);
- M2 = 1.25 (tangente angolo di resistenza al taglio); 1.25 (coesione efficace); 1.0 (peso di volume); 1.6 (resistenza alla compressione monoassiale) -Tabella 6.2.II;
- R2 = 1.1 (Tabella 6.8.1).

I parametri di progetto dei materiali considerati, da utilizzare nelle verifiche, sono stati derivati riducendo i valori geotecnici caratteristici con il rispettivo coefficiente M2.

Le verifiche sono state condotte sia in condizioni statiche sia in condizioni dinamiche (S.L.V.) ricavando le componenti orizzontale e verticale dell'azione sismica dalle seguenti relazioni:

$F_H = kh \times W$; $F_V = kh \times W$

dove:
Kh = 0,049
Kv = 0,024

Le analisi di stabilità sono state condotte con apposito programma di calcolo all'equilibrio limite (SLIDE V. 5.018, 2005) utilizzando per le verifiche il metodo di Bishop semplificato (BISHOP, 1955), Janbu semplificato e Janbu corretto (JANBU, 1968), validi per qualunque superficie di rottura di tipo circolare.

Le analisi di stabilità sono state condotte con una maglia sufficientemente estesa per verificare tutti i possibili cerchi di scorrimento posti all'interno del versante ed in corrispondenza della configurazione a progetto.

Tutti i risultati ottenuti nelle verifiche sono riassunti nel prospetto sottostante, mentre le analisi di stabilità in forma grafica sono riportate nelle Figure 4-5:

Sez.	Analisi di stabilità	Bishop semplificato	Janbu semplificato	Jambu corretto
1-1	statica	1.326	1.316	1.347
1-1	S.L.V.	1.145	1.134	1.160
4-4	statica	1,269	1,263	1,283
4-4	S.L.V.	1,192	1,171	1,207

Le verifiche condotte dimostrano che le analisi di stabilità del rilevato nella configurazione proposta sia a livello globale sia locale, mostrano coefficienti di sicurezza, intesi come rapporto tra forze resistenti e forze agenti, superiori a 1.1 e quindi le condizioni di stabilità risultano soddisfatte.

8. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il presente documento contiene la caratterizzazione e la modellazione geologica del sito, ottenuta attraverso la ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici e geomorfologici del comparto.

In riferimento all'incidenza delle opere previste in rapporto agli aspetti di pericolosità geomorfologica e ai fattori del vincolo idrogeologico è possibile definire quanto segue:

- la riprofilatura del versante comporterà la progressiva scomparsa dei cumuli temporanei sul piazzale e della pista di cantiere. Tale soluzione, inoltre, favorirà una ricomposizione armonica del versante e un ripristino delle curve di livello con modalità tali da favorire il raccordo senza discontinuità fra il nuovo rilevato e i versanti naturali al contorno;
- al fine di migliorare il reinserimento nel paesaggio circostante, contestualmente alle operazioni di trasporto e distribuzione dei materiali di riempimento, sono proposti interventi di minimizzazione e compensazione basati su tecniche di ingegneria naturalistica e sulla piantumazione di essenze vegetali idonee;
- la messa a dimora di essenze vegetali sulle piane dei gradoni consentirà di reintegrare il sito con l'ambiente circostante, ricreando altresì microambienti in grado di essere colonizzati, in tempi diversi, anche dalla fauna e flora locale;
- la sistemazione idrogeologica del rilevato, in parte già realizzata e in parte da realizzarsi secondo gli indirizzi riportati nella specifica tavola progettuale, nonchè gli interventi di ripristino vegetazionale limiteranno di fatto l'infiltrazione delle acque superficiali e quindi la saturazione dei materiali sciolti fino a livelli che possano comprometterne la stabilità globale;
- le verifiche allegate al presente documento dimostrano che le condizioni di stabilità nella configurazione proposta sia a livello globale sia locale risultano soddisfatte.

Sulla base di tutto quanto emerso nel corso delle indagini, in considerazione delle caratteristiche progettuali descritte in precedenza, si esprime, per quanto di competenza, un giudizio positivo in merito alla fattibilità tecnica e normativa dell'intervento proposto.

Chiavari, 20 ottobre 2013

Dott. Geol. Giacomo Canepa

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

GEOSTRU (2009) – Geostru PS Parametri Sismici "Software di calcolo per la definizione della pericolosità sismica"

HOEK E., CARRANZA-TORRES C., CORKUM B. (2002) – "Hoek-Brown failure criterion - 2002 edition", Proc. North American Rock Mechanics Society meeting in Toronto in July 2002

HOEK E., DIEDERICHS M.S. (2005) – Empirical estimation of rock mass modulus. International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences 43 (2006) 203-215

JANBU N. (1968) – Slope Stability Computations. Soil mechanics and foundation engineering report. The Technical University of Norway

MARINOS P., HOEK E. (2000) – GSI: a geologically friendly tool for rock mass strenght estimation. GeoEng 2000, Melbourne

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI (2008) – Decreto Ministeriale 14.01.2008, "Nuove Norme tecniche per le costruzioni. Gazzetta Ufficiale n. 29 del 04.02.2008. Suppl. Ordinario n.30"

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI (2009) – Circolare 02.02.2009 n. 617 "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008"

ROCLAB V.1.031 (2007) - Rock mass strength analysis. Software freeware distribuito da rocscience inc., Toronto (Can)

STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA TECNICA & AMBIENTALE (2000) – *Indagini geologiche a supporto del progetto di variante al programma di coltivazione e di sistemazione finale della cava "Erbo Iscioli" – comune di Ne (Provincia di Genova).*

STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA TECNICA & AMBIENTALE (2012) – *Indagini geologiche a supporto del rinnovo autorizzazione paesistico ambientale ai sensi dell'art.146 del D.Lgs. n. 42/2004 e s.m.i. e dell'art. 11 comma 5 della L.R. n. 12/2012 e contestuale accertamento di compatibilità ai sensi dell'art. 167 del D.Lgs. 42/2004 e s.m.i. della cava di oficalcite denominata "Erbo Iscioli", nel Comune di Ne (GE)*

STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA TECNICA & AMBIENTALE (2012) – *Nota integrativa a supporto delle indagini geologiche per il rinnovo autorizzazione paesistico ambientale ai sensi dell'art.146 del D.Lgs. n. 42/2004 e s.m.i. e dell'art. 11 comma 5 della L.R. n. 12/2012 e contestuale accertamento di compatibilità ai sensi dell'art. 167 del D.Lgs. 42/2004 e s.m.i. della cava di oficalcite denominata "Erbo Iscioli", nel Comune di Ne (GE)*

ELENCO ALLEGATI:

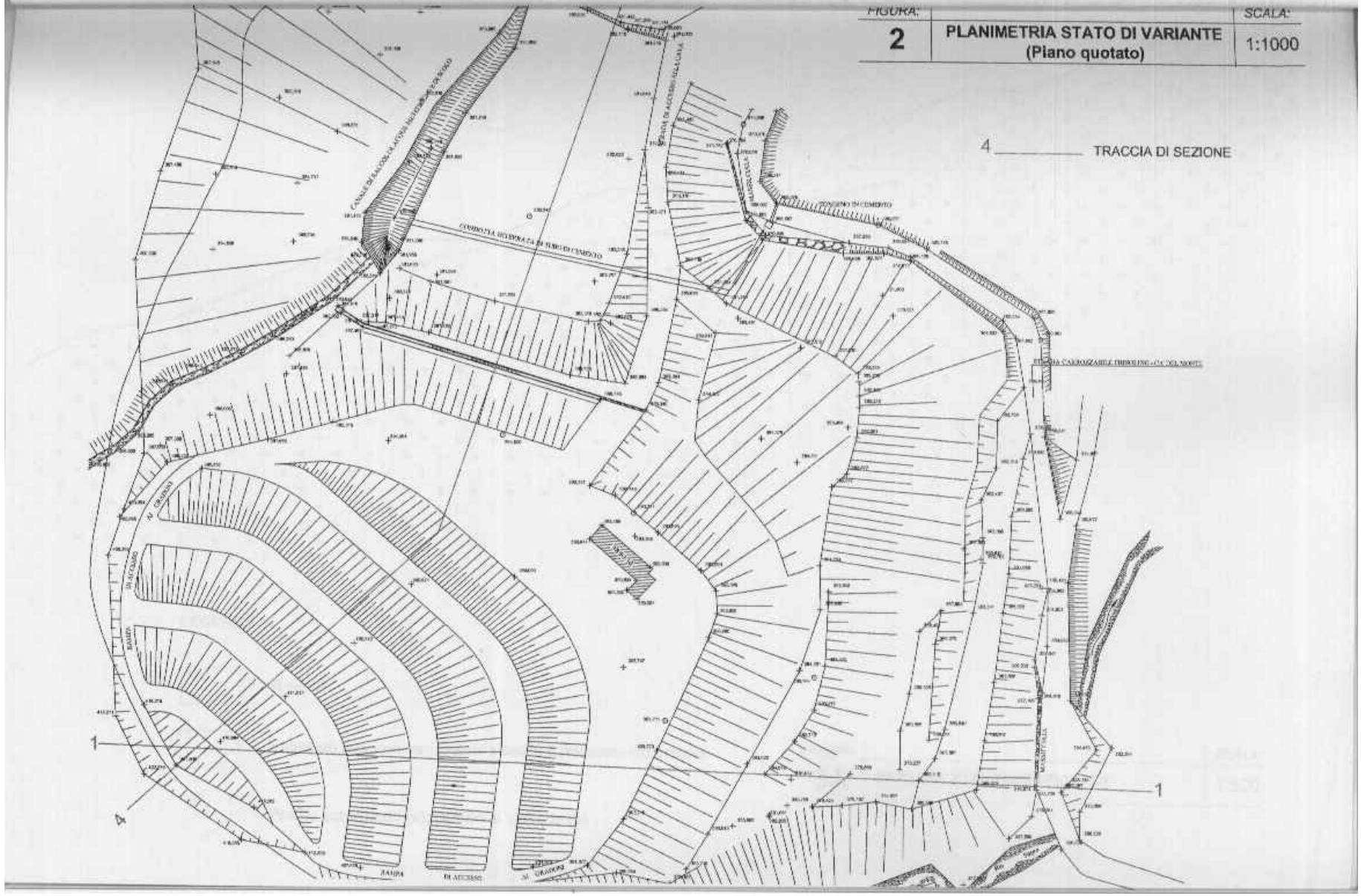
Figura n°	Oggetto
1	Corografia
2	Planimetria stato di variante (piano quotato)
3A - B	Sezioni stratigrafiche interpretative
4-5	Verifiche di stabilità

Tabella n°	Oggetto
1	Valori di G.S.I. per ofioliti
2-3	Determinazione dei parametri caratteristici e di progetto
4	Determinazione dei parametri sismici (stabilità dei pendii)



FIGURA:		SCALA:
1	**COROGRAFIA DELL'AREA** *CTR scala 1:5000 n. 232064*	1:5000

FIGURA:		SCALA:
2	PLANIMETRIA STATO DI VARIANTE (Piano quotato)	1:1000



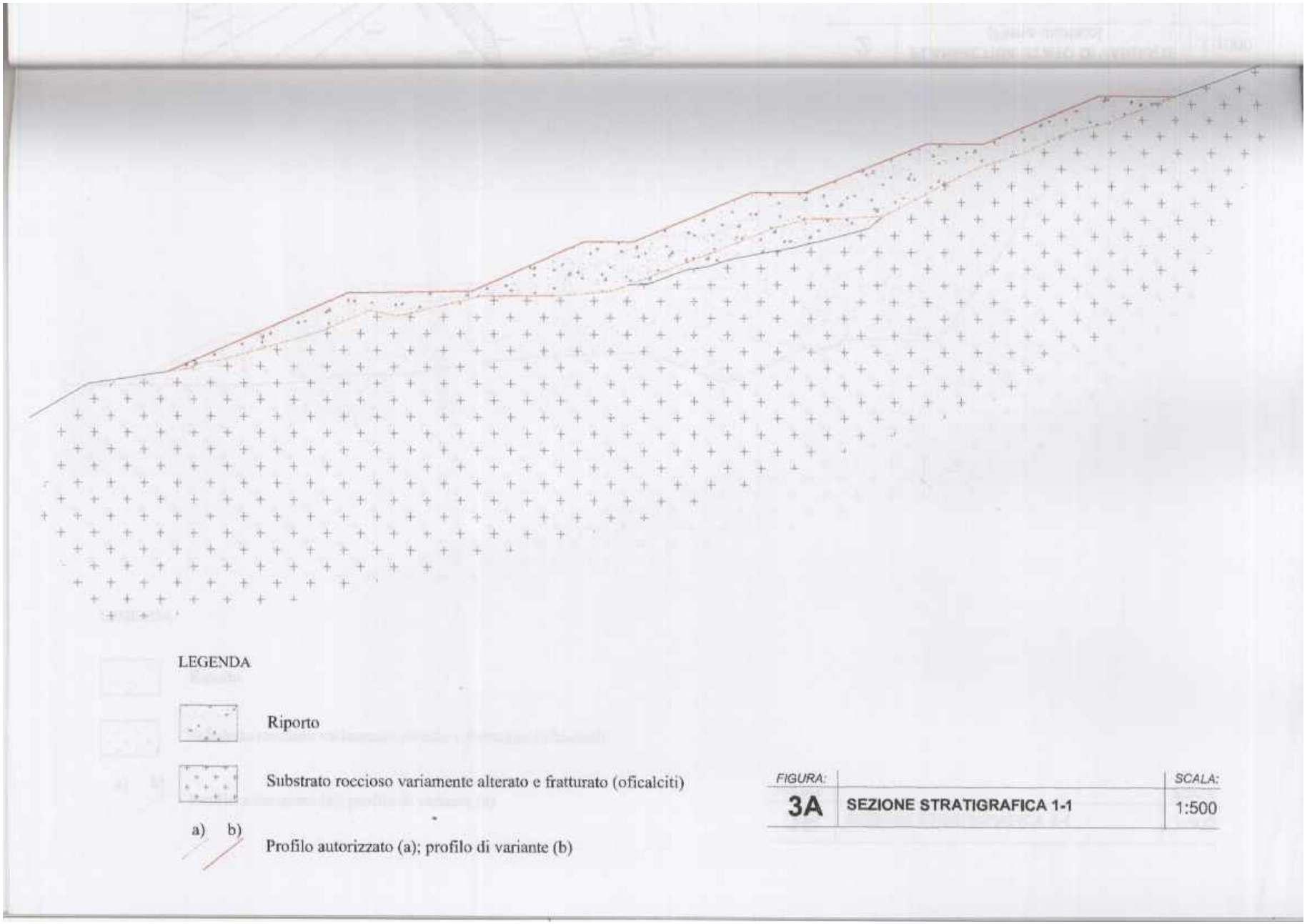
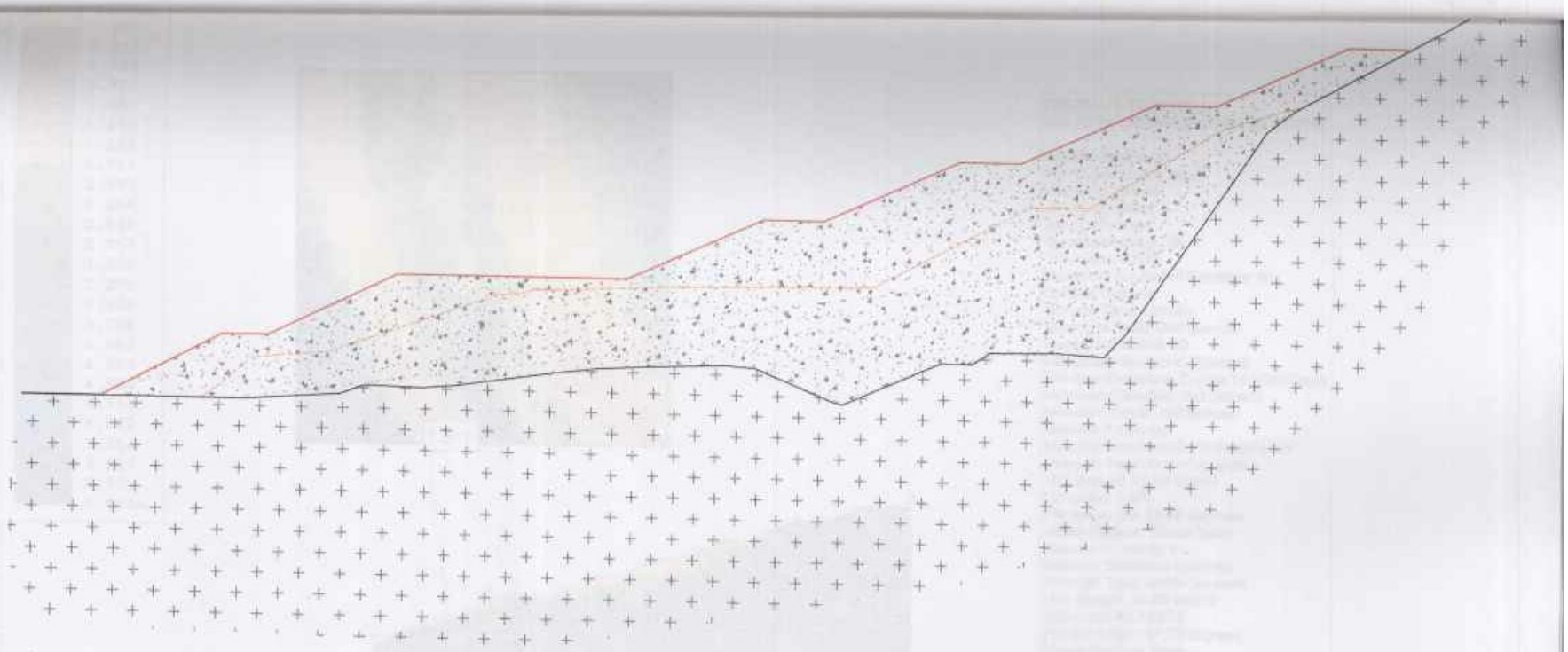


FIGURA:		SCALA:
3A	**SEZIONE STRATIGRAFICA 1-1**	1:500



LEGENDA

Riporto

Substrato roccioso variamente alterato e fratturato (oficalciti)

a) b) Profilo autorizzato (a); profilo di variante (b)

FIGURA:		SCALA:
3B	SEZIONE STRATIGRAFICA 4-4	1:500

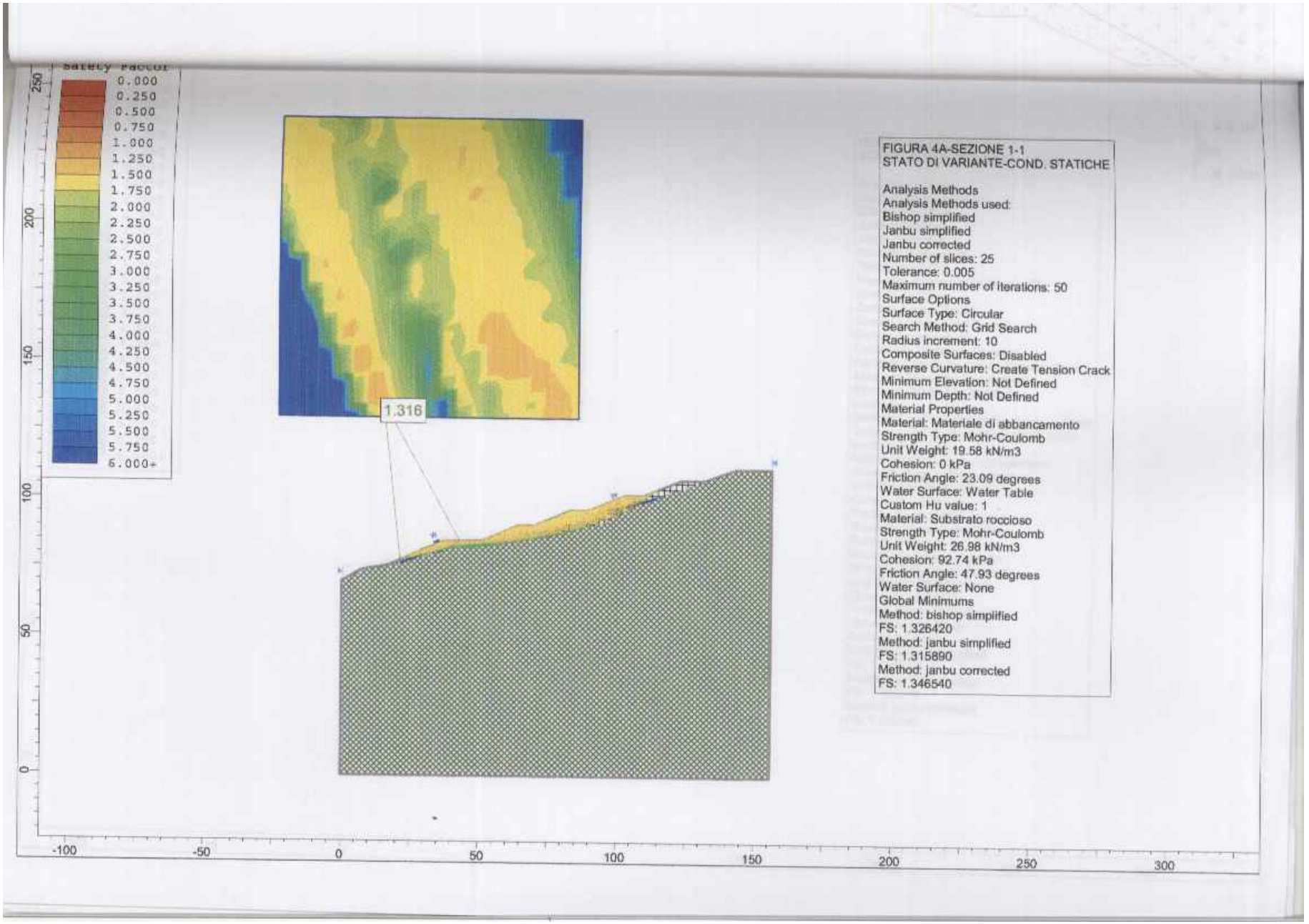
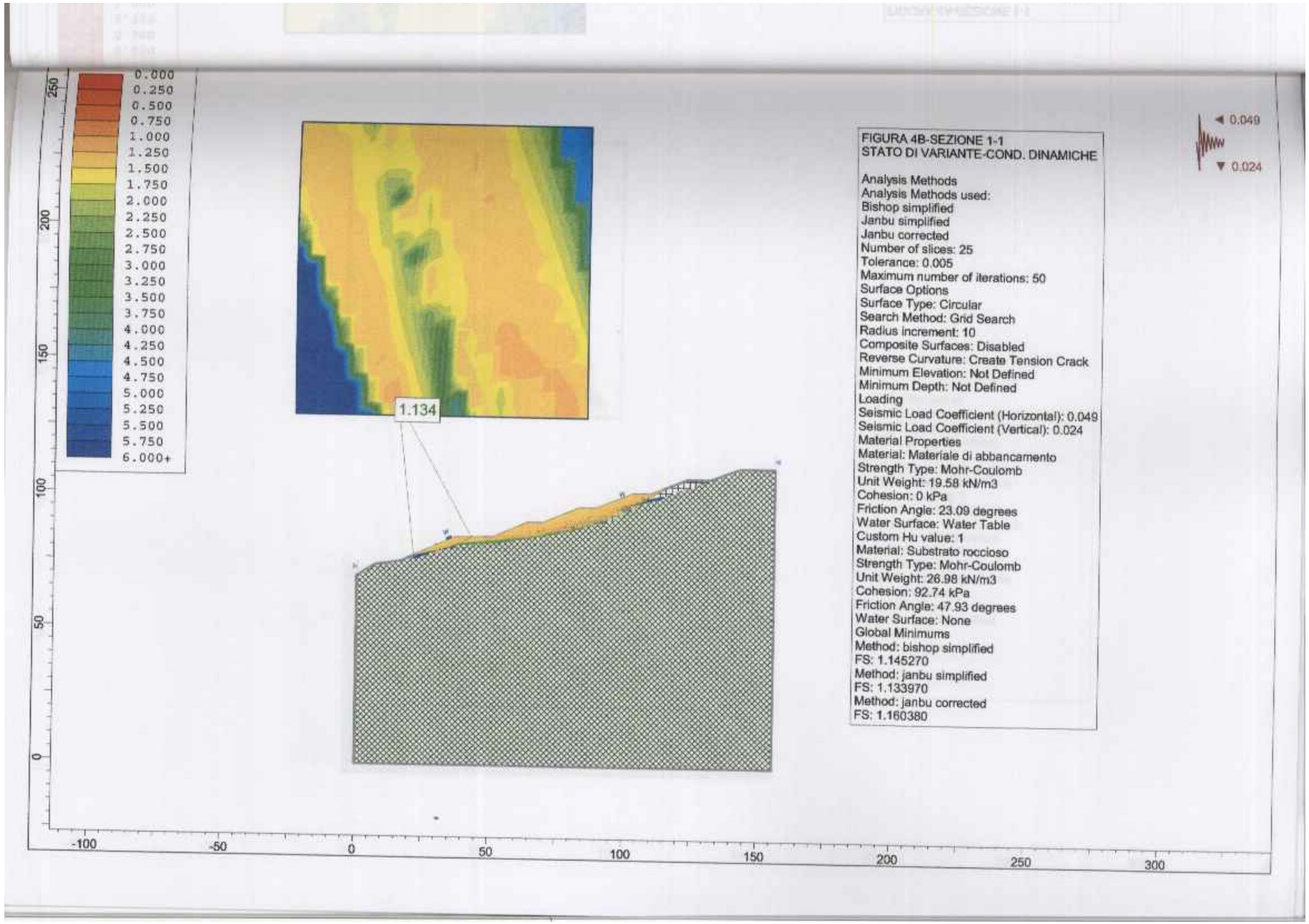


FIGURA 4A-SEZIONE 1-1
STATO DI VARIANTE-COND. STATICHE

Analysis Methods
Analysis Methods used:
Bishop simplified
Janbu simplified
Janbu corrected
Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50
Surface Options
Surface Type: Circular
Search Method: Grid Search
Radius increment: 10
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Create Tension Crack
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined
Material Properties
Material: Materiale di abbancamento
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19.58 kN/m3
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 23.09 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1
Material: Substrato roccioso
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 26.98 kN/m3
Cohesion: 92.74 kPa
Friction Angle: 47.93 degrees
Water Surface: None
Global Minimums
Method: bishop simplified
FS: 1.326420
Method: janbu simplified
FS: 1.315890
Method: janbu corrected
FS: 1.346540


0.000
0.250
0.500
0.750
1.000
1.250
1.500
1.750
2.000
2.250
2.500
2.750
3.000
3.250
3.500
3.750
4.000
4.250
4.500
4.750
5.000
5.250
5.500
5.750
6.000+
1.134
0.049
0.024
FIGURA 4B-SEZIONE 1-1
STATO DI VARIANTE-COND. DINAMICHE
Analysis Methods
Analysis Methods used:
Bishop simplified
Janbu simplified
Janbu corrected
Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50
Surface Options
Surface Type: Circular
Search Method: Grid Search
Radius increment: 10
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Create Tension Crack
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined
Loading
Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.049
Seismic Load Coefficient (Vertical): 0.024
Material Properties
Material: Materiale di abbancamento
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19.58 kN/m3
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 23.09 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1
Material: Substrato roccioso
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 26.98 kN/m3
Cohesion: 92.74 kPa
Friction Angle: 47.93 degrees
Water Surface: None
Global Minimums
Method: bishop simplified
FS: 1.145270
Method: janbu simplified
FS: 1.133970
Method: janbu corrected
FS: 1.160380
250
200
150
100
50
0
-100
-50
0
50
100
150
200
250
300

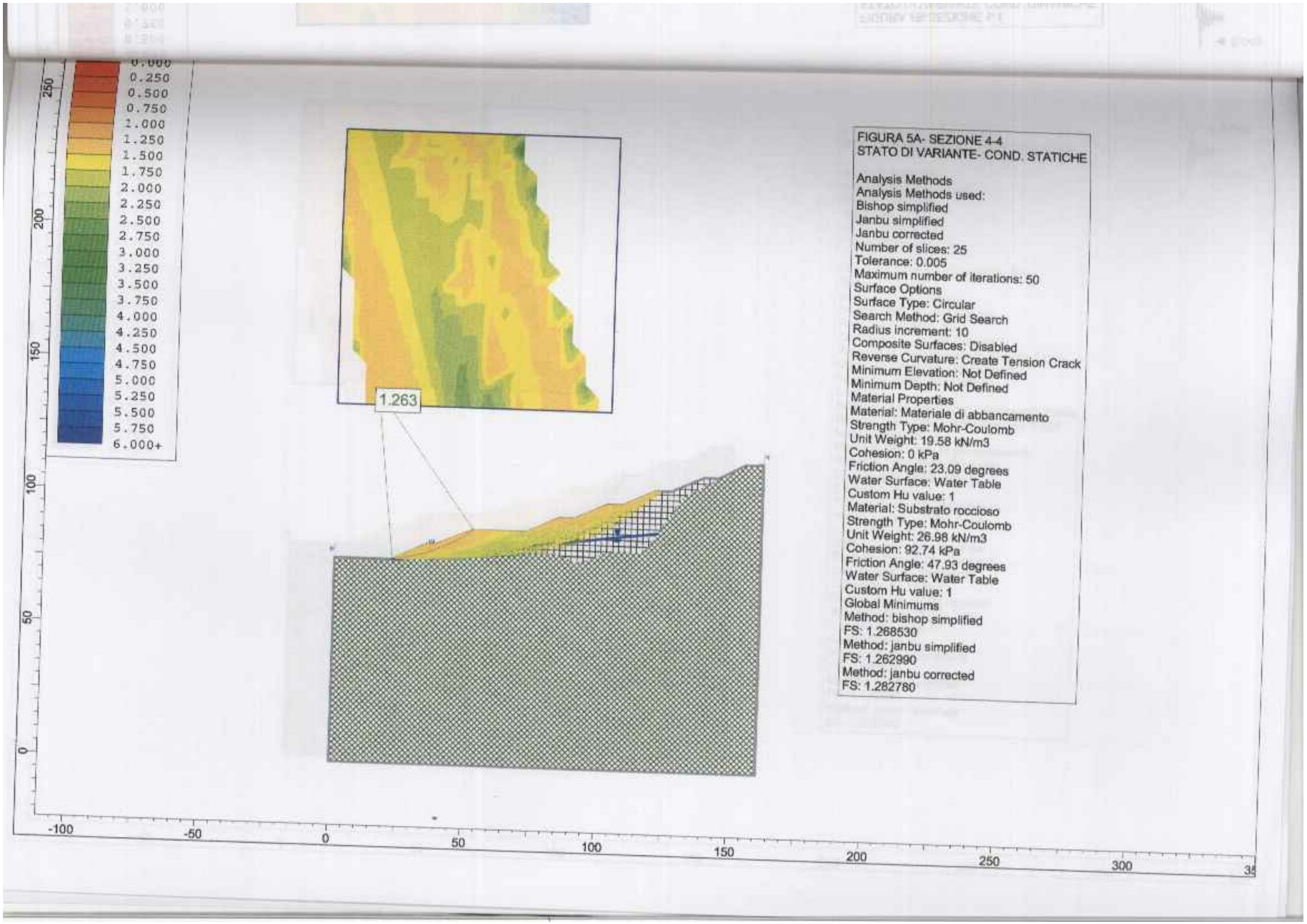


FIGURA 5A- SEZIONE 4-4
STATO DI VARIANTE- COND. STATICHE

Analysis Methods
Analysis Methods used:
Bishop simplified
Janbu simplified
Janbu corrected
Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50
Surface Options
Surface Type: Circular
Search Method: Grid Search
Radius increment: 10
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Create Tension Crack
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined
Material Properties
Material: Materiale di abbancamento
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19.58 kN/m3
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 23.09 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1
Material: Substrato roccioso
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 26.98 kN/m3
Cohesion: 92.74 kPa
Friction Angle: 47.93 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1
Global Minimums
Method: bishop simplified
FS: 1.268530
Method: janbu simplified
FS: 1.262990
Method: janbu corrected
FS: 1.282780

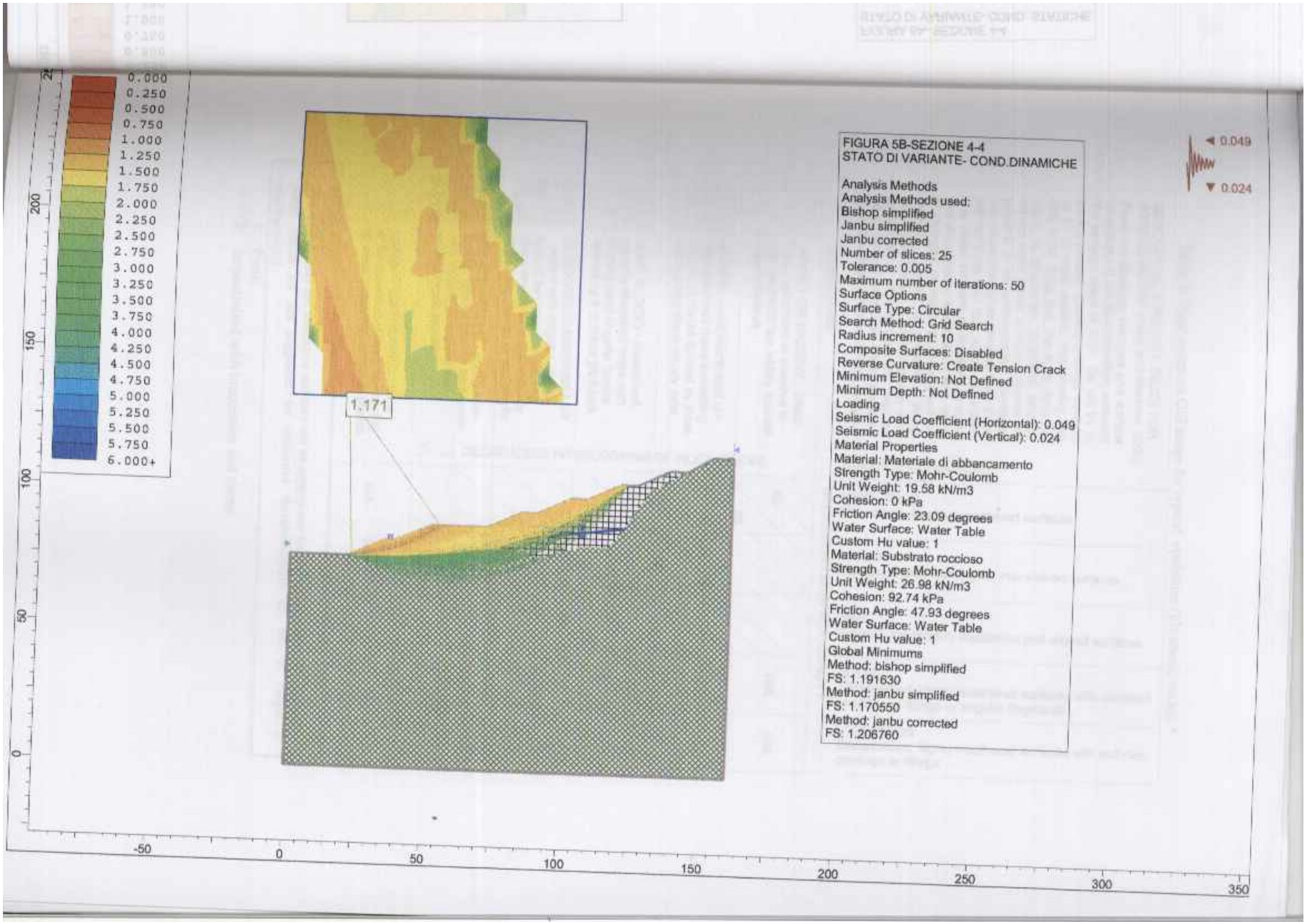

0.000
0.250
0.500
0.750
1.000
1.250
1.500
1.750
2.000
2.250
2.500
2.750
3.000
3.250
3.500
3.750
4.000
4.250
4.500
4.750
5.000
5.250
5.500
5.750
6.000+
1.171
FIGURA 5B-SEZIONE 4-4
STATO DI VARIANTE- COND.DINAMICHE
Analysis Methods
Analysis Methods used:
Bishop simplified
Janbu simplified
Janbu corrected
Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50
Surface Options
Surface Type: Circular
Search Method: Grid Search
Radius increment: 10
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Create Tension Crack
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined
Loading
Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.049
Seismic Load Coefficient (Vertical): 0.024
Material Properties
Material: Materiale di abbancamento
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19.58 kN/m3
Cohesion: 0 kPa
Friction Angle: 23.09 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1
Material: Substrato roccioso
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 26.98 kN/m3
Cohesion: 92.74 kPa
Friction Angle: 47.93 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1
Global Minimums
Method: bishop simplified
FS: 1.191630
Method: janbu simplified
FS: 1.170550
Method: janbu corrected
FS: 1.206760
0.049
0.024
250
200
150
100
50
0
-50
0
50
100
150
200
250
300
350

Table 9: Most common GSI range for typical ophiolites (ultrabasic rocks).*

GEOLOGICAL STRENGTH INDEX FOR JOINTED ROCKS (Hoek and Marinos, 2000)

From the lithology, structure and surface conditions of the discontinuities, estimate the average value of GSI. Do not try to be too precise. Quoting a range from 33 to 37 is more realistic than stating that GSI = 35. Note that the table does not apply to structurally controlled failures. Where weak planar structural planes are present in an unfavourable orientation with respect to the excavation face, these will dominate the rock mass behaviour. The shear strength of surfaces in rocks that are prone to deterioration as a result of changes in moisture content will be reduced if water is present. When working with rocks in the fair to very poor categories, a shift to the right may be made for wet conditions. Water pressure is dealt with by effective stress analysis.

STRUCTURE	SURFACE CONDITIONS → DECREASING SURFACE QUALITY					
	VERY GOOD Very rough, fresh unweathered surfaces	GOOD Rough, slightly weathered, iron stained surfaces	FAIR Smooth, moderately weathered and altered surfaces	POOR Slickensided, highly weathered surfaces with compact coatings or fillings or angular fragments	VERY POOR Slickensided, highly weathered surfaces with soft clay coatings or fillings
INTACT OR MASSIVE - intact rock specimens or massive in situ rock with few widely spaced discontinuities	90			N/A	N/A
BLOCKY - well interlocked undisturbed rock mass consisting of cubical blocks formed by three intersecting discontinuity sets	80	70 1			
VERY BLOCKY- interlocked, partially disturbed mass with multi-faceted angular blocks formed by 4 or more joint sets		60	50		
BLOCKY/DISTURBED/SEAMY - folded with angular blocks formed by many intersecting discontinuity sets. Persistence of bedding planes or schistosity			40	30	
DISINTEGRATED - poorly interlocked, heavily broken rock mass with mixture of angular and rounded rock pieces				20 2	
LAMINATED/SHEARED - Lack of blockiness due to close spacing of weak schistosity or shear planes	N/A	N/A			10

↓ DECREASING INTERLOCKING OF ROCK PIECES

*WARNING:
The shaded areas are indicative and may not be appropriate for site specific design purposes. Mean values are not suggested for indicative characterisation; the use of ranges is recommended

1. Fresh
2. Serpentinised with brecciation and shears

ANALISI STATISTICA A VARIANZA NOTA

$$Xk = Xm(1 \pm 1.645 * COV/\sqrt{n})$$

Xk=valore caratteristico del parametro
Xm=valore medio del parametro
COV= coefficiente di variazione =dev.st. della popolazione/media della popolazione
n= numerosità del campione

1) DEFINIZIONE DEI VALORI MEDI

Parametri	Dati di imput					Media	n
Φ (°)	30	31	32			31,00	3
c (kPa)	0					0,00	1
cu (kPa)	-					-	-
γ (MPa)	18	19				18,50	2
E (MPa)	-					-	1

2) DEFINIZIONE DEI VALORI CARATTERISTICI

Parametro	Val. medio	COV (%)	√n	Val caratt
Φ	31,00	10	1,73	28,06
c	0,00	40	1,00	0,00
cu	-	40	-	-
γ_{upper}	18,50	5	1,41	19,58
γ_{lower}	18,50	5	1,41	17,42
E	-	40	1,00	-

3) DEFINIZIONE DEI VALORI DI PROGETTO

Parametro	Val. caratteristico	DA1	DA2	Val.Prog		Val.Prog
				DA1	DA2	Scelto
Φ	28,06	1,25	1,00	23,09	28,06	
c	0,00	1,25	1,00	0,00	0,00	
cu	-	1,40	1,00	-	-	
γ_{upper}	19,58	1,00	1,00	19,58	19,58	
γ_{lower}	17,42	1,00	1,00	17,42	17,42	
E	-					

TABELLA 2
DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI CARATTERISTICI E DI PROGETTO TERRENI SCIOLTI

ANALISI STATISTICA A VARIANZA NOTA

$X_k = X_m(1 \pm 1.645 * COV/\sqrt{n})$

X_k=valore caratteristico del parametro
X_m=valore medio del parametro
COV= coefficiente di variazione =dev. st. della popolazione/media della popolazione
n= numerosità del campione

1) DEFINIZIONE DEI VALORI MEDI

Parametri						Media	n
Φ (°)	56,25	57,32	59,12	56,71	58,65	58,07	6
	60,37						
c (kPa)	126	148	176	139	164	158,50	6
	198						
σc (MPa)	40	50				45,00	2
γ (MPa)	25	26				25,50	2
E (MPa)	815	1096	1502	1019	1370	1279,83	6
	1877						

2) DEFINIZIONE DEI VALORI CARATTERISTICI

Parametro	Val. medio	COV (%)	√n	Val caratt
Φ	58,07	10	2,45	54,17
c	158,50	40	2,45	115,92
σc	45,00	40	1,41	24,06
γ_{upper}	25,50	5	1,41	26,98
γ_{lower}	25,50	5	2,45	24,64
E	1279,83	40	2,45	936,04

3) DEFINIZIONE DEI VALORI DI PROGETTO

Parametro	Val. caratteristico	DA1	DA2	Val.Prog		Val.Prog
				DA1	DA2	Scelto
Φ	54,17	1,25	1,00	47,93	54,17	
c	115,92	1,25	1,00	92,74	115,92	
σc	24,06	1,60	1,60	15,04	15,04	
γ_{upper}	26,98	1,00	1,00	26,98	26,98	
γ_{lower}	24,64	1,00	1,00	24,64	24,64	
E	936,04					

TABELLA 3
DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI CARATTERISTICI E DI PROGETTO AMMASSO ROCCIOSO

PARAMETRI SISMICI (da Geostru PS-Parametri sismici)

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii

Sito in esame

latitudine: 44,32668
longitudine: 9,444683
Classe: 1
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 17369 Lat: 44,3156 Lon: 9,4377 Distanza: 1353,190
Sito 2 ID: 17370 Lat: 44,3179 Lon: 9,5075 Distanza: 5088,837
Sito 3 ID: 17148 Lat: 44,3679 Lon: 9,5042 Distanza: 6589,564
Sito 4 ID: 17147 Lat: 44,3655 Lon: 9,4344 Distanza: 4394,947

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: E
Categoria topografica: T2
Periodo di riferimento: 35 anni
Coefficiente cu: 0.7

Stato Limite	SLO	SLD	SLV	SLC
Prob. di superamento:	81%	63%	10%	5%
Tr:	30 [anni]	35 [anni]	332 [anni]	682 [anni]
ag:	0,038 g	0,041 g	0,106 g	0,141 g
Fo	2,501	2,493	2,432	2,386
Tc*:	0,211 [s]	0,219 [s]	0,279 [s]	0,286[s]

Coefficienti Sismici

Stato Limite	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss	1,600	1,600	1,600	1,600
Cc	2,140	2,110	1,910	1,900
St	1,200	1,200	1,200	1,200
Kh	0,015	0,016	0,049	0,065
Kv	0,007	0,008	0,024	0,033
Amax	0,711	0,765	1,993	2,657
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

TABELLA 4- DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI SISMICI (STABILITÀ DEI PENDII)