



ENGINEERING AND CONSTRUCTION

## RELAZIONE TECNICA

Document / Documento n.

PBSMA21352

Sheet  
Pagina 1 of  
di 134PROJECT  
ProgettoMINIERA SANTA BARBARA  
PIANO DI RECUPERO AMBIENTALESecurity Index  
Indice Sicurezza

Internal Use / P

TITLE  
TitoloEX AREA MINERARIA SANTA BARBARA -LOTTO C - RELAZIONE  
GEOTECNICACLIENT  
ClienteENEL GLOBAL GENERATION - GENERATION ITALY  
CCGT/OIL & GAS - PRESIDIO EX AREA MINERARIA - SANTA BARBARA

JOB no.

.....

Document no.

.....

CLIENT SUBMITTAL  
Inoltro al ClienteFOR APPROVAL  
Per ApprovazioneFOR INFORMATION ONLY  
Per InformazioneNOT REQUESTED  
Non RichiestoSYSTEM  
Sistema

\*\*\*

APPL. TO SECT.  
Valido per le sez.

\*\*\*

DOC. TYPE  
Tipo Doc.

TK

DISCIPLINE  
Disciplina

C

FILE  
File

PBSMA2135202

REV

DESCRIPTION OF REVISIONS / Descrizione delle revisioni

00 Prima emissione  
01 Revisione per costruzione  
02 Revisione per costruzione

## PROGETTAZIONE GENERALE

Dott. Ing. Marco Bologna

Il presente documento è sottoscritto con  
firma digitale ai sensi dell'art. 21 del  
D.Lgs. 82/2005

## PROGETTAZIONE SPECIALISTICA

Dott. Ing. Chiara Riva

Il presente documento è sottoscritto con  
firma digitale ai sensi dell'art. 21 del  
D.Lgs. 82/2005

02	31.03.21	FC									
			CONSULET	CIV					DPL	PE	
REV	Date Data	Scope Scopo	Prepared by Preparato	Co-operations Collaborazioni					Approved by Approvato	Issued by Emesso	

This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.


Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet      2    of      di    134 <i>Pagina</i>

## INDICE

1.	INTRODUZIONE .....	3
2.	DOCUMENTI E NORME DI RIFERIMENTO .....	6
3.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	7
3.1	FORMAZIONI PRESENTI NELLE AREE DI INTERVENTO.....	11
4.	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E SISMICA .....	15
4.1	Caratterizzazione geotecnica e stratigrafia di progetto .....	15
4.1.1	Interventi morfologici in località Vinesimo(MC-01 e MC-03) .....	15
4.1.2	Interventi morfologici in località Morbuio(MC-02 e MC-04) .....	18
4.2	Piezometria locale.....	21
4.3	Caratterizzazione sismica .....	21
5.	CRITERI DI PROGETTO INTERVENTI MORFOLOGICI.....	23
6.	RIPROFILATURA VERSANTI VINCESIMO .....	25
6.1	Verifica della stabilità.....	26
7.	RIPROFILATURA VERSANTE MORBUIO .....	31
7.1	Studio del dissesto .....	32
7.2	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....	34
7.3	Analisi post operam.....	35
8.	LICENZE DEI SOFTWARE DI CALCOLO .....	39
9.	CONCLUSIONI .....	40

ALLEGATO 1: Output di STAP

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet      3    of    134 <i>Pagina      di</i>

## 1. INTRODUZIONE

Il presente documento viene redatto nell'ambito del progetto degli interventi di profilatura morfologica previsti nell'ambito del Lotto C dei lavori di riqualifica ambientale dell'ex area mineraria di S. Barbara (Valdarno Superiore - AR).

Gli interventi morfologici comprendono le seguenti attività:


- Profilatura di scarpate in località Vinesimo (intervento denominato MC-01), consistente nella sagomatura dei versanti, con pendenze attuali fino a 24°-40° a seconda delle zone esposte a fenomeni erosivi; la nuova pendenza di progetto adottata è 1:5 (11.3°);
- Profilatura di scarpate in località Morbuio (intervento denominato MC-02); le scarpate originarie presentano pendenze modeste; la profilatura di progetto adottata corrisponde a 9°;
- Sistemazione della regimazione idraulica tra due laghetti esistenti, in località Vinesimo (intervento denominato MC-03);
- Riempimento della depressione in località Morbuio (intervento denominato MC-04); i movimenti terra prevedono qui unicamente la realizzazione di riporti, con superficie sagomata in pendenza per il solo scolo delle acque superficiali (pendenza longitudinale 0.5-1.0% e trasversale fino ad un massimo del 6%).

La figura 1.1 mostra in planimetria le aree interessate dai diversi interventi morfologici, mentre la figura 1.2 mostra le corrispondenti sezioni rappresentative.

I terreni interessati dalle riprofilature sono costituiti soprattutto da materiali cosiddetti di "discarica mineraria", originati dall'attività della miniera in altre aree, nel corso degli anni, e depositati all'interno del lotto C come colmata di avvallamenti o previa realizzazione di "sbarramenti" a valle creati tramite gli stessi materiali, consolidati tramite l'inserimento di drenaggi.

Più marginalmente sono coinvolti dalle riprofilature i terreni naturali, costituiti prevalentemente da formazioni sabbiose di diverse origini.

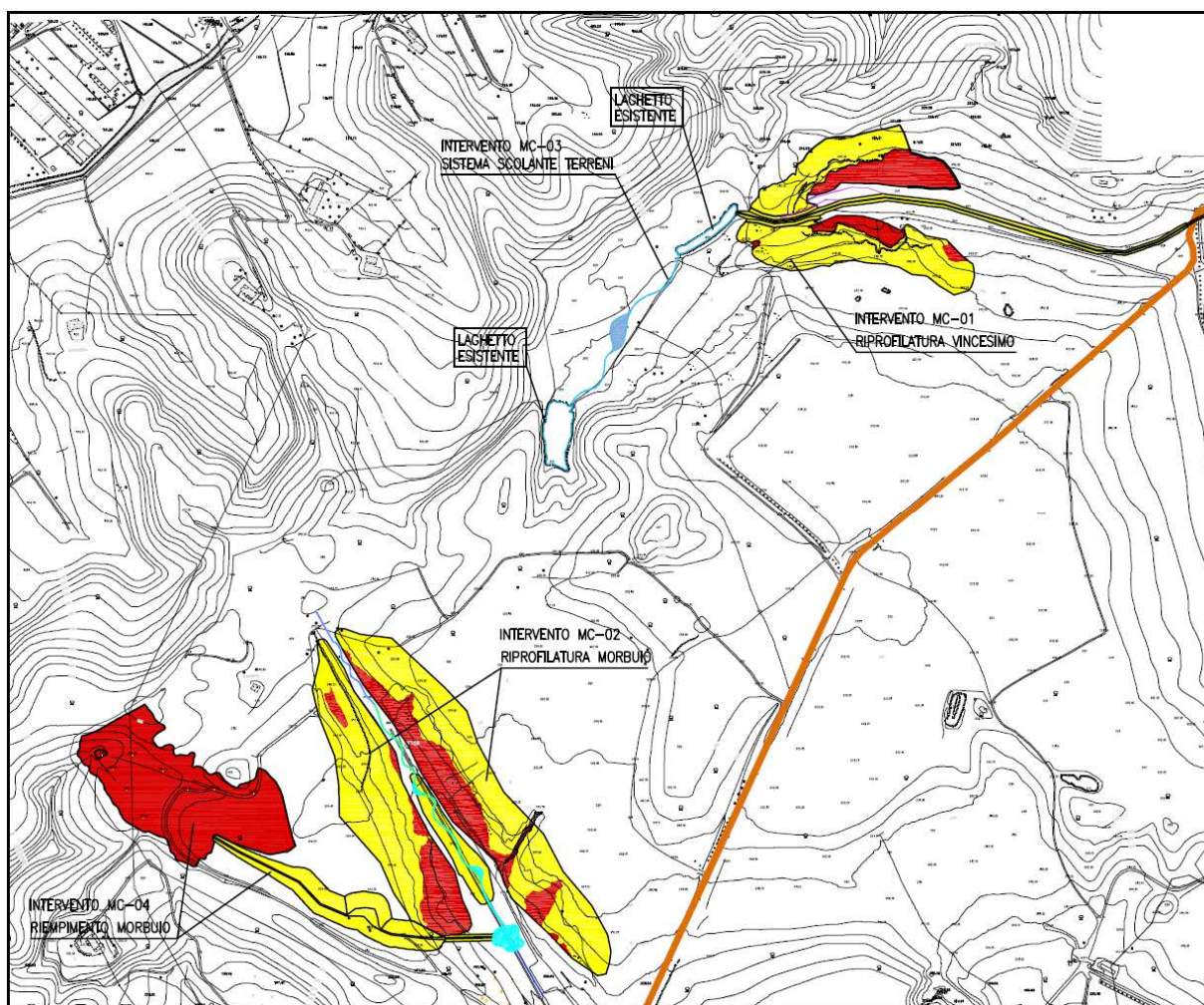
La descrizione dell'assetto geologico generale del lotto C è riportata in modo più approfondito nel capitolo 3, mentre successivamente sono riportate le caratterizzazioni

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Documento n. <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet      4    of    134 Pagina    4    di    134


geotecniche e sismiche di riferimento per la verifica della stabilità dei diversi interventi presi in considerazione.

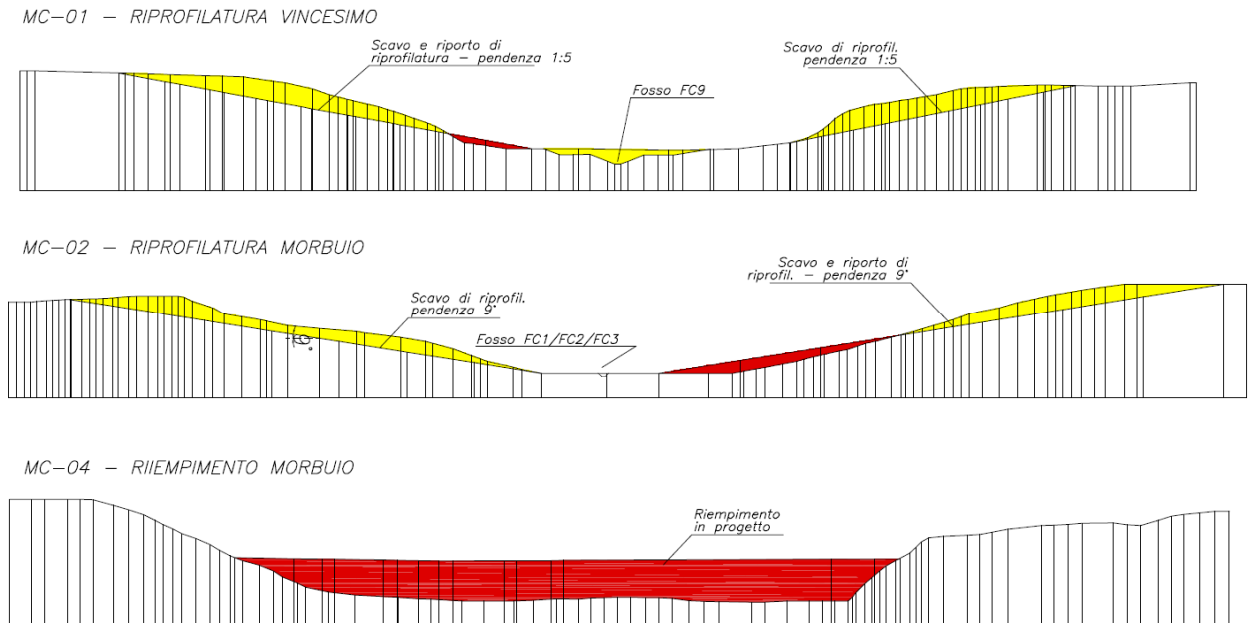
Tutte le valutazioni ed i calcoli nel seguito esposti sono stati condotti in accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni, Dec. Min. Infrastrutture del 17 Gennaio 2018 e alla Circolare Min. n.7 del 21Gennaio 2019.

Gli interventi MC-03 e MC-04, relativi a semplici colmate o ritracciamento di canali per il deflusso delle acque superficiali, non sono stati oggetto di verifiche specifiche.



**Figura 1.1** – Planimetria degli interventi morfologici (in giallo gli scavi; in rosso i riporti)

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Documento n. <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet      5    of Pagina    5    di    134



**Figura 1.2** – Sezioni tipiche rappresentative degli interventi MC-01, MC-02 e MC-04

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Documento n. <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet      6    of Pagina     6    di <b>134</b>


## 2. DOCUMENTI E NORME DI RIFERIMENTO

Nel corso della presente relazione si farà riferimento ai seguenti documenti ed alle norme successivamente elencate:

- Rif.[1]      PBSMA21351Lotto C - Progetto di sistemazione morfologica - Relazione descrittiva degli interventi;
- Rif.[2]      PBSMA21355Vincesimo – riprofilatura versanti - Planimetria di progetto;
- Rif.[3]      PBSMA21356Vincesimo – riprofilatura versanti – Sezioni Tav.1;
- Rif.[4]      PBSMA21357 Vincesimo – riprofilatura versanti – Sezioni Tav.2;
- Rif.[5]      PBSMA21358Vincesimo – sistemazione idraulica superficiale- Planimetria di progetto;
- Rif.[6]      PBSMA21360Morbuio – riprofilatura versanti - Planimetria di progetto;
- Rif.[7]      PBSMA21361Morbuio – riprofilatura versanti – Sezioni;
- Rif.[8]      PBSMA21362Morbuio – riempimento depressione - Planimetria di progetto;
- Rif.[9]      PBSMA21363Morbuio – riempimento depressione – Sezioni;
- Rif.[10]     CGT Spinoff – Studio ed approfondimento dell’assetto geologico e geomorfologico dell’ex-area mineraria di Santa Barbara – Elab. L - Relazione Geotecnica Generale – Settembre 2012
- Rif.[11]     CGT Spinoff – Studio ed approfondimento dell’assetto geologico e geomorfologico dell’ex-area mineraria di Santa Barbara – Elab. E – Indagini Geofisiche – Settembre 2012

### *Normative*

- 
- D.M. Infrastrutture 17 Gennaio 2018: Nuove norme tecniche per le costruzioni (NTC).
  - Circolare Min. Infr. e Trasp. 21 Gennaio 2019, n. 7/C.S.LL.PP.: Istruzioni per l’Applicazione dell’aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018.
  - D. P.G.R. Toscana 09/07/2009, n. 36/R - Regolamento di attuazione dell'art. 117, commi 1 e 2 della L.R. 3 gennaio 2005, n. 1 (Norme per il governo del territorio).

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet      7    of <i>Pagina</i> <i>di</i> <b>134</b>

### 3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Nel presente capitolo si effettuano una descrizione e una caratterizzazione dei terreni che interessano le aree di discarica di Vinesimo e Morbuio, superficialmente e fino ad una profondità significativa ai fini delle verifiche di stabilità effettuate; più in generale, si riporta una trattazione riguardante la geologia dell'intero lotto C.


Il Lotto C occupa l'estremità settentrionale dell'area mineraria di Santa Barbara. Questa si colloca nel limite occidentale del cosiddetto bacino plio-quadernario del Valdarno superiore, che rappresenta uno dei principali bacini intermontani appenninici, formati nella storia geologica relativamente recente dell'orogenesi appenninica. Limiti naturali di tale bacino sono i monti del Chianti, a ovest, e la dorsale di Pratomagno a est. La figura 3.1 mostra la collocazione del bacino del Valdarno nel contesto tettonico dell'Appennino, insieme agli altri principali bacini in questione.

La genesi di tali bacini appenninici è ancora oggi oggetto di discussione in ambito accademico; secondo una prima interpretazione sarebbe legata all'attività distensiva dovuta all'apertura del Tirreno, impostasi successivamente alla migrazione della fase orogenetica compressiva dalla zona toscana verso l'area umbro-romagnola. Una interpretazione alternativa considera tuttavia la genesi di alcuni di questi bacini come dovuta all'attività di thrust profondi, agenti in periodi di regime tettonico compressivo alternati alla fase distensiva di cui sopra; in questo caso le faglie normali sarebbero da considerarsi come l'effetto di "accomodamenti" superficiali minori all'attività dei suddetti thrust.

Il bacino del Valdarno è costituito da un substrato pre-lacustre (rappresentato dalle Formazioni del Macigno con le inclusioni di Olistostroma, maggiori costituenti del massiccio chiantigiano) e da sedimenti che rappresentano il riempimento del bacino stesso, impostatosi contestualmente alla sua formazione. Tali sedimenti sono di origine fluvio-lacustre e si deposero nel corso di tre fasi distinte, dette Sintemi, tra loro separate da periodi di erosione dovuti all'emersione del bacino stesso governata dall'attività tettonica.

I tre Sintemi sono, partendo dal più antico al più recente, il Sintema di Castelnuovo (Pliocene), il Sintema di Montevarchi (Pliocene terminale - Pleistocene inferiore), e il Sintema di Monticello-Ciuffenna (Pleistocene medio).

Tutti e tre i Sintemi sono individuabili nel Lotto C, seppur presenti con poche formazioni. Il Sintema di Castelnuovo infatti è rappresentato dalla sola formazione delle sabbie di San Donato, affioranti solo ai bordi del lotto. Tale formazione è tuttavia quella preponderante nelle sezioni di verifica, dal momento che è caratterizzata da grandi spessori e

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Document o n.  <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet      8    of Pagina     8    di <b>134</b>

costituisce una base comune a quasi tutti i materiali più recenti affioranti nel lotto C. I depositi del Sintema di Montevarchi presenti nel Lotto C sono le Sabbie di Palazzetto e le Sabbie di Borro Cave. Le formazioni del terzo e ultimo Sintema affioranti nel Lotto C sono infine le sabbie di Levane, le Sabbie di Loccaia ed i Limi di Latereto e Pian di Tegna.

Si tratta prevalentemente di materiali granulari, con subordinata componente limoso-argillosa, presente localmente sotto forma di lenti e livelli.

Ai fini delle verifiche riportate in questa relazione, tuttavia, rivestono un'importanza decisamente maggiore i materiali di discarica mineraria presenti al di sopra dei terreni naturali dei tre Sintemi; tali depositi antropici occupano la maggior parte della superficie del lotto C per spessori variabili da qualche metro fino a 70 metri. Questi materiali provengono dagli scavi condotti durante l'attività della miniera e la formazione dalla quale derivano è principalmente quella delle Argille di Meleto, la quale affiora estesamente nei lotti A e B e storicamente costituiva uno spesso strato di materiale sterile da rimuovere per raggiungere i banchi di lignite, immergenti verso est e quindi progressivamente più profondi.

Vista la preponderanza dei materiali di discarica in affioramento, e visto che lo studio della presente relazione si concentra sulle problematiche di stabilità legate a zone di pertinenza di tali materiali, di tutte le formazioni presenti nel lotto C solo alcune rivestono interesse in questo studio e vengono di seguito elencate:

- Sabbie di San Donato (Pliocene medio);
- Sabbie di Borro Cave (Pliocene superiore-pleistocene inferiore).

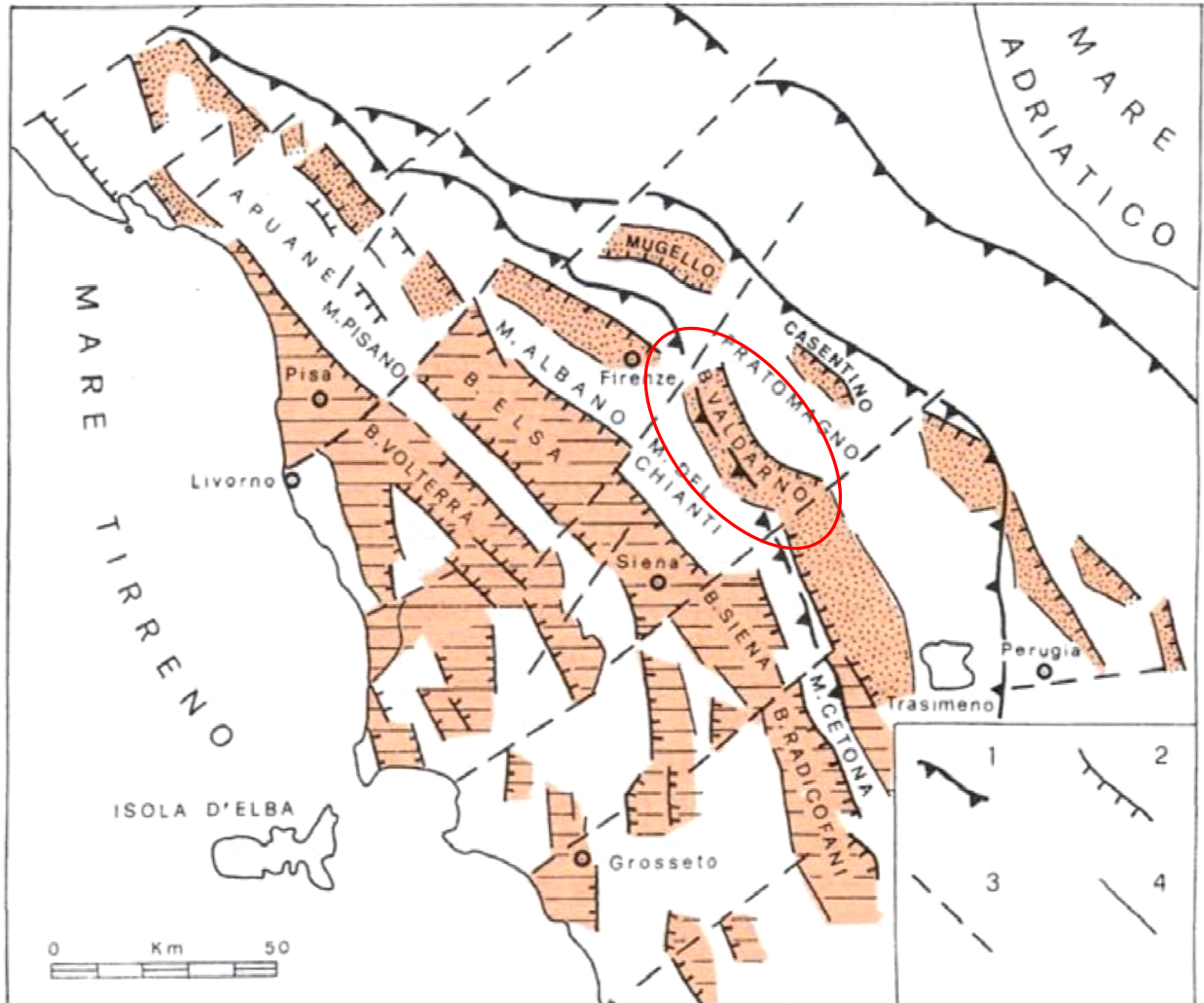
A queste si aggiungono ovviamente i materiali di discarica mineraria.

Si evidenzia altresì che la caratterizzazione ha implicato, per mancanza di dati relativi alle diverse formazioni, l'utilizzo dei medesimi parametri geotecnici per tutte le formazioni costituite da materiali granulari.

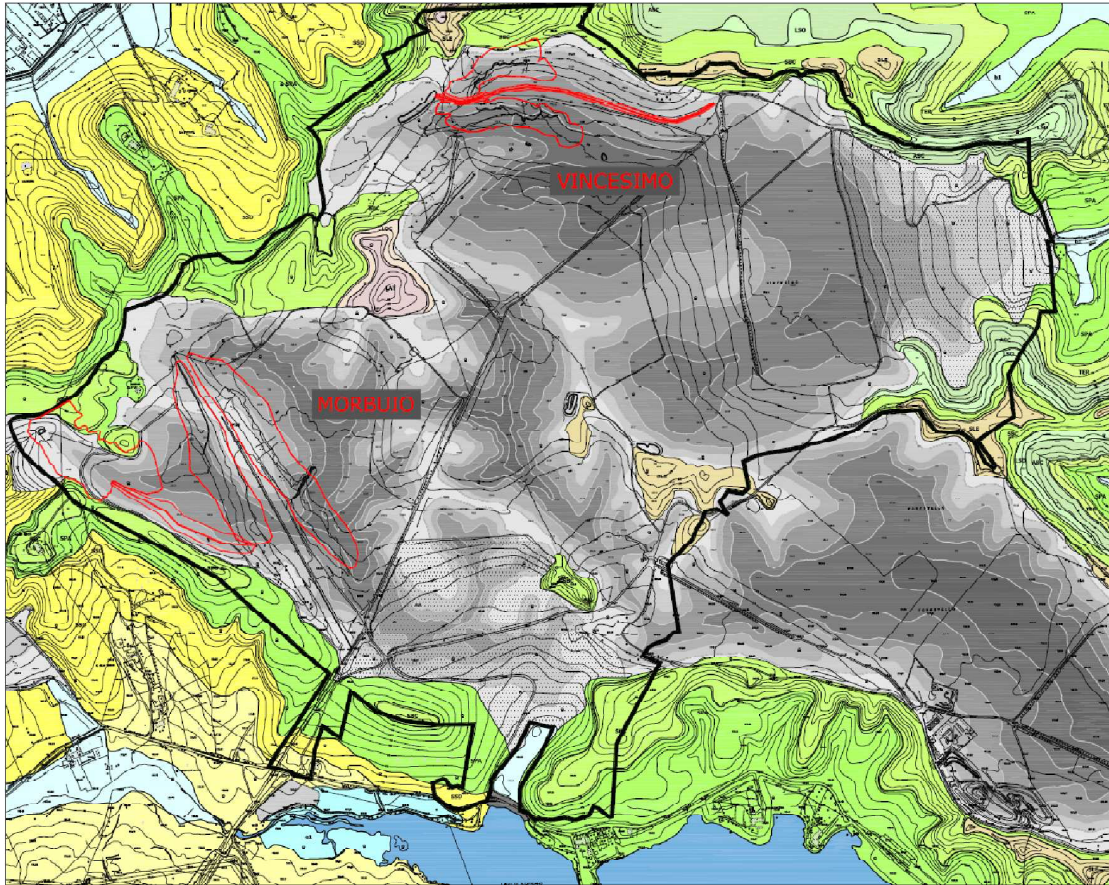
Le formazioni e i materiali sopra elencati vengono descritti nel paragrafo 3.1 della presente relazione, in cui se ne fornisce anche una caratterizzazione geotecnica generale.

La figura 3.2 riporta uno stralcio della carta geologica del lotto C. I rapporti stratigrafici esistenti tra le diverse formazioni presenti e i depositi di discarica mineraria sono sintetizzati nella sezione geologica di figura 3.3.

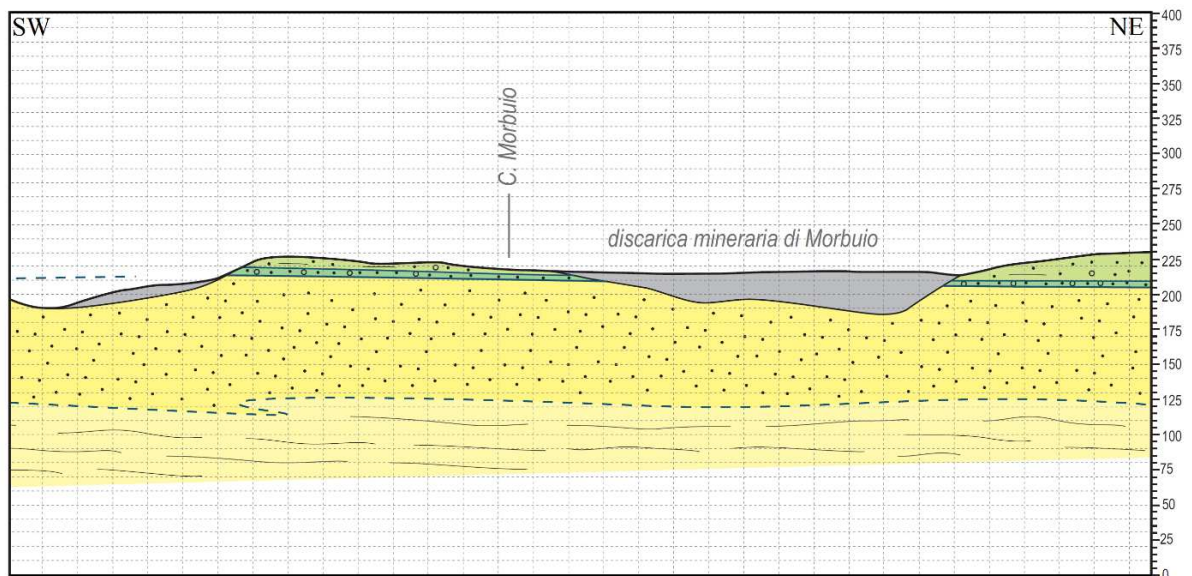





**Figura 3.1** – Inquadramento geografico/tettonico del bacino del Valdarno superiore



**Figura 3.2** – Stralcio della carta geologica con le aree di intervento – In nero il lotto C



**Figura 3.3** – Sezione geologica di Morbuio mostrante i rapporti stratigrafici tra le formazioni presenti e i depositi di discarica mineraria

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet <i>Pagina</i> <b>11</b> of <b>134</b> <i>di</i>

### 3.1 FORMAZIONI PRESENTI NELLE AREE DI INTERVENTO

Di seguito sono riportate le considerazioni di carattere geotecnico relative alle principali formazioni incontrate.

**SABBIE DI SAN DONATO** (sigla SSD nella carta geologica): consistono in una successione di 60 – 70 m di spessore costituita da depositi fluviali e di delta lacustre (Albianelli et al., 1995) in strati tabulari suborizzontali o clinostratificati con subordinati corpi canalizzati di sabbie medio-grossolane stratificate e ghiaie fini con *mudclast*. I corpi canalizzati hanno generalmente uno spessore di 2 m ed un'ampiezza di 15 m e rappresentano canali distributori di ambiente deltizio. Il prisma deltizio prograda da ovest verso est e nella parte alta evolve verso depositi di piana d'esonazione. Nell'ambito del Lotto C le Sabbie di San Donato affiorano raramente, e più estesamente a ovest e a sud del lotto.

Per questa formazione i dati disponibili, derivanti dallo studio CGT (rif. [3]), portano all'attribuzione dei seguenti parametri caratteristici:

$$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$$


$$c' = 11 \text{ kPa};$$

$$\varphi' = 26^\circ.$$

#### **SABBIE DI BORRO CAVE** (sigla SBC nella carta geologica)

Alternanze irregolari di sabbie giallastre, sabbie limose e limi sabbioso-argillosi grigi o grigio-giallastri con intercalazioni di argille limose grigio-azzurognole e lenti di ciottolami ad elementi arenacei; diffusi paleosuoli. La caratterizzazione geotecnica soffre la scarsità di indagini condotte all'interno di questi materiali; tuttavia, l'importanza marginale di questa formazione nelle verifiche permette di utilizzare per questa formazione i medesimi parametri geotecnici definiti per le sabbie di San Donato.

**MATERIALE DI RIPORTO ANTROPICO (DISCARICHE MINERARIE):** I materiali di discarica mineraria, con i quali è stato operato il riempimento dei cavi minerari, presentano diverse origini ma con una netta prevalenza di materiali di scavo appartenenti alla formazione delle Argille di Meleto in facies argillosa (AME nella relazione geologica), che costituivano il livello superficiale prevalente al di sopra del banco lignitifero oggetto dello scavo minerario. A causa delle ripetute sollecitazioni dovute alle operazioni di scavo, trasporto e posa in opera, l'argilla si suddivideva in blocchi e frammenti di varie dimensioni ed in frazione fine. Tali operazioni determinavano la perdita di alcune caratteristiche meccaniche legate alla

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Document o n.  <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet      12    of Pagina     12    di    134

sovracconsolidazione del materiale che si comportava quindi come un'argilla normalconsolidata, con limite di liquidità  $WL=40 - 70$  ed indice di plasticità  $IP=10 - 30$  ben al di sotto dei valori caratteristici per l'argilla di Meleto in sito (D'Elia et al., 1979, 1983, 1994, Esu & D'Elia, 1971).


Per il valore residuo di resistenza al taglio del materiale di discarica secondo Esu & Tancredi (1985) sono stati definiti i seguenti parametri:  $c'_r=0$ ;  $\varphi'_r=11^\circ$ .

Per quanto riguarda i parametri di base, gli studi storici approfonditi hanno analizzato il comportamento in funzione della storia deposizionale di tali materiali. Come anzidetto le discariche distribuite nell'area della ex miniera di Santa Barbara sono costituite da tutti quei materiali sterili che si trovavano tra la superficie topografica e il banco di lignite e che vennero scavati durante la vita della miniera allo scopo di raggiungere gli strati d'interesse. La lignite spesso si trovava a diverse decine di metri di profondità, e di conseguenza gli scavi eseguiti (in alcuni casi profondi più di 100 m) produssero enormi quantità di materiali di risulta, che venivano accumulati in discariche esterne alle aree di scavo, o all'interno del cavo in porzioni non più d'interesse per la coltivazione. Le argille di Meleto erano il principale materiale di origine degli accumuli, ma anche altre formazioni, più sabbiose, hanno fornito nel tempo del materiale per le discariche. In generale, si può comunque parlare di materiale argilloso per composizione e comportamento.

Vi è una folta letteratura che tratta i diversi fenomeni che si instauravano durante e successivamente la realizzazione delle discariche di argilla, fenomeni che non vengono descritti in questa sede ma solo brevemente elencati nel seguito:

- frazionamento dei blocchi di argilla sovraconsolidata durante lo scavo e il trasporto;
- gradazione naturale del materiale in seguito all'accumulo in discarica, oltreché ulteriore frazionamento (il materiale veniva scaricato, per mezzo di nastri trasportatori, da un'altezza massima di 20 metri circa formando cumuli conici tra loro secanti fino a realizzare uno strato continuo, e di conseguenza i blocchi più grandi di argilla tendevano a rotolare alla base dei coni stessi; questi procedimenti generavano depositi caratterizzati da un'alta porosità dovuta soprattutto agli spazi vuoti tra i blocchi di argilla).

- lenta consolidazione della discarica sotto il peso degli strati successivi e conseguente riduzione della porosità; il materiale, da distinto in blocchi e matrice, entrambi argillosi, diveniva progressivamente più omogeneo, sia per addensamento che per ammorbidimento dei blocchi d'argilla dura con distruzione dei legami diagenetici presenti alle condizioni di partenza; il risultato di questa trasformazione è un materiale assimilabile a un'argilla normalconsolidata.

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet <i>Pagina</i> <b>13</b> of <i>di</i> <b>134</b>

In linea generale si può affermare che il piede delle discariche presentava caratteristiche geotecniche migliori rispetto al resto del riporto. Nelle prime fasi di riempimento, infatti, al fine di contrastare il processo di deformazione delle scarpate nella misura maggiore possibile, i primi strati di discarica venivano realizzati con materiali geotecnicamente migliori rispetto alle successive argille di Meleto; si trattava delle Sabbie di San Donato e delle Argille Scagliose (Olistostroma). Questi terreni portati a discarica presentavano infatti un peso di volume più elevato ed una minore deformabilità delle argille con cui veniva successivamente riempita la maggior parte dei cavi minerari. Nelle prime fasi di realizzazione della discarica il materiale veniva inoltre disposto a strati e costipato mediante azione meccanica di mezzi di trasporto e spandimento e venne realizzato anche un sistema di drenaggio con lo scopo di accelerare così la consolidazione.

Si hanno notizie storiche della realizzazione di alcune porzioni delle discariche di Vinesimo e Morbuio con materiali granulari. Questi cunei di discarica con dreni vengono indicati nello stralcio della carta geologica riportato in figura 3.2 (aree di materiale di discarica con aggiunta di puntinatura) e costituiscono verosimilmente due cumuli, con caratteristiche geotecniche relativamente migliori, posizionati al piede delle discariche vere e proprie, con funzione di contenimento del materiale prettamente argilloso successivamente depositato, con i metodi sopradescritti, alle loro spalle. Tali aree di discarica con dreni non interessano le zone oggetto di verifica in questa relazione.

Diversi studi, primi fra tutti quelli di Esu e D'Elia (1971), D'Elia et al. (1979) e Esu e Tancredi (1985), si sono occupati della parametrizzazione dei materiali di discarica, non sempre trovandosi in accordo. Qua sotto si riportano le caratteristiche principali di tali materiali, estrapolate dall'analisi della letteratura, partendo dai parametri fisici fino ai più strettamente geotecnici, evidenziando anche le differenze che si riscontrano nei confronti dell'argilla allo stato naturale.

I valori di peso di volume e contenuto d'acqua, misurati nelle discariche senza dreni, non differiscono molto da quelli delle argille allo stato naturale. Si nota invece che il peso di volume aumenta con la profondità, visto il maggiore stato di addensamento, raggiungendo valori maggiori rispetto all'argilla in situ, all'interno delle discariche con dreni. I valori di limite liquido e indice plastico sono minori rispetto all'argilla di partenza, a causa probabilmente del fatto che vi è un mescolamento dell'argilla con materiali più grossolani, derivanti dai livelli sabbiosi presenti nell'argilla stessa. Il materiale si trova pressoché saturo lungo tutto il profilo, escludendo la porzione più superficiale.

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet      14    of <i>Pagina</i> <i>di</i> 134

Per quanto riguarda i parametri di resistenza al taglio, si osserva una forte riduzione nei valori di coesione efficace nelle discariche, a causa del rimaneggiamento e del progressivo decadimento dei legami diagenetici inizialmente presenti. Valori diversi di resistenza al taglio sono stati ottenuti a seconda che ci si riferisca alle zone di discarica con i dreni in sabbia (al piede delle discariche) o ai riempimenti veri e propri, senza dreni. I parametri generalmente attribuiti a tale livello possono essere così riassunti:

Discarica senza dreni

- coesione non drenata 100-150 kPa;
- angolo di attrito in condizioni non drenate vicino a 0°;
- coesione efficace 0-30 kPa;
- angolo d'attrito 18 °.


Discarica con i dreni

- coesione efficace 20-30 kPa;
- angolo d'attrito 22-25 °.

Nella presente relazione, come meglio descritto nel capitolo successivo, per la definizione dei parametri, si è fatto riferimento a dati più specifici, provenienti da indagini condotte in località Morbuio e Vinesimo.

Il coefficiente di consolidazione è compreso tra  $0.2 \cdot 10^{-7}$  e  $2 \cdot 10^{-7}$  m<sup>2</sup>/s, indipendente dai valori di  $\sigma'_v$  secondo alcuni studi (D'Elia, DiStefano, Esu, Federico 1983), ad essi correlato secondo altri (D'Elia, DiStefano, Bertuccioli, Milillo 1994); inoltre alcuni studi rivelano che nelle fasi iniziali della consolidazione la pressione interstiziale si dissipa più velocemente rispetto a quanto previsto dalla teoria di Terzaghi, e perciò è opportuno attribuire all'argilla un valore di  $c_v$  di  $7 \cdot 10^{-7}$  m<sup>2</sup>/s, durante le fasi iniziali.

La permeabilità diminuisce con la profondità, in ragione della maggiore consolidazione degli strati profondi, e varia da  $4 \cdot 10^{-10}$  a  $1 \cdot 10^{-10}$  m/s; in alcuni studi vengono dichiarati valori che raggiungono i  $10^{-11}$  m/s. Le recenti prove di permeabilità in sito, richiamate nel capitolo 5, hanno in genere riscontrato permeabilità maggiori, soprattutto in superficie.

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Document n. <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet Pagina <b>15</b> of <b>134</b> di

#### 4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E SISMICA

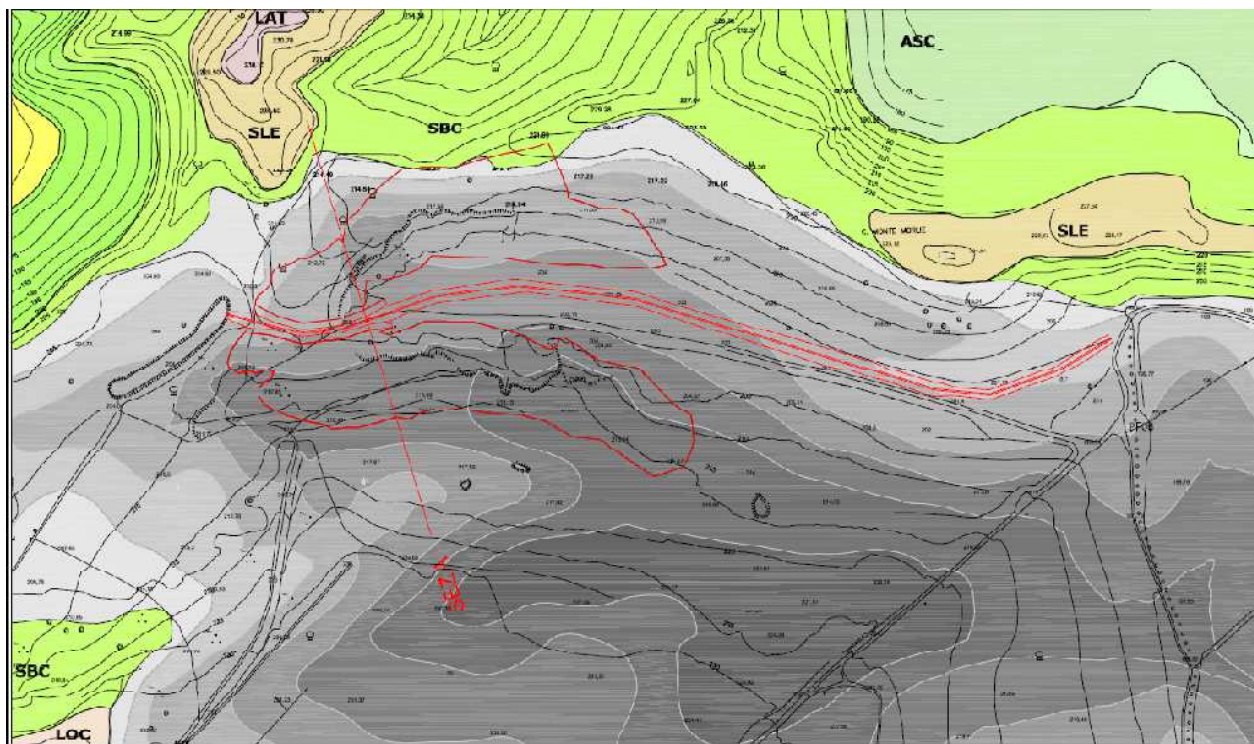
Nel presente capitolo si effettua una caratterizzazione dei terreni che interessano la riprofilatura dei terreni nell'ambito del Lotto C dal punto di vista geotecnico-stratigrafico e da quello sismico. Vengono inoltre riportate le considerazioni relative alla piezometria di riferimento definita per le analisi di stabilità.

##### 4.1 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E STRATIGRAFIA DI PROGETTO


Con riferimento ai dati raccolti, sia da Letteratura, sia nel corso di indagini geognostiche eseguite sui terreni di interesse, in questo capitolo si definisce la stratigrafia di progetto utilizzata nel prosieguo per lo studio del comportamento dei terreni interessati dagli interventi.

##### 4.1.1 Interventi morfologici in località Vinesimo (MC-01 e MC-03)

Per quanto riguarda i lavori di riprofilatura dei pendii, particolare rilevanza rivestono i parametri di resistenza che determinano la stabilità delle stesse. La figura 4.1.1.1 mostra uno stralcio della carta geologica annessa alla relazione di rif.[10] e delle aree in riprofilatura (contorni in rosso).



**Figura 4.1.1.1** – Località Vinesimo - Stralcio carta geologica

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Documento n. <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet Pagina <b>16</b> of di <b>134</b>

Nella figura 4.1.1.2 è mostrata la sezione stratigrafica utilizzata nel calcolo di verifica della stabilità, la cui traccia è mostrata nella planimetria.

I materiali oggetto di riprofilatura sono costituiti prevalentemente da materiali di discarica mineraria, frutto dell'attività di scavo della miniera avvenuta in aree vicine, che in quest'area presentano spessori variabili da 0 a 50 m. Nella figura tale livello è rappresentato in grigio, con la tonalità più scura a rappresentare gli spessori maggiori.

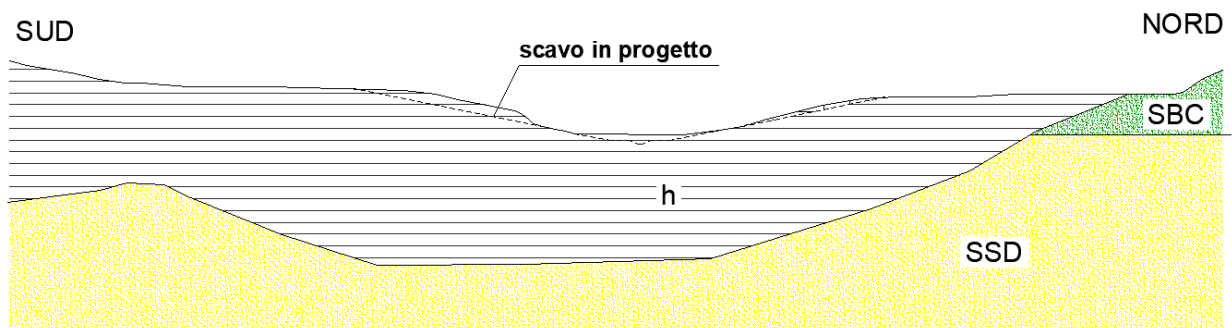
In misura minore gli scavi interessano le Sabbie di Borro Cave (SBC), in affioramento a nordovest; tale livello, così come i materiali di discarica, sono sovrapposti al livello delle Sabbie di San Donato (SSD).

Le principali caratteristiche di tali livelli sono riportate nel quadro geologico generale del capitolo 3.

Per quanto riguarda la definizione dei parametri geotecnici, si è fatto particolare riferimento al documento di Rif [10]; in particolare i parametri attribuiti ai materiali di discarica mineraria sono quelli medi ricavati dalle prove di laboratorio dei sondaggi S2M e S3V.

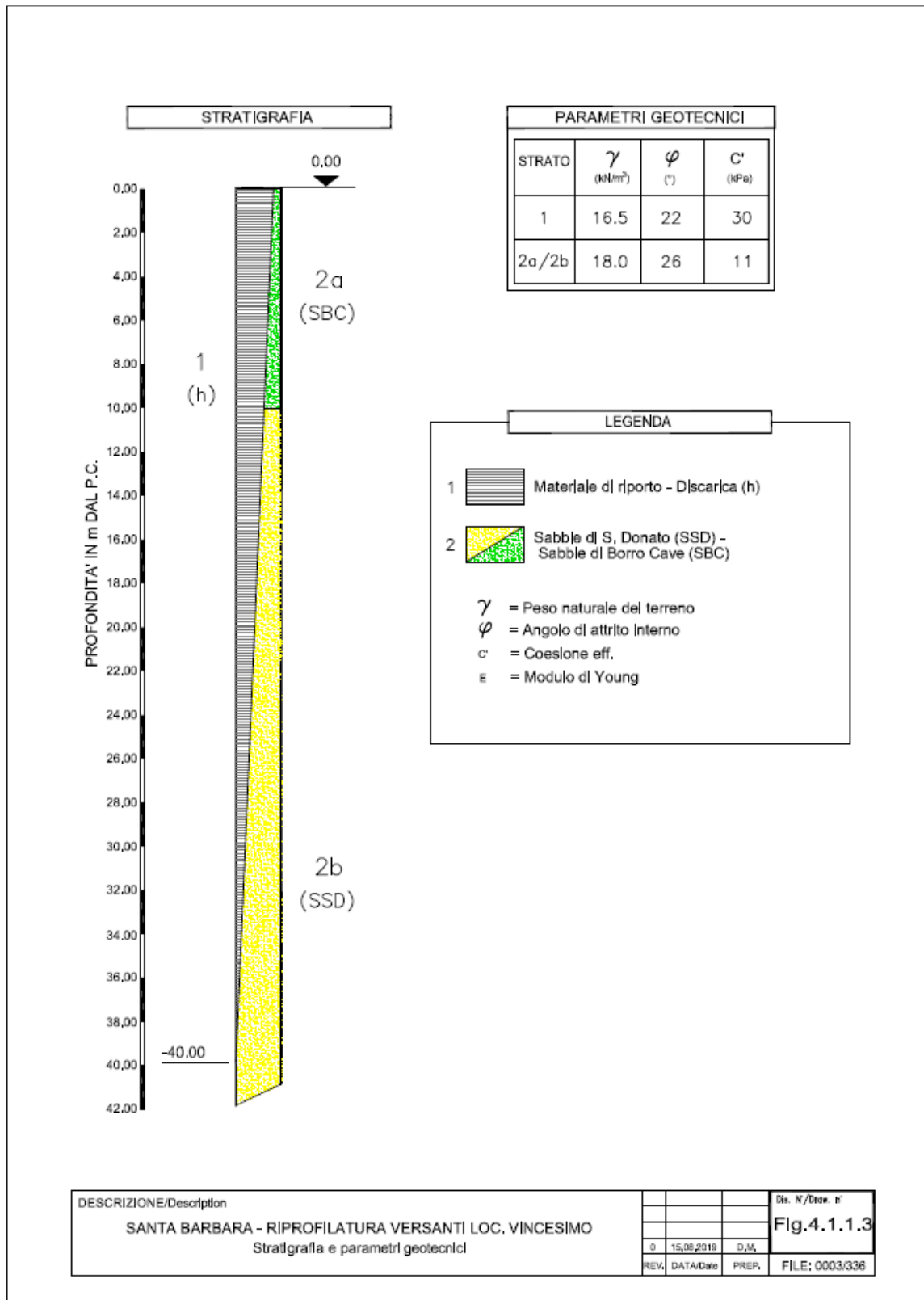
I parametri della sabbia di San Donato sono quelli riportati nel capitolo 3 e sono ricavati da letteratura; gli stessi parametri sono attribuiti al livello della sabbia di Borro Cave, che presenta analoghi contenuti limosi e che riveste comunque un'importanza marginale nell'analisi della sezione di calcolo della stabilità.


La figura 4.1.1.3 mostra la stratigrafia schematica di progetto ed i parametri geotecnici adottati per le verifiche di stabilità nell'ambito dei lavori di riprofilatura.



**Figura 4.1.1.2** – Sezione stratigrafica di calcolo (intervento MC-01)

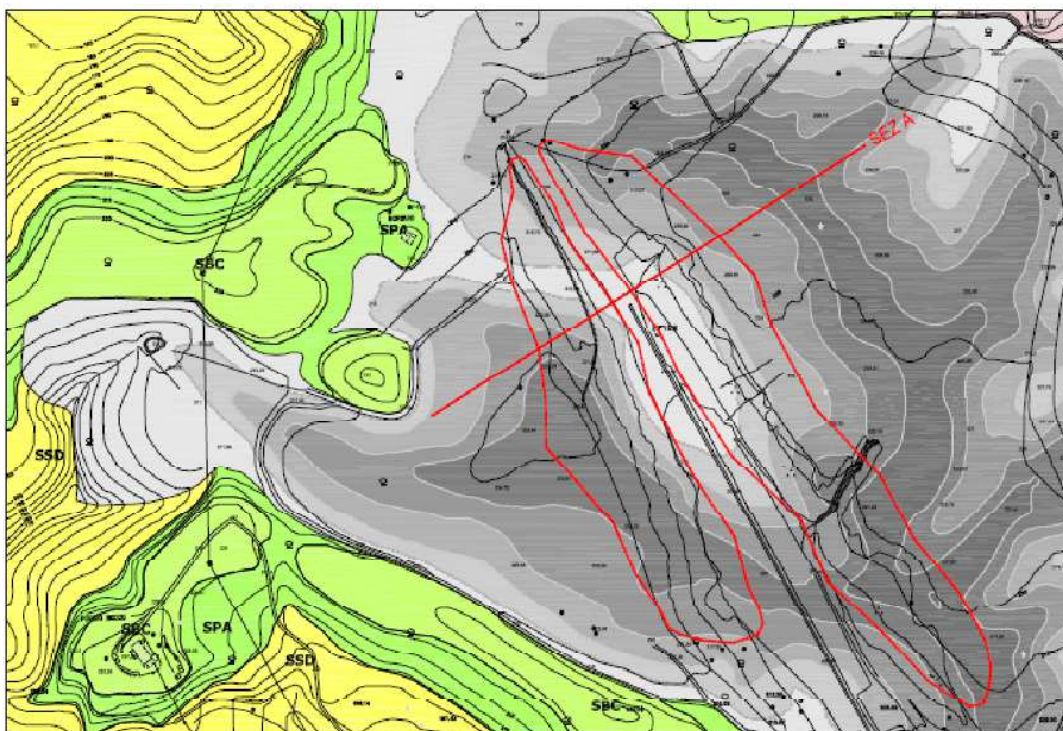




 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet <i>Pagina</i> <b>18</b> of <i>di</i> <b>134</b>

#### 4.1.2 Interventi morfologici in località Morbuio(MC-02 e MC-04)

Nel calcolo della stabilità dei lavori di riprofilatura dei pendii (intervento MC-02), particolare rilevanza rivestono i parametri di resistenza dei terreni dei livelli superficiali. La figura 4.1.2.1 mostra uno stralcio della carta geologica annessa alla relazione di rif.[10] e delle aree in riprofilatura (contorni in rosso).




**Figura 4.1.2.1** – Località Morbuio - Stralcio carta geologica

Nella figura 4.1.2.2 è mostrata la sezione stratigrafica utilizzata nel calcolo di verifica della stabilità, la cui traccia è mostrata nella planimetria.

I terreni oggetto di riprofilatura sono costituiti prevalentemente da materiali di discarica mineraria, frutto dell'attività di scavo della miniera avvenuta in aree vicine, che in quest'area presentano spessori variabili da 0 a 60 m. Nella planimetria tale livello è rappresentato in grigio, con la tonalità più scura a rappresentare gli spessori maggiori.

Al di sotto si incontra, per tutta la profondità di interesse per le verifiche di stabilità, il livello delle Sabbie di San Donato (SSD).

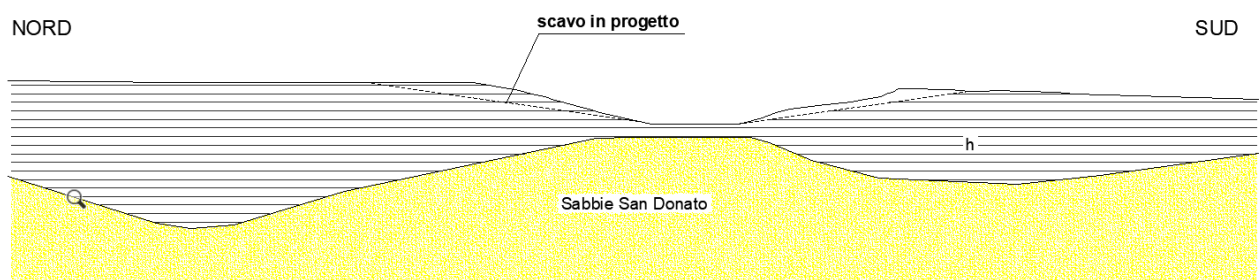
Le principali caratteristiche di tali livelli sono riportate nel quadro geologico generale del capitolo 3.

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet <i>Pagina</i> <b>19</b> of <i>di</i> <b>134</b>

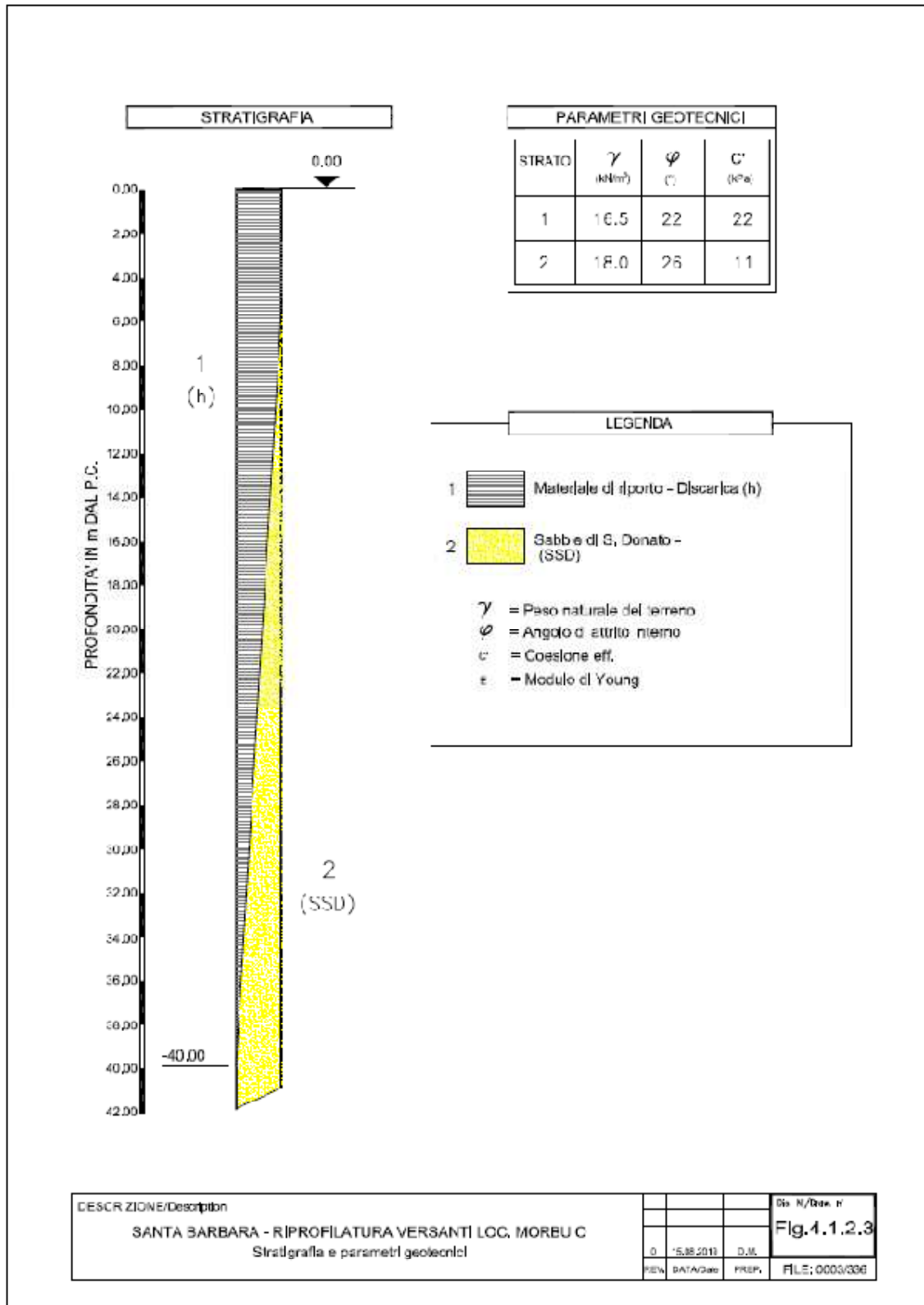
Per quanto riguarda la definizione dei parametri geotecnici, si è fatto particolare riferimento al documento di Rif [10]; in particolare i parametri attribuiti ai materiali di discarica mineraria sono quelli medi ricavati dalle prove di laboratorio dei sondaggi S1M e S4M.

I parametri della sabbia di San Donato sono quelli riportati nel capitolo 3 e sono ricavati da letteratura.

La figura 4.1.2.3 mostra la stratigrafia schematica di progetto ed i parametri geotecnici adottati per le verifiche di stabilità nell'ambito dei lavori di riprofilatura.



**Figura 4.1.2.2** – Sezione stratigrafica di calcolo (intervento MC-02)



 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet <i>Pagina</i> <b>21</b> of    di <b>134</b>

#### 4.2 PIEZOMETRIA LOCALE

Non sono disponibili dati piezometrici diretti.

L'interpretazione dei dissesti da mitigare in località Morbuio (intervento di riprofilatura MC-02), in considerazione delle pendenze molto modeste dei pendii in tale area, portano ad ipotizzare un ruolo della falda; essa è stata pertanto ipotizzata poco profonda, 2 m al di sotto del p.c..

In località Vinesimo si segnala la presenza di ristagni d'acqua alla base del pendio, alimentata forse dai laghetti a monte; nel calcolo di verifica della stabilità dell'intervento di riprofilatura MC-01, la falda è stata assunta anche in questo caso a bassa profondità (3 m dal p.c. lungo i versanti) con affioramento in corrispondenza della base del versante. In condizione post-operam la quota di falda è stata collocata in corrispondenza della sommità del canale in progetto alla base del versante.

#### 4.3 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

I suoli interessati dai lavori di riprofilatura sono stati classificati, in riferimento a quanto contenuto nelle NTC del Gennaio 2018, sulla base di indagini geofisiche condotte nell'area e citate nell'ambito del documento di rif.[12].

Le prove HVSR condotte in prossimità delle aree di intervento (HVSR 7, 8 9 e 10) hanno fornito valori delle velocità delle onde Vs con riferimento alla profondità di 30 m (Vs,30) compresi tra 162 e 225 m/s. Tale è il valore attribuibile in questo caso alla velocità equivalente cui fa riferimento la normativa per la classificazione del terreno.

Facendo cautelativamente riferimento ai valori più bassi di velocità delle onde di taglio, i risultati portano a classificare tali siti come ricadenti nella Categoria D (*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fina scarsamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s*).

Le Norme Tecniche 2018 suddividono, inoltre, il territorio italiano in maglie a cui sono state attribuite accelerazioni sismiche massime su suolo rigido, definite in base alle coordinate assolute del luogo.

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Documento n. <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet Pagina <b>22</b> of    di <b>134</b>

L'accelerazione sismica di progetto, riferita ad un valore di vita nominale ( $V_N$ ) dell'opera di 50 anni (opere ordinarie) in una classe d'uso II (normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali: coefficiente  $C_U=1$ ), risulta essere pari a **0.125 g**.

Tale accelerazione è quella caratteristica dello stato limite di salvaguardia della vita SLV, avente tempo di ritorno  $T_R = 475$  anni, calcolato come segue:

$$T_R = -V_R / \ln (1-P_{VR}) = 475 \text{ anni}$$

in cui:

$P_{VR}$  = probabilità di superamento nel periodo di riferimento = 10%;

$V_R$  = periodo di riferimento =  $V_R = V_N \cdot C_U = 50 \text{ anni} \times 1 = 50 \text{ anni}$ .

Il valore del fattore di amplificazione spettrale massima sul sito di riferimento rigido orizzontale ( $F_0$ ) corrispondente è pari a 2.396.

Partendo da questi dati, è pertanto possibile ricavare il valore del coefficiente sismico orizzontale per l'analisi della stabilità globale del versante:


$$K_h = \beta_S \frac{a_{\max}}{g} \quad K_v = 0.5 \cdot K_h$$

in cui:

- $g$  = accelerazione di gravità;
- $a_{\max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g$  è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito (con  $a_g$  espressa in  $m/s^2$ );
- $S_S$  = il coefficiente di amplificazione stratigrafica, tabellato in normativa in funzione della categoria di suolo:  
per categoria D:

$$S_S = 0.9 \leq 2.4 - 1.5 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1.8 = 1.8$$

- $S_T$  = è il coefficiente di amplificazione topografica (in genere 1.0 per categoria T1);
- $\beta_S$  = coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito. Quando la riprofilatura è studiata in accordo a quanto descritto dalla Normativa nel capitolo 7.11.4 in relazione a fronti di scavo e rilevati artificiali, il valore di  $\beta_S$  tabulato è 0.38; per le

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet <i>Pagina</i> <b>23</b> of <i>di</i> <b>134</b>

verifiche condotte enll'ambito di pendii naturali, in accordo alla tabella 7.11.I della normativa, si ha  $\beta_s = 0.24$ .

Sostituendo opportunamente i valori dei vari coefficienti di amplificazione nelle formule sopra indicate, si ottengono i coefficienti di tabella seguente:

Categoria suolo	Categoria topog.	Caso	Kh	Kv
D	T1	Fronte di scavo	0.054	0.027
D	T1	Pendio naturale	0.0855	0.0428


## 5. CRITERI DI PROGETTO INTERVENTI MORFOLOGICI

Nell'ambito del lotto C sono stati progettati e sono state condotte verifiche di stabilità di due interventi morfologici che prevedono la riprofilatura di versanti:

- Intervento MC-01 in località Morbuio
- Intervento MC-02 in località Vinesimo.

Entrambi gli interventi sono motivati alla necessità di mitigare situazioni di dissesto in atto. L'analisi delle due situazioni ha però portato ad individuare due differenti situazioni concettuali cui corrispondono differenti criteri di progettazione e verifica, ciascuno condotto ai sensi delle specifiche prescrizioni normative:

- Per l'intervento MC-01, si è in presenza di pendii con inclinazione piuttosto accentuata (fino a 25-40°) in relazione ai terreni che li costituiscono (materiali di discarica mineraria). I dissesti sono interpretati come erosioni e smottamenti conseguenti all'azione delle acque superficiali, che vengono affrontati semplicemente riportando le pendenze su valori sicuramente stabili nel lungo termine (pendenza di sagomatura 1:5); il progetto è quindi condotto nell'ambito previsto dalla normativa di riferimento D.M. 17-01-2018 per "Opere di materiali sciolti e fronti di scavo" e pertanto con riferimento al capitolo 6.8 della Normativa per condizioni statiche e a quanto prescritto nel paragrafo 7.11.4 della Normativa in condizioni sismiche;


 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet      24    of <i>Pagina</i> <i>di</i> 134

- Per l'intervento MC-02, si è in presenza invece di pendii molto poco acclivi (12-15°), sempre in relazione ai terreni che li costituiscono (materiali di discarica mineraria). I dissesti sono interpretati come movimenti di scorrimento e gravitativi, agevolati dalla presenza dell'acqua ma combinati ad uno stato di alterazione dei terreni più superficiali il cui studio richiede l'effettuazione di una back-analysis per la determinazione dei parametri da attribuire ai terreni in dissesto. L'intervento prevede quindi una risagomatura secondo una pendenza inferiore (9°) e le verifiche sono condotte, nell'ambito previsto dalla normativa di riferimento D.M. 17-01-2018, per "Pendii naturali" e pertanto con riferimento al capitolo 6.3 della Normativa per condizioni statiche e a quanto prescritto nel paragrafo 7.11.3.5 della Normativa in condizioni sismiche.

Nel caso dell'intervento MC-01, i fattori di sicurezza minimi da ottenere sono quelli prescritti dalla normativa.

Per l'intervento MC-02 l'adeguatezza del margine di sicurezza FS raggiunto, in termini di rapporto tra la resistenza al taglio disponibile ( $\tau_f$ ) e la tensione di taglio agente ( $\tau$ ), deve essere giustificato dal progettista, citando la normativa, "sulla base del livello di conoscenze raggiunto, dell'affidabilità dei dati disponibili e del modello di calcolo adottato in relazione alla complessità geologica e geotecnica, nonché sulla base delle conseguenze di un'eventuale frana". Nel presente caso, considerando la natura delle aree che necessitano dell'intervento e l'ambito non urbanizzato in cui si viene ad operare, nonché la natura stessa dei dissesti, che consiste nel lento scivolamento di pendii poco acclivi, si assume in generale di ricercare il raggiungimento di un fattore pari ad almeno 1.2 in condizioni di carico statiche e di un fattore almeno unitario in condizioni sismiche.



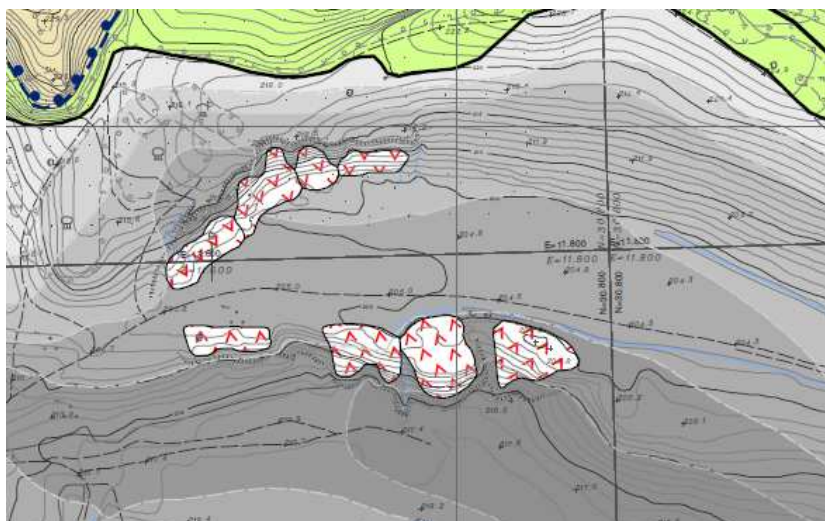
 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Document o n. <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet Pagina <b>25</b> of    di <b>134</b>

## 6. RIPROFILATURA VERSANTI VINCESIMO

In località Vinesimo sono presenti alcuni pendii, ai due lati di una valletta, che presentano acclività anche molto marcate e mostrano fenomeni di instabilità locale (scorrimenti superficiali ed erosioni).

Relativamente a questi pendii è prevista una riprofilatura secondo una pendenza di progetto 1:5, al fine di attenuare i predetti fenomeni di instabilità.

In figura 6.1 è mostrato uno stralcio della carta geologica-geomorfologica associata allo studio di cui alla relazione di rif.[10].




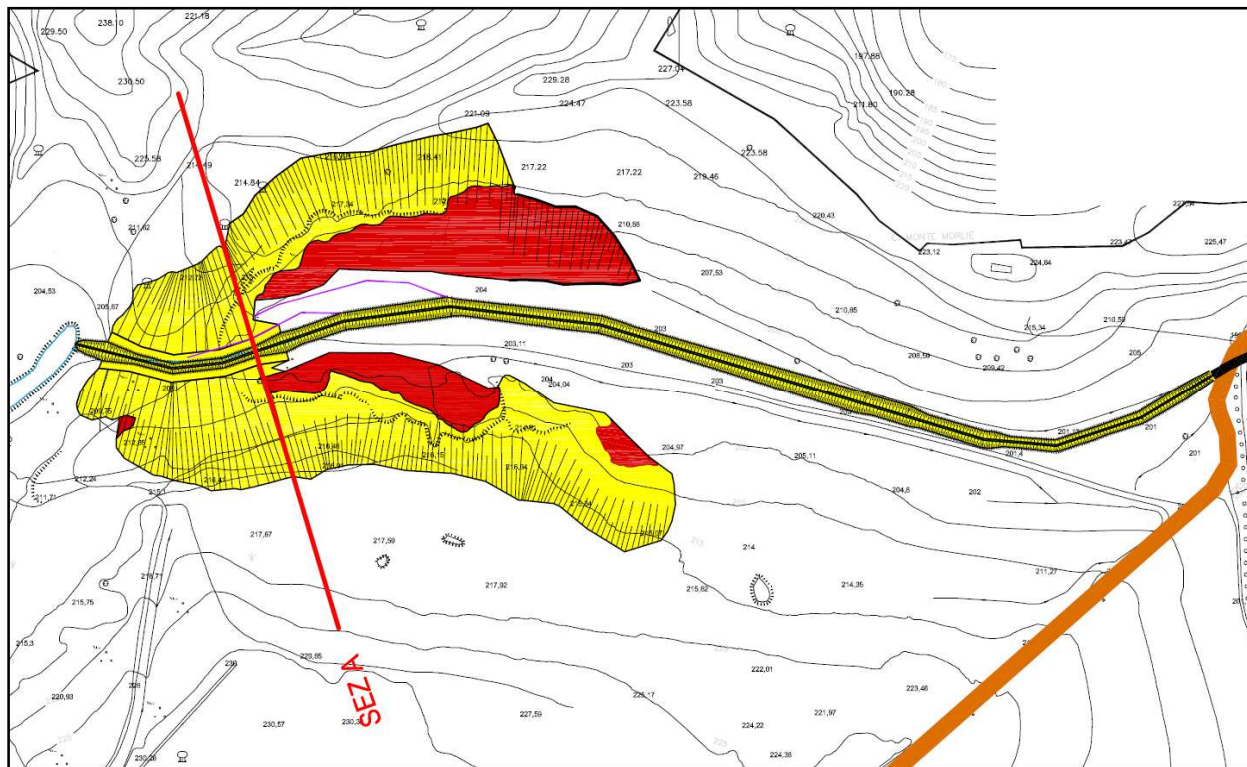
**Figura 6.1** – Località Vinesimo - Stralcio della planimetria geologica-geomorfologica

L'intervento, denominato MC-01, prevede anche la realizzazione di opere per la regimazione delle acque superficiali e profonda (canale al piede della valletta e trincee drenanti per l'allontanamento di acque di ristagno al piede del pendio), il cui ruolo non è tuttavia preso in considerazione nei presenti calcoli.

La risagomatura avviene in prevalenza tramite la realizzazione di scavi e in misura minore tramite la realizzazione di riporti alla base dei pendii.

La figura 6.2 mostra la planimetria degli interventi e la posizione della sezione A in cui sono condotti i calcoli di verifica della stabilità, che corrisponde alla sezione geologica riportata nel capitolo 4.

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Document o n. <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet      26    of    134 Pagina     26    di    134



**Figura 6. 2** – Planimetria degli interventi e posizione delle sezioni di verifica della stabilità (in giallo scavi, in rosso riporti)

La sezione verificata è quella che presenta le maggiori altezze del versante riprofilato. Essa non comprende materiali di riporto artificiali. Per questi, posati in strati di 50-80 cm compattati con i mezzi d'opera, si possono assumere i medesimi parametri attribuiti ai materiali di discarica mineraria in posto. I riporti presentano comunque uno spessore generalmente molto ridotto, disposto con la pendenza di progetto 1:5 (11.3°), e contribuiscono sostanzialmente come sovraccarichi al piede.

Nel paragrafo che segue sono riportate le verifiche di stabilità, condotte ai sensi della normativa vigente.

## 6.1 VERIFICA DELLA STABILITÀ

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Documento n. <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet Pagina <b>27</b> of di <b>134</b>

Nel prosieguo viene analizzata la sezione di verifica considerando la stabilità di entrambi i versanti (analizzando dapprima la direzione nord-sud e successivamente quella sud-nord).

Le verifiche sono condotte per le seguenti condizioni:

- Verifica ante operam, in condizioni statiche;
- Verifica post-operam in condizioni statiche;
- Verifica post operam in condizioni sismiche.

I parametri geotecnici, le azioni sismiche e le condizioni di falda considerate sono quelle descritte nel capitolo 4. La falda in particolare è considerata a 3 m di profondità lungo i versanti ed in affioramento al piede. Nella condizione post-operam la falda è posizionata alla quota sommitale del canale.

Le analisi sono condotte agli S.L.U. secondo le prescrizioni della Normativa Vigente (Norme Tecniche per le Costruzioni, Dec. Min. Infrastrutture del 17 Gennaio 2018) in relazione all'analisi su rilevati e fronti di scavo artificiali.

Il progetto comprende quindi le verifiche previste al capitolo 6.8 della normativa citata, secondo la combinazione di coefficienti A2+M2+R2, tenendo conto dei coefficienti parziali sui carichi e parametri geotecnici richiamati nella tabella 6.1.I.


<b>AZIONI</b>				<b>PARAMETRI</b>		
Permanenti		Variabili		tan $\phi'$	c'	c <sub>u</sub>
sfavorevoli	favorevoli	sfavorevoli	favorevoli			
1.0	1.0	1.3	0.0	1.25	1.25	1.40

**Tabella 6.1.I** – Coefficienti di sicurezza parziali

La condizione R2 richiede l'applicazione di un fattore  $\gamma_R = 1.1$  sulle resistenze; pertanto, nelle analisi che seguono il rapporto FS tra azioni agenti e resistenze deve risultare, in condizioni statiche:

$$FS_{\min} = 1.1.$$

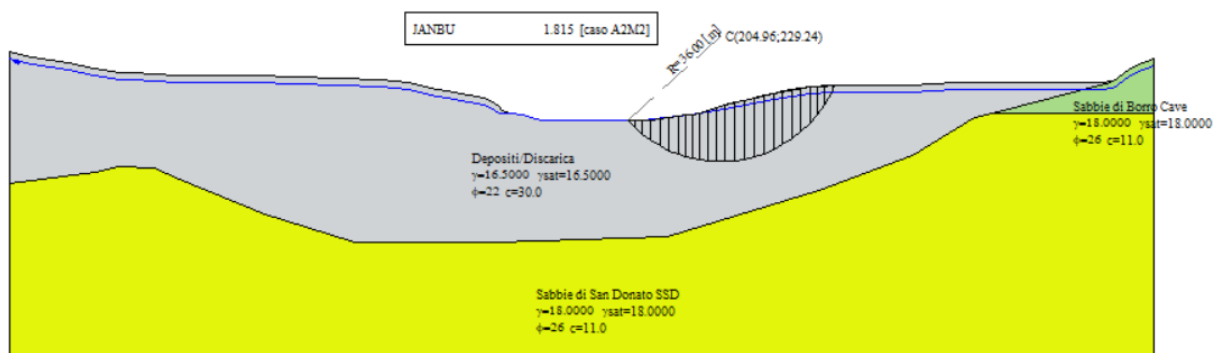
L'azione sismica è determinata in accordo a quanto descritto nel capitolo 7.11.4 della Normativa e ai parametri descritti nel capitolo 4 del presente documento, con i fattori topografici corrispondenti al caso specifico analizzato (si assume una categoria topografica T1 essendo la pendenza media inferiore a 15°).

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Documento n.
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	<b>PBSMA21352</b> REV. 02    31.03.21 Sheet      of Pagina    28    di    134

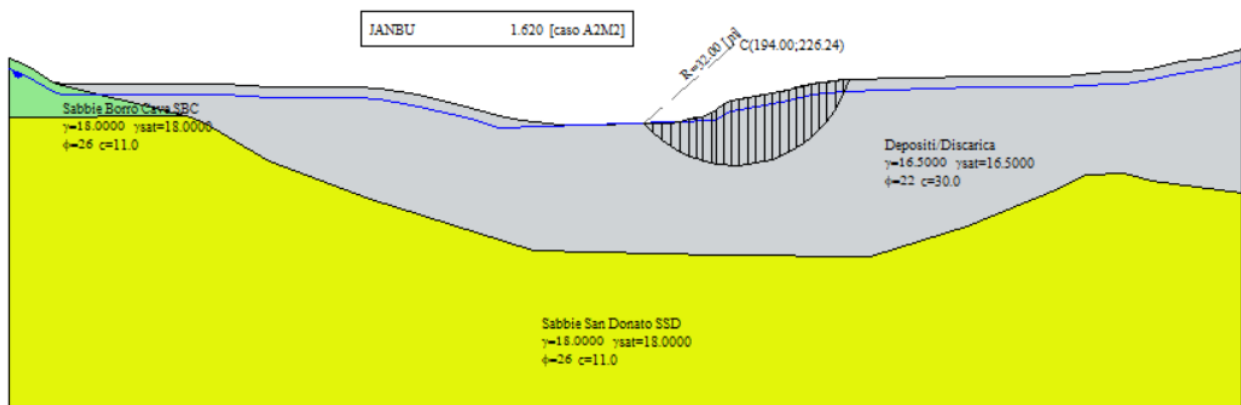
In campo sismico l'analisi viene condotta considerando i valori caratteristici dei carichi e dei parametri di caratterizzazione del terreno. Il fattore sulle resistenze richiesto è  $\gamma_R = 1.2$ ; pertanto, nelle analisi che seguono il rapporto FS tra azioni agenti e resistenze deve risultare, in condizioni sismiche:

$$FS_{\min} = 1.2.$$


Nelle figure 6.1.1-6.1.6 si riportano le superfici critiche locali con minimo fattore di sicurezza calcolate, prima nelle condizioni statiche e poi in quella sismica, relativamente alle due direzioni di verifica.

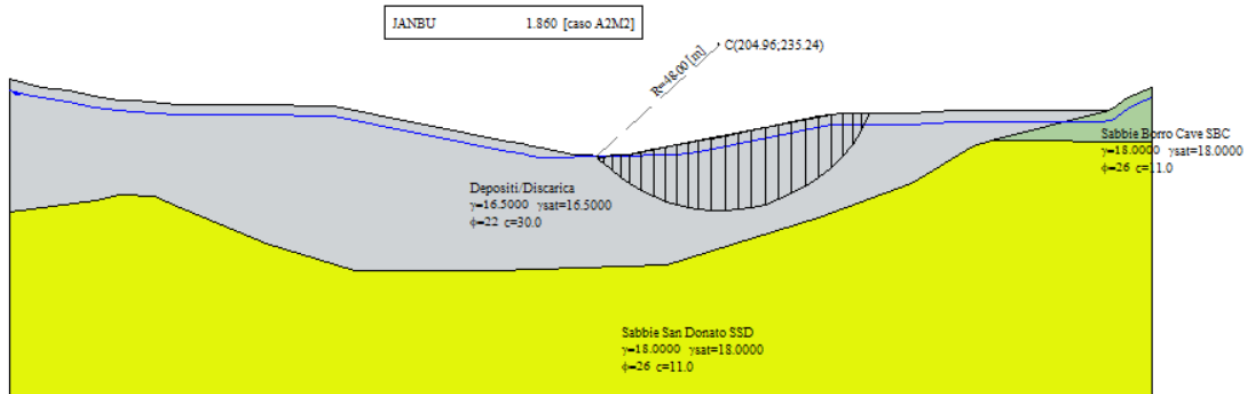


**Figura 6.1.1** – Sezione S-N – Analisi ante operam – Cond. statica – critica: FS = 1.815

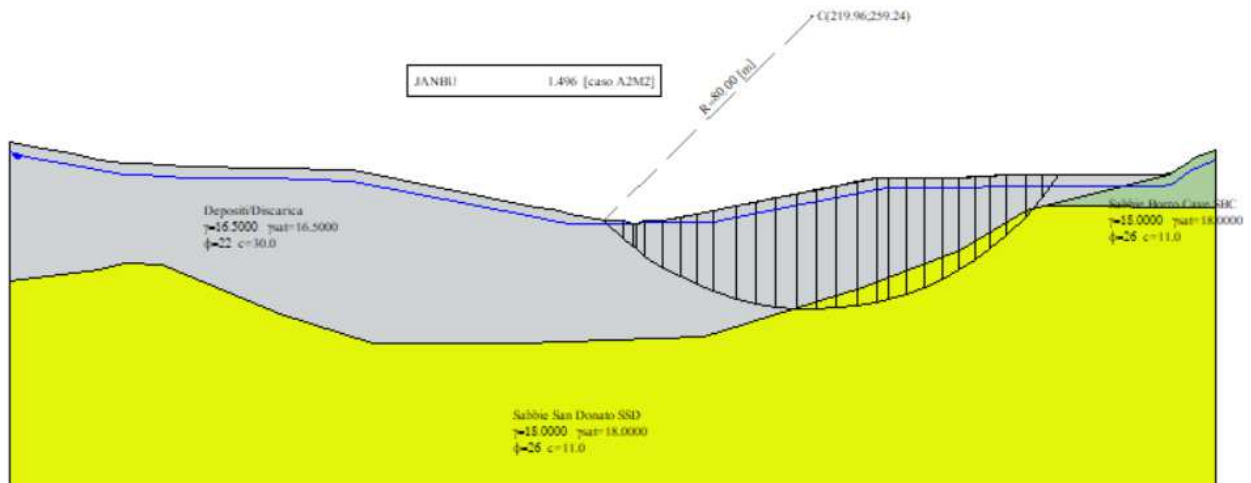


**Figura 6.1.2** – Sezione N-S – Analisi ante operam – Cond. statica – critica: FS = 1.620

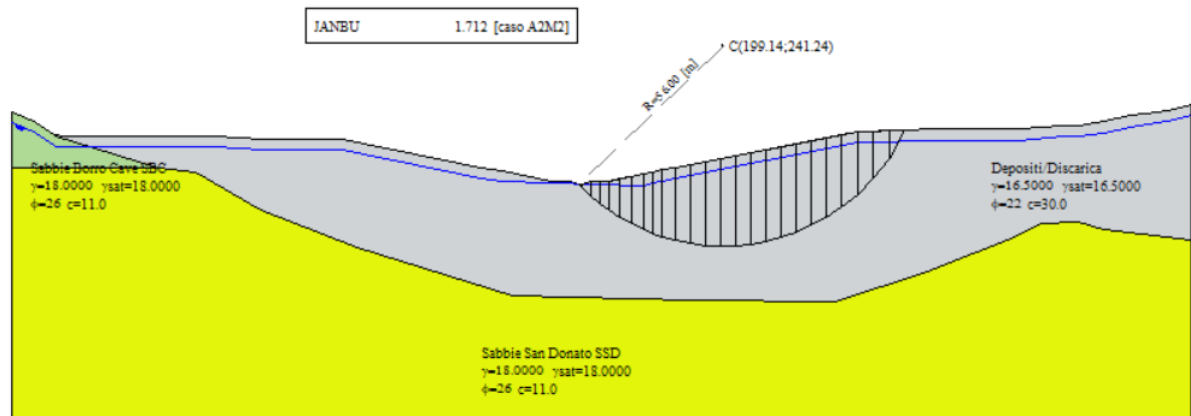
 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet      29    of    134 <i>Pagina      di</i>




**Figura 6.1.3** – Sezione S-N – Analisi post operam – Cond. statica – Sup. critica: FS = 1.860

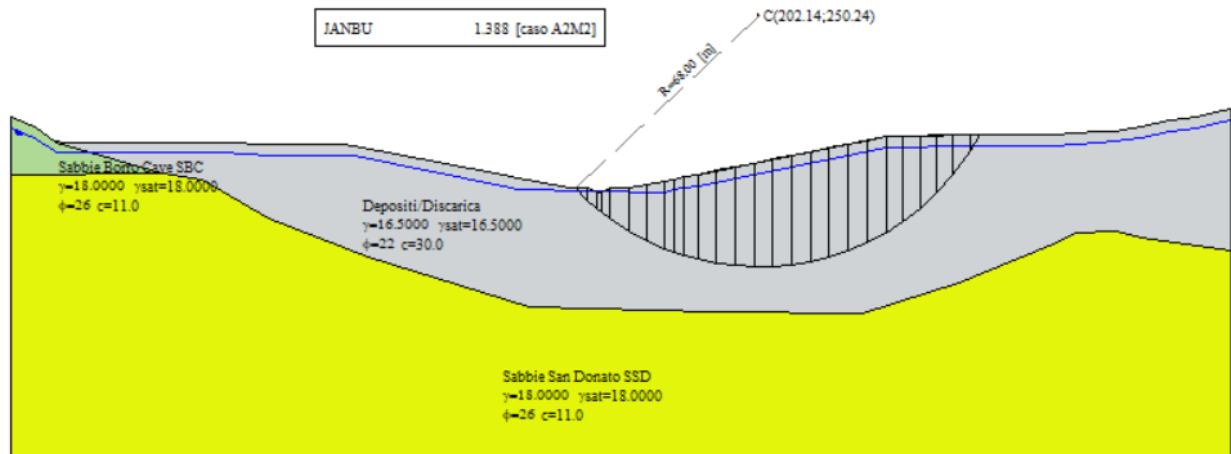


**Figura 6.1.4** – Sezione S-N – Analisi post operam – Cond. sismica – Sup. critica: FS = 1.496



**Figura 6.1.5** – Sezione N-S – Analisi post operam – Cond. statica – Sup. critica: FS = 1.712

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Document n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet      of <i>Pagina</i> <b>30</b> di <b>134</b>



**Figura 6.1.6** – Sezione N-S – Analisi post operam – Cond. sismica – Sup. critica: FS = 1.388


Nella tabella 5.1.II sono riassunti i valori calcolati nelle diverse analisi in condizioni statiche e in condizioni sismiche.

Verifica	condizione	F.S. min
Sezione S-N – Ante operam	statica	1.815
Sezione S-N – Post operam	statica	1.860
Sezione S-N - Post operam	sismica	1.496
Sezione N-S – Ante operam	statica	1.620
Sezione N-S – Post operam	statica	1.712
Sezione N-S - Post operam	sismica	1.388

**Tabella 5.1.II** – Riassunto risultati di calcolo

Si osserva che i versanti appaiono generalmente stabili anche nella condizione ante-operam. Ciò è in accordo con l'interpretazione dei fenomeni di dissesto, attribuiti in prevalenza a fenomeni erosivi ingenerati dalle pendenze, relativamente marcate, dei versanti attuali.

In ogni caso le riprofilature comportano sempre un incremento dei fattori di sicurezza nella condizione post operam e questi sono sempre tali da soddisfare i fattori di sicurezza minimiprevisti dalla Normativa precedentemente descritti: 1.1 per le condizioni statiche e 1.2 per le condizioni sismiche.

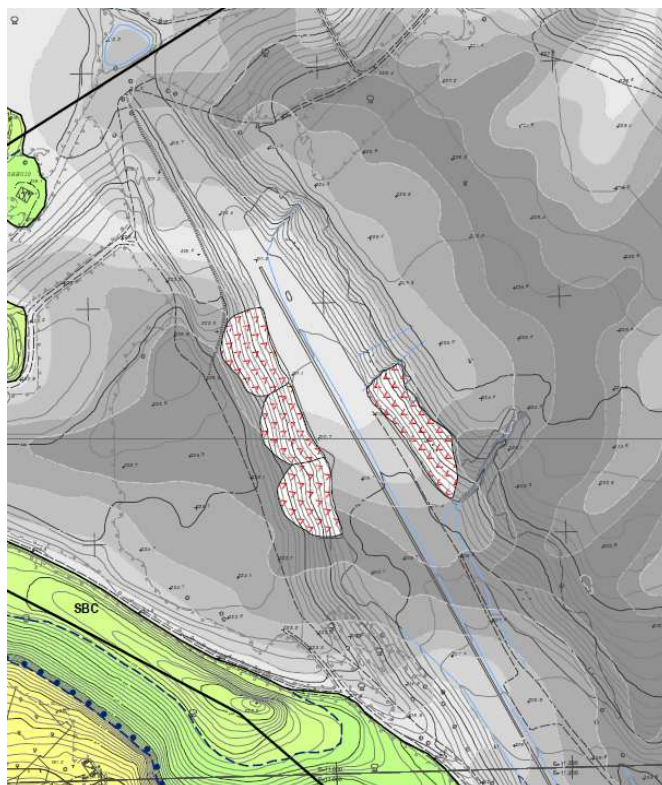
 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Documento n. <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet      31    of Pagina     di    134

## 7. RIPROFILATURA VERSANTE MORBUIO


I versanti in località Morbuio segnalano alcuni dissesti locali di scorrimento, ubicati in tratti di versante di acclività anche modesta (13-15°). In genere i terreni di discarica mineraria nell'ambito della ex-miniera di Santa Barbara, in assenza di particolari problematiche legate alla idrologia sotterranea, possono presentare pendenze molto più marcate, per le quali si individuano problematiche legate più a fenomeni erosivi che a fenomeni gravitativi.

Nel presente caso, viste le basse pendenze iniziali, si deve presumere che le instabilità siano legate all'effetto di acque affioranti e a pregresse condizioni di rimaneggiamento dei terreni. Si rende quindi necessaria una analisi interpretativa del dissesto, che viene affrontato come una instabilità di versante naturale, andando a determinando le condizioni al contorno ed i parametri geotecnici che caratterizzano i terreni superficiali tramite una back-analysis; successivamente viene dimensionato e verificato l'intervento di stabilizzazione secondo i criteri stabiliti dalla Normativa per i pendii naturali.

Nella figura 7.1 è mostrato uno stralcio della planimetria geologica-geomorfologica inserita nello studio associato alla relazione di rif [10].



**Figura 7.1** – Località Morbuio - Stralcio della planimetria geologica-geomorfologica

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet <i>Pagina</i> <b>32</b> of <i>di</i> <b>134</b>

## 7.1 STUDIO DEL DISSESTO

Lo studio della stabilità è stato fatto mediante analisi bidimensionale tramite il programma di calcolo "STAP 14.0" (sviluppato dalla Aztec Informatica), che utilizza, tra gli altri, il metodo di Janbu per la generazione delle superfici di potenziale instabilità.

L'analisi è stata condotta tramite la modellazione geotecnica di una sezione rappresentativa disposta secondo la massima pendenza monte valle nelle porzioni di versante interessate dalle maggiori altezze e maggiori fenomeni di instabilità.

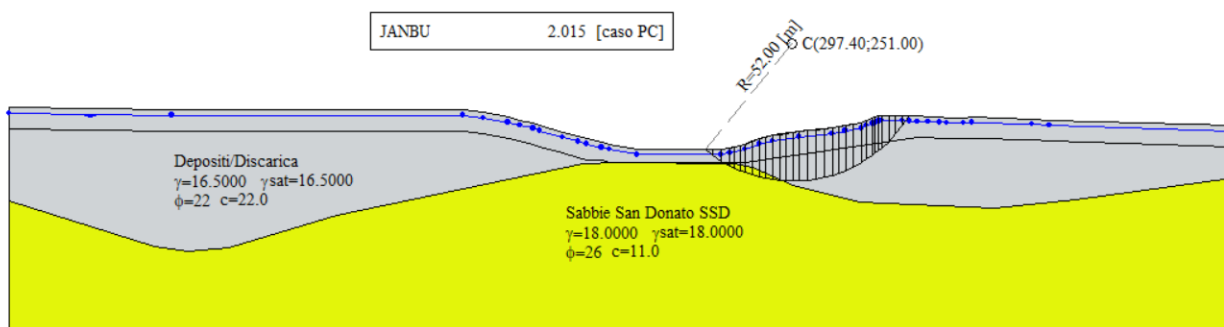
Lo scopo di tali studi è di definire un quadro realistico in grado di interpretare i fenomeni di instabilità in atto, anche tramite la definizione di parametri di dettaglio da attribuire tramite back-analysis ai materiali soggetti a dissesto, ottenendo così un modello in grado di valutare l'effetto degli interventi di stabilizzazione (analisi post-operam del paragrafo successivo).

La sezione di calcolo considerata è quella per la quale è stata operata una definizione stratigrafica nel capitolo 4, verificando entrambi i versanti (direzione di analisi S-N e N-S).

Una prima analisi è stata condotta attribuendo ai diversi livelli i parametri geotecnici generali descritti nel capitolo 4 (figura 4.1.2.3).

Come si osserva dalle sezioni geologiche, la scarpata in dissesto è costituita in superficie da materiali di discarica. La falda è considerata a bassa profondità (2 m dal p.c.).

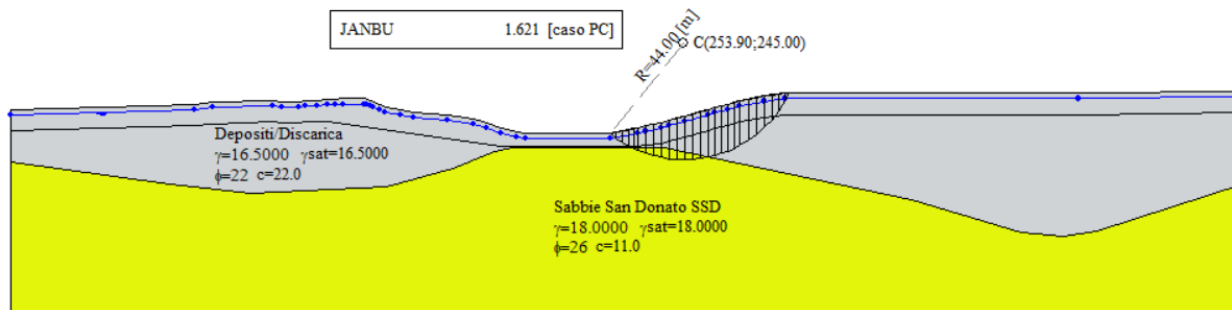
Le figure 7.1.1 e 7.1.2 mostrano le superfici più critiche calcolate ed il corrispondente fattore di sicurezza.



**Figura 7.1.1** – Sezione A dir N-S - Superficie critica (parametri caratteristici) –  $F_{smin} = 2.015$



 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Documento n. <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet      33    of Pagina     33    di    134



**Figura 7.1.2** – Sezione A dir S-N - Superficie critica (parametri caratteristici) –  $F_{smin} = 1.621$

Le analisi consentono di fare alcune considerazioni:


- i parametri base attribuiti alla generalità dei depositi di discarica nell'ambito delle presenti analisi, anche considerando un livello di falda piuttosto superficiale, non sono compatibili con l'ingenerarsi di fenomeni di instabilità gravitativa nei terreni;
- deve ipotizzarsi che all'effetto di una falda superficiale debba affiancarsi la presenza di un livello superficiale alterato, con caratteristiche inferiori a quelle mediamente definite per i materiali di discarica. In base alle osservazioni dei fenomeni in atto, di scorrimento di porzioni superficiali di terreno, per tale strato alterato si è deciso di assumere uno spessore di 5 m. A tale livello possono attribuirsi parametri riconducibili ai parametri di resistenza residui.

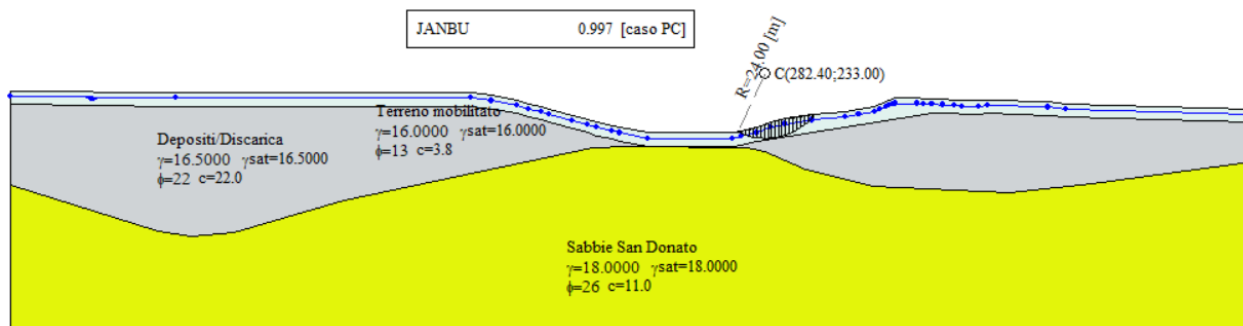
Per quanto sopra, alla ricerca di un modello geotecnico in grado di simulare il pendio in dissesto e tale da costituire una guida per la definizione degli interventi di stabilizzazione, si è considerata la sezione di figura seguente, individuando una porzione di terreno definita come "coltre alterata", i cui parametri sono stati definiti tramite back-analysis.

L'analisi è condotta assumendo come ipotesi che, in condizioni critiche di falda (cioè con la falda sub superficiale adottata nel calcolo), i terreni si trovino in una situazione di equilibrio limite, cioè  $F_s \sim 1$ , con i valori caratteristici dei parametri del terreno.

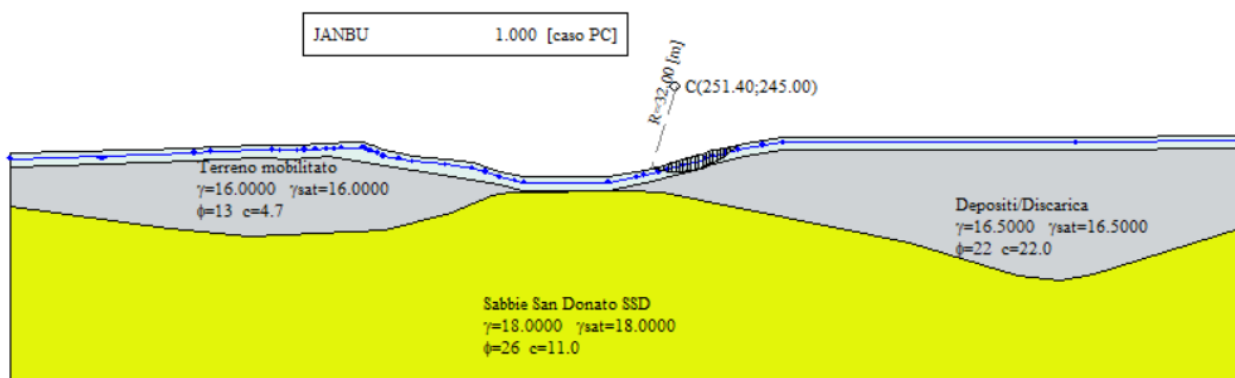
L'analisi è stata condotta sia in direzione S-N che N-S ottenendo distinti parametri utilizzati in seguito per le analisi post-operam. Nel presente caso, nell'analisi a ritroso si è fissato il valore di angolo di attrito a  $13^\circ$ , facendo variare la coesione efficace fino ad ottenere l'equilibrio limite. Il valore della coesione efficace ottenuto è pari a 3.8 kPa per le analisi in direzione N-S e 4.7 kPa per le analisi in direzione S-N.

Le figure 7.1.3 e 7.1.4 mostrano le superficie critiche di calcolo.

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Document n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet      34    of <i>Pagina</i> di    134



**Figura 7.1.3** – Sezione N-S - Superficie critica di backanalysis (parametri caratteristici)



**Figura 7.1.4** – Sezione S-N - Superficie critica di backanalysis (parametri caratteristici)


Si fa presente che, nella definizione del modello geotecnico per le successive analisi sull'effetto stabilizzante degli interventi, si è optato per penalizzare con valori ridotti un intero volume di terreno, laddove i valori residui di resistenza si raggiungono solo lungo le effettive superfici di scorrimento.

Attribuire tali valori ridotti all'intero volume di terreno ha lo scopo di semplificare le analisi e nel contempo di farlo introducendo una semplificazione che è sicuramente cautelativa, dal momento che gli interventi di riprofilatura tenderanno a cambiare la statica del versante e a modificare il tracciato delle superfici teoriche più critiche.

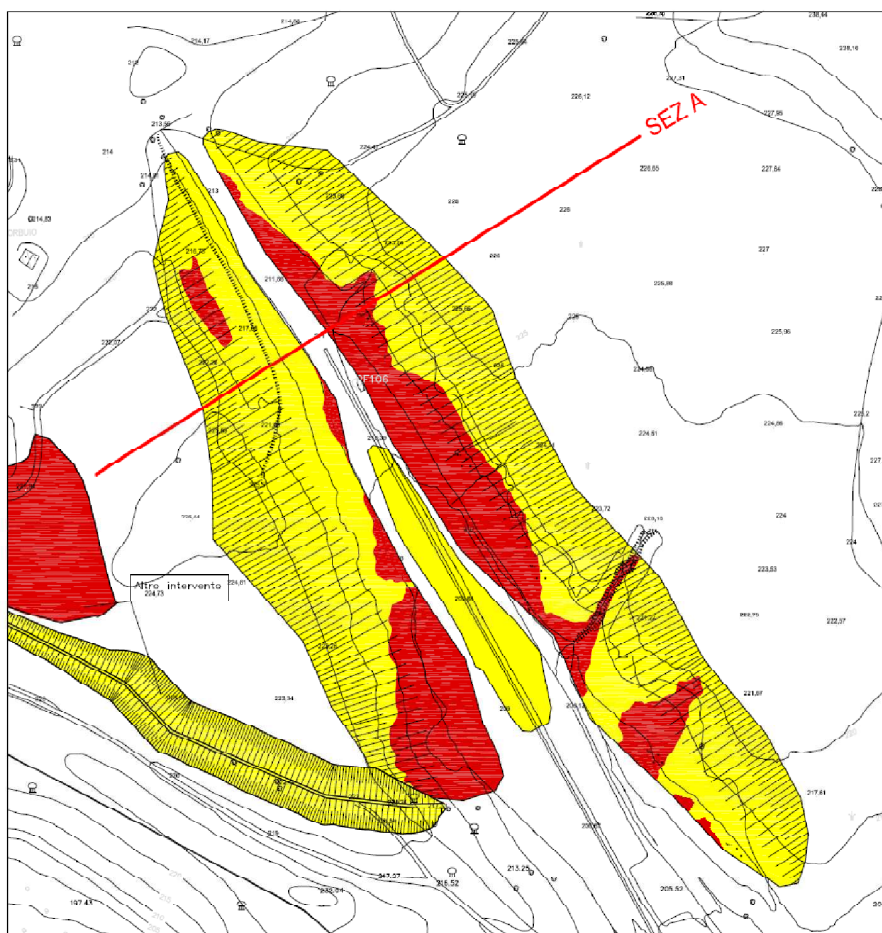
## 7.2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'intervento di stabilizzazione consiste nella riprofilatura dei pendii secondo una pendenza pari a 9°.

La riprofilatura avviene prevalentemente in scavo e in misura minore con riporti al piede. La sezione verificata è quella che presenta le maggiori altezze del versante riprofilato. Essa comprende materiali di riporto artificiali. Per questi, posati in strati di 50-80 cm

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Documento n. <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet      of Pagina     di <b>134</b>

compattati con i mezzi d'opera, si possono senz'altro assumere i medesimi parametri attribuiti ai materiali di discarica mineraria in posto (si mantengono in realtà i parametri ridotti, attribuiti al livello superficiale alterato).



**Figura 7.2.1** – Planimetria della risagomatura (in giallo gli scavi, in rosso i riempimenti)

### 7.3 ANALISI POST OPERAM

Nel prosieguo verrà analizzata post operam la sezione di verifica precedentemente studiata al paragrafo 7.1, così da verificare l'efficienza degli interventi in progetto. Anche in questo caso vengono condotte le verifiche su entrambi i versanti (dapprima analisi in direzione N-S e successivamente S-N).

Gli interventi consistono nelle riprofilature descritte nel paragrafo 7.2.

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Document o n. <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet      36    of Pagina     di    134

Le analisi verranno condotte agli S.L.U., secondo le prescrizioni della Normativa Vigente (D.M. 17 Gennaio 2018) in relazione all'analisi di pendii naturali e al progetto dei relativi interventi di stabilizzazione.

In accordo alla Normativa, il livello di sicurezza è espresso come rapporto tra la resistenza a taglio disponibile, presa con il suo valore caratteristico, e lo sforzo mobilitato lungo le superfici di scorrimento (effettive o potenziali).

Nella valutazione della stabilità raggiunta tramite gli interventi progettati, si fa pertanto riferimento ai parametri di resistenza caratteristici dei terreni.

Per quanto riguarda i valori da attribuire alle azioni, permanenti o accidentali, i valori sono fattorizzati in accordo a quanto previsto dalla Normativa, applicando quindi i coefficienti riportati di seguito, in Tabella 7.3.I; l'azione sismica è determinata in accordo alla Normativa e ai parametri descritti nel paragrafo 4.3, con i fattori topografici corrispondenti al caso specifico analizzato (secondo la pendenza media del versante).


AZIONI				PARAMETRI		
Permanenti		Variabili		tan $\phi'$	c'	C <sub>u</sub>
sfavorevoli	favorevoli	sfavorevoli	favorevoli			
1.0	1.0	1.3	0.0	1.0	1.0	1.0

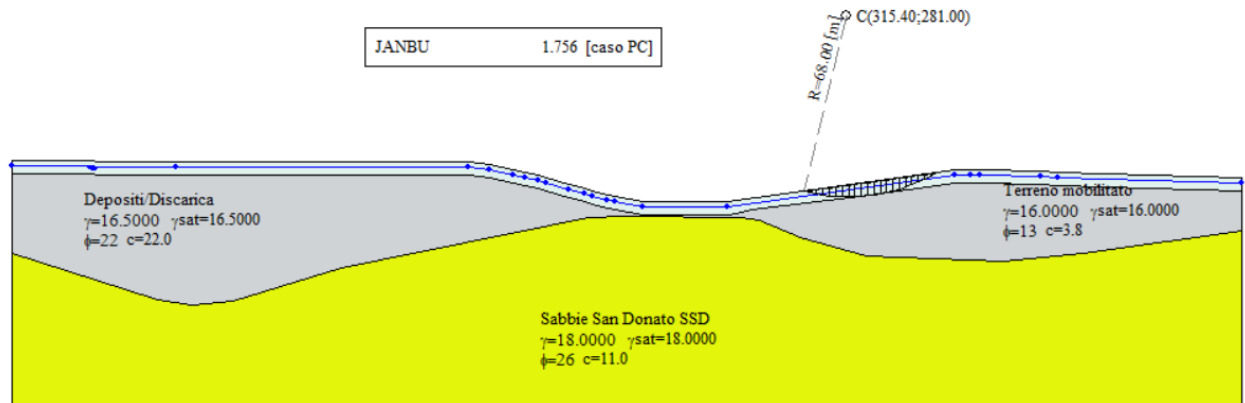
**Tabella 7.3.I** – Coefficienti di sicurezza parziali

In accordo alla Normativa, il fattore di sicurezza minimo  $\gamma_R$  ritenuto accettabile dal progettista deve essere giustificato "sulla base del livello di conoscenze raggiunto, dell'affidabilità dei dati disponibili e del modello di calcolo adottato in relazione alla complessità geologica e geotecnica, nonché sulla base delle conseguenze di un'eventuale frana".

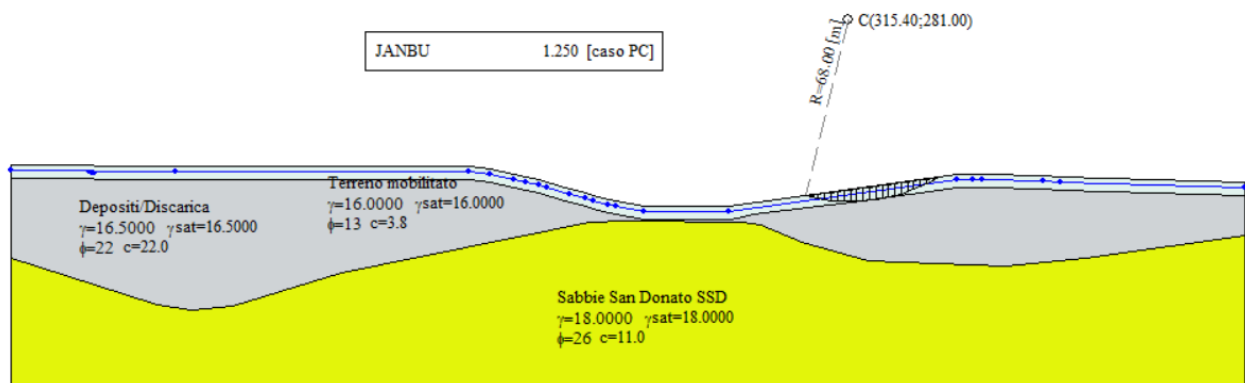
Nel presente caso, considerando la natura delle aree che necessitano dell'intervento e l'ambito non urbanizzato in cui si viene ad operare, nonché la natura stessa dei dissesti, che consiste nel lento scivolamento di pendii poco acclivi, si assume in generale di ricercare il raggiungimento di un fattore pari ad almeno 1.2 in condizioni di carico statiche e di un fattore almeno unitario in condizioni sismiche.

Nelle figure che seguono si riportano le superfici critiche locali con minimo fattore di sicurezza calcolate, prima in condizioni statiche e poi in quelle sismiche.

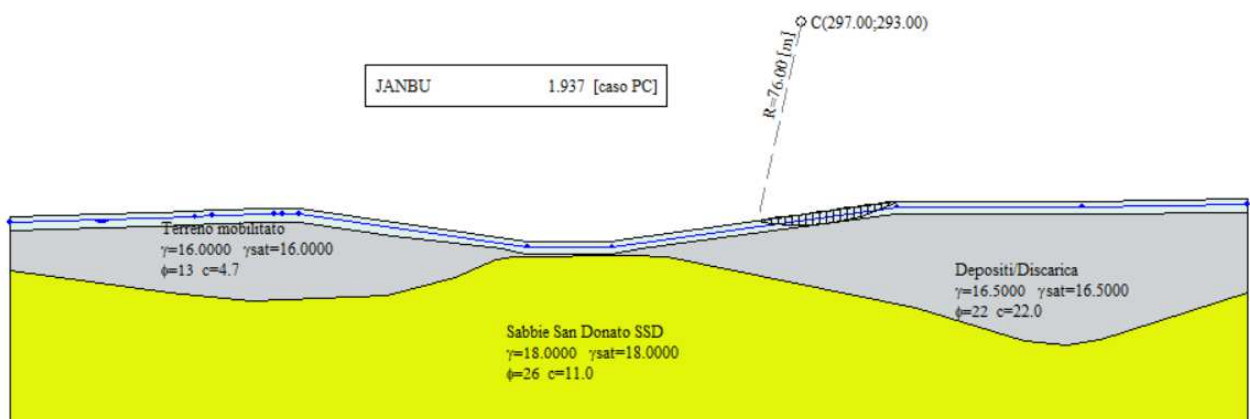
 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Documento n.
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	<b>PBSMA21352</b> REV. 02    31.03.21 Sheet    37    of Pagina    di    134




**Figura 7.3.1** – Sezione N-S – Analisi post operam – Cond. statica – Sup. critica: FS = 1.756

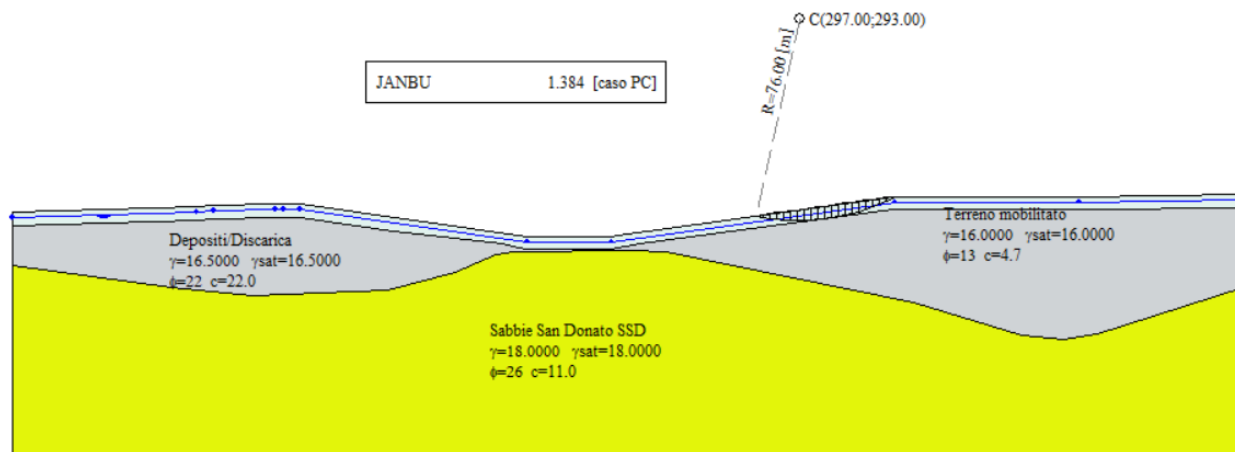


**Figura 7.3.2** – Sezione N-S – Analisi post operam – Cond. sismica – Sup. critica: FS = 1.250



**Figura 7.3.3** – Sezione S-N – Analisi post operam – Cond. statica – Sup. critica: FS = 1.937

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Documento n. <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet    38    of Pagina    di    134




**Figura 7.3.4** – Sezione S-N – Analisi post operam – Cond. sismica – Sup. critica: FS = 1.384

Nella tabella 7.3.II sono riassunti i valori delle superfici più critiche calcolati nelle diverse analisi in condizioni statiche e in condizioni sismiche.

Sezione	condizioni	F.S. min
Direzione N-S	statiche	1.756
	sismiche	1.250
Direzione S-N	statiche	1.937
	sismiche	1.384

**Tabella 7.3.II** – Riassunto risultati di calcolo

I fattori di sicurezza ottenuti sono quindi tali da soddisfare gli obiettivi di stabilità adottati nel presente caso in sede progettuale: 1.2 per le condizioni statiche e 1.0 per le condizioni sismiche.

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet      39    of <i>Pagina</i> <i>di</i> 134


## 8. LICENZE DEI SOFTWARE DI CALCOLO

Nell'ambito dello studio qui condotto, finalizzato alla verifica delle opere di sistemazione morfologica dei terreni nell'ambito del lotto C, sono state effettuate delle analisi utilizzando il programma di calcolo STAP per le verifiche di stabilità. Di seguito si fornisce una breve descrizione delle potenzialità del suddetto programma unitamente alle licenze software fornite alla Consulet Servizi s.r.l. dalla casa di produzione.

### *STAP Full 14.0*

il codice di calcolo, sviluppato dalla Aztec Informatica, consente l'analisi di stabilità agli stati limite con l'approccio progettuale 1 combinazione 2 del nuovo testo Unico.

NOME PROGRAMMA:        STAP  
VERSIONE N°:                14  
LINCENZA D'USON°:        U5078K6

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet      40    of    134 <i>Pagina      di</i>

## 9. CONCLUSIONI

Il presente documento contiene le verifiche di calcolo alla base dei progetti di riprofilatura di pendii in località Vinesimo (intervento denominato MC-01) e Morbuio (intervento denominato MC-02), facenti parte degli interventi morfologici nell'ambito del lotto C dell'ex area mineraria di S. Barbara (Valdarno Superiore - AR).

Gli interventi comprendono la riprofilatura in scavo ed in riporto dei pendii. Gli altri interventi morfologici previsti nell'ambito del lotto, in particolare il riempimento della depressione presente in località Morbuio (intervento denominato MC-04), non richiedono specifiche verifiche di stabilità e non sono presi in considerazione nella presente relazione.

I materiali di riporto utilizzati per le riprofilature, sono quelli reperiti in sito nell'ambito degli stessi lavori.

Tutte le valutazioni ed i calcoli esposti nel presente documento sono stati condotti in accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni, Dec. Min. Infrastrutture del 17 Gennaio 2018 e alla Circolare Min. n. 7 del 21 Gennaio 2019.


Si è inoltre tenuto conto delle disposizioni contenute nel D. P.G.R. Toscana 09/07/2009, n. 36/R - Regolamento di attuazione dell'art. 117, commi 1 e 2 della L.R. 3 gennaio 2005, n. 1 (Norme per il governo del territorio).

Per quanto riguarda le analisi di stabilità, esse sono condotte in relazione a quanto previsto dalla predetta normativa D.M. 17-01-2018 per *opere di materiali sciolti e fronti di scavo* (capitolo 6.8 della Normativa) per quanto riguarda l'intervento MC-01. Le verifiche sono risultate sempre soddisfatte con riferimento alle fattorizzazioni ed ai coefficienti di sicurezza parziali previsti dalla normativa per tali opere.


Per quanto riguarda l'intervento MC-02, relativo a instabilità di pendii poco accentuati, lo studio ha richiesto una analisi dei dissesti approfondita e la definizione di parametri geotecnici condotta mediante back-analysis ed è stata condotta, sempre in relazione alla normativa D.M. 17-01-2018 ma nell'ambito di analisi di pendii naturali (capitolo 6.3 della Normativa) assumendo e verificando specifici obiettivi di stabilità assunti e giustificati in qualità di progettista.

**CONSULET SERVIZI S.r.l.**



 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet      41    of <i>Pagina</i> <i>di</i> 134

**ALLEGATO 1**  
**Output di STAP**

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet      42    of <i>Pagina</i> <i>di</i> 134

## Vincennesimo - MC-01-dir S-N - Ante operam

Progetto: Stabilizzazione pendio  
Ditta: Consulet Servizi srl  
Comune: VINCENNESIMO\_ ANTE\_ SN  
Progettista:  
Direttore dei Lavori:  
Impresa:

### Normative di riferimento


- Legge nr. 64 del 02/02/1974.  
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.  
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. 16 Gennaio 1996  
Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.  
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.  
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996.
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018).
- Circolare nr. 7 del 21/01/2019  
Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

### Descrizione metodo di calcolo

La verifica alla stabilità del pendio deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a  $\gamma_R$ .  
Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare.  
In particolare il programma esamina un numero di superfici che dipende dalle impostazioni fornite e che sono riportate nella corrispondente sezione. Il processo iterativo permette di determinare il coefficiente di sicurezza di tutte le superfici analizzate.  
Nella descrizione dei metodi di calcolo si adatterà la seguente simbologia:

<i>l</i>	lunghezza della base della striscia
$\alpha$	angolo della base della striscia rispetto all'orizzontale
<i>b</i>	larghezza della striscia $b=l \times \cos(\alpha)$
$\phi$	angolo di attrito lungo la base della striscia
<i>c</i>	coesione lungo la base della striscia
$\gamma$	peso di volume del terreno
<i>u</i>	pressione neutra
<b>W</b>	peso della striscia
<b>N</b>	sforzo normale alla base della striscia
<b>T</b>	sforzo di taglio alla base della striscia
<b>E<sub>s</sub>, E<sub>d</sub></b>	forze normali di interstriscia a sinistra e a destra
<b>X<sub>s</sub>, X<sub>d</sub></b>	forze tangenziali di interstriscia a sinistra e a destra
<b>E<sub>a</sub>, E<sub>b</sub></b>	forze normali di interstriscia alla base ed alla sommità del pendio
$\Delta X$	variazione delle forze tangenziali sulla striscia $\Delta X = X_d - X_s$

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*  
*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Documento n. <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet Pagina <b>43</b> of di <b>134</b>

$\Delta E$  variazione delle forze normali sulla striscia  $\Delta E = E_d - E_s$

### Metodo di Janbu (semplificato)

Il coefficiente di sicurezza nel metodo di **Janbu semplificato** si esprime secondo la seguente formula:

$$F = \frac{\sum [ c_i b_i + (N_i / \cos(\alpha_i) - u_i b_i) \operatorname{tg} \phi_i ]}{\sum [ W_i \tan \alpha_i ]}$$

dove il termine  $N_i$  è espresso da

$$N_i = [ W_i - c_i l_i \sin \alpha_i / \eta + u_i l_i \tan \phi \sin \alpha_i / F ] / m$$

dove il termine  $m$  è espresso da

$$m = \cos \alpha + (\sin \alpha \tan \phi) / F$$

In questa espressione  $n$  è il numero delle strisce considerate,  $b_i$  e  $\alpha_i$  sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia  $i_{esima}$  rispetto all'orizzontale,  $W_i$  è il peso della striscia  $i_{esima}$ ,  $c_i$  e  $\phi_i$  sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed  $u_i$  è la pressione neutra lungo la base della striscia.

L'espressione del coefficiente di sicurezza di **Janbu semplificato** contiene al secondo membro il termine  $m$  che è funzione di  $F$ . Quindi essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per  $F$  da inserire nell'espressione di  $m$  ed iterare finquando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

La semplificazione del metodo rispetto al procedimento completo consiste nel trascurare le forze tangenziali di interstriscia.

## Dati

### Descrizione terreno

#### *Simbologia adottata*

<i>Nr.</i>	Indice del terreno
<i>Descrizione</i>	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in kN/mc
$\gamma_w$	Peso di volume saturo del terreno espresso in kN/mc
$\phi$	Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
$c$	Coesione 'efficace' del terreno espressa in kPa
$\phi_u$	Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
$c_u$	Coesione 'totale' del terreno espressa in kPa

n°	Descrizione	$\gamma$ [kN/mc]	$\gamma_{sat}$ [kN/mc]	$\phi'$ [°]	$c'$ [kPa]
4	Sabbie di San Donato SSD	18.00	18.00	26.00	11.0
5	Depositi/Disarica	16.50	16.50	22.00	30.0
6	Sabbie di Borro Cave	18.00	18.00	26.00	11.0


### Profilo del piano campagna

#### *Simbologia e convenzioni di segno adottate*

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Documento n.
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	<b>PBSMA21352</b>  REV. 02    31.03.21 Sheet      44    of Pagina     44    di    134

*Nr.*            Identificativo del punto  
*X*             Ascissa del punto del profilo espressa in m  
*Y*             Ordinata del punto del profilo espressa in m

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	0.00	225.05
2	4.61	223.84
3	9.03	222.92
4	16.84	221.77
5	24.26	220.10
6	31.36	219.02
7	35.77	218.93
8	48.18	218.00
9	70.61	217.97
10	106.83	217.00
11	115.46	216.00
12	121.46	214.46
13	128.07	213.26
14	136.80	211.43
15	138.95	210.62
16	140.99	209.03
17	141.94	208.08
18	144.33	207.17
19	147.96	206.58
20	150.52	206.00
21	153.14	205.32
22	182.41	205.00
23	192.78	206.20
24	198.86	207.31
25	206.26	209.54
26	220.47	213.00
27	230.91	214.87
28	237.35	215.10
29	240.63	215.22
30	260.00	215.17
31	272.80	216.00
32	289.95	216.00
33	315.70	216.00
34	317.60	216.33
35	318.23	216.44
36	322.99	219.72
37	324.94	220.74
38	329.93	222.81

## Descrizione stratigrafia

### *Simbologia e convenzioni di segno adottate*

Gli strati sono descritti mediante i punti di contorno (in senso antiorario) e l'indice del terreno di cui è costituito


Strato N° 1 costituito da terreno n° 4 (Sabbie di San Donato SSD)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	283.57	207.34
2	278.32	206.00
3	260.42	195.18
4	233.52	185.00
5	189.84	171.52
6	139.82	170.03
7	99.63	169.77
8	73.82	177.89

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*


 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet <i>Pagina</i> <b>45</b> of <i>di</i> <b>134</b>

n°	X [m]	Y [m]
9	49.12	188.00
10	41.82	191.50
11	31.64	191.88
12	24.62	190.05
13	0.00	186.81
14	0.00	0.00
15	329.93	0.00
16	329.93	207.00

Strato N° 2 costituito da terreno n° 5 (Depositi/Discarica)

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

n°	X [m]	Y [m]
1	317.60	216.33
2	315.70	216.00
3	289.95	216.00
4	272.80	216.00
5	260.00	215.17
6	240.63	215.22
7	237.35	215.10
8	230.91	214.87
9	220.47	213.00
10	206.26	209.54
11	198.86	207.31
12	192.78	206.20
13	182.41	205.00
14	153.14	205.32
15	150.52	206.00
16	147.96	206.58
17	144.33	207.17
18	141.94	208.08
19	140.99	209.03
20	138.95	210.62
21	136.80	211.43
22	128.07	213.26
23	121.46	214.46
24	115.46	216.00
25	106.83	217.00
26	70.61	217.97
27	48.18	218.00
28	35.77	218.93
29	31.36	219.02
30	24.26	220.10
31	16.84	221.77
32	9.03	222.92
33	4.61	223.84
34	0.00	225.05
35	0.00	186.81
36	24.62	190.05
37	31.64	191.88
38	41.82	191.50
39	49.12	188.00
40	73.82	177.89
41	99.63	169.77
42	139.82	170.03
43	189.84	171.52
44	233.52	185.00
45	260.42	195.18
46	278.32	206.00
47	283.57	207.34
48	317.58	216.00

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Documento n.
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	<b>PBSMA21352</b>  REV. 02    31.03.21 Sheet      46    of Pagina      di    134

Strato N° 3 costituito da terreno n° 6 (Sabbie di Borro Cave )

Coordinate dei vertici dello strato n° 3

n°	X [m]	Y [m]
1	329.93	207.00
2	329.93	222.81
3	324.94	220.74
4	322.99	219.72
5	318.23	216.44
6	317.60	216.33
7	317.58	216.00
8	283.57	207.34

Descrizione falda


*Livello di falda*

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	223.05
2	4.61	221.84
3	9.03	220.92
4	16.84	219.77
5	24.26	218.10
6	31.36	217.02
7	35.77	216.93
8	48.18	216.00
9	70.61	215.97
10	106.83	215.00
11	115.46	214.00
12	121.46	212.46
13	128.07	211.26
14	136.80	209.43
15	138.95	208.62
16	140.99	207.03
17	141.94	207.08
18	144.33	207.17
19	147.96	206.58
20	150.52	206.00
21	153.14	205.32
22	182.41	205.00
23	192.78	206.20
24	198.86	207.31
25	206.26	208.54
26	220.47	211.00
27	230.91	212.87
28	237.35	213.10
29	240.63	213.22
30	260.00	213.17
31	272.80	214.00
32	289.95	214.00
33	315.70	214.00
34	317.60	214.33
35	318.23	214.44
36	322.99	217.72
37	324.94	218.74
38	329.93	220.81

Dati zona sismica

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.  
Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*



 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet <i>Pagina</i> <b>48</b> of <i>di</i> <b>134</b>

### *Superfici di rottura circolari*

Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia	[m]	$X_0 = 150.96$	$Y_0 = 208.24$
Passo maglia	[m]	$dX = 3.00$	$dY = 3.00$
Numero passi		$N_x = 44$	$N_y = 38$
Raggio	[m]	$R = 8.00$	

Si utilizza un raggio variabile con passo  $dR=4.00$  [m] ed un numero di incrementi pari a 20

### Opzioni di calcolo

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo:

- JANBU

Le superfici sono state analizzate solo in condizioni **statiche**.

Le superfici sono state analizzate per i casi:

- Fronte di scavo [A2-M2] - Parametri di progetto
- Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso e verso l'alto)

Analisi condotta in termini di **tensioni efficaci**

Presenza di falda

### Condizioni di esclusione

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a	1.00	m
- freccia inferiore a	0.50	m
- volume inferiore a	2.00	mc
- pendenza media della superficie inferiore a	1.00	[%]

### **Risultati analisi**

Numero di superfici analizzate	9086
Coefficiente di sicurezza minimo	1.815
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1


### Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS <sub>min</sub>	S <sub>min</sub>	FS <sub>max</sub>	S <sub>max</sub>
JANBU	9086	1.815	1	-533.962	9092

### Caratteristiche delle superfici analizzate

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.  
Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*



 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet <i>Pagina</i> <b>49</b> of <i>di</i> <b>134</b>

### Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

N°	numero d'ordine della superficie cerchio
C <sub>x</sub>	ascissa x del centro [m]
C <sub>y</sub>	ordinata y del centro [m]
R	raggio del cerchio espresso in m
x <sub>v</sub>	ascissa del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m
x <sub>m</sub>	ascissa del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m
V	volume interessato dalla superficie espresso [mc]
F <sub>s</sub>	coefficiente di sicurezza
caso	caso di calcolo

### Metodo di JANBU (J)

N°	Forma	C <sub>x</sub> [m]	C <sub>y</sub> [m]	R [m]	x <sub>v</sub> [m]	x <sub>m</sub> [m]	V [mc]	F <sub>s</sub>	Caso	Sisma
1	C	204.96	229.24	36.00	178.30	238.08	699.19	1.815 (J)	[A2M2]	--

### Analisi della superficie critica

#### Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso destra

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Le strisce sono numerate da valle verso monte

N°	numero d'ordine della striscia
X <sub>s</sub>	ascissa sinistra della striscia espressa in m
Y <sub>ss</sub>	ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m
Y <sub>si</sub>	ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m
X <sub>g</sub>	ascissa del baricentro della striscia espressa in m
Y <sub>g</sub>	ordinata del baricentro della striscia espressa in m
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(positivo antiorario)
φ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in kPa
L	sviluppo della base della striscia espressa in m(L=b/cosα)
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kPa
W	peso della striscia espresso in kN
Q	carico applicato sulla striscia espresso in kN
N	sforzo normale alla base della striscia espresso in kN
T	sforzo tangenziale alla base della striscia espresso in kN
U	pressione neutra alla base della striscia espressa in kN
E <sub>s</sub> , E <sub>d</sub>	forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
X <sub>sv</sub> , X <sub>sd</sub>	forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
ID	Indice della superficie interessata dall'intervento

Superficie n° 1


### Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2

Numero di strisce

25

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Documento n.
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	<b>PBSMA21352</b> REV. 02 31.03.21 Sheet Pagina <b>50</b> of di <b>134</b>

Coordinate del centro	X[m]= 204.96	Y[m]= 229.24
Raggio del cerchio	R[m]= 36.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X <sub>v</sub> [m]= 178.30	Y <sub>v</sub> [m]= 205.04
Intersezione a monte con il profilo topografico	X <sub>m</sub> [m]= 238.08	Y <sub>m</sub> [m]= 215.13
Coefficiente di sicurezza	F <sub>s</sub> = 1.815	

### Geometria e caratteristiche strisce


N°	X <sub>s</sub> [m]	Y <sub>ss</sub> [m]	Y <sub>si</sub> [m]	X <sub>d</sub> [m]	Y <sub>ds</sub> [m]	Y <sub>di</sub> [m]	X <sub>q</sub> [m]	Y <sub>q</sub> [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
1	178.30	205.04	205.04	180.36	205.02	202.96	179.67	204.34	2.93	-45.44	17.91	24
2	180.36	205.02	202.96	182.41	205.00	201.18	181.49	203.49	2.72	-40.95	17.91	24
3	182.41	205.00	201.18	185.00	205.30	199.28	183.80	202.66	3.21	-36.23	17.91	24
4	185.00	205.30	199.28	187.59	205.60	197.70	186.36	201.96	3.03	-31.25	17.91	24
5	187.59	205.60	197.70	190.19	205.90	196.41	188.93	201.40	2.90	-26.53	17.91	24
6	190.19	205.90	196.41	192.78	206.20	195.36	191.51	200.96	2.80	-22.00	17.91	24
7	192.78	206.20	195.36	194.81	206.57	194.70	193.81	200.71	2.13	-18.08	17.91	24
8	194.81	206.57	194.70	196.83	206.94	194.17	195.83	200.59	2.10	-14.71	17.91	24
9	196.83	206.94	194.17	198.86	207.31	193.76	197.86	200.54	2.07	-11.40	17.91	24
10	198.86	207.31	193.76	201.33	208.05	193.42	200.11	200.64	2.49	-7.77	17.91	24
11	201.33	208.05	193.42	203.79	208.80	193.26	202.57	200.88	2.47	-3.82	17.91	24
12	203.79	208.80	193.26	206.26	209.54	193.26	205.04	201.22	2.47	0.11	17.91	24
13	206.26	209.54	193.26	209.10	210.23	193.48	207.69	201.63	2.85	4.34	17.91	24
14	209.10	210.23	193.48	211.94	210.92	193.92	210.53	202.14	2.88	8.90	17.91	24
15	211.94	210.92	193.92	214.79	211.62	194.61	213.37	202.77	2.92	13.51	17.91	24
16	214.79	211.62	194.61	217.63	212.31	195.54	216.20	203.52	2.99	18.22	17.91	24
17	217.63	212.31	195.54	220.47	213.00	196.75	219.04	204.40	3.09	23.06	17.91	24
18	220.47	213.00	196.75	223.08	213.47	198.13	221.76	205.33	2.95	27.87	17.91	24
19	223.08	213.47	198.13	225.69	213.94	199.81	224.37	206.33	3.10	32.69	17.91	24
20	225.69	213.94	199.81	228.30	214.40	201.83	226.97	207.48	3.30	37.79	17.91	24
21	228.30	214.40	201.83	230.91	214.87	204.29	229.57	208.83	3.58	43.27	17.91	24
22	230.91	214.87	204.29	233.06	214.95	206.73	231.94	210.18	3.25	48.71	17.91	24
23	233.06	214.95	206.73	235.20	215.02	209.71	234.05	211.55	3.67	54.23	17.91	24
24	235.20	215.02	209.71	237.35	215.10	213.53	236.08	213.16	4.38	60.64	17.91	24
25	237.35	215.10	213.53	238.08	215.13	215.13	237.59	214.58	1.76	65.52	17.91	24

### Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W [kN]	Q [kN]	N [kN]	T [kN]	U [kN]	E <sub>s</sub> [kN]	E <sub>d</sub> [kN]	X <sub>s</sub> [kN]	X <sub>d</sub> [kN]	ID
1	34.95	0.00	72.64	51.63	29.61	0.00	109.08	0.00	0.00	
2	99.71	0.00	100.23	53.80	78.46	109.08	266.83	0.00	0.00	
3	210.54	0.00	157.56	70.55	155.12	266.83	508.52	0.00	0.00	
4	297.65	0.00	185.64	73.15	206.94	508.52	774.74	0.00	0.00	
5	371.82	0.00	206.03	75.00	247.01	774.74	1044.22	0.00	0.00	
6	434.74	0.00	221.05	76.33	278.69	1044.22	1302.21	0.00	0.00	
7	379.64	0.00	181.76	60.56	237.35	1302.21	1489.83	0.00	0.00	
8	411.97	0.00	188.89	61.34	253.16	1489.83	1661.44	0.00	0.00	
9	440.07	0.00	194.61	61.99	266.82	1661.44	1813.42	0.00	0.00	
10	573.44	0.00	249.40	77.33	339.92	1813.42	1969.75	0.00	0.00	
11	613.90	0.00	267.07	80.24	353.57	1969.75	2091.22	0.00	0.00	
12	647.42	0.00	282.63	82.94	364.64	2091.22	2172.96	0.00	0.00	
13	774.42	0.00	338.36	97.94	430.86	2172.96	2212.43	0.00	0.00	
14	791.39	0.00	346.01	99.65	439.42	2212.43	2189.42	0.00	0.00	
15	797.40	0.00	351.34	101.21	444.43	2189.42	2101.88	0.00	0.00	
16	791.90	0.00	354.28	102.65	445.63	2101.88	1949.26	0.00	0.00	
17	774.04	0.00	354.55	103.98	442.46	1949.26	1732.72	0.00	0.00	
18	680.05	0.00	319.26	95.89	399.31	1732.72	1481.57	0.00	0.00	
19	634.40	0.00	305.39	95.38	387.19	1481.57	1187.80	0.00	0.00	
20	574.89	0.00	286.46	94.68	367.58	1187.80	861.87	0.00	0.00	

This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.

Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet <i>Pagina</i> <b>51</b> of <i>di</i> <b>134</b>

N°	W	Q	N	T	U	E <sub>s</sub>	E <sub>d</sub>	X <sub>s</sub>	X <sub>d</sub>	ID
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
21	498.55	0.00	259.87	93.67	336.64	861.87	521.21	0.00	0.00	
22	332.87	0.00	182.47	75.51	236.03	521.21	256.57	0.00	0.00	
23	239.53	0.00	136.99	72.95	171.51	256.57	48.91	0.00	0.00	
24	121.91	0.00	63.69	69.22	61.91	48.91	-26.60	0.00	0.00	
25	9.45	0.00	-20.29	19.62	0.00	-26.60	0.00	0.00	0.00	

## Vincsesimo - MC-01 – dir S-N - Post operam statica

Progetto: Stabilizzazione pendio  
Ditta: Consulet Servizi srl  
Comune: VINCESIMO\_POST\_SN  
Progettista:  
Direttore dei Lavori:  
Impresa:

### Dati

#### Descrizione terreno

##### Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in kN/mc
$\gamma_w$	Peso di volume saturo del terreno espresso in kN/mc
$\phi$	Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
c	Coesione 'efficace' del terreno espressa in kPa
$\phi_u$	Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
$c_u$	Coesione 'totale' del terreno espressa in kPa

n°	Descrizione	$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$\phi'$	c'
		[kN/mc]	[kN/mc]	[°]	[kPa]
4	Sabbie San Donato SSD	18.00	18.00	26.00	11.0
5	Depositi/Scarica	16.50	16.50	22.00	30.0
6	Sabbie Borro Cave SBC	18.00	18.00	26.00	11.0

#### Profilo del piano campagna


##### Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.

Nr.	Identificativo del punto
X	Ascissa del punto del profilo espressa in m
Y	Ordinata del punto del profilo espressa in m

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	0.00	225.05
2	4.61	223.84
3	9.03	222.92
4	16.84	221.77
5	24.26	220.10

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*  
*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Document o n.  <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet Pagina <b>52</b> of di <b>134</b>

n°	X [m]	Y [m]
6	31.36	219.02
7	35.77	218.93
8	48.18	218.00
9	70.61	217.97
10	93.40	217.36
11	144.33	207.17
12	147.96	206.58
13	150.52	206.00
14	153.14	205.32
15	162.96	203.45
16	167.96	203.45
17	170.46	202.45
18	171.46	202.45
19	173.96	203.45
20	178.96	203.45
21	192.78	206.20
22	198.86	207.31
23	237.35	215.10
24	240.63	215.22
25	260.00	215.17
26	272.80	216.00
27	289.95	216.00
28	315.70	216.00
29	317.60	216.33
30	318.23	216.44
31	322.99	219.72
32	324.94	220.74
33	329.93	222.81

## Descrizione stratigrafia

### Simbologia e convenzioni di segno adottate

Gli strati sono descritti mediante i punti di contorno (in senso antiorario) e l'indice del terreno di cui è costituito

Strato N° 1 costituito da terreno n° 4 (Sabbie San Donato SSD)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X [m]	Y [m]
1	283.57	207.44
2	278.32	206.00
3	260.42	195.18
4	233.52	185.00
5	189.84	171.52
6	139.82	170.03
7	99.63	169.77
8	73.82	177.89
9	49.12	188.00
10	41.82	191.50
11	31.64	191.88
12	24.62	190.05
13	0.00	186.81
14	0.00	0.00
15	329.93	0.00
16	329.93	207.00

Strato N° 2 costituito da terreno n° 5 (Depositi/Dis scarica)

Coordinate dei vertici dello strato n° 2


n°	X	Y
----	---	---

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*





 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet <i>Pagina</i> <b>55</b> of <i>di</i> <b>134</b>

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto	Simbologia	A2 Statico	A2 Sismico
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Ofav}$	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Osfav}$	1.30	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri	Simbologia	M2 Statico	M2 Sismico
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi}$	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.25	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.40	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1.00	1.00

Coefficiente di sicurezza richiesto

Tipo calcolo	Simbolo	Statico	Sismico
Pendio naturale	$\gamma_R$	1.20	1.00
Fronte di scavo	$\gamma_R$	1.10	1.20

Impostazioni delle superfici di rottura

### *Superfici di rottura circolari*

Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia	[m]	$X_0 = 150.96$	$Y_0 = 208.24$
Passo maglia	[m]	$dX = 3.00$	$dY = 3.00$
Numero passi		$N_x = 44$	$N_y = 38$
Raggio	[m]	$R = 8.00$	

Si utilizza un raggio variabile con passo  $dR=4.00$  [m] ed un numero di incrementi pari a 20

### Opzioni di calcolo

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo:

- JANBU

Le superfici sono state analizzate solo in condizioni **statiche**.


Le superfici sono state analizzate per i casi:

- Fronte di scavo [A2-M2] - Parametri di progetto

- Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso e verso l'alto)

Analisi condotta in termini di **tensioni efficaci**

Presenza di falda

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet      56    of <i>Pagina</i> di    134

### Condizioni di esclusione

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a	1.00	m
- freccia inferiore a	0.50	m
- volume inferiore a	2.00	mc
- pendenza media della superficie inferiore a	1.00	[%]

### **Risultati analisi**

Numero di superfici analizzate	9696
Coefficiente di sicurezza minimo	1.860
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

### Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS <sub>min</sub>	S <sub>min</sub>	FS <sub>max</sub>	S <sub>max</sub>
JANBU	9696	1.860	1	1311.435	9696

### Caratteristiche delle superfici analizzate

#### *Simbologia adottata*

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

N°	numero d'ordine della superficie cerchio
C <sub>x</sub>	ascissa x del centro [m]
C <sub>y</sub>	ordinata y del centro [m]
R	raggio del cerchio espresso in m
x <sub>v</sub>	ascissa del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m
x <sub>m</sub>	ascissa del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m
V	volume interessato dalla superficie espresso [mc]
F <sub>s</sub>	coefficiente di sicurezza
caso	caso di calcolo

#### Metodo di JANBU (J)

N°	Forma	C <sub>x</sub> [m]	C <sub>y</sub> [m]	R [m]	x <sub>v</sub> [m]	x <sub>m</sub> [m]	V [mc]	F <sub>s</sub>	Caso	Sisma
1	C	204.96	235.24	48.00	169.58	248.58	1231.42	1.860 (J)	[A2M2]	--

### Analisi della superficie critica

#### *Simbologia adottata*

Le ascisse X sono considerate positive verso destra


Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*





 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Documento n.
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	<b>PBSMA21352</b> REV. 02 31.03.21 Sheet Pagina <b>58</b> of di <b>134</b>

N°	X <sub>s</sub> [m]	Y <sub>ss</sub> [m]	Y <sub>si</sub> [m]	X <sub>d</sub> [m]	Y <sub>ds</sub> [m]	Y <sub>di</sub> [m]	X <sub>q</sub> [m]	Y <sub>q</sub> [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
22	237.35	215.10	199.82	240.63	215.22	203.12	238.93	208.28	4.66	45.22	17.91	24
23	240.63	215.22	203.12	243.28	215.21	206.33	241.89	209.93	4.16	50.48	17.91	24
24	243.28	215.21	206.33	245.93	215.21	210.23	244.48	211.65	4.71	55.78	17.91	24
25	245.93	215.21	210.23	248.58	215.20	215.20	246.81	213.54	5.63	61.96	17.91	24

### Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W [kN]	Q [kN]	N [kN]	T [kN]	U [kN]	E <sub>s</sub> [kN]	E <sub>d</sub> [kN]	X <sub>s</sub> [kN]	X <sub>d</sub> [kN]	ID
1	4.24	0.75	24.94	20.90	4.54	0.00	35.49	0.00	0.00	
2	17.90	2.60	34.68	24.30	18.76	35.49	90.50	0.00	0.00	
3	132.90	0.99	142.73	68.36	100.22	90.50	304.84	0.00	0.00	
4	241.11	0.00	205.38	76.79	162.67	304.84	593.32	0.00	0.00	
5	317.45	0.00	228.29	78.85	211.84	593.32	908.20	0.00	0.00	
6	565.29	0.00	367.55	115.54	355.68	908.20	1373.89	0.00	0.00	
7	709.72	0.00	435.24	125.09	412.83	1373.89	1854.68	0.00	0.00	
8	834.60	0.00	490.59	133.05	456.39	1854.68	2321.51	0.00	0.00	
9	941.87	0.00	536.99	139.87	489.53	2321.51	2753.00	0.00	0.00	
10	903.52	0.00	496.47	126.48	459.05	2753.00	3088.63	0.00	0.00	
11	961.00	0.00	505.96	127.63	487.93	3088.63	3372.50	0.00	0.00	
12	1285.32	0.00	651.29	163.00	653.17	3372.50	3648.45	0.00	0.00	
13	1346.30	0.00	660.50	164.41	686.95	3648.45	3822.03	0.00	0.00	
14	1387.61	0.00	665.77	165.46	713.41	3822.03	3885.75	0.00	0.00	
15	1409.07	0.00	667.21	166.17	732.95	3885.75	3834.74	0.00	0.00	
16	1410.12	0.00	664.73	166.56	745.56	3834.74	3666.73	0.00	0.00	
17	1389.73	0.00	657.95	166.62	750.78	3666.73	3382.24	0.00	0.00	
18	1346.27	0.00	646.15	166.30	747.55	3382.24	2985.22	0.00	0.00	
19	1277.33	0.00	628.10	165.55	733.96	2985.22	2484.19	0.00	0.00	
20	1179.28	0.00	601.67	164.23	706.55	2484.19	1894.52	0.00	0.00	
21	1046.57	0.00	563.08	162.14	659.01	1894.52	1243.01	0.00	0.00	
22	741.00	0.00	428.22	134.47	488.24	1243.01	687.23	0.00	0.00	
23	458.47	0.00	288.81	103.88	305.78	687.23	294.65	0.00	0.00	
24	302.89	0.00	213.24	97.81	181.55	294.65	23.21	0.00	0.00	
25	108.82	0.00	71.64	85.13	0.00	23.21	0.00	0.00	0.00	

## Vincenzo - MC-01 - dir S-N - Post operam sismica

### Dati

#### Descrizione terreno


##### Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in kN/mc
γ <sub>w</sub>	Peso di volume saturo del terreno espresso in kN/mc
φ	Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
c	Coesione 'efficace' del terreno espressa in kPa
φ <sub>u</sub>	Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
c <sub>u</sub>	Coesione 'totale' del terreno espressa in kPa

n°	Descrizione	γ [kN/mc]	γ <sub>sat</sub> [kN/mc]	φ' [°]	c' [kPa]

This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.

Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Documento n. <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet Pagina <b>59</b> of di <b>134</b>

n°	Descrizione	$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$\phi'$	$c'$
		[kN/mc]	[kN/mc]	[°]	[kPa]
4	Sabbie San Donato SSD	18.00	18.00	26.00	11.0
5	Depositi/Dis Scarica	16.50	16.50	22.00	30.0
6	Sabbie Borro Cave SBC	18.00	18.00	26.00	11.0

## Profilo del piano campagna

### Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.

Nr.	Identificativo del punto
X	Ascissa del punto del profilo espressa in m
Y	Ordinata del punto del profilo espressa in m

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	0.00	225.05
2	4.61	223.84
3	9.03	222.92
4	16.84	221.77
5	24.26	220.10
6	31.36	219.02
7	35.77	218.93
8	48.18	218.00
9	70.61	217.97
10	93.40	217.36
11	144.33	207.17
12	147.96	206.58
13	150.52	206.00
14	153.14	205.32
15	162.96	203.45
16	167.96	203.45
17	170.46	202.45
18	171.46	202.45
19	173.96	203.45
20	178.96	203.45
21	192.78	206.20
22	198.86	207.31
23	237.35	215.10
24	240.63	215.22
25	260.00	215.17
26	272.80	216.00
27	289.95	216.00
28	315.70	216.00
29	317.60	216.33
30	318.23	216.44
31	322.99	219.72
32	324.94	220.74
33	329.93	222.81

## Descrizione stratigrafia

### Simbologia e convenzioni di segno adottate

Gli strati sono descritti mediante i punti di contorno (in senso antiorario) e l'indice del terreno di cui è costituito

Strato N° **1** costituito da terreno n° 4 (Sabbie San Donato SSD)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X	Y
	[m]	[m]

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*



ENGINEERING AND  
CONSTRUCTION

**MINIERA SANTA BARBARA  
PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE**

**LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA**

Document  
Documento n.

**PBSMA21352**

REV. 02 31.03.21

Sheet  
Pagina **60** of  
di **134**

n°	X [m]	Y [m]
1	283.57	207.44
2	278.32	206.00
3	260.42	195.18
4	233.52	185.00
5	189.84	171.52
6	139.82	170.03
7	99.63	169.77
8	73.82	177.89
9	49.12	188.00
10	41.82	191.50
11	31.64	191.88
12	24.62	190.05
13	0.00	186.81
14	0.00	0.00
15	329.93	0.00
16	329.93	207.00


Strato N° 2 costituito da terreno n° 5 (Depositi/Discarica)

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

n°	X [m]	Y [m]
1	317.60	216.33
2	315.70	216.00
3	289.95	216.00
4	272.80	216.00
5	260.00	215.17
6	240.63	215.22
7	237.35	215.10
8	198.86	207.31
9	192.78	206.20
10	178.96	203.45
11	173.96	203.45
12	171.46	202.45
13	170.46	202.45
14	167.96	203.45
15	162.96	203.45
16	153.14	205.32
17	150.52	206.00
18	147.96	206.58
19	144.33	207.17
20	93.40	217.36
21	70.61	217.97
22	48.18	218.00
23	35.77	218.93
24	31.36	219.02
25	24.26	220.10
26	16.84	221.77
27	9.03	222.92
28	4.61	223.84
29	0.00	225.05
30	0.00	186.81
31	24.62	190.05
32	31.64	191.88
33	41.82	191.50
34	49.12	188.00
35	73.82	177.89
36	99.63	169.77
37	139.82	170.03
38	189.84	171.52
39	233.52	185.00
40	260.42	195.18
41	278.32	206.00
42	283.57	207.44
43	317.58	216.00

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Documento n. <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet Pagina <b>61</b> of di <b>134</b>

Strato N° 3 costituito da terreno n° 6 (Sabbie Borro Cave SBC)

Coordinate dei vertici dello strato n° 3

n°	X [m]	Y [m]
1	329.93	207.00
2	329.93	222.81
3	324.94	220.74
4	322.99	219.72
5	318.23	216.44
6	317.60	216.33
7	317.58	216.00
8	283.57	207.44

Descrizione falda

*Livello di falda*

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	222.05
2	4.61	220.84
3	9.03	219.92
4	16.84	218.77
5	24.26	217.10
6	31.36	216.02
7	35.77	215.93
8	48.18	215.00
9	70.61	214.97
10	93.40	214.36
11	144.33	204.17
12	147.96	203.58
13	150.52	203.00
14	153.14	202.32
15	192.78	203.20
16	198.86	204.31
17	237.35	212.10
18	240.63	212.22
19	260.00	212.17
20	272.80	213.00
21	289.95	213.00
22	315.70	213.00
23	317.60	213.33
24	318.23	213.44
25	322.99	216.72
26	324.94	217.74
27	329.93	219.81


Dati zona sismica

	Simbolo	U.M.	SLV	SLD
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]	1.226	0.000
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]	0.125	0.000
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.396	0.000
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	T c*		0.350	0.000
T ipodi sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		D	1.800

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*



 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet <b>63</b> of <b>134</b> <i>Pagina</i> <b>63</b> di <b>134</b>

Passo maglia	[m]	dX = 3.00	dY = 3.00
Numero passi		Nx = 44	Ny = 38
Raggio	[m]	R = 8.00	

Si utilizza un raggio variabile con passo dR=4.00 [m] ed un numero di incrementi pari a 20

### Opzioni di calcolo

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo:

- JANBU

Le superfici sono state analizzate solo in condizioni **sismiche**.

Le superfici sono state analizzate per i casi:

- Fronte di scavo [A2-M2] - Parametri di progetto
- Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso e verso l'alto)

Analisi condotta in termini di **tensioni efficaci**

Presenza di falda

### Condizioni di esclusione

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a	1.00	m
- freccia inferiore a	0.50	m
- volume inferiore a	2.00	mc
- pendenza media della superficie inferiore a	1.00	[%]

### **Risultati analisi**

Numero di superfici analizzate	19317
Coefficiente di sicurezza minimo	1.496
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	2

### Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS <sub>min</sub>	S <sub>min</sub>	FS <sub>max</sub>	S <sub>max</sub>
JANBU	19317	1.496	2	49.960	19317

### Caratteristiche delle superfici analizzate

#### *Simbologia adottata*

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto


N°                      numero d'ordine della superficie cerchio

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*





 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Document n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet <i>Pagina</i> <b>65</b> of <b>134</b> <i>di</i>

Intersezione a monte con il profilo topografico  
 Coefficiente di sicurezza

$X_m[m]= 287.27$   
 $F_s= 1.496$

$Y_m[m]= 216.00$


### Geometria e caratteristiche strisce

N°	$X_s$ [m]	$Y_{ss}$ [m]	$Y_{si}$ [m]	$X_d$ [m]	$Y_{ds}$ [m]	$Y_{di}$ [m]	$X_q$ [m]	$Y_q$ [m]	L [m]	$\alpha$ [°]	$\phi$ [°]	c [kPa]
1	162.55	203.53	203.53	162.96	203.45	203.11	162.82	203.36	0.59	-45.65	22.00	30
2	162.96	203.45	203.11	167.96	203.45	198.45	166.19	201.77	6.84	-42.99	22.00	30
3	167.96	203.45	198.45	170.46	202.45	196.39	169.25	200.16	3.23	-39.38	22.00	30
4	170.46	202.45	196.39	171.46	202.45	195.62	170.97	199.22	1.27	-37.77	22.00	30
5	171.46	202.45	195.62	173.96	203.45	193.79	172.78	198.81	3.10	-36.21	22.00	30
6	173.96	203.45	193.79	178.96	203.45	190.55	176.58	197.77	5.96	-32.97	22.00	30
7	178.96	203.45	190.55	183.57	204.37	188.00	181.35	196.57	5.26	-28.95	22.00	30
8	183.57	204.37	188.00	188.17	205.28	185.83	185.94	195.86	5.09	-25.24	22.00	30
9	188.17	205.28	185.83	192.78	206.20	184.00	190.53	195.32	4.96	-21.64	22.00	30
10	192.78	206.20	184.00	198.86	207.31	182.07	195.88	194.89	6.38	-17.58	22.00	30
11	198.86	207.31	182.07	204.36	208.42	180.78	201.65	194.64	5.65	-13.27	22.00	30
12	204.36	208.42	180.78	209.86	209.54	179.88	207.14	194.65	5.57	-9.25	22.00	30
13	209.86	209.54	179.88	215.36	210.65	179.37	212.63	194.86	5.52	-5.28	22.04	30
14	215.36	210.65	179.37	220.85	211.76	179.24	218.12	195.26	5.50	-1.33	26.00	11
15	220.85	211.76	179.24	226.35	212.87	179.50	223.62	195.85	5.50	2.61	26.00	11
16	226.35	212.87	179.50	231.85	213.99	180.13	229.11	196.62	5.53	6.57	26.00	11
17	231.85	213.99	180.13	237.35	215.10	181.15	234.60	197.59	5.59	10.55	26.00	11
18	237.35	215.10	181.15	240.63	215.22	181.96	238.98	198.36	3.38	13.76	26.00	11
19	240.63	215.22	181.96	245.47	215.21	183.42	243.03	198.95	5.06	16.79	26.00	11
20	245.47	215.21	183.42	250.31	215.19	185.22	247.87	199.76	5.17	20.45	26.00	11
21	250.31	215.19	185.22	255.16	215.18	187.40	252.71	200.74	5.31	24.20	26.00	11
22	255.16	215.18	187.40	260.00	215.17	189.98	257.54	201.92	5.49	28.07	26.00	11
23	260.00	215.17	189.98	264.27	215.45	192.63	262.10	203.29	5.02	31.83	26.00	11
24	264.27	215.45	192.63	268.53	215.72	195.67	266.35	204.85	5.24	35.51	26.00	11
25	268.53	215.72	195.67	272.80	216.00	199.17	270.60	206.62	5.52	39.36	26.00	11
26	272.80	216.00	199.17	278.32	216.00	204.52	275.39	208.84	7.69	44.09	26.00	11
27	278.32	216.00	204.52	282.79	216.00	209.72	280.34	211.43	6.86	49.30	23.49	23
28	282.79	216.00	209.72	287.27	216.00	216.00	284.29	213.91	7.71	54.52	22.00	30

### Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W [kN]	Q [kN]	N [kN]	T [kN]	U [kN]	$E_s$ [kN]	$E_d$ [kN]	$X_s$ [kN]	$X_d$ [kN]	ID
1	1.17	0.00	18.97	16.97	0.00	0.00	25.33	0.00	0.00	
2	220.63	0.00	393.88	243.51	121.85	25.33	536.25	0.00	0.00	
3	228.15	0.75	218.47	123.90	166.77	536.25	856.65	0.00	0.00	
4	106.33	2.60	86.61	48.77	83.25	856.65	990.15	0.00	0.00	
5	340.19	0.99	256.39	131.41	244.65	990.15	1363.49	0.00	0.00	
6	930.90	0.00	625.56	288.53	623.67	1363.49	2205.73	0.00	0.00	
7	1112.57	0.00	669.60	286.48	705.89	2205.73	3027.01	0.00	0.00	
8	1361.59	0.00	782.91	313.65	805.83	3027.01	3871.68	0.00	0.00	
9	1583.23	0.00	877.60	336.48	886.31	3871.68	4699.50	0.00	0.00	
10	2379.52	0.00	1240.12	462.93	1295.90	4699.50	5703.26	0.00	0.00	
11	2398.99	0.00	1161.41	427.06	1298.75	5703.26	6478.52	0.00	0.00	
12	2599.41	0.00	1190.24	433.28	1401.42	6478.52	7100.57	0.00	0.00	
13	2764.04	0.00	1210.24	437.65	1487.34	7100.57	7548.20	0.00	0.00	
14	2901.53	0.00	1229.91	441.53	1558.60	7548.20	7806.28	0.00	0.00	
15	3010.39	0.00	1247.77	447.39	1616.55	7806.28	7865.33	0.00	0.00	
16	3081.62	0.00	1255.62	450.17	1661.95	7865.33	7715.52	0.00	0.00	
17	3115.35	0.00	1254.57	450.26	1695.04	7715.52	7351.72	0.00	0.00	
18	1845.86	0.00	740.41	266.29	1013.57	7351.72	7035.26	0.00	0.00	
19	2641.95	0.00	1061.33	383.31	1464.62	7035.26	6446.93	0.00	0.00	
20	2511.91	0.00	1015.49	369.17	1413.11	6446.93	5729.67	0.00	0.00	
21	2350.69	0.00	961.26	352.52	1347.34	5729.67	4903.91	0.00	0.00	

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*  
*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet <i>Pagina</i> <b>66</b> of <i>di</i> <b>134</b>

N°	W [kN]	Q [kN]	N [kN]	T [kN]	U [kN]	E <sub>s</sub> [kN]	E <sub>d</sub> [kN]	X <sub>s</sub> [kN]	X <sub>d</sub> [kN]	ID
22	2155.61	0.00	897.00	332.88	1264.00	4903.91	3996.60	0.00	0.00	
23	1721.26	0.00	733.56	276.15	1034.38	3996.60	3151.62	0.00	0.00	
24	1538.60	0.00	676.84	259.27	947.48	3151.62	2287.73	0.00	0.00	
25	1323.29	0.00	607.20	238.60	835.47	2287.73	1444.14	0.00	0.00	
26	1309.56	0.00	645.98	267.18	840.55	1444.14	489.76	0.00	0.00	
27	657.17	0.00	334.09	202.27	395.47	489.76	12.35	0.00	0.00	
28	231.67	0.00	112.18	184.92	10.46	12.35	0.00	0.00	0.00	

## Vincesimo - MC-01 – dir N-S - Ante operam

Progetto: Stabilizzazione pendio  
Ditta: Consulet Servizi srl  
Comune: VINCESIMO\_ANTE\_NS  
Progettista:  
Direttore dei Lavori:  
Impresa:

### Dati

#### Descrizione terreno

##### Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in kN/mc
$\gamma_w$	Peso di volume saturo del terreno espresso in kN/mc
$\phi$	Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
c	Coesione 'efficace' del terreno espressa in kPa
$\phi_u$	Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
$c_u$	Coesione 'totale' del terreno espressa in kPa

n°	Descrizione	$\gamma$ [kN/mc]	$\gamma_{sat}$ [kN/mc]	$\phi'$ [°]	c' [kPa]
4	Sabbie San Donato SSD	18.00	18.00	26.00	11.0
5	Depositi/Discarica	16.50	16.50	22.00	30.0
6	Sabbie Borro Cave SBC	18.00	18.00	26.00	11.0

#### Profilo del piano campagna

##### Simbologia e convenzioni di segno adottate


L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.

Nr.	Identificativo del punto
X	Ascissa del punto del profilo espressa in m
Y	Ordinata del punto del profilo espressa in m

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	222.81
2	4.99	220.74

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Document o n.  <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet Pagina <b>67</b> of <b>134</b> di

n°	X [m]	Y [m]
3	6.94	219.72
4	11.70	216.44
5	12.34	216.33
6	14.23	216.00
7	39.98	216.00
8	57.13	216.00
9	69.93	215.17
10	89.30	215.22
11	92.58	215.10
12	99.02	214.87
13	109.46	213.00
14	123.67	209.54
15	131.07	207.31
16	137.15	206.20
17	147.52	205.00
18	176.79	205.32
19	179.41	206.00
20	181.97	206.58
21	185.60	207.17
22	187.99	208.08
23	188.94	209.03
24	190.98	210.62
25	193.13	211.43
26	201.86	213.26
27	208.47	214.46
28	214.47	216.00
29	223.10	217.00
30	259.32	217.97
31	281.75	218.00
32	294.16	218.93
33	298.57	219.02
34	305.67	220.10
35	313.09	221.77
36	320.90	222.92
37	325.32	223.84
38	329.93	225.05

## Descrizione stratigrafia

### *Simbologia e convenzioni di segno adottate*

Gli strati sono descritti mediante i punti di contorno (in senso antiorario) e l'indice del terreno di cui è costituito


Strato N° **1** costituito da terreno n° 4 (Sabbie San Donato SSD)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	207.00
2	0.00	0.00
3	329.93	0.00
4	329.93	186.81
5	305.31	190.05
6	298.29	191.88
7	288.11	191.50
8	280.81	188.00
9	256.11	177.89
10	230.30	169.77
11	190.11	170.03
12	140.09	171.52
13	96.41	185.00
14	69.51	195.18
15	51.61	206.00
16	47.10	207.34

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Documento n.
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	<b>PBSMA21352</b>  REV. 02    31.03.21 Sheet      68    of Pagina      di    134

Strato N° 2 costituito da terreno n° 5 (Depositi/Discarica)

Coordinate dei vertici dello strato n° 2


n°	X [m]	Y [m]
1	12.34	216.33
2	12.35	216.00
3	47.10	207.34
4	51.61	206.00
5	69.51	195.18
6	96.41	185.00
7	140.09	171.52
8	190.11	170.03
9	230.30	169.77
10	256.11	177.89
11	280.81	188.00
12	288.11	191.50
13	298.29	191.88
14	305.31	190.05
15	329.93	186.81
16	329.93	225.05
17	325.32	223.84
18	320.90	222.92
19	313.09	221.77
20	305.67	220.10
21	298.57	219.02
22	294.16	218.93
23	281.75	218.00
24	259.32	217.97
25	223.10	217.00
26	214.47	216.00
27	208.47	214.46
28	201.86	213.26
29	193.13	211.43
30	190.98	210.62
31	188.94	209.03
32	187.99	208.08
33	185.60	207.17
34	181.97	206.58
35	179.41	206.00
36	176.79	205.32
37	147.52	205.00
38	137.15	206.20
39	131.07	207.31
40	123.67	209.54
41	109.46	213.00
42	99.02	214.87
43	92.58	215.10
44	89.30	215.22
45	69.93	215.17
46	57.13	216.00
47	39.98	216.00
48	14.23	216.00

Strato N° 3 costituito da terreno n° 6 (Sabbie Borro Cave SBC)

Coordinate dei vertici dello strato n° 3

n°	X [m]	Y [m]
1	47.10	207.34
2	12.35	216.00
3	12.34	216.33
4	11.70	216.44

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.  
Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet <i>Pagina</i> <b>69</b> of <i>di</i> <b>134</b>

n°	X [m]	Y [m]
5	6.94	219.72
6	4.99	220.74
7	0.00	222.81
8	0.00	207.00

### Descrizione falda

### Livello di falda

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	219.81
2	4.99	217.74
3	6.94	216.72
4	12.34	213.33
5	14.23	213.00
6	39.98	213.00
7	57.13	213.00
8	69.93	212.17
9	89.30	212.22
10	92.58	212.10
11	99.02	211.87
12	109.46	210.00
13	123.67	206.54
14	131.07	204.31
15	188.94	206.03
16	190.98	207.62
17	193.13	208.43
18	201.86	210.26
19	208.47	211.46
20	214.47	213.00
21	223.10	214.00
22	259.32	214.97
23	281.75	215.00
24	294.16	215.93
25	298.57	216.02
26	305.67	217.10
27	313.09	218.77
28	320.90	219.92
29	325.32	220.84
30	329.93	222.05

### Dati zona sismica

	Simbolo	U.M.	SLV	SLD
Accelerazione al suolo	$a_0$	[m/s <sup>2</sup> ]	1.205	0.000
Accelerazione al suolo	$a_0/g$	[%]	0.123	0.000
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.400	0.000
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	T c*		0.350	0.000
T ipodi sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss	C	1.500	0.000
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St	T1	1.000	1.000
Coefficiente riduzione fronti di scavo	$\beta_s$		0.380	0.000
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale			0.50	0.50

### Fronti di scavo

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet <i>Pagina</i> <b>70</b> of <i>di</i> <b>134</b>

	Simbolo	SLV	SLD
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (per cento)	$k_{h1}=(a_g/g*\beta_s*St*S)$	7.00	0.00
Coefficiente di intensità sismica verticale (per cento)	$k_v=0.50 * k_{h1}$	3.50	0.00

## Dati normativa

Normativa :

**Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 - D.M. 17/01/2018**

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto	Simbologia	A2 Statico	A2 Sismico
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.30	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri	Simbologia	M2 Statico	M2 Sismico
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.25	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.40	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1.00	1.00

Coefficiente di sicurezza richiesto

Tipo calcolo	Simbolo	Statico	Sismico
Pendio naturale	$\gamma_R$	1.20	1.00
Fronte di scavo	$\gamma_R$	1.10	1.20

## Impostazioni delle superfici di rottura

### *Superfici di rottura circolari*


Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia	[m]	$X_0 = 137.00$	$Y_0 = 208.24$
Passo maglia	[m]	$dX = 3.00$	$dY = 3.00$
Numero passi		$N_x = 44$	$N_y = 38$
Raggio	[m]	$R = 8.00$	

Si utilizza un raggio variabile con passo  $dR=4.00$  [m] ed un numero di incrementi pari a 20

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet <i>Pagina</i> <b>71</b> of <b>134</b> <i>di</i>

### Opzioni di calcolo

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo:

- JANBU

Le superfici sono state analizzate solo in condizioni **statiche**.

Le superfici sono state analizzate per i casi:

- Fronte di scavo [A2-M2] - Parametri di progetto
- Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso e verso l'alto)

Analisi condotta in termini di **tensioni efficaci**

Presenza di falda

### Condizioni di esclusione

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a	1.00	m
- freccia inferiore a	0.50	m
- volume inferiore a	2.00	mc
- pendenza media della superficie inferiore a	1.00	[%]

### **Risultati analisi**

Numero di superfici analizzate	11096
Coefficiente di sicurezza minimo	1.620
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

### Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS <sub>min</sub>	S <sub>min</sub>	FS <sub>max</sub>	S <sub>max</sub>
JANBU	11096	1.620	1	-14.153	11098

### Caratteristiche delle superfici analizzate

#### *Simbologia adottata*

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto


N°	numero d'ordine della superficie cerchio
C <sub>x</sub>	ascissa x del centro [m]
C <sub>y</sub>	ordinata y del centro [m]
R	raggio del cerchio espresso in m
X <sub>v</sub>	ascissa del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m
X <sub>m</sub>	ascissa del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m
V	volume interessato dalla superficie espresso [mc]
F <sub>s</sub>	coefficiente di sicurezza
caso	caso di calcolo

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*





 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Document n.
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	<b>PBSMA21352</b> REV. 02    31.03.21 Sheet      73    of Pagina     di    134

N°	X <sub>s</sub> [m]	Y <sub>ss</sub> [m]	Y <sub>si</sub> [m]	X <sub>d</sub> [m]	Y <sub>ds</sub> [m]	Y <sub>di</sub> [m]	X <sub>q</sub> [m]	Y <sub>q</sub> [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
2	172.17	205.27	202.85	174.48	205.29	200.88	173.43	203.53	3.03	-40.31	17.91	24
3	174.48	205.29	200.88	176.79	205.32	199.26	175.70	202.67	2.83	-35.06	17.91	24
4	176.79	205.32	199.26	179.41	206.00	197.76	178.17	202.07	3.02	-29.82	17.91	24
5	179.41	206.00	197.76	181.97	206.58	196.59	180.73	201.73	2.82	-24.60	17.91	24
6	181.97	206.58	196.59	183.79	206.88	195.91	182.90	201.49	1.94	-20.34	17.91	24
7	183.79	206.88	195.91	185.60	207.17	195.36	184.71	201.33	1.90	-16.91	17.91	24
8	185.60	207.17	195.36	187.99	208.08	194.81	186.82	201.36	2.45	-13.02	17.91	24
9	187.99	208.08	194.81	188.94	209.03	194.64	188.47	201.64	0.96	-9.96	17.91	24
10	188.94	209.03	194.64	190.98	210.62	194.38	189.98	202.18	2.06	-7.25	17.91	24
11	190.98	210.62	194.38	193.13	211.43	194.25	192.07	202.67	2.15	-3.48	17.91	24
12	193.13	211.43	194.25	195.32	211.89	194.27	194.23	202.96	2.18	0.40	17.91	24
13	195.32	211.89	194.27	197.50	212.34	194.43	196.41	203.23	2.19	4.32	17.91	24
14	197.50	212.34	194.43	199.68	212.80	194.75	198.59	203.58	2.21	8.25	17.91	24
15	199.68	212.80	194.75	201.86	213.26	195.22	200.77	204.01	2.23	12.23	17.91	24
16	201.86	213.26	195.22	204.07	213.66	195.86	202.96	204.50	2.30	16.28	17.91	24
17	204.07	213.66	195.86	206.27	214.06	196.69	205.16	205.07	2.35	20.44	17.91	24
18	206.27	214.06	196.69	208.47	214.46	197.70	207.37	205.72	2.43	24.72	17.91	24
19	208.47	214.46	197.70	210.47	214.97	198.81	209.47	206.48	2.29	28.94	17.91	24
20	210.47	214.97	198.81	212.47	215.49	200.11	211.47	207.34	2.39	33.12	17.91	24
21	212.47	215.49	200.11	214.47	216.00	201.65	213.46	208.31	2.52	37.52	17.91	24
22	214.47	216.00	201.65	216.63	216.25	203.62	215.53	209.37	2.92	42.39	17.91	24
23	216.63	216.25	203.62	218.79	216.50	206.00	217.68	210.57	3.22	47.89	17.91	24
24	218.79	216.50	206.00	220.95	216.75	208.98	219.81	212.02	3.68	54.07	17.91	24
25	220.95	216.75	208.98	223.10	217.00	212.94	221.91	213.81	4.51	61.40	17.91	24
26	223.10	217.00	212.94	224.65	217.04	217.04	223.62	215.66	4.39	69.36	17.91	24


#### Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W [kN]	Q [kN]	N [kN]	T [kN]	U [kN]	E <sub>s</sub> [kN]	E <sub>d</sub> [kN]	X <sub>s</sub> [kN]	X <sub>d</sub> [kN]	ID
1	46.25	5.45	98.54	69.05	47.43	0.00	153.03	0.00	0.00	
2	130.47	6.44	129.47	70.81	110.13	153.03	362.10	0.00	0.00	
3	199.92	7.42	149.40	71.71	154.23	362.10	595.30	0.00	0.00	
4	309.15	2.60	193.97	83.47	213.21	595.30	870.88	0.00	0.00	
5	385.15	0.00	225.48	86.72	237.81	870.88	1142.57	0.00	0.00	
6	313.79	0.00	176.08	63.83	182.25	1142.57	1326.98	0.00	0.00	
7	340.96	0.00	185.16	65.07	191.00	1326.98	1498.65	0.00	0.00	
8	494.52	0.00	266.49	89.54	261.76	1498.65	1704.85	0.00	0.00	
9	216.78	0.00	120.01	38.25	106.80	1704.85	1781.73	0.00	0.00	
10	515.43	0.00	282.31	86.82	248.31	1781.73	1934.82	0.00	0.00	
11	592.71	0.00	309.95	93.78	289.56	1934.82	2064.82	0.00	0.00	
12	626.57	0.00	317.71	95.75	308.20	2064.82	2156.18	0.00	0.00	
13	639.80	0.00	317.44	95.79	316.96	2156.18	2203.94	0.00	0.00	
14	647.61	0.00	316.44	95.84	324.06	2203.94	2206.86	0.00	0.00	
15	649.88	0.00	314.66	95.89	329.52	2206.86	2164.17	0.00	0.00	
16	651.37	0.00	314.53	96.79	335.79	2164.17	2074.77	0.00	0.00	
17	639.29	0.00	309.89	96.69	336.32	2074.77	1939.68	0.00	0.00	
18	620.47	0.00	303.97	96.61	334.61	1939.68	1760.40	0.00	0.00	
19	543.30	0.00	270.49	87.85	301.74	1760.40	1560.41	0.00	0.00	
20	520.46	0.00	264.78	88.23	299.10	1560.41	1326.19	0.00	0.00	
21	490.53	0.00	256.99	88.66	293.39	1326.19	1061.31	0.00	0.00	
22	480.35	0.00	262.45	95.67	300.63	1061.31	752.34	0.00	0.00	
23	411.71	0.00	238.34	95.25	270.27	752.34	438.88	0.00	0.00	
24	325.14	0.00	202.09	94.81	221.13	438.88	151.85	0.00	0.00	
25	210.63	0.00	138.05	94.34	128.91	151.85	-37.37	0.00	0.00	
26	51.82	0.00	-16.71	61.67	0.00	-37.37	0.00	0.00	0.00	

#### Vincenzo - MC-01 - dir N-S - Post operam statica

This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.

Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet <i>Pagina</i> <b>74</b> of <i>di</i> <b>134</b>

Progetto: Stabilizzazione pendio  
Ditta: Consulet Servizi srl  
Comune: VINCESIMO\_POST\_SN  
Progettista:  
Direttore dei Lavori:  
Impresa:

## Dati

### Descrizione terreno

#### Simbologia adottata

<i>Nr.</i>	Indice del terreno
<i>Descrizione</i>	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in kN/mc
$\gamma_w$	Peso di volume saturo del terreno espresso in kN/mc
$\phi$	Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
$c$	Coesione 'efficace' del terreno espressa in kPa
$\phi_u$	Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
$c_u$	Coesione 'totale' del terreno espressa in kPa

n°	Descrizione	$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$\phi'$	$c'$
		[kN/mc]	[kN/mc]	[°]	[kPa]
4	Sabbie San Donato SSD	18.00	18.00	26.00	11.0
5	Depositi/Scarica	16.50	16.50	22.00	30.0
6	Sabbie Borro Cave SBC	18.00	18.00	26.00	11.0

### Profilo del piano campagna

#### Simbologia e convenzioni di segno adottate


L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.

<i>Nr.</i>	Identificativo del punto
$X$	Ascissa del punto del profilo espressa in m
$Y$	Ordinata del punto del profilo espressa in m

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	0.00	222.81
2	4.99	220.74
3	6.94	219.72
4	11.70	216.44
5	12.34	216.33
6	14.23	216.00
7	39.98	216.00
8	57.13	216.00
9	69.93	215.17
10	89.30	215.22
11	92.58	215.10
12	131.07	207.31
13	137.15	206.20
14	150.97	203.45
15	155.97	203.45
16	158.47	202.45
17	159.47	202.45
18	161.97	203.45

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet <i>Pagina</i> <b>75</b> of <b>134</b> <i>di</i>

n°	X [m]	Y [m]
19	166.97	203.45
20	176.79	205.32
21	179.41	206.00
22	181.97	206.58
23	185.60	207.17
24	236.53	217.36
25	259.32	217.97
26	281.75	218.00
27	294.16	218.93
28	298.57	219.02
29	305.67	220.10
30	313.09	221.77
31	320.90	222.92
32	325.32	223.84
33	329.93	225.05

### Descrizione stratigrafia

#### *Simbologia e convenzioni di segno adottate*

Gli strati sono descritti mediante i punti di contorno (in senso antiorario) e l'indice del terreno di cui è costituito

Strato N° **1** costituito da terreno n° 4 (Sabbie San Donato SSD)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	207.00
2	0.00	0.00
3	329.93	0.00
4	329.93	186.81
5	305.31	190.05
6	298.29	191.88
7	288.11	191.50
8	280.81	188.00
9	256.11	177.89
10	230.30	169.77
11	190.11	170.03
12	140.09	171.52
13	96.41	185.00
14	69.51	195.18
15	51.61	206.00
16	41.00	207.34

Strato N° **2** costituito da terreno n° 5 (Depositi/Discarica)

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

n°	X [m]	Y [m]
1	12.34	216.33
2	12.35	216.00
3	41.00	207.34
4	51.61	206.00
5	69.51	195.18
6	96.41	185.00
7	140.09	171.52
8	190.11	170.03
9	230.30	169.77
10	256.11	177.89
11	280.81	188.00
12	288.11	191.50

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*



ENGINEERING AND  
CONSTRUCTION

**MINIERA SANTA BARBARA  
PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE**

**LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA**

Document  
Documento n.

**PBSMA21352**

REV. 02 31.03.21

Sheet  
Pagina **76** of  
di **134**

n°	X [m]	Y [m]
13	298.29	191.88
14	305.31	190.05
15	329.93	186.81
16	329.93	225.05
17	325.32	223.84
18	320.90	222.92
19	313.09	221.77
20	305.67	220.10
21	298.57	219.02
22	294.16	218.93
23	281.75	218.00
24	259.32	217.97
25	236.53	217.36
26	185.60	207.17
27	181.97	206.58
28	179.41	206.00
29	176.79	205.32
30	166.97	203.45
31	161.97	203.45
32	159.47	202.45
33	158.47	202.45
34	155.97	203.45
35	150.97	203.45
36	137.15	206.20
37	131.07	207.31
38	92.58	215.10
39	89.30	215.22
40	69.93	215.17
41	57.13	216.00
42	39.98	216.00
43	14.23	216.00

Strato N° 3 costituito da terreno n° 6 (Sabbie Borro Cave SBC)

Coordinate dei vertici dello strato n° 3

n°	X [m]	Y [m]
1	41.00	207.34
2	12.35	216.00
3	12.34	216.33
4	11.70	216.44
5	6.94	219.72
6	4.99	220.74
7	0.00	222.81
8	0.00	207.00


Descrizione falda

*Livello di falda*

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	219.81
2	4.99	217.74
3	6.94	216.72
4	11.70	213.44
5	12.34	213.33
6	14.23	213.00
7	39.98	213.00
8	57.13	213.00

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Document n.
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	<b>PBSMA21352</b>  REV. 02    31.03.21 Sheet Pagina <b>77</b> of di <b>134</b>

n°	X [m]	Y [m]
9	69.93	212.17
10	89.30	212.22
11	92.58	212.10
12	131.07	204.31
13	137.15	203.20
14	176.79	202.32
15	179.41	203.00
16	181.97	203.58
17	185.60	204.17
18	236.53	214.36
19	259.32	214.97
20	281.75	215.00
21	294.16	215.93
22	298.57	216.02
23	305.67	217.10
24	313.09	218.77
25	320.90	219.92
26	325.32	220.84
27	329.93	222.05

### Dati zona sismica

	Simbolo	U.M.	SLV	SLD
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]	1.205	0.000
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]	0.123	0.000
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.400	0.000
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	T c*		0.350	0.000
T ipodi sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss	D	1.800	1.800
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St	T 1	1.000	1.000
Coefficiente riduzione fronti di scavo	$\beta_s$		0.380	0.470
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale			0.50	0.50

### Fronti di scavo

	Simbolo	SLV	SLD
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (per cento)	$k_h=(a_g/g*\beta_s*St*S)$	8.40	0.00
Coefficiente di intensità sismica verticale (per cento)	$k_v=0.50 * k_h$	4.20	0.00


### Dati normativa

#### Normativa :

#### **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 - D.M. 17/01/2018**

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto	Simbologia	A2 Statico	A2 Sismico
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.30	1.00

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet <i>Pagina</i> <b>78</b> of <i>di</i> <b>134</b>

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri	Simbologia	M2 Statico	M2 Sismico
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan}'$	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c'$	1.25	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.40	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_r$	1.00	1.00

Coefficiente di sicurezza richiesto

Tipo calcolo	Simbolo	Statico	Sismico
Pendio naturale	$\gamma_R$	1.20	1.00
Fronte di scavo	$\gamma_R$	1.10	1.20

Impostazioni delle superfici di rottura

*Superfici di rottura circolari*

Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia	[m]	$X_0 = 148.14$	$Y_0 = 208.24$
Passo maglia	[m]	$dX = 3.00$	$dY = 3.00$
Numero passi		$N_x = 44$	$N_y = 38$
Raggio	[m]	$R = 8.00$	

Si utilizza un raggio variabile con passo  $dR=4.00$  [m] ed un numero di incrementi pari a 20

Opzioni di calcolo

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo:

- JANBU

Le superfici sono state analizzate solo in condizioni **statiche**.

Le superfici sono state analizzate per i casi:

- Fronte di scavo [A2-M2] - Parametri di progetto
- Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso e verso l'alto)

Analisi condotta in termini di **tensioni efficaci**


Presenza di falda

Condizioni di esclusione

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a	1.00	m
- freccia inferiore a	0.50	m
- volume inferiore a	2.00	mc
- pendenza media della superficie inferiore a	1.00	[%]

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent. Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet <i>Pagina</i> <b>79</b> of <i>di</i> <b>134</b>

## Risultati analisi

Numero di superfici analizzate	11142
Coefficiente di sicurezza minimo	1.712
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

## Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS <sub>min</sub>	S <sub>min</sub>	FS <sub>max</sub>	S <sub>max</sub>
JANBU	11142	1.712	1	-24.132	11142

## Caratteristiche delle superfici analizzate

### Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

N°	numero d'ordine della superficie cerchio
C <sub>x</sub>	ascissa x del centro [m]
C <sub>y</sub>	ordinata y del centro [m]
R	raggio del cerchio espresso in m
x <sub>v</sub>	ascissa del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m
x <sub>m</sub>	ascissa del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m
V	volume interessato dalla superficie espresso [mc]
F <sub>s</sub>	coefficiente di sicurezza
caso	caso di calcolo

### Metodo di JANBU (J)

N°	Forma	C <sub>x</sub> [m]	C <sub>y</sub> [m]	R [m]	x <sub>v</sub> [m]	x <sub>m</sub> [m]	V [mc]	F <sub>s</sub>	Caso	Sisma
1	C	199.14	241.24	56.00	158.75	249.96	1647.20	1.712 (J)	[A2M2]	--

## Analisi della superficie critica

### Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso destra


Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Le strisce sono numerate da valle verso monte

N°	numero d'ordine della striscia
X <sub>s</sub>	ascissa sinistra della striscia espressa in m
Y <sub>ss</sub>	ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m
Y <sub>si</sub>	ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m
X <sub>g</sub>	ascissa del baricentro della striscia espressa in m
Y <sub>g</sub>	ordinata del baricentro della striscia espressa in m
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(positivo antiorario)
φ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in kPa
L	sviluppo della base della striscia espressa in m(L=b/cosα)

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Document n.
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	<b>PBSMA21352</b> REV. 02 31.03.21 Sheet Pagina <b>80</b> of di <b>134</b>

$u$	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kPa
$W$	peso della striscia espresso in kN
$Q$	carico applicato sulla striscia espresso in kN
$N$	sforzo normale alla base della striscia espresso in kN
$T$	sforzo tangenziale alla base della striscia espresso in kN
$U$	pressione neutra alla base della striscia espressa in kN
$E_s, E_d$	forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
$X_s, X_d$	forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
$ID$	Indice della superficie interessata dall'intervento

Superficie n° 1

### Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2

Numero di strisce	25	
Coordinate del centro	$X[m]= 199.14$	$Y[m]= 241.24$
Raggio del cerchio	$R[m]= 56.00$	
Intersezione a valle con il profilo topografico	$X_v[m]= 158.75$	$Y_v[m]= 202.45$
Intersezione a monte con il profilo topografico	$X_m[m]= 249.96$	$Y_m[m]= 217.72$
Coefficiente di sicurezza	$F_s= 1.712$	

### Geometria e caratteristiche strisce


N°	$X_s$ [m]	$Y_{ss}$ [m]	$Y_{si}$ [m]	$X_d$ [m]	$Y_{ds}$ [m]	$Y_{di}$ [m]	$X_a$ [m]	$Y_a$ [m]	$L$ [m]	$\alpha$ [°]	$\phi$ [°]	$c$ [kPa]
1	158.75	202.45	202.45	159.47	202.45	201.71	159.23	202.20	1.03	-45.63	17.91	24
2	159.47	202.45	201.71	161.97	203.45	199.35	161.01	201.66	3.44	-43.34	17.91	24
3	161.97	203.45	199.35	164.47	203.45	197.26	163.31	200.84	3.26	-39.91	17.91	24
4	164.47	203.45	197.26	166.97	203.45	195.40	165.78	199.87	3.12	-36.65	17.91	24
5	166.97	203.45	195.40	170.25	204.07	193.27	168.69	199.03	3.91	-33.06	17.91	24
6	170.25	204.07	193.27	173.52	204.70	191.44	171.94	198.36	3.75	-29.14	17.91	24
7	173.52	204.70	191.44	176.79	205.32	189.89	175.20	197.83	3.62	-25.37	17.91	24
8	176.79	205.32	189.89	179.41	206.00	188.83	178.13	197.51	2.83	-22.07	17.91	24
9	179.41	206.00	188.83	181.97	206.58	187.94	180.71	197.34	2.71	-19.24	17.91	24
10	181.97	206.58	187.94	185.60	207.17	186.90	183.81	197.15	3.77	-15.92	17.91	24
11	185.60	207.17	186.90	189.85	208.02	186.02	187.75	197.03	4.34	-11.77	17.91	24
12	189.85	208.02	186.02	194.09	208.87	185.47	191.99	197.09	4.28	-7.36	17.91	24
13	194.09	208.87	185.47	198.34	209.72	185.25	196.23	197.33	4.25	-3.00	17.91	24
14	198.34	209.72	185.25	202.58	210.57	185.35	200.47	197.72	4.25	1.35	17.91	24
15	202.58	210.57	185.35	206.82	211.42	185.77	204.71	198.28	4.27	5.70	17.91	24
16	206.82	211.42	185.77	211.07	212.26	186.53	208.95	198.99	4.31	10.09	17.91	24
17	211.07	212.26	186.53	215.31	213.11	187.63	213.19	199.88	4.38	14.54	17.91	24
18	215.31	213.11	187.63	219.56	213.96	189.09	217.43	200.95	4.49	19.08	17.91	24
19	219.56	213.96	189.09	223.80	214.81	190.96	221.66	202.20	4.64	23.76	17.91	24
20	223.80	214.81	190.96	228.05	215.66	193.28	225.90	203.67	4.83	28.60	17.91	24
21	228.05	215.66	193.28	232.29	216.51	196.11	230.13	205.37	5.10	33.69	17.91	24
22	232.29	216.51	196.11	236.53	217.36	199.55	234.36	207.36	5.47	39.09	17.91	24
23	236.53	217.36	199.55	241.01	217.48	204.05	238.67	209.56	6.35	45.14	17.91	24
24	241.01	217.48	204.05	245.49	217.60	209.81	243.05	212.10	7.29	52.12	17.91	24
25	245.49	217.60	209.81	249.96	217.72	217.72	246.98	215.04	9.09	60.51	17.91	24

### Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	$W$ [kN]	$Q$ [kN]	$N$ [kN]	$T$ [kN]	$U$ [kN]	$E_s$ [kN]	$E_d$ [kN]	$X_s$ [kN]	$X_d$ [kN]	$ID$
----	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	---------------	---------------	---------------	---------------	------

This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.  
Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.



 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet <i>Pagina</i> <b>81</b> of <i>di</i> <b>134</b>

N°	W [kN]	Q [kN]	N [kN]	T [kN]	U [kN]	E <sub>s</sub> [kN]	E <sub>d</sub> [kN]	X <sub>s</sub> [kN]	X <sub>d</sub> [kN]	ID
1	4.41	1.86	21.54	18.57	6.41	0.00	32.97	0.00	0.00	
2	99.78	0.75	135.52	73.78	72.33	32.97	229.58	0.00	0.00	
3	212.20	0.00	210.13	85.37	137.94	229.58	518.40	0.00	0.00	
4	293.70	0.00	242.03	89.38	190.56	518.40	848.35	0.00	0.00	
5	509.16	0.00	376.62	125.86	312.81	848.35	1329.92	0.00	0.00	
6	649.65	0.00	450.32	137.56	370.19	1329.92	1849.65	0.00	0.00	
7	774.52	0.00	511.86	147.43	415.26	1849.65	2380.13	0.00	0.00	
8	704.62	0.00	441.48	122.99	368.74	2380.13	2798.56	0.00	0.00	
9	756.40	0.00	447.50	122.50	396.39	2798.56	3192.28	0.00	0.00	
10	1165.36	0.00	652.89	176.19	609.20	3192.28	3707.89	0.00	0.00	
11	1480.13	0.00	784.38	208.87	771.07	3707.89	4229.65	0.00	0.00	
12	1589.76	0.00	803.50	211.70	826.83	4229.65	4648.51	0.00	0.00	
13	1676.21	0.00	817.12	213.86	872.59	4648.51	4950.42	0.00	0.00	
14	1739.96	0.00	825.83	215.44	909.53	4950.42	5124.92	0.00	0.00	
15	1781.08	0.00	829.95	216.49	938.37	5124.92	5164.58	0.00	0.00	
16	1799.25	0.00	829.53	217.05	959.37	5164.58	5064.78	0.00	0.00	
17	1793.71	0.00	824.37	217.12	972.38	5064.78	4823.78	0.00	0.00	
18	1763.21	0.00	814.01	216.65	976.79	4823.78	4443.01	0.00	0.00	
19	1705.86	0.00	797.57	215.59	971.31	4443.01	3927.78	0.00	0.00	
20	1618.89	0.00	773.61	213.83	953.71	3927.78	3288.63	0.00	0.00	
21	1498.28	0.00	739.72	211.17	920.14	3288.63	2543.73	0.00	0.00	
22	1337.94	0.00	691.77	207.28	863.73	2543.73	1723.70	0.00	0.00	
23	1153.33	0.00	639.27	209.65	785.13	1723.70	861.91	0.00	0.00	
24	783.63	0.00	483.47	193.48	544.09	861.91	169.65	0.00	0.00	
25	287.80	0.00	209.37	166.99	79.98	169.65	0.00	0.00	0.00	

## Vincsesimo - MC-01 – dir N-S – Post operam sismica

Progetto: Stabilizzazione pendio  
 Ditta: Consulet Servizi srl  
 Comune: VINCESIMO\_ANTE\_SN  
 Progettista:  
 Direttore dei Lavori:  
 Impresa:

### Dati

#### Descrizione terreno


##### Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in kN/mc
$\gamma_w$	Peso di volume saturo del terreno espresso in kN/mc
$\phi$	Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
c	Coesione 'efficace' del terreno espressa in kPa
$\phi_u$	Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
$c_u$	Coesione 'totale' del terreno espressa in kPa

n°	Descrizione	$\gamma$ [kN/mc]	$\gamma_{sat}$ [kN/mc]	$\phi'$ [°]	c' [kPa]
4	Sabbie San Donato SSD	18.00	18.00	26.00	11.0
5	Depositi/Scarica	16.50	16.50	22.00	30.0

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Documento n. <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet Pagina <b>82</b> of di <b>134</b>

n°	Descrizione	$\gamma$ [kN/mc]	$\gamma_{sat}$ [kN/mc]	$\phi'$ [°]	$c'$ [kPa]
6	Sabbie Borro Cave SBC	18.00	18.00	26.00	11.0

## Profilo del piano campagna

### Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.

Nr.	Identificativo del punto
X	Ascissa del punto del profilo espressa in m
Y	Ordinata del punto del profilo espressa in m

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	222.81
2	4.99	220.74
3	6.94	219.72
4	11.70	216.44
5	12.34	216.33
6	14.23	216.00
7	39.98	216.00
8	57.13	216.00
9	69.93	215.17
10	89.30	215.22
11	92.58	215.10
12	131.07	207.31
13	137.15	206.20
14	150.97	203.45
15	155.97	203.45
16	158.47	202.45
17	159.47	202.45
18	161.97	203.45
19	166.97	203.45
20	176.79	205.32
21	179.41	206.00
22	181.97	206.58
23	185.60	207.17
24	236.53	217.36
25	259.32	217.97
26	281.75	218.00
27	294.16	218.93
28	298.57	219.02
29	305.67	220.10
30	313.09	221.77
31	320.90	222.92
32	325.32	223.84
33	329.93	225.05

## Descrizione stratigrafia

### Simbologia e convenzioni di segno adottate

Gli strati sono descritti mediante i punti di contorno (in senso antiorario) e l'indice del terreno di cui è costituito


Strato N° 1 costituito da terreno n° 4 (Sabbie San Donato SSD)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	207.00
2	0.00	0.00

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*


 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Documento n.
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	<b>PBSMA21352</b>  REV. 02    31.03.21 Sheet      83    of Pagina     di    134

n°	X [m]	Y [m]
3	329.93	0.00
4	329.93	186.81
5	305.31	190.05
6	298.29	191.88
7	288.11	191.50
8	280.81	188.00
9	256.11	177.89
10	230.30	169.77
11	190.11	170.03
12	140.09	171.52
13	96.41	185.00
14	69.51	195.18
15	51.61	206.00
16	41.00	207.34

Strato N° 2 costituito da terreno n° 5 (Depositi/Discarica)

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

n°	X [m]	Y [m]
1	12.34	216.33
2	12.35	216.00
3	41.00	207.34
4	51.61	206.00
5	69.51	195.18
6	96.41	185.00
7	140.09	171.52
8	190.11	170.03
9	230.30	169.77
10	256.11	177.89
11	280.81	188.00
12	288.11	191.50
13	298.29	191.88
14	305.31	190.05
15	329.93	186.81
16	329.93	225.05
17	325.32	223.84
18	320.90	222.92
19	313.09	221.77
20	305.67	220.10
21	298.57	219.02
22	294.16	218.93
23	281.75	218.00
24	259.32	217.97
25	236.53	217.36
26	185.60	207.17
27	181.97	206.58
28	179.41	206.00
29	176.79	205.32
30	166.97	203.45
31	161.97	203.45
32	159.47	202.45
33	158.47	202.45
34	155.97	203.45
35	150.97	203.45
36	137.15	206.20
37	131.07	207.31
38	92.58	215.10
39	89.30	215.22
40	69.93	215.17
41	57.13	216.00
42	39.98	216.00
43	14.23	216.00

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Documento n. <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet Pagina <b>84</b> of di <b>134</b>

Strato N° 3 costituito da terreno n° 6 (Sabbie Borro Cave SBC)

Coordinate dei vertici dello strato n° 3

n°	X [m]	Y [m]
1	41.00	207.34
2	12.35	216.00
3	12.34	216.33
4	11.70	216.44
5	6.94	219.72
6	4.99	220.74
7	0.00	222.81
8	0.00	207.00

Descrizione falda

*Livello di falda*

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	219.81
2	4.99	217.74
3	6.94	216.72
4	11.70	213.44
5	12.34	213.33
6	14.23	213.00
7	39.98	213.00
8	57.13	213.00
9	69.93	212.17
10	89.30	212.22
11	92.58	212.10
12	131.07	204.31
13	137.15	203.20
14	176.79	202.32
15	179.41	203.00
16	181.97	203.58
17	185.60	204.17
18	236.53	214.36
19	259.32	214.97
20	281.75	215.00
21	294.16	215.93
22	298.57	216.02
23	305.67	217.10
24	313.09	218.77
25	320.90	219.92
26	325.32	220.84
27	329.93	222.05

Dati zona sismica


	Simbolo	U.M.	SLV	SLD
Accelerazione al suolo	$a_0$	[m/s <sup>2</sup> ]	1.226	0.000
Accelerazione al suolo	$a_0/q$	[%]	0.125	0.000
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.396	0.000
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	T c*		0.350	0.000
T ipodi sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss	D	1.800	1.800
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St	T 1	1.000	1.000

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*





 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet <i>Pagina</i> <b>87</b> of <i>di</i> <b>134</b>

## Risultati analisi

Numero di superfici analizzate	22225
Coefficiente di sicurezza minimo	1.388
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

## Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS <sub>min</sub>	S <sub>min</sub>	FS <sub>max</sub>	S <sub>max</sub>
JANBU	22225	1.388	1	52.896	22225

## Caratteristiche delle superfici analizzate

### Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

N°	numero d'ordine della superficie cerchio
C <sub>x</sub>	ascissa x del centro [m]
C <sub>y</sub>	ordinata y del centro [m]
R	raggio del cerchio espresso in m
x <sub>v</sub>	ascissa del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m
x <sub>m</sub>	ascissa del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m
V	volume interessato dalla superficie espresso [mc]
F <sub>s</sub>	coefficiente di sicurezza
caso	caso di calcolo

### Metodo di JANBU (J)

N°	Forma	C <sub>x</sub> [m]	C <sub>y</sub> [m]	R [m]	x <sub>v</sub> [m]	x <sub>m</sub> [m]	V [mc]	F <sub>s</sub>	Caso	Sisma
1	C	202.14	250.24	68.00	152.80	262.00	2214.71	1.388 (J)	[A2M2]	[SLV] H+V

## Analisi della superficie critica

### Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso destra


Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Le strisce sono numerate da valle verso monte

N°	numero d'ordine della striscia
X <sub>s</sub>	ascissa sinistra della striscia espressa in m
Y <sub>ss</sub>	ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m
Y <sub>si</sub>	ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m
X <sub>g</sub>	ascissa del baricentro della striscia espressa in m
Y <sub>g</sub>	ordinata del baricentro della striscia espressa in m
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(positivo antiorario)
φ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in kPa

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Document o n.
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	<b>PBSMA21352</b> REV. 02 31.03.21 Sheet <b>88</b> of <b>134</b> Pagina <b>88</b> di <b>134</b>

L	sviluppo della base della striscia espressa in $m(L=b/\cos\alpha)$
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kPa
W	peso della striscia espresso in kN
Q	carico applicato sulla striscia espresso in kN
N	sforzo normale alla base della striscia espresso in kN
T	sforzo tangenziale alla base della striscia espresso in kN
U	pressione neutra alla base della striscia espressa in kN
$E_s, E_d$	forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
$X_s, X_d$	forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
ID	Indice della superficie interessata dall'intervento

Superficie n° 1


### Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso l'alto

Numero di strisce	26	
Coordinate del centro	X[m]= 202.14	Y[m]= 250.24
Raggio del cerchio	R[m]= 68.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	$X_v$ [m]= 152.80	$Y_v$ [m]= 203.45
Intersezione a monte con il profilo topografico	$X_m$ [m]= 262.00	$Y_m$ [m]= 217.97
Coefficiente di sicurezza	$F_s$ = 1.388	

### Geometria e caratteristiche strisce

N°	$X_s$ [m]	$Y_{ss}$ [m]	$Y_{si}$ [m]	$X_d$ [m]	$Y_{ds}$ [m]	$Y_{di}$ [m]	$X_q$ [m]	$Y_q$ [m]	L [m]	$\alpha$ [°]	$\phi$ [°]	c [kPa]
1	152.80	203.45	203.45	155.97	203.45	200.31	154.91	202.40	4.46	-44.64	22.00	30
2	155.97	203.45	200.31	158.47	202.45	198.11	157.29	201.04	3.33	-41.36	22.00	30
3	158.47	202.45	198.11	159.47	202.45	197.29	158.99	200.07	1.29	-39.41	22.00	30
4	159.47	202.45	197.29	161.97	203.45	195.37	160.82	199.62	3.15	-37.53	22.00	30
5	161.97	203.45	195.37	166.97	203.45	192.04	164.62	198.53	6.01	-33.67	22.00	30
6	166.97	203.45	192.04	171.88	204.38	189.34	169.54	197.28	5.60	-28.78	22.00	30
7	171.88	204.38	189.34	176.79	205.32	187.14	174.42	196.54	5.38	-24.15	22.00	30
8	176.79	205.32	187.14	179.41	206.00	186.15	178.12	196.15	2.80	-20.70	22.00	30
9	179.41	206.00	186.15	181.97	206.58	185.30	180.71	196.01	2.70	-18.39	22.00	30
10	181.97	206.58	185.30	185.60	207.17	184.28	183.81	195.83	3.77	-15.66	22.00	30
11	185.60	207.17	184.28	190.70	208.19	183.21	188.19	195.71	5.20	-11.88	22.00	30
12	190.70	208.19	183.21	195.79	209.21	182.54	193.27	195.79	5.14	-7.52	22.00	30
13	195.79	209.21	182.54	200.88	210.23	182.25	198.36	196.06	5.10	-3.21	22.00	30
14	200.88	210.23	182.25	205.98	211.25	182.35	203.44	196.52	5.09	1.09	22.00	30
15	205.98	211.25	182.35	211.07	212.26	182.83	208.53	197.17	5.12	5.39	22.00	30
16	211.07	212.26	182.83	216.16	213.28	183.70	213.62	198.02	5.17	9.72	22.00	30
17	216.16	213.28	183.70	221.25	214.30	184.98	218.70	199.07	5.25	14.11	22.00	30
18	221.25	214.30	184.98	226.35	215.32	186.69	223.79	200.32	5.37	18.59	22.00	30
19	226.35	215.32	186.69	231.44	216.34	188.88	228.88	201.80	5.54	23.19	22.00	30
20	231.44	216.34	188.88	236.53	217.36	191.58	233.96	203.53	5.77	27.95	22.00	30
21	236.53	217.36	191.58	241.09	217.48	194.50	238.77	205.22	5.41	32.67	22.00	30
22	241.09	217.48	194.50	245.65	217.60	197.98	243.31	206.87	5.73	37.36	22.00	30
23	245.65	217.60	197.98	250.21	217.73	202.14	247.84	208.82	6.17	42.38	22.00	30
24	250.21	217.73	202.14	254.77	217.85	207.18	252.34	211.14	6.79	47.84	22.00	30
25	254.77	217.85	207.18	259.32	217.97	213.44	256.74	213.89	7.75	53.97	22.00	30
26	259.32	217.97	213.44	262.00	217.97	217.97	260.21	216.46	5.26	59.46	22.00	30



 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Documento n. <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet Pagina <b>89</b> of di <b>134</b>

### Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W [kN]	Q [kN]	N [kN]	T [kN]	U [kN]	E <sub>s</sub> [kN]	E <sub>d</sub> [kN]	X <sub>s</sub> [kN]	X <sub>d</sub> [kN]	ID
1	82.19	0.00	231.32	163.76	40.96	0.00	300.81	0.00	0.00	
2	154.14	0.99	195.71	128.91	115.67	300.81	589.74	0.00	0.00	
3	78.34	2.60	78.55	50.82	63.63	589.74	712.57	0.00	0.00	
4	273.04	0.75	240.43	138.08	196.20	712.57	1065.03	0.00	0.00	
5	803.97	0.00	604.79	305.79	523.72	1065.03	1876.50	0.00	0.00	
6	1071.57	0.00	701.01	325.02	647.87	1876.50	2719.20	0.00	0.00	
7	1345.76	0.00	825.91	356.59	745.82	2719.20	3572.63	0.00	0.00	
8	822.01	0.00	476.60	199.20	439.89	3572.63	4012.72	0.00	0.00	
9	868.68	0.00	477.11	197.12	464.71	4012.72	4422.61	0.00	0.00	
10	1322.77	0.00	688.48	281.79	705.59	4422.61	4957.23	0.00	0.00	
11	2011.28	0.00	982.83	398.43	1068.46	4957.23	5597.53	0.00	0.00	
12	2170.19	0.00	998.59	401.57	1149.92	5597.53	6091.43	0.00	0.00	
13	2296.08	0.00	1007.26	403.31	1216.75	6091.43	6422.33	0.00	0.00	
14	2389.65	0.00	1009.58	403.83	1270.68	6422.33	6578.56	0.00	0.00	
15	2451.04	0.00	1005.91	403.23	1312.74	6578.56	6552.71	0.00	0.00	
16	2479.81	0.00	996.28	401.54	1343.34	6552.71	6341.41	0.00	0.00	
17	2474.98	0.00	980.39	398.74	1362.29	6341.41	5945.33	0.00	0.00	
18	2434.83	0.00	957.58	394.73	1368.72	5945.33	5369.73	0.00	0.00	
19	2356.82	0.00	926.69	389.36	1360.89	5369.73	4625.38	0.00	0.00	
20	2237.22	0.00	885.87	382.35	1335.70	4625.38	3730.49	0.00	0.00	
21	1833.59	0.00	737.20	331.49	1135.25	3730.49	2842.20	0.00	0.00	
22	1602.01	0.00	659.14	315.70	1029.26	2842.20	1931.53	0.00	0.00	
23	1323.91	0.00	561.28	296.64	883.70	1931.53	1063.49	0.00	0.00	
24	987.37	0.00	432.59	272.61	674.58	1063.49	341.28	0.00	0.00	
25	571.57	0.00	250.29	240.26	349.58	341.28	-51.39	0.00	0.00	
26	99.86	0.00	-3.04	112.78	0.00	-51.39	0.00	0.00	0.00	

### Morbuio - MC-02 - dir N-S - Ante operam (backanalysis)

Progetto: Stabilizzazione pendio  
 Ditta: Consulet Servizi srl  
 Comune: MORBUIO\_ANTE  
 Progettista:  
 Direttore dei Lavori:  
 Impresa:

### Dati

#### Descrizione terreno


##### Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in kN/mc
$\gamma_w$	Peso di volume saturo del terreno espresso in kN/mc
$\phi$	Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
c	Coesione 'efficace' del terreno espressa in kPa
$\phi_u$	Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
$c_u$	Coesione 'totale' del terreno espressa in kPa

n°	Descrizione	$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$\phi'$	c'
----	-------------	----------	----------------	---------	----

This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.

Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Documento n.
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	<b>PBSMA21352</b>  REV. 02    31.03.21 Sheet Pagina <b>90</b> of di <b>134</b>

		[kN/mc]	[kN/mc]	[°]	[kPa]
1	Terreno mobilitato	16.00	16.00	13.00	3.8
4	Sabbie San Donato	18.00	18.00	26.00	11.0
5	Depositi/Scarica	16.50	16.50	22.00	22.0

## Profilo del piano campagna

### Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.

Nr.	Identificativo del punto
X	Ascissa del punto del profilo espressa in m
Y	Ordinata del punto del profilo espressa in m

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	226.80
2	61.79	226.00
3	172.26	226.00
4	180.06	225.00
5	189.37	223.22
6	193.92	222.00
7	198.89	221.00
8	201.59	220.00
9	210.17	217.47
10	216.14	216.00
11	219.27	215.00
12	224.99	213.73
13	227.79	213.00
14	238.53	211.00
15	270.42	211.00
16	273.72	211.62
17	279.44	213.00
18	284.84	215.00
19	289.83	216.32
20	299.92	217.80
21	312.47	218.96
22	317.51	220.00
23	323.56	221.00
24	325.36	222.00
25	327.92	222.82
26	328.77	223.13
27	330.16	223.82
28	331.17	224.00
29	339.21	224.00
30	341.87	223.74
31	344.90	223.58
32	348.97	223.49
33	353.23	223.26
34	355.96	223.00
35	362.28	223.00
36	365.55	223.19
37	388.48	222.59
38	395.00	222.00
39	464.51	219.97

## Descrizione stratigrafia


### Simbologia e convenzioni di segno adottate

Gli strati sono descritti mediante i punti di contorno (in senso antiorario) e l'indice del terreno di cui è costituito

Strato N° 1 costituito da terreno n° 4 (Sabbie San Donato)

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Documento n.
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	<b>PBSMA21352</b> REV. 02    31.03.21 Sheet Pagina <b>91</b> of    di <b>134</b>


Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	191.56
2	0.00	0.00
3	464.51	0.00
4	464.51	200.14
5	404.71	191.83
6	374.13	188.52
7	322.71	190.86
8	297.71	197.50
9	282.21	204.00
10	275.34	205.39
11	231.33	205.79
12	218.01	205.39
13	124.63	186.00
14	83.63	173.56
15	67.72	172.19
16	55.13	174.24

Strato N° 2 costituito da terreno n° 1 (Terreno mobilitato)

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

n°	X [m]	Y [m]
1	464.51	214.97
2	464.51	219.97
3	395.00	222.00
4	388.48	222.59
5	365.55	223.19
6	362.28	223.00
7	355.96	223.00
8	353.23	223.26
9	348.97	223.49
10	344.90	223.58
11	341.87	223.74
12	339.21	224.00
13	331.17	224.00
14	330.16	223.82
15	328.77	223.13
16	327.92	222.82
17	325.36	222.00
18	323.56	221.00
19	317.51	220.00
20	312.47	218.96
21	299.92	217.80
22	289.83	216.32
23	284.84	215.00
24	279.44	213.00
25	273.72	211.62
26	270.42	211.00
27	238.53	211.00
28	227.79	213.00
29	224.99	213.73
30	219.27	215.00
31	216.14	216.00
32	210.17	217.47
33	201.59	220.00
34	198.89	221.00
35	193.92	222.00
36	189.37	223.22
37	180.06	225.00
38	172.26	226.00
39	61.79	226.00
40	0.00	226.80

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Document n.
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	<b>PBSMA21352</b>  REV. 02    31.03.21 Sheet      92    of    134 Pagina      92    di    134

n°	X [m]	Y [m]
41	0.00	221.80
42	61.79	221.00
43	172.26	221.00
44	180.06	220.00
45	189.37	218.22
46	193.92	217.00
47	198.89	216.00
48	201.59	215.00
49	210.17	212.47
50	216.14	211.00
51	219.27	210.00
52	224.99	208.73
53	227.79	208.00
54	238.53	206.00
55	270.42	206.00
56	273.72	206.62
57	279.44	208.00
58	344.90	218.58
59	348.97	218.49
60	353.23	218.26
61	355.96	218.00
62	362.28	218.00
63	365.55	218.19
64	388.48	217.59
65	395.00	217.00


Strato N° 3 costituito da terreno n° 5 (Depositi/Discarica)

Coordinate dei vertici dello strato n° 3

n°	X [m]	Y [m]
1	464.51	200.14
2	464.51	214.97
3	395.00	217.00
4	388.48	217.59
5	365.55	218.19
6	362.28	218.00
7	355.96	218.00
8	353.23	218.26
9	348.97	218.49
10	344.90	218.58
11	279.44	208.00
12	273.72	206.62
13	270.42	206.00
14	238.53	206.00
15	227.79	208.00
16	224.99	208.73
17	219.27	210.00
18	216.14	211.00
19	210.17	212.47
20	201.59	215.00
21	198.89	216.00
22	193.92	217.00
23	189.37	218.22
24	180.06	220.00
25	172.26	221.00
26	61.79	221.00
27	0.00	221.80
28	0.00	191.56
29	55.13	174.24
30	67.72	172.19
31	83.63	173.56
32	124.63	186.00
33	218.01	205.39
34	231.33	205.79

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet      93    of <i>Pagina</i> di    134

n°	X [m]	Y [m]
35	275.34	205.39
36	282.21	204.00
37	297.71	197.50
38	322.71	190.86
39	374.13	188.52
40	404.71	191.83

### Descrizione falda

### *Livello di falda*

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	224.80
2	61.79	224.00
3	172.26	224.00
4	180.06	223.00
5	189.37	221.22
6	193.92	220.00
7	198.89	219.00
8	201.59	218.00
9	210.17	215.47
10	216.14	214.00
11	219.27	213.00
12	224.99	211.73
13	227.79	211.00
14	238.53	209.00
15	270.42	209.00
16	273.72	209.62
17	279.44	211.00
18	284.84	213.00
19	289.83	214.32
20	299.92	215.80
21	312.47	216.96
22	317.51	218.00
23	323.56	219.00
24	325.36	220.00
25	327.92	220.82
26	328.77	221.13
27	330.16	221.82
28	331.17	222.00
29	339.21	222.00
30	341.87	221.74
31	344.90	221.58
32	348.97	221.49
33	353.23	221.26
34	355.96	221.00
35	362.28	221.00
36	365.55	221.19
37	388.48	220.59
38	395.00	220.00
39	464.51	217.97


### Dati zona sismica

	Simbolo	U.M.	SLV	SLD
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]	1.205	0.000
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]	0.123	0.000

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*



 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet <i>Pagina</i> <b>95</b> of <b>134</b> <i>di</i>

Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia	[m]	$X_0 = 231.40$	$Y_0 = 212.00$
Passo maglia	[m]	$dX = 3.00$	$dY = 3.00$
Numero passi		$N_x = 45$	$N_y = 38$
Raggio	[m]	$R = 8.00$	

Si utilizza un raggio variabile con passo  $dR=4.00$  [m] ed un numero di incrementi pari a 20

### Opzioni di calcolo

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo:

- JANBU

Le superfici sono state analizzate solo in condizioni **statiche**.

Le superfici sono state analizzate per i casi:

- Pendio naturale [PC] - Parametri caratteristici
- Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso e verso l'alto)

Analisi condotta in termini di **tensioni efficaci**

Presenza di falda

### Condizioni di esclusione

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a	1.00	m
- freccia inferiore a	0.50	m
- volume inferiore a	2.00	mc
- pendenza media della superficie inferiore a	1.00	[%]

### **Risultati analisi**

Numero di superfici analizzate	10081
Coefficiente di sicurezza minimo	0.001
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

### Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	$FS_{min}$	$S_{min}$	$FS_{max}$	$S_{max}$
JANBU	10081	0.001	1	-15.887	10087

### Caratteristiche delle superfici analizzate


#### *Simbologia adottata*

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet <i>Pagina</i> <b>96</b> of <i>di</i> <b>134</b>

N°	numero d'ordine della superficie cerchio
C <sub>x</sub>	ascissa x del centro [m]
C <sub>y</sub>	ordinata y del centro [m]
R	raggio del cerchio espresso in m
x <sub>v</sub>	ascissa del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m
x <sub>m</sub>	ascissa del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m
V	volume interessato dalla superficie espresso [mc]
F <sub>s</sub>	coefficiente di sicurezza
caso	caso di calcolo

#### Metodo di JANBU (J)

N°	Forma	C <sub>x</sub>	C <sub>y</sub>	R	x <sub>v</sub>	x <sub>m</sub>	V	F <sub>s</sub>	Caso	Sisma
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[mc]			
2	C	282.40	233.00	24.00	272.11	301.06	116.00	0.997 (J)	[PC]	--

### Analisi della superficie critica

#### *Simbologia adottata*

Le ascisse X sono considerate positive verso destra

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Le strisce sono numerate da valle verso monte

N°	numero d'ordine della striscia
X <sub>s</sub>	ascissa sinistra della striscia espressa in m
Y <sub>ss</sub>	ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m
Y <sub>si</sub>	ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m
X <sub>g</sub>	ascissa del baricentro della striscia espressa in m
Y <sub>g</sub>	ordinata del baricentro della striscia espressa in m
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(positivo antiorario)
φ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in kPa
L	sviluppo della base della striscia espressa in m(L=b/cosα)
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kPa
W	peso della striscia espresso in kN
Q	carico applicato sulla striscia espresso in kN
N	sforzo normale alla base della striscia espresso in kN
T	sforzo tangenziale alla base della striscia espresso in kN
U	pressione neutra alla base della striscia espressa in kN
E <sub>st</sub> , E <sub>d</sub>	forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
X <sub>st</sub> , X <sub>d</sub>	forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
ID	Indice della superficie interessata dall'intervento

Superficie n° 2


#### **Analisi della superficie 2 - valori caratteristici**

Numero di strisce	22	
Coordinate del centro	X[m]= 282.40	Y[m]= 233.00
Raggio del cerchio	R[m]= 24.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X <sub>v</sub> [m]= 272.11	Y <sub>v</sub> [m]= 211.32

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*



 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet      97    of <i>Pagina</i> <i>di</i> 134

Intersezione a monte con il profilo topografico  
 Coefficiente di sicurezza

$X_m[m]= 301.06$   
 $F_s= 0.997$

$Y_m[m]= 217.91$

#### Geometria e caratteristiche strisce

N°	$X_s$ [m]	$Y_{ss}$ [m]	$Y_{si}$ [m]	$X_d$ [m]	$Y_{ds}$ [m]	$Y_{di}$ [m]	$X_q$ [m]	$Y_q$ [m]	L [m]	$\alpha$ [°]	$\phi$ [°]	c [kPa]
1	272.11	211.32	211.32	272.92	211.47	210.95	272.65	211.25	0.88	-24.33	13.00	4
2	272.92	211.47	210.95	273.72	211.62	210.62	273.36	211.16	0.87	-22.24	13.00	4
3	273.72	211.62	210.62	275.15	211.97	210.12	274.51	211.08	1.52	-19.39	13.00	4
4	275.15	211.97	210.12	276.58	212.31	209.72	275.91	211.03	1.49	-15.81	13.00	4
5	276.58	212.31	209.72	278.01	212.66	209.40	277.32	211.02	1.46	-12.29	13.00	4
6	278.01	212.66	209.40	279.44	213.00	209.18	278.74	211.06	1.45	-8.81	13.00	4
7	279.44	213.00	209.18	280.79	213.50	209.05	280.13	211.19	1.36	-5.47	13.00	4
8	280.79	213.50	209.05	282.14	214.00	209.00	281.48	211.39	1.35	-2.23	13.00	4
9	282.14	214.00	209.00	283.49	214.50	209.02	282.83	211.63	1.35	0.99	13.00	4
10	283.49	214.50	209.02	284.84	215.00	209.12	284.17	211.91	1.35	4.22	13.00	4
11	284.84	215.00	209.12	286.09	215.33	209.28	285.47	212.19	1.26	7.34	13.00	4
12	286.09	215.33	209.28	287.33	215.66	209.51	286.71	212.45	1.27	10.35	13.00	4
13	287.33	215.66	209.51	288.58	215.99	209.81	287.96	212.74	1.28	13.40	13.00	4
14	288.58	215.99	209.81	289.83	216.32	210.18	289.21	213.07	1.30	16.48	13.00	4
15	289.83	216.32	210.18	291.27	216.53	210.70	290.54	213.43	1.53	19.86	13.00	4
16	291.27	216.53	210.70	292.71	216.74	211.33	291.98	213.82	1.57	23.57	13.00	4
17	292.71	216.74	211.33	294.15	216.95	212.08	293.42	214.27	1.62	27.39	13.00	4
18	294.15	216.95	212.08	295.60	217.17	212.95	294.86	214.78	1.69	31.34	13.00	4
19	295.60	217.17	212.95	297.04	217.38	213.98	296.29	215.36	1.77	35.47	13.00	4
20	297.04	217.38	213.98	298.48	217.59	215.18	297.72	216.01	1.88	39.82	13.00	4
21	298.48	217.59	215.18	299.92	217.80	216.60	299.12	216.75	2.02	44.47	13.00	4
22	299.92	217.80	216.60	301.06	217.91	217.91	300.30	217.43	1.73	48.96	13.00	4


#### Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W [kN]	Q [kN]	N [kN]	T [kN]	U [kN]	$E_s$ [kN]	$E_d$ [kN]	$X_s$ [kN]	$X_d$ [kN]	ID
1	3.32	0.00	5.77	4.70	0.00	0.00	6.66	0.00	0.00	
2	9.72	0.00	13.10	6.35	0.00	6.66	17.49	0.00	0.00	
3	32.48	0.00	39.70	14.97	0.00	17.49	44.79	0.00	0.00	
4	50.76	0.00	54.77	18.34	3.19	44.79	78.23	0.00	0.00	
5	66.85	0.00	59.40	19.33	13.23	78.23	112.57	0.00	0.00	
6	80.84	0.00	63.17	20.14	21.76	112.57	145.49	0.00	0.00	
7	89.24	0.00	63.19	19.80	28.35	145.49	173.91	0.00	0.00	
8	102.00	0.00	66.81	20.62	36.07	173.91	198.53	0.00	0.00	
9	113.12	0.00	69.90	21.33	42.86	198.53	217.90	0.00	0.00	
10	122.59	0.00	72.51	21.95	48.79	217.90	230.86	0.00	0.00	
11	118.97	0.00	68.44	20.64	48.85	230.86	236.36	0.00	0.00	
12	121.68	0.00	68.95	20.80	50.94	236.36	235.27	0.00	0.00	
13	123.02	0.00	69.13	20.89	52.36	235.27	227.44	0.00	0.00	
14	122.96	0.00	68.96	20.92	53.08	227.44	212.88	0.00	0.00	
15	138.06	0.00	78.23	23.95	59.91	212.88	188.47	0.00	0.00	
16	129.68	0.00	75.38	23.45	55.87	188.47	157.47	0.00	0.00	
17	118.69	0.00	71.77	22.80	50.09	157.47	121.66	0.00	0.00	
18	104.84	0.00	67.22	21.99	42.13	121.66	83.57	0.00	0.00	
19	87.75	0.00	61.47	20.98	31.32	83.57	46.81	0.00	0.00	
20	66.92	0.00	54.13	19.68	16.60	46.81	16.64	0.00	0.00	
21	41.62	0.00	41.37	17.27	0.00	16.64	-0.01	0.00	0.00	
22	10.96	0.00	7.18	8.27	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	

#### Morbuio - MC-02 – dir N-S - Post operam statica

Progetto: Stabilizzazione pendio  
 Ditta: Consulet Servizi srl

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.  
 Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet <i>Pagina</i> <b>98</b> of <i>di</i> <b>134</b>

Comune: MORBUIO\_N-S-POST\_STAT

Progettista:

Direttore dei Lavori:

Impresa:

## Dati

### Descrizione terreno

#### Simbologia adottata

<i>Nr.</i>	Indice del terreno
<i>Descrizione</i>	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in kN/mc
$\gamma_w$	Peso di volume saturo del terreno espresso in kN/mc
$\phi$	Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
$c$	Coesione 'efficace' del terreno espressa in kPa
$\phi_u$	Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
$c_u$	Coesione 'totale' del terreno espressa in kPa

n°	Descrizione	$\gamma$ [kN/mc]	$\gamma_{sat}$ [kN/mc]	$\phi'$ [°]	$c'$ [kPa]
1	Terreno mobilitato	16.00	16.00	13.00	3.8
4	Sabbie San Donato SSD	18.00	18.00	26.00	11.0
5	Depositi/Scarica	16.50	16.50	22.00	22.0

### Profilo del piano campagna

#### Simbologia e convenzioni di segno adottate


L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.

<i>Nr.</i>	Identificativo del punto
$X$	Ascissa del punto del profilo espressa in m
$Y$	Ordinata del punto del profilo espressa in m

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	226.80
2	61.79	226.00
3	172.26	226.00
4	180.06	225.00
5	189.37	223.22
6	193.92	222.00
7	198.89	221.00
8	201.59	220.00
9	210.17	217.47
10	216.14	216.00
11	219.27	215.00
12	224.99	213.73
13	227.79	213.00
14	238.53	211.00
15	270.42	211.00
16	355.96	223.00
17	362.28	223.00
18	365.55	223.19
19	388.48	222.59
20	395.00	222.00
21	464.51	219.97

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet <i>Pagina</i> <b>99</b> of <i>di</i> <b>134</b>

## Descrizione stratigrafia

### *Simbologia e convenzioni di segno adottate*

Gli strati sono descritti mediante i punti di contorno (in senso antiorario) e l'indice del terreno di cui è costituito

Strato N° **1** costituito da terreno n° 4 (Sabbie San Donato SSD)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	191.56
2	0.00	0.00
3	464.51	0.00
4	464.51	200.14
5	404.71	191.83
6	374.13	188.52
7	322.71	190.86
8	297.71	197.50
9	282.21	204.00
10	275.34	205.39
11	231.33	205.79
12	218.01	205.39
13	124.63	186.00
14	83.63	173.56
15	67.72	172.19
16	55.13	174.24


Strato N° **2** costituito da terreno n° 1 (Terreno mobilitato)

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

n°	X [m]	Y [m]
1	464.51	214.97
2	464.51	219.97
3	395.00	222.00
4	388.48	222.59
5	365.55	223.19
6	362.28	223.00
7	355.96	223.00
8	270.42	211.00
9	238.53	211.00
10	227.79	213.00
11	224.99	213.73
12	219.27	215.00
13	216.14	216.00
14	210.17	217.47
15	201.59	220.00
16	198.89	221.00
17	193.92	222.00
18	189.37	223.22
19	180.06	225.00
20	172.26	226.00
21	61.79	226.00
22	0.00	226.80
23	0.00	221.80
24	61.79	221.00
25	172.26	221.00
26	180.06	220.00
27	189.37	218.22
28	193.92	217.00
29	198.89	216.00
30	201.59	215.00

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Documento n.
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	<b>PBSMA21352</b>  REV. 02    31.03.21 Sheet      100    of Pagina    100    di    134

n°	X [m]	Y [m]
31	210.17	212.47
32	216.14	211.00
33	219.27	210.00
34	224.99	208.73
35	227.79	208.00
36	238.53	206.00
37	270.42	206.00
38	273.72	206.62
39	279.44	208.00
40	320.86	213.00
41	355.96	218.00
42	365.55	218.19
43	388.48	217.59
44	395.00	217.00

Strato N° 3 costituito da terreno n° 5 (Depositi/Discarica)

Coordinate dei vertici dello strato n° 3


n°	X [m]	Y [m]
1	464.51	200.14
2	464.51	214.97
3	395.00	217.00
4	388.48	217.59
5	365.55	218.19
6	355.96	218.00
7	320.86	213.00
8	279.44	208.00
9	273.72	206.62
10	270.42	206.00
11	238.53	206.00
12	227.79	208.00
13	224.99	208.73
14	219.27	210.00
15	216.14	211.00
16	210.17	212.47
17	201.59	215.00
18	198.89	216.00
19	193.92	217.00
20	189.37	218.22
21	180.06	220.00
22	172.26	221.00
23	61.79	221.00
24	0.00	221.80
25	0.00	191.56
26	55.13	174.24
27	67.72	172.19
28	83.63	173.56
29	124.63	186.00
30	218.01	205.39
31	231.33	205.79
32	275.34	205.39
33	282.21	204.00
34	297.71	197.50
35	322.71	190.86
36	374.13	188.52
37	404.71	191.83

## Descrizione falda

### *Livello di falda*

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Document o n.  <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet Pagina <b>101</b> of di <b>134</b>

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	224.80
2	61.79	224.00
3	172.26	224.00
4	180.06	223.00
5	189.37	221.22
6	193.92	220.00
7	198.89	219.00
8	201.59	218.00
9	210.17	215.47
10	216.14	214.00
11	219.27	213.00
12	224.99	211.73
13	227.79	211.00
14	238.53	209.00
15	270.42	209.00
16	355.96	221.00
17	362.28	221.00
18	365.55	221.19
19	388.48	220.59
20	395.00	220.00
21	464.51	217.97

### Dati zona sismica

	Simbolo	U.M.	SLV	SLD
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]	1.205	0.000
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]	0.123	0.000
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.400	0.000
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	T c*		0.350	0.000
T ipodi sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		1.500	0.000
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T 1	1.000
Coefficiente riduzione pendio naturale	$\beta_s$		0.240	0.000
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale			0.50	0.50

### Pendio naturale

	Simbolo	SLV	SLD
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (per cento)	$k_h=(a_g/g*\beta_s*St*S)$	4.42	0.00
Coefficiente di intensità sismica verticale (per cento)	$k_v=0.50 * k_h$	2.21	0.00

### Dati normativa

#### Normativa :


**Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 - D.M. 17/01/2018**

#### Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto	Simbologia	A2 Statico	A2 Sismico
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.00	1.00

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Documento n. <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet Pagina <b>102</b> of di <b>134</b>

Carichi	Effetto	Simbologia	A2 Statico	A2 Sismico
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.30	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri	Simbologia	M2 Statico	M2 Sismico
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.25	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.40	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_r$	1.00	1.00

Coefficiente di sicurezza richiesto

Tipo calcolo	Simbolo	Statico	Sismico
Pendio naturale	$\gamma_R$	1.20	1.00
Fronte di scavo	$\gamma_R$	1.10	1.20

Impostazioni delle superfici di rottura

*Superfici di rottura circolari*

Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia	[m]	$X_0 = 231.40$	$Y_0 = 212.00$
Passo maglia	[m]	$dX = 3.00$	$dY = 3.00$
Numero passi		$N_x = 45$	$N_y = 38$
Raggio	[m]	$R = 8.00$	

Si utilizza un raggio variabile con passo  $dR=4.00$  [m] ed un numero di incrementi pari a 20

Opzioni di calcolo

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo:

- JANBU

Le superfici sono state analizzate solo in condizioni **statiche**.


Le superfici sono state analizzate per i casi:

- Pendio naturale [PC] - Parametri caratteristici
- Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso e verso l'alto)

Analisi condotta in termini di **tensioni efficaci**

Presenza di falda

Condizioni di esclusione

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet <i>Pagina</i> <b>103</b> of di <b>134</b>

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a	1.00	m
- freccia inferiore a	0.50	m
- volume inferiore a	2.00	mc
- pendenza media della superficie inferiore a	1.00	[%]

## Risultati analisi

Numero di superfici analizzate	10131
Coefficiente di sicurezza minimo	1.756
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

## Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS <sub>min</sub>	S <sub>min</sub>	FS <sub>max</sub>	S <sub>max</sub>
JANBU	10131	1.756	1	466.044	10131

## Caratteristiche delle superfici analizzate

### Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

N°	numero d'ordine della superficie cerchio
C <sub>x</sub>	ascissa x del centro [m]
C <sub>y</sub>	ordinata y del centro [m]
R	raggio del cerchio espresso in m
x <sub>v</sub>	ascissa del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m
x <sub>m</sub>	ascissa del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m
V	volume interessato dalla superficie espresso [mc]
F <sub>s</sub>	coefficiente di sicurezza
caso	caso di calcolo

### Metodo di JANBU (J)

N°	Forma	C <sub>x</sub> [m]	C <sub>y</sub> [m]	R [m]	x <sub>v</sub> [m]	x <sub>m</sub> [m]	V [mc]	F <sub>s</sub>	Caso	Sisma
1	C	315.40	281.00	68.00	298.99	349.33	167.83	1.756 (J)	[PC]	--

## Analisi della superficie critica

### Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso destra


Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Le strisce sono numerate da valle verso monte

N°	numero d'ordine della striscia
X <sub>s</sub>	ascissa sinistra della striscia espressa in m

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Document n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02 31.03.21 Sheet <i>Pagina</i> <b>104</b> of <i>di</i> <b>134</b>

$Y_{ss}$	ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m
$Y_{si}$	ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m
$X_g$	ascissa del baricentro della striscia espressa in m
$Y_g$	ordinata del baricentro della striscia espressa in m
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
$c$	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in kPa
$L$	sviluppo della base della striscia espressa in m( $L=b/\cos\alpha$ )
$u$	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kPa
$W$	peso della striscia espresso in kN
$Q$	carico applicato sulla striscia espresso in kN
$N$	sforzo normale alla base della striscia espresso in kN
$T$	sforzo tangenziale alla base della striscia espresso in kN
$U$	pressione neutra alla base della striscia espressa in kN
$E_{s1}, E_{s2}$	forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
$X_{s1}, X_{s2}$	forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
ID	Indice della superficie interessata dall'intervento

Superficie n° 1


#### Analisi della superficie 1 - valori caratteristici

Numero di strisce	21	
Coordinate del centro	$X[m]= 315.40$	$Y[m]= 281.00$
Raggio del cerchio	$R[m]= 68.00$	
Intersezione a valle con il profilo topografico	$X_v[m]= 298.99$	$Y_v[m]= 215.01$
Intersezione a monte con il profilo topografico	$X_m[m]= 349.33$	$Y_m[m]= 222.07$
Coefficiente di sicurezza	$F_s= 1.756$	

#### Geometria e caratteristiche strisce

N°	$X_s$ [m]	$Y_{ss}$ [m]	$Y_{si}$ [m]	$X_d$ [m]	$Y_{ds}$ [m]	$Y_{di}$ [m]	$X_g$ [m]	$Y_g$ [m]	$L$ [m]	$\alpha$ [°]	$\phi$ [°]	$c$ [kPa]
1	298.99	215.01	215.01	301.42	215.35	214.45	300.61	214.94	2.49	-12.91	13.00	4
2	301.42	215.35	214.45	303.85	215.69	213.99	302.76	214.87	2.47	-10.82	13.00	4
3	303.85	215.69	213.99	306.28	216.03	213.61	305.14	214.83	2.46	-8.74	13.00	4
4	306.28	216.03	213.61	308.71	216.37	213.33	307.54	214.84	2.45	-6.67	13.00	4
5	308.71	216.37	213.33	311.14	216.71	213.13	309.96	214.89	2.44	-4.62	13.00	4
6	311.14	216.71	213.13	313.57	217.05	213.02	312.38	214.98	2.43	-2.57	13.00	4
7	313.57	217.05	213.02	316.00	217.39	213.00	314.80	215.12	2.43	-0.52	13.00	4
8	316.00	217.39	213.00	318.43	217.74	213.07	317.23	215.30	2.43	1.53	13.00	4
9	318.43	217.74	213.07	320.86	218.08	213.22	319.65	215.53	2.43	3.58	13.00	4
10	320.86	218.08	213.22	323.23	218.41	213.45	322.05	215.79	2.38	5.61	13.00	4
11	323.23	218.41	213.45	325.60	218.74	213.77	324.42	216.09	2.39	7.62	13.00	4
12	325.60	218.74	213.77	327.98	219.07	214.17	326.79	216.44	2.41	9.65	13.00	4
13	327.98	219.07	214.17	330.35	219.41	214.66	329.16	216.83	2.42	11.68	13.00	4
14	330.35	219.41	214.66	332.72	219.74	215.24	331.53	217.26	2.44	13.73	13.00	4
15	332.72	219.74	215.24	335.09	220.07	215.91	333.89	217.74	2.47	15.80	13.00	4
16	335.09	220.07	215.91	337.47	220.41	216.68	336.26	218.26	2.49	17.89	13.00	4
17	337.47	220.41	216.68	339.84	220.74	217.54	338.62	218.83	2.52	20.00	13.00	4
18	339.84	220.74	217.54	342.21	221.07	218.51	340.98	219.45	2.56	22.14	13.00	4
19	342.21	221.07	218.51	344.58	221.40	219.58	343.33	220.12	2.60	24.32	13.00	4
20	344.58	221.40	219.58	346.96	221.74	220.77	345.65	220.83	2.65	26.53	13.00	4
21	346.96	221.74	220.77	349.33	222.07	222.07	347.75	221.52	2.71	28.79	13.00	4



 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet <i>Pagina</i> <b>105</b> of <b>134</b> di

### Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W [kN]	Q [kN]	N [kN]	T [kN]	U [kN]	E <sub>s</sub> [kN]	E <sub>d</sub> [kN]	X <sub>s</sub> [kN]	X <sub>d</sub> [kN]	ID
1	17.45	0.00	19.73	7.99	0.00	0.00	12.19	0.00	0.00	
2	50.54	0.00	53.83	12.43	0.00	12.19	34.51	0.00	0.00	
3	80.07	0.00	82.05	16.11	1.45	34.51	63.12	0.00	0.00	
4	106.11	0.00	91.35	17.30	17.50	63.12	92.95	0.00	0.00	
5	128.69	0.00	99.26	18.33	31.33	92.95	121.73	0.00	0.00	
6	147.87	0.00	105.85	19.18	43.03	121.73	147.56	0.00	0.00	
7	163.66	0.00	111.18	19.88	52.66	147.56	168.91	0.00	0.00	
8	176.08	0.00	115.30	20.42	60.29	168.91	184.63	0.00	0.00	
9	185.11	0.00	118.23	20.81	65.94	184.63	193.90	0.00	0.00	
10	186.24	0.00	117.17	20.56	67.95	193.90	196.27	0.00	0.00	
11	188.43	0.00	117.77	20.66	69.57	196.27	191.91	0.00	0.00	
12	187.38	0.00	117.27	20.63	69.30	191.91	180.98	0.00	0.00	
13	183.06	0.00	115.64	20.45	67.05	180.98	164.02	0.00	0.00	
14	175.38	0.00	112.87	20.12	62.75	164.02	141.89	0.00	0.00	
15	164.27	0.00	108.88	19.65	56.28	141.89	115.83	0.00	0.00	
16	149.63	0.00	103.62	19.02	47.48	115.83	87.53	0.00	0.00	
17	131.35	0.00	96.99	18.22	36.15	87.53	59.11	0.00	0.00	
18	109.27	0.00	88.89	17.23	22.07	59.11	33.24	0.00	0.00	
19	83.23	0.00	79.17	16.04	4.91	33.24	13.24	0.00	0.00	
20	53.03	0.00	52.93	12.70	0.00	13.24	0.95	0.00	0.00	
21	18.43	0.00	16.61	8.04	0.00	0.95	0.00	0.00	0.00	

### Morbuio - MC-02 – dir N-S – Post operam sismica

Progetto: Stabilizzazione pendio  
 Ditta: Consulet Servizi srl  
 Comune: MORBUIO\_N-S-POST\_SIS  
 Progettista:  
 Direttore dei Lavori:  
 Impresa:

### Dati


#### Descrizione terreno

##### Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in kN/mc
$\gamma_w$	Peso di volume saturo del terreno espresso in kN/mc
$\phi$	Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
c	Coesione 'efficace' del terreno espressa in kPa
$\phi_u$	Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
$c_u$	Coesione 'totale' del terreno espressa in kPa

n°	Descrizione	$\gamma$ [kN/mc]	$\gamma_{sat}$ [kN/mc]	$\phi'$ [°]	c' [kPa]
1	Terreno mobilitato	16.00	16.00	13.00	3.8
4	Sabbie San Donato SSD	18.00	18.00	26.00	11.0

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*  
*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Documento n. <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet Pagina <b>106</b> of di <b>134</b>

n°	Descrizione	$\gamma$ [kN/mc]	$\gamma_{sat}$ [kN/mc]	$\phi'$ [°]	$c'$ [kPa]
5	Depositi/Scarica	16.50	16.50	22.00	22.0

## Profilo del piano campagna

### Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.

Nr.	Identificativo del punto
X	Ascissa del punto del profilo espressa in m
Y	Ordinata del punto del profilo espressa in m

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	226.80
2	61.79	226.00
3	172.26	226.00
4	180.06	225.00
5	189.37	223.22
6	193.92	222.00
7	198.89	221.00
8	201.59	220.00
9	210.17	217.47
10	216.14	216.00
11	219.27	215.00
12	224.99	213.73
13	227.79	213.00
14	238.53	211.00
15	270.42	211.00
16	355.96	223.00
17	362.28	223.00
18	365.55	223.19
19	388.48	222.59
20	395.00	222.00
21	464.51	219.97

## Descrizione stratigrafia

### Simbologia e convenzioni di segno adottate

Gli strati sono descritti mediante i punti di contorno (in senso antiorario) e l'indice del terreno di cui è costituito


Strato N° 1 costituito da terreno n° 4 (Sabbie San Donato SSD)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	191.56
2	0.00	0.00
3	464.51	0.00
4	464.51	200.14
5	404.71	191.83
6	374.13	188.52
7	322.71	190.86
8	297.71	197.50
9	282.21	204.00
10	275.34	205.39
11	231.33	205.79
12	218.01	205.39
13	124.63	186.00
14	83.63	173.56

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet <i>Pagina</i> <b>107</b> of <b>134</b> <i>di</i>

n°	X	Y
	[m]	[m]
15	67.72	172.19
16	55.13	174.24

Strato N° 2 costituito da terreno n° 1 (Terreno mobilitato)

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	464.51	214.97
2	464.51	219.97
3	395.00	222.00
4	388.48	222.59
5	365.55	223.19
6	362.28	223.00
7	355.96	223.00
8	270.42	211.00
9	238.53	211.00
10	227.79	213.00
11	224.99	213.73
12	219.27	215.00
13	216.14	216.00
14	210.17	217.47
15	201.59	220.00
16	198.89	221.00
17	193.92	222.00
18	189.37	223.22
19	180.06	225.00
20	172.26	226.00
21	61.79	226.00
22	0.00	226.80
23	0.00	221.80
24	61.79	221.00
25	172.26	221.00
26	180.06	220.00
27	189.37	218.22
28	193.92	217.00
29	198.89	216.00
30	201.59	215.00
31	210.17	212.47
32	216.14	211.00
33	219.27	210.00
34	224.99	208.73
35	227.79	208.00
36	238.53	206.00
37	270.42	206.00
38	273.72	206.62
39	279.44	208.00
40	320.86	213.00
41	355.96	218.00
42	365.55	218.19
43	388.48	217.59
44	395.00	217.00

Strato N° 3 costituito da terreno n° 5 (Depositi/Dis Scarica)

Coordinate dei vertici dello strato n° 3

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	464.51	200.14
2	464.51	214.97
3	395.00	217.00
4	388.48	217.59

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*



ENGINEERING AND  
CONSTRUCTION

**MINIERA SANTA BARBARA  
PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE**

**LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA**

Document  
Documento n.

**PBSMA21352**

REV. 02 31.03.21

Sheet  
Pagina **108** of  
di **134**

n°	X [m]	Y [m]
5	365.55	218.19
6	355.96	218.00
7	320.86	213.00
8	279.44	208.00
9	273.72	206.62
10	270.42	206.00
11	238.53	206.00
12	227.79	208.00
13	224.99	208.73
14	219.27	210.00
15	216.14	211.00
16	210.17	212.47
17	201.59	215.00
18	198.89	216.00
19	193.92	217.00
20	189.37	218.22
21	180.06	220.00
22	172.26	221.00
23	61.79	221.00
24	0.00	221.80
25	0.00	191.56
26	55.13	174.24
27	67.72	172.19
28	83.63	173.56
29	124.63	186.00
30	218.01	205.39
31	231.33	205.79
32	275.34	205.39
33	282.21	204.00
34	297.71	197.50
35	322.71	190.86
36	374.13	188.52
37	404.71	191.83


Descrizione falda

*Livello di falda*

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	224.80
2	61.79	224.00
3	172.26	224.00
4	180.06	223.00
5	189.37	221.22
6	193.92	220.00
7	198.89	219.00
8	201.59	218.00
9	210.17	215.47
10	216.14	214.00
11	219.27	213.00
12	224.99	211.73
13	227.79	211.00
14	238.53	209.00
15	270.42	209.00
16	355.96	221.00
17	362.28	221.00
18	365.55	221.19
19	388.48	220.59
20	395.00	220.00
21	464.51	217.97

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Document o n. <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet Pagina <b>109</b> of di <b>134</b>

### Dati zona sismica

	Simbolo	U.M.	SLV	SLD
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]	1.226	0.000
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]	0.125	0.000
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.396	0.000
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	T c*		0.350	0.000
T ipodi sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss	D	1.800	1.800
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St	T 1	1.000	1.000
Coefficiente riduzione pendio naturale	$\beta_s$		0.240	0.240
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale			0.50	0.50

### Pendio naturale

	Simbolo	SLV	SLD
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (per cento)	$k_h=(a_g/g*\beta_s*St*S)$	5.40	0.00
Coefficiente di intensità sismica verticale (per cento)	$k_v=0.50 * k_h$	2.70	0.00

### Dati normativa

#### Normativa :

#### **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 - D.M. 17/01/2018**

#### Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto	Simbologia	A2 Statico	A2 Sismico
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.30	1.00


#### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri	Simbologia	M2 Statico	M2 Sismico
T angentedell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1.25	1.00
Coazione efficace	$\gamma_c$	1.25	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.40	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_v$	1.00	1.00

#### Coefficiente di sicurezza richiesto

Tipo calcolo	Simbolo	Statico	Sismico
Pendio naturale	$\gamma_R$	1.20	1.00
Fronte di scavo	$\gamma_R$	1.10	1.20



 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet    111    of    134 <i>Pagina    di</i>

## Caratteristiche delle superfici analizzate

### *Simbologia adottata*

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

N°	numero d'ordine della superficie cerchio
C <sub>x</sub>	ascissa x del centro [m]
C <sub>y</sub>	ordinata y del centro [m]
R	raggio del cerchio espresso in m
x <sub>v</sub>	ascissa del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m
x <sub>m</sub>	ascissa del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m
V	volume interessato dalla superficie espresso [mc]
F <sub>s</sub>	coefficiente di sicurezza
caso	caso di calcolo

### Metodo di JANBU (J)

N°	Forma	C <sub>x</sub> [m]	C <sub>y</sub> [m]	R [m]	x <sub>v</sub> [m]	x <sub>m</sub> [m]	V [mc]	F <sub>s</sub>	Caso	Sisma
1	C	315.40	281.00	68.00	298.99	349.33	167.83	1.250 (J)	[PC]	[SLV] H+V

## Analisi della superficie critica

### *Simbologia adottata*

Le ascisse X sono considerate positive verso destra


Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Le strisce sono numerate da valle verso monte

N°	numero d'ordine della striscia
X <sub>s</sub>	ascissa sinistra della striscia espressa in m
Y <sub>ss</sub>	ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m
Y <sub>si</sub>	ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m
X <sub>g</sub>	ascissa del baricentro della striscia espressa in m
Y <sub>g</sub>	ordinata del baricentro della striscia espressa in m
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(positivo antiorario)
φ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in kPa
L	sviluppo della base della striscia espressa in m(L=b/cosα)
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kPa
W	peso della striscia espresso in kN
Q	carico applicato sulla striscia espresso in kN
N	sforzo normale alla base della striscia espresso in kN
T	sforzo tangenziale alla base della striscia espresso in kN
U	pressione neutra alla base della striscia espressa in kN
E <sub>sr</sub> , E <sub>d</sub>	forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
X <sub>sr</sub> , X <sub>d</sub>	forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
ID	Indice della superficie interessata dall'intervento

### Superficie n° 1

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.  
 Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Documento n. <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet Pagina <b>112</b> of <b>134</b> di

### Analisi della superficie 1 - valori caratteristici e sisma verso l'alto

Numero di strisce	21	
Coordinate del centro	X[m]= 315.40	Y[m]= 281.00
Raggio del cerchio	R[m]= 68.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X <sub>v</sub> [m]= 298.99	Y <sub>v</sub> [m]= 215.01
Intersezione a monte con il profilo topografico	X <sub>m</sub> [m]= 349.33	Y <sub>m</sub> [m]= 222.07
Coefficiente di sicurezza	F <sub>s</sub> = 1.250	

### Geometria e caratteristiche strisce

N°	X <sub>s</sub> [m]	Y <sub>ss</sub> [m]	Y <sub>si</sub> [m]	X <sub>d</sub> [m]	Y <sub>ds</sub> [m]	Y <sub>di</sub> [m]	X <sub>q</sub> [m]	Y <sub>q</sub> [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
1	298.99	215.01	215.01	301.42	215.35	214.45	300.61	214.94	2.49	-12.91	13.00	4
2	301.42	215.35	214.45	303.85	215.69	213.99	302.76	214.87	2.47	-10.82	13.00	4
3	303.85	215.69	213.99	306.28	216.03	213.61	305.14	214.83	2.46	-8.74	13.00	4
4	306.28	216.03	213.61	308.71	216.37	213.33	307.54	214.84	2.45	-6.67	13.00	4
5	308.71	216.37	213.33	311.14	216.71	213.13	309.96	214.89	2.44	-4.62	13.00	4
6	311.14	216.71	213.13	313.57	217.05	213.02	312.38	214.98	2.43	-2.57	13.00	4
7	313.57	217.05	213.02	316.00	217.39	213.00	314.80	215.12	2.43	-0.52	13.00	4
8	316.00	217.39	213.00	318.43	217.74	213.07	317.23	215.30	2.43	1.53	13.00	4
9	318.43	217.74	213.07	320.86	218.08	213.22	319.65	215.53	2.43	3.58	13.00	4
10	320.86	218.08	213.22	323.23	218.41	213.45	322.05	215.79	2.38	5.61	13.00	4
11	323.23	218.41	213.45	325.60	218.74	213.77	324.42	216.09	2.39	7.62	13.00	4
12	325.60	218.74	213.77	327.98	219.07	214.17	326.79	216.44	2.41	9.65	13.00	4
13	327.98	219.07	214.17	330.35	219.41	214.66	329.16	216.83	2.42	11.68	13.00	4
14	330.35	219.41	214.66	332.72	219.74	215.24	331.53	217.26	2.44	13.73	13.00	4
15	332.72	219.74	215.24	335.09	220.07	215.91	333.89	217.74	2.47	15.80	13.00	4
16	335.09	220.07	215.91	337.47	220.41	216.68	336.26	218.26	2.49	17.89	13.00	4
17	337.47	220.41	216.68	339.84	220.74	217.54	338.62	218.83	2.52	20.00	13.00	4
18	339.84	220.74	217.54	342.21	221.07	218.51	340.98	219.45	2.56	22.14	13.00	4
19	342.21	221.07	218.51	344.58	221.40	219.58	343.33	220.12	2.60	24.32	13.00	4
20	344.58	221.40	219.58	346.96	221.74	220.77	345.65	220.83	2.65	26.53	13.00	4
21	346.96	221.74	220.77	349.33	222.07	222.07	347.75	221.52	2.71	28.79	13.00	4


### Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W [kN]	Q [kN]	N [kN]	T [kN]	U [kN]	E <sub>s</sub> [kN]	E <sub>d</sub> [kN]	X <sub>s</sub> [kN]	X <sub>d</sub> [kN]	ID
1	17.45	0.00	20.00	11.27	0.00	0.00	14.51	0.00	0.00	
2	50.54	0.00	53.39	17.37	0.00	14.51	38.87	0.00	0.00	
3	80.07	0.00	80.83	22.39	1.45	38.87	69.18	0.00	0.00	
4	106.11	0.00	89.24	23.91	17.50	69.18	99.61	0.00	0.00	
5	128.69	0.00	96.33	25.19	31.33	99.61	128.05	0.00	0.00	
6	147.87	0.00	102.17	26.26	43.03	128.05	152.79	0.00	0.00	
7	163.66	0.00	106.83	27.11	52.66	152.79	172.50	0.00	0.00	
8	176.08	0.00	110.35	27.76	60.29	172.50	186.19	0.00	0.00	
9	185.11	0.00	112.76	28.22	65.94	186.19	193.20	0.00	0.00	
10	186.24	0.00	111.41	27.82	67.95	193.20	193.30	0.00	0.00	
11	188.43	0.00	111.67	27.89	69.57	193.30	186.73	0.00	0.00	
12	187.38	0.00	110.92	27.79	69.30	186.73	173.82	0.00	0.00	
13	183.06	0.00	109.14	27.51	67.05	173.82	155.21	0.00	0.00	
14	175.38	0.00	106.30	27.05	62.75	155.21	131.89	0.00	0.00	
15	164.27	0.00	102.37	26.39	56.28	131.89	105.23	0.00	0.00	
16	149.63	0.00	97.27	25.54	47.48	105.23	77.00	0.00	0.00	
17	131.35	0.00	90.95	24.46	36.15	77.00	49.43	0.00	0.00	
18	109.27	0.00	83.29	23.16	22.07	49.43	25.27	0.00	0.00	
19	83.23	0.00	74.18	21.61	4.91	25.27	7.89	0.00	0.00	

This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.

Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.



 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet <i>Pagina</i> <b>113</b> of <b>134</b> <i>di</i>

N°	W [kN]	Q [kN]	N [kN]	T [kN]	U [kN]	E <sub>s</sub> [kN]	E <sub>d</sub> [kN]	X <sub>s</sub> [kN]	X <sub>d</sub> [kN]	ID
20	53.03	0.00	49.12	17.13	0.00	7.89	-1.59	0.00	0.00	
21	18.43	0.00	14.47	10.90	0.00	-1.59	0.00	0.00	0.00	

## Morbuio - MC-02 – dir S-N - Ante operam (backanalysis)

Progetto: Stabilizzazione pendio  
 Ditta: Consulet Servizi srl  
 Comune: MORBUIO\_ANTE  
 Progettista:  
 Direttore dei Lavori:  
 Impresa:

### Dati

#### Descrizione terreno

##### Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in kN/mc
$\gamma_w$	Peso di volume saturo del terreno espresso in kN/mc
$\phi$	Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
c	Coesione 'efficace' del terreno espressa in kPa
$\phi_u$	Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
$c_u$	Coesione 'totale' del terreno espressa in kPa

n°	Descrizione	$\gamma$ [kN/mc]	$\gamma_{sat}$ [kN/mc]	$\phi'$ [°]	c' [kPa]
1	Terreno mobilitato	16.00	16.00	13.00	4.7
4	Sabbie San Donato SSD	18.00	18.00	26.00	11.0
5	Depositi/Disarica	16.50	16.50	22.00	22.0

#### Profilo del piano campagna

##### Simbologia e convenzioni di segno adottate


L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.

Nr.	Identificativo del punto
X	Ascissa del punto del profilo espressa in m
Y	Ordinata del punto del profilo espressa in m

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	219.97
2	69.51	222.00
3	76.03	222.59
4	98.96	223.19
5	102.23	223.00
6	108.55	223.00
7	111.28	223.26
8	115.54	223.49

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Document n.
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	<b>PBSMA21352</b>  REV. 02    31.03.21 Sheet Pagina <b>114</b> of di <b>134</b>

n°	X [m]	Y [m]
9	119.61	223.58
10	122.64	223.74
11	125.30	224.00
12	133.34	224.00
13	134.35	223.82
14	135.74	223.13
15	136.59	222.82
16	139.15	222.00
17	140.95	221.00
18	147.00	220.00
19	152.04	218.96
20	164.59	217.80
21	174.68	216.32
22	179.67	215.00
23	185.07	213.00
24	190.79	211.62
25	194.09	211.00
26	225.98	211.00
27	236.72	213.00
28	239.52	213.73
29	245.24	215.00
30	248.37	216.00
31	254.34	217.47
32	262.92	220.00
33	265.62	221.00
34	270.59	222.00
35	275.14	223.22
36	284.45	225.00
37	292.25	226.00
38	402.72	226.00
39	464.51	226.80

### Descrizione stratigrafia

#### *Simbologia e convenzioni di segno adottate*

Gli strati sono descritti mediante i punti di contorno (in senso antiorario) e l'indice del terreno di cui è costituito

Strato N° **1** costituito da terreno n° 4 (Sabbie San Donato SSD)


Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X [m]	Y [m]
1	464.51	191.56
2	409.38	174.24
3	396.79	172.19
4	380.88	173.56
5	339.88	186.00
6	246.50	205.39
7	233.18	205.79
8	189.17	205.39
9	182.30	204.00
10	166.80	197.50
11	141.80	190.86
12	90.38	188.52
13	59.80	191.83
14	0.00	200.14
15	0.00	0.00
16	464.51	0.00

Strato N° **2** costituito da terreno n° 1 (Terreno mobilitato)


*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet <i>Pagina</i> <b>115</b> of <b>134</b> <i>di</i>

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	214.97
2	69.51	217.00
3	76.03	217.59
4	98.96	218.19
5	102.23	218.00
6	108.55	218.00
7	111.28	218.26
8	115.54	218.49
9	119.61	218.58
10	185.07	208.00
11	190.79	206.62
12	194.09	206.00
13	225.98	206.00
14	236.72	208.00
15	239.52	208.73
16	245.24	210.00
17	248.37	211.00
18	254.34	212.47
19	262.92	215.00
20	265.62	216.00
21	270.59	217.00
22	275.14	218.22
23	284.45	220.00
24	292.25	221.00
25	402.72	221.00
26	464.51	221.80
27	464.51	226.80
28	402.72	226.00
29	292.25	226.00
30	284.45	225.00
31	275.14	223.22
32	270.59	222.00
33	265.62	221.00
34	262.92	220.00
35	254.34	217.47
36	248.37	216.00
37	245.24	215.00
38	239.52	213.73
39	236.72	213.00
40	225.98	211.00
41	194.09	211.00
42	190.79	211.62
43	185.07	213.00
44	179.67	215.00
45	174.68	216.32
46	164.59	217.80
47	152.04	218.96
48	147.00	220.00
49	140.95	221.00
50	139.15	222.00
51	136.59	222.82
52	135.74	223.13
53	134.35	223.82
54	133.34	224.00
55	125.30	224.00
56	122.64	223.74
57	119.61	223.58
58	115.54	223.49
59	111.28	223.26
60	108.55	223.00
61	102.23	223.00
62	98.96	223.19
63	76.03	222.59
64	69.51	222.00
65	0.00	219.97

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet <i>Pagina</i> <b>116</b> of <b>134</b> <i>di</i>

Strato N° 3 costituito da terreno n° 5 (Deposit/Disarica)

Coordinate dei vertici dello strato n° 3

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	200.14
2	59.80	191.83
3	90.38	188.52
4	141.80	190.86
5	166.80	197.50
6	182.30	204.00
7	189.17	205.39
8	233.18	205.79
9	246.50	205.39
10	339.88	186.00
11	380.88	173.56
12	396.79	172.19
13	409.38	174.24
14	464.51	191.56
15	464.51	221.80
16	402.72	221.00
17	292.25	221.00
18	284.45	220.00
19	275.14	218.22
20	270.59	217.00
21	265.62	216.00
22	262.92	215.00
23	254.34	212.47
24	248.37	211.00
25	245.24	210.00
26	239.52	208.73
27	236.72	208.00
28	225.98	206.00
29	194.09	206.00
30	190.79	206.62
31	185.07	208.00
32	119.61	218.58
33	115.54	218.49
34	111.28	218.26
35	108.55	218.00
36	102.23	218.00
37	98.96	218.19
38	76.03	217.59
39	69.51	217.00
40	0.00	214.97


### Descrizione falda

### *Livello di falda*

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	217.97
2	69.51	220.00
3	76.03	220.59
4	98.96	221.19
5	102.23	221.00
6	108.55	221.00
7	111.28	221.26
8	115.54	221.49
9	119.61	221.58
10	122.64	221.74
11	125.30	222.00

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Document o n.  <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet Pagina <b>117</b> of di <b>134</b>

n°	X [m]	Y [m]
12	133.34	222.00
13	134.35	221.82
14	135.74	221.13
15	136.59	220.82
16	139.15	220.00
17	140.95	219.00
18	147.00	218.00
19	152.04	216.96
20	164.59	215.80
21	174.68	214.32
22	179.67	213.00
23	185.07	211.00
24	190.79	209.62
25	194.09	209.00
26	225.98	209.00
27	236.72	211.00
28	239.52	211.73
29	245.24	213.00
30	248.37	214.00
31	254.34	215.47
32	262.92	218.00
33	265.62	219.00
34	270.59	220.00
35	275.14	221.22
36	284.45	223.00
37	292.25	224.00
38	402.72	224.00
39	464.51	224.80

### Dati zona sismica

	Simbolo	U.M.	SLV	SLD	
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]	1.205	0.000	
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]	0.123	0.000	
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.400	0.000	
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	T c*		0.350	0.000	
T ipodi sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		C	1.500	0.000
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T 1	1.000	1.000
Coefficiente riduzione pendio naturale	$\beta_s$		0.240	0.000	
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale			0.50	0.50	

### Pendio naturale


	Simbolo	SLV	SLD
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (per cento)	$k_{h1}=(a_g/g*\beta_s*St*S)$	4.42	0.00
Coefficiente di intensità sismica verticale (per cento)	$k_v=0.50 * k_{h1}$	2.21	0.00

### Dati normativa

#### Normativa :

**Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 - D.M. 17/01/2018**

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.  
Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Documento n. <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet Pagina <b>118</b> of di <b>134</b>

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto	Simbologia	A2 Statico	A2 Sismico
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Ofav}$	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Osfav}$	1.30	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri	Simbologia	M2 Statico	M2 Sismico
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi}$	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.25	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.40	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1.00	1.00

Coefficiente di sicurezza richiesto

Tipo calcolo	Simbolo	Statico	Sismico
Pendio naturale	$\gamma_R$	1.20	1.00
Fronte di scavo	$\gamma_R$	1.10	1.20

Impostazioni delle superfici di rottura

### *Superfici di rottura circolari*

Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia	[m]	$X_0 = 185.40$	$Y_0 = 212.00$
Passo maglia	[m]	$dX = 3.00$	$dY = 3.00$
Numero passi		$N_x = 60$	$N_y = 38$
Raggio	[m]	$R = 8.00$	

Si utilizza un raggio variabile con passo  $dR=4.00$  [m] ed un numero di incrementi pari a 20

### Opzioni di calcolo

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo:

- JANBU


Le superfici sono state analizzate solo in condizioni **statiche**.

Le superfici sono state analizzate per i casi:

- Pendio naturale [PC] - Parametri caratteristici
- Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso e verso l'alto)

Analisi condotta in termini di **tensioni efficaci**

Presenza di falda

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Documento n. <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet Pagina <b>119</b> of di <b>134</b>

### Condizioni di esclusione

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a	1.00	m
- freccia inferiore a	0.50	m
- volume inferiore a	2.00	mc
- pendenza media della superficie inferiore a	1.00	[%]

### **Risultati analisi**

Numero di superfici analizzate	12417
Coefficiente di sicurezza minimo	1.000
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

### Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS <sub>min</sub>	S <sub>min</sub>	FS <sub>max</sub>	S <sub>max</sub>
JANBU	12417	1.000	1	-16.766	12420

### Caratteristiche delle superfici analizzate

#### *Simbologia adottata*

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

N°	numero d'ordine della superficie cerchio
C <sub>x</sub>	ascissa x del centro [m]
C <sub>y</sub>	ordinata y del centro [m]
R	raggio del cerchio espresso in m
x <sub>v</sub>	ascissa del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m
x <sub>m</sub>	ascissa del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m
V	volume interessato dalla superficie espresso [mc]
F <sub>s</sub>	coefficiente di sicurezza
caso	caso di calcolo

#### Metodo di JANBU (J)

N°	Forma	C <sub>x</sub> [m]	C <sub>y</sub> [m]	R [m]	x <sub>v</sub> [m]	x <sub>m</sub> [m]	V [mc]	F <sub>s</sub>	Caso	Sisma
1	C	251.40	245.00	32.00	242.25	274.75	109.32	1.000 (J)	[PC]	--

### Analisi della superficie critica


#### *Simbologia adottata*

Le ascisse X sono considerate positive verso destra

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet <i>Pagina</i> <b>120</b> of <b>134</b> <i>di</i>

Le strisce sono numerate da valle verso monte

N°	numero d'ordine della striscia
X <sub>s</sub>	ascissa sinistra della striscia espressa in m
Y <sub>ss</sub>	ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m
Y <sub>si</sub>	ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m
X <sub>g</sub>	ascissa del baricentro della striscia espressa in m
Y <sub>g</sub>	ordinata del baricentro della striscia espressa in m
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(positivo antiorario)
φ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in kPa
L	sviluppo della base della striscia espressa in m(L=b/cosα)
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kPa
W	peso della striscia espresso in kN
Q	carico applicato sulla striscia espresso in kN
N	sforzo normale alla base della striscia espresso in kN
T	sforzo tangenziale alla base della striscia espresso in kN
U	pressione neutra alla base della striscia espressa in kN
E <sub>st</sub> , E <sub>d</sub>	forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
X <sub>st</sub> , X <sub>d</sub>	forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
ID	Indice della superficie interessata dall'intervento

Superficie n° 1

### Analisi della superficie 1 - valori caratteristici

Numero di strisce	23	
Coordinate del centro	X[m]= 251.40	Y[m]= 245.00
Raggio del cerchio	R[m]= 32.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X <sub>v</sub> [m]= 242.25	Y <sub>v</sub> [m]= 214.34
Intersezione a monte con il profilo topografico	X <sub>m</sub> [m]= 274.75	Y <sub>m</sub> [m]= 223.11
Coefficiente di sicurezza	F <sub>s</sub> = 1.000	


### Geometria e caratteristiche strisce

N°	X <sub>s</sub> [m]	Y <sub>ss</sub> [m]	Y <sub>si</sub> [m]	X <sub>d</sub> [m]	Y <sub>ds</sub> [m]	Y <sub>di</sub> [m]	X <sub>g</sub> [m]	Y <sub>g</sub> [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
1	242.25	214.34	214.34	243.74	214.67	213.93	243.25	214.31	1.55	-15.23	13.00	5
2	243.74	214.67	213.93	245.24	215.00	213.60	244.57	214.30	1.53	-12.47	13.00	5
3	245.24	215.00	213.60	246.80	215.50	213.33	246.08	214.36	1.59	-9.68	13.00	5
4	246.80	215.50	213.33	248.37	216.00	213.14	247.62	214.50	1.58	-6.85	13.00	5
5	248.37	216.00	213.14	249.86	216.37	213.04	249.13	214.64	1.50	-4.09	13.00	5
6	249.86	216.37	213.04	251.35	216.74	213.00	250.62	214.79	1.49	-1.42	13.00	5
7	251.35	216.74	213.00	252.85	217.10	213.03	252.11	214.97	1.49	1.26	13.00	5
8	252.85	217.10	213.03	254.34	217.47	213.14	253.60	215.19	1.50	3.93	13.00	5
9	254.34	217.47	213.14	255.77	217.89	213.30	255.06	215.45	1.44	6.56	13.00	5
10	255.77	217.89	213.30	257.20	218.31	213.53	256.49	215.76	1.45	9.15	13.00	5
11	257.20	218.31	213.53	258.63	218.74	213.83	257.92	216.10	1.46	11.75	13.00	5
12	258.63	218.74	213.83	260.06	219.16	214.19	259.35	216.48	1.48	14.38	13.00	5
13	260.06	219.16	214.19	261.49	219.58	214.63	260.77	216.89	1.50	17.04	13.00	5
14	261.49	219.58	214.63	262.92	220.00	215.15	262.20	217.34	1.52	19.74	13.00	5
15	262.92	220.00	215.15	264.27	220.50	215.70	263.59	217.84	1.46	22.41	13.00	5
16	264.27	220.50	215.70	265.62	221.00	216.33	264.94	218.38	1.49	25.05	13.00	5
17	265.62	221.00	216.33	266.86	221.25	216.98	266.23	218.89	1.40	27.64	13.00	5
18	266.86	221.25	216.98	268.10	221.50	217.71	267.47	219.36	1.44	30.18	13.00	5
19	268.10	221.50	217.71	269.35	221.75	218.51	268.71	219.86	1.48	32.79	13.00	5
20	269.35	221.75	218.51	270.59	222.00	219.39	269.95	220.40	1.53	35.48	13.00	5
21	270.59	222.00	219.39	271.97	222.37	220.49	271.24	221.04	1.77	38.43	13.00	5

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*



 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Document n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet <i>Pagina</i> <b>121</b> of <b>134</b> di

N°	X <sub>s</sub> [m]	Y <sub>ss</sub> [m]	Y <sub>si</sub> [m]	X <sub>d</sub> [m]	Y <sub>ds</sub> [m]	Y <sub>di</sub> [m]	X <sub>q</sub> [m]	Y <sub>q</sub> [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
22	271.97	222.37	220.49	273.36	222.74	221.72	272.60	221.79	1.85	41.67	13.00	5
23	273.36	222.74	221.72	274.75	223.11	223.11	273.82	222.53	1.96	45.09	13.00	5

#### Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W [kN]	Q [kN]	N [kN]	T [kN]	U [kN]	E <sub>s</sub> [kN]	E <sub>d</sub> [kN]	X <sub>s</sub> [kN]	X <sub>d</sub> [kN]	ID
1	8.84	0.00	11.89	10.03	0.00	0.00	12.80	0.00	0.00	
2	25.60	0.00	29.30	13.96	0.00	12.80	32.76	0.00	0.00	
3	44.69	0.00	48.52	18.66	0.00	32.76	59.31	0.00	0.00	
4	62.91	0.00	57.94	20.78	7.92	59.31	87.79	0.00	0.00	
5	73.87	0.00	59.50	20.77	16.04	87.79	113.90	0.00	0.00	
6	84.36	0.00	62.48	21.44	22.44	113.90	137.44	0.00	0.00	
7	93.19	0.00	64.88	21.99	27.85	137.44	157.40	0.00	0.00	
8	100.35	0.00	66.73	22.44	32.31	157.40	172.99	0.00	0.00	
9	102.12	0.00	65.50	21.89	34.77	172.99	183.28	0.00	0.00	
10	107.25	0.00	66.88	22.25	38.18	183.28	188.55	0.00	0.00	
11	110.87	0.00	67.80	22.52	40.76	188.55	188.49	0.00	0.00	
12	112.92	0.00	68.26	22.70	42.49	188.49	182.97	0.00	0.00	
13	113.36	0.00	68.24	22.78	43.33	182.97	172.06	0.00	0.00	
14	112.12	0.00	67.73	22.78	43.21	172.06	156.03	0.00	0.00	
15	104.25	0.00	63.42	21.50	40.47	156.03	136.30	0.00	0.00	
16	102.22	0.00	62.85	21.51	39.93	136.30	112.28	0.00	0.00	
17	88.80	0.00	56.08	19.54	33.93	112.28	87.83	0.00	0.00	
18	80.12	0.00	53.02	19.00	28.62	87.83	63.21	0.00	0.00	
19	69.95	0.00	49.38	18.35	22.01	63.21	39.97	0.00	0.00	
20	58.16	0.00	45.05	17.57	13.85	39.97	20.09	0.00	0.00	
21	49.74	0.00	44.51	18.59	4.23	20.09	4.36	0.00	0.00	
22	32.12	0.00	29.24	15.47	0.00	4.36	-3.53	0.00	0.00	
23	11.29	0.00	5.47	10.49	0.00	-3.53	0.00	0.00	0.00	

### Morbuio - MC-02 – dir S-N - Post operam statica

Progetto: Stabilizzazione pendio  
 Ditta: Consulet Servizi srl  
 Comune: MORBUIO\_POST\_STAT\_S-N  
 Progettista:  
 Direttore dei Lavori:  
 Impresa:

### Dati

#### Descrizione terreno


##### Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in kN/mc
γ <sub>w</sub>	Peso di volume saturo del terreno espresso in kN/mc
φ	Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
c	Coesione 'efficace' del terreno espressa in kPa
φ <sub>u</sub>	Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
c <sub>u</sub>	Coesione 'totale' del terreno espressa in kPa

n°	Descrizione	γ	γ <sub>sat</sub>	φ'	c'
----	-------------	---	------------------	----	----

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Documento n.
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	<b>PBSMA21352</b>  REV. 02    31.03.21 Sheet Pagina <b>122</b> of di <b>134</b>

		[kN/mc]	[kN/mc]	[°]	[kPa]
1	Terreno mobilitato	16.00	16.00	13.00	4.7
4	Sabbie San Donato SSD	18.00	18.00	26.00	11.0
5	Depositi/Scarica	16.50	16.50	22.00	22.0

## Profilo del piano campagna

### Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.

Nr.	Identificativo del punto
X	Ascissa del punto del profilo espressa in m
Y	Ordinata del punto del profilo espressa in m

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	0.00	219.97
2	69.51	222.00
3	76.03	222.59
4	98.96	223.19
5	102.23	223.00
6	108.55	223.00
7	194.09	211.00
8	225.98	211.00
9	228.58	211.47
10	331.96	226.00
11	402.72	226.00
12	464.51	226.80

## Descrizione stratigrafia

### Simbologia e convenzioni di segno adottate

Gli strati sono descritti mediante i punti di contorno (in senso antiorario) e l'indice del terreno di cui è costituito

Strato N° 1 costituito da terreno n° 4 (Sabbie San Donato SSD)


Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X	Y
	[m]	[m]
1	464.51	191.56
2	409.38	174.24
3	396.79	172.19
4	380.88	173.56
5	339.88	186.00
6	246.50	205.39
7	233.18	205.79
8	189.17	205.39
9	182.30	204.00
10	166.80	197.50
11	141.80	190.86
12	90.38	188.52
13	59.80	191.83
14	0.00	200.14
15	0.00	0.00
16	464.51	0.00

Strato N° 2 costituito da terreno n° 1 (Terreno mobilitato)

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Documento n.
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	<b>PBSMA21352</b>  REV. 02    31.03.21 Sheet      123    of Pagina    di    134

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	214.97
2	69.51	217.00
3	76.03	217.59
4	98.96	218.19
5	108.55	218.00
6	143.65	213.00
7	185.07	208.00
8	190.79	206.62
9	194.09	206.00
10	225.98	206.00
11	236.72	208.00
12	331.96	221.00
13	402.72	221.00
14	464.51	221.80
15	464.51	226.80
16	402.72	226.00
17	331.96	226.00
18	228.58	211.47
19	225.98	211.00
20	194.09	211.00
21	108.55	223.00
22	102.23	223.00
23	98.96	223.19
24	76.03	222.59
25	69.51	222.00
26	0.00	219.97

Strato N° 3 costituito da terreno n° 5 (Deposit/Discarica)

Coordinate dei vertici dello strato n° 3

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	200.14
2	59.80	191.83
3	90.38	188.52
4	141.80	190.86
5	166.80	197.50
6	182.30	204.00
7	189.17	205.39
8	233.18	205.79
9	246.50	205.39
10	339.88	186.00
11	380.88	173.56
12	396.79	172.19
13	409.38	174.24
14	464.51	191.56
15	464.51	221.80
16	402.72	221.00
17	331.96	221.00
18	236.72	208.00
19	225.98	206.00
20	194.09	206.00
21	190.79	206.62
22	185.07	208.00
23	143.65	213.00
24	108.55	218.00
25	98.96	218.19
26	76.03	217.59
27	69.51	217.00
28	0.00	214.97


### Descrizione falda

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*





 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet <i>Pagina</i> <b>126</b> of <b>134</b> <i>di</i>

## Risultati analisi

Numero di superfici analizzate	14301
Coefficiente di sicurezza minimo	1.937
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

## Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS <sub>min</sub>	S <sub>min</sub>	FS <sub>max</sub>	S <sub>max</sub>
JANBU	14301	1.937	1	492.485	14301

## Caratteristiche delle superfici analizzate

### Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

N°	numero d'ordine della superficie cerchio
C <sub>x</sub>	ascissa x del centro [m]
C <sub>y</sub>	ordinata y del centro [m]
R	raggio del cerchio espresso in m
x <sub>v</sub>	ascissa del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m
x <sub>m</sub>	ascissa del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m
V	volume interessato dalla superficie espresso [mc]
F <sub>s</sub>	coefficiente di sicurezza
caso	caso di calcolo

### Metodo di JANBU (J)

N°	Forma	C <sub>x</sub> [m]	C <sub>y</sub> [m]	R [m]	x <sub>v</sub> [m]	x <sub>m</sub> [m]	V [mc]	F <sub>s</sub>	Caso	Sisma
1	C	297.00	293.00	76.00	280.63	332.87	170.01	1.937 (J)	[PC]	--

## Analisi della superficie critica

### Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso destra


Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Le strisce sono numerate da valle verso monte

N°	numero d'ordine della striscia
X <sub>s</sub>	ascissa sinistra della striscia espressa in m
Y <sub>ss</sub>	ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m
Y <sub>si</sub>	ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m
X <sub>g</sub>	ascissa del baricentro della striscia espressa in m
Y <sub>g</sub>	ordinata del baricentro della striscia espressa in m
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(positivo antiorario)
φ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in kPa

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Document n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet <i>Pagina</i> <b>127</b> of <b>134</b> <i>di</i>

L	sviluppo della base della striscia espressa in $m(L=b/\cos\alpha)$
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kPa
W	peso della striscia espresso in kN
Q	carico applicato sulla striscia espresso in kN
N	sforzo normale alla base della striscia espresso in kN
T	sforzo tangenziale alla base della striscia espresso in kN
U	pressione neutra alla base della striscia espressa in kN
$E_s, E_d$	forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
$X_s, X_d$	forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
ID	Indice della superficie interessata dall'intervento

Superficie n° 1

### Analisi della superficie 1 - valori caratteristici

Numero di strisce	21	
Coordinate del centro	X[m]= 297.00	Y[m]= 293.00
Raggio del cerchio	R[m]= 76.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	$X_v$ [m]= 280.63	$Y_v$ [m]= 218.78
Intersezione a monte con il profilo topografico	$X_m$ [m]= 332.87	$Y_m$ [m]= 226.00
Coefficiente di sicurezza	$F_s = 1.937$	

### Geometria e caratteristiche strisce


N°	$X_s$	$Y_{ss}$	$Y_{si}$	$X_d$	$Y_{ds}$	$Y_{di}$	$X_q$	$Y_q$	L	$\alpha$	$\phi$	c
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	[kPa]
1	280.63	218.78	218.78	283.19	219.15	218.26	282.34	218.73	2.62	-11.46	13.00	5
2	283.19	219.15	218.26	285.76	219.51	217.84	284.61	218.69	2.60	-9.49	13.00	5
3	285.76	219.51	217.84	288.33	219.87	217.50	287.12	218.68	2.59	-7.53	13.00	5
4	288.33	219.87	217.50	290.89	220.23	217.25	289.66	218.71	2.58	-5.58	13.00	5
5	290.89	220.23	217.25	293.46	220.59	217.08	292.21	218.79	2.57	-3.64	13.00	5
6	293.46	220.59	217.08	296.03	220.95	217.01	294.77	218.91	2.57	-1.70	13.00	5
7	296.03	220.95	217.01	298.59	221.31	217.02	297.33	219.07	2.57	0.23	13.00	5
8	298.59	221.31	217.02	301.16	221.67	217.11	299.89	219.28	2.57	2.17	13.00	5
9	301.16	221.67	217.11	303.73	222.03	217.30	302.45	219.53	2.57	4.11	13.00	5
10	303.73	222.03	217.30	306.29	222.39	217.57	305.01	219.82	2.58	6.05	13.00	5
11	306.29	222.39	217.57	308.86	222.75	217.93	307.58	220.16	2.59	8.00	13.00	5
12	308.86	222.75	217.93	311.43	223.11	218.38	310.14	220.54	2.61	9.96	13.00	5
13	311.43	223.11	218.38	313.99	223.47	218.92	312.70	220.97	2.62	11.93	13.00	5
14	313.99	223.47	218.92	316.56	223.84	219.56	315.26	221.45	2.64	13.92	13.00	5
15	316.56	223.84	219.56	319.13	224.20	220.29	317.82	221.97	2.67	15.92	13.00	5
16	319.13	224.20	220.29	321.69	224.56	221.12	320.38	222.54	2.70	17.94	13.00	5
17	321.69	224.56	221.12	324.26	224.92	222.06	322.94	223.15	2.73	19.99	13.00	5
18	324.26	224.92	222.06	326.83	225.28	223.10	325.49	223.82	2.77	22.06	13.00	5
19	326.83	225.28	223.10	329.39	225.64	224.25	328.01	224.54	2.81	24.17	13.00	5
20	329.39	225.64	224.25	331.96	226.00	225.52	330.47	225.29	2.86	26.31	13.00	5
21	331.96	226.00	225.52	332.87	226.00	226.00	332.26	225.84	1.03	27.78	13.00	5

### Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W	Q	N	T	U	$E_s$	$E_d$	$X_s$	$X_d$	ID
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	18.09	0.00	20.23	8.77	0.00	0.00	12.61	0.00	0.00	
2	52.39	0.00	55.27	12.90	0.00	12.61	34.44	0.00	0.00	
3	82.98	0.00	85.88	16.52	0.00	34.44	62.08	0.00	0.00	
4	109.91	0.00	98.36	17.98	13.83	62.08	90.88	0.00	0.00	
5	133.23	0.00	106.61	18.95	28.09	90.88	118.34	0.00	0.00	
6	152.96	0.00	113.49	19.76	40.13	118.34	142.66	0.00	0.00	
7	169.13	0.00	119.06	20.42	49.99	142.66	162.39	0.00	0.00	
8	181.74	0.00	123.34	20.93	57.73	162.39	176.45	0.00	0.00	
9	190.77	0.00	126.37	21.31	63.37	176.45	184.12	0.00	0.00	
10	196.22	0.00	128.14	21.54	66.89	184.12	184.98	0.00	0.00	

This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.

Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Documento n.
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	<b>PBSMA21352</b> REV. 02 31.03.21 Sheet Pagina <b>128</b> of di <b>134</b>

N°	W [kN]	Q [kN]	N [kN]	T [kN]	U [kN]	E <sub>s</sub> [kN]	E <sub>d</sub> [kN]	X <sub>s</sub> [kN]	X <sub>d</sub> [kN]	ID
11	198.04	0.00	128.67	21.63	68.27	184.98	178.98	0.00	0.00	
12	196.19	0.00	127.94	21.57	67.47	178.98	166.43	0.00	0.00	
13	190.62	0.00	125.91	21.37	64.40	166.43	148.00	0.00	0.00	
14	181.24	0.00	122.54	21.02	58.97	148.00	124.75	0.00	0.00	
15	167.96	0.00	117.78	20.51	51.03	124.75	98.17	0.00	0.00	
16	150.68	0.00	111.54	19.84	40.42	98.17	70.24	0.00	0.00	
17	129.25	0.00	103.71	18.99	26.92	70.24	43.43	0.00	0.00	
18	103.53	0.00	94.18	17.95	10.26	43.43	20.83	0.00	0.00	
19	73.34	0.00	73.39	15.57	0.00	20.83	4.99	0.00	0.00	
20	38.45	0.00	37.26	11.39	0.00	4.99	-1.32	0.00	0.00	
21	3.53	0.00	2.51	2.81	0.00	-1.32	0.00	0.00	0.00	

## Morbuio - MC-02 – dir S-N – Post operam sismica

Progetto: Stabilizzazione pendio  
Ditta: Consulet Servizi srl  
Comune: MORBUIO\_POST\_SIS\_S-N  
Progettista:  
Direttore dei Lavori:  
Impresa:

### Dati

#### Descrizione terreno

##### Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in kN/mc
$\gamma_w$	Peso di volume saturo del terreno espresso in kN/mc
$\phi$	Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
c	Coesione 'efficace' del terreno espressa in kPa
$\phi_u$	Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
$c_u$	Coesione 'totale' del terreno espressa in kPa

n°	Descrizione	$\gamma$ [kN/mc]	$\gamma_{sat}$ [kN/mc]	$\phi'$ [°]	c' [kPa]
1	Terreno mobilitato	16.00	16.00	13.00	4.7
4	Sabbie San Donato SSD	18.00	18.00	26.00	11.0
5	Depositi/Scarica	16.50	16.50	22.00	22.0

#### Profilo del piano campagna


##### Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.

Nr.	Identificativo del punto
X	Ascissa del punto del profilo espressa in m
Y	Ordinata del punto del profilo espressa in m

This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.  
Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.



 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Documento n.
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	<b>PBSMA21352</b>  REV. 02    31.03.21 Sheet Pagina <b>129</b> of di <b>134</b>

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	219.97
2	69.51	222.00
3	76.03	222.59
4	98.96	223.19
5	102.23	223.00
6	108.55	223.00
7	194.09	211.00
8	225.98	211.00
9	228.58	211.47
10	331.96	226.00
11	402.72	226.00
12	464.51	226.80

### Descrizione stratigrafia

#### *Simbologia e convenzioni di segno adottate*

Gli strati sono descritti mediante i punti di contorno (in senso antiorario) e l'indice del terreno di cui è costituito

Strato N° **1** costituito da terreno n° 4 (Sabbie San Donato SSD)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

n°	X [m]	Y [m]
1	464.51	191.56
2	409.38	174.24
3	396.79	172.19
4	380.88	173.56
5	339.88	186.00
6	246.50	205.39
7	233.18	205.79
8	189.17	205.39
9	182.30	204.00
10	166.80	197.50
11	141.80	190.86
12	90.38	188.52
13	59.80	191.83
14	0.00	200.14
15	0.00	0.00
16	464.51	0.00


Strato N° **2** costituito da terreno n° 1 (Terreno mobilitato)

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	214.97
2	69.51	217.00
3	76.03	217.59
4	98.96	218.19
5	108.55	218.00
6	143.65	213.00
7	185.07	208.00
8	190.79	206.62
9	194.09	206.00
10	225.98	206.00
11	236.72	208.00
12	331.96	221.00
13	402.72	221.00
14	464.51	221.80
15	464.51	226.80

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Documento n.
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	<b>PBSMA21352</b>  REV. 02    31.03.21 Sheet      130    of Pagina    130    di    134

n°	X [m]	Y [m]
16	402.72	226.00
17	331.96	226.00
18	228.58	211.47
19	225.98	211.00
20	194.09	211.00
21	108.55	223.00
22	102.23	223.00
23	98.96	223.19
24	76.03	222.59
25	69.51	222.00
26	0.00	219.97

Strato N° 3 costituito da terreno n° 5 (Deposit/Dis Scarica)

Coordinate dei vertici dello strato n° 3


n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	200.14
2	59.80	191.83
3	90.38	188.52
4	141.80	190.86
5	166.80	197.50
6	182.30	204.00
7	189.17	205.39
8	233.18	205.79
9	246.50	205.39
10	339.88	186.00
11	380.88	173.56
12	396.79	172.19
13	409.38	174.24
14	464.51	191.56
15	464.51	221.80
16	402.72	221.00
17	331.96	221.00
18	236.72	208.00
19	225.98	206.00
20	194.09	206.00
21	190.79	206.62
22	185.07	208.00
23	143.65	213.00
24	108.55	218.00
25	98.96	218.19
26	76.03	217.59
27	69.51	217.00
28	0.00	214.97

Descrizione falda

*Livello di falda*

n°	X [m]	Y [m]
1	0.00	217.97
2	69.51	220.00
3	76.03	220.59
4	98.96	221.19
5	102.23	221.00
6	108.55	221.00
7	194.09	209.00
8	225.98	209.00

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.  
Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Documento n. <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet Pagina <b>131</b> of di <b>134</b>

n°	X [m]	Y [m]
9	333.00	224.00
10	402.72	224.00
11	464.51	224.80

### Dati zona sismica

	Simbolo	U.M.	SLV	SLD
Accelerazione al suolo	$a_0$	[m/s <sup>2</sup> ]	1.226	0.000
Accelerazione al suolo	$a_0/g$	[%]	0.125	0.000
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.396	0.000
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	T c*		0.350	0.000
T ipodi sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		D	1.800
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T 1	1.000
Coefficiente riduzione pendio naturale	$\beta_s$		0.240	0.240
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale			0.50	0.50

### Pendio naturale

	Simbolo	SLV	SLD
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (per cento)	$k_h=(a_0/g*\beta_s*St*S)$	5.40	0.00
Coefficiente di intensità sismica verticale (per cento)	$k_v=0.50 * k_h$	2.70	0.00

### Dati normativa

#### Normativa :

#### **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 - D.M. 17/01/2018**

#### Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto	Simbologia	A2 Statico	A2 Sismico
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.30	1.00

#### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:


Parametri	Simbologia	M2 Statico	M2 Sismico
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.25	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.40	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_r$	1.00	1.00

#### Coefficiente di sicurezza richiesto

Tipo calcolo	Simbolo	Statico	Sismico
Pendio naturale	$\gamma_R$	1.20	1.00

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet <i>Pagina</i> <b>132</b> of di <b>134</b>

Tipo calcolo	Simbolo	Statico	Sismico
Fronte di scavo	$\gamma_R$	1.10	1.20

## Impostazioni delle superfici di rottura

### *Superfici di rottura circolari*

Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia	[m]	$X_0 = 186.00$	$Y_0 = 212.00$
Passo maglia	[m]	$dX = 3.00$	$dY = 3.00$
Numero passi		$N_x = 57$	$N_y = 38$
Raggio	[m]	$R = 8.00$	

Si utilizza un raggio variabile con passo  $dR=4.00$  [m] ed un numero di incrementi pari a 20

## Opzioni di calcolo

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo:

- JANBU

Le superfici sono state analizzate solo in condizioni **sismiche**.

Le superfici sono state analizzate per i casi:

- Pendio naturale [PC] - Parametri caratteristici
- Sisma orizzontale e Sisma verticale (verso il basso e verso l'alto)

Analisi condotta in termini di **tensioni efficaci**

Presenza di falda

## Condizioni di esclusione

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a	1.00	m
- freccia inferiore a	0.50	m
- volume inferiore a	2.00	mc
- pendenza media della superficie inferiore a	1.00	[%]

## **Risultati analisi**


Numero di superfici analizzate	28601
Coefficiente di sicurezza minimo	1.384
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

## Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	$FS_{min}$	$S_{min}$	$FS_{max}$	$S_{max}$
--------	---------------	------------	-----------	------------	-----------

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document <i>Documento n.</i> <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02    31.03.21 Sheet <i>Pagina</i> <b>133</b> of <b>134</b> <i>di</i>

Metodo	Nr. superfici	FS <sub>min</sub>	S <sub>min</sub>	FS <sub>max</sub>	S <sub>max</sub>
JANBU	28601	1.384	1	12.890	28601

## Caratteristiche delle superfici analizzate

### Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

N°	numero d'ordine della superficie cerchio
C <sub>x</sub>	ascissa x del centro [m]
C <sub>y</sub>	ordinata y del centro [m]
R	raggio del cerchio espresso in m
x <sub>v</sub>	ascissa del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m
x <sub>m</sub>	ascissa del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m
V	volume interessato dalla superficie espresso [mc]
F <sub>s</sub>	coefficiente di sicurezza
caso	caso di calcolo

### Metodo di JANBU (J)

N°	Forma	C <sub>x</sub> [m]	C <sub>y</sub> [m]	R [m]	x <sub>v</sub> [m]	x <sub>m</sub> [m]	V [mc]	F <sub>s</sub>	Caso	Sisma
1	C	297.00	293.00	76.00	280.63	332.87	170.01	1.384 (J)	[PC]	[SLV] H+V

## Analisi della superficie critica

### Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso destra

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Le strisce sono numerate da valle verso monte


N°	numero d'ordine della striscia
X <sub>s</sub>	ascissa sinistra della striscia espressa in m
Y <sub>ss</sub>	ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m
Y <sub>si</sub>	ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m
X <sub>g</sub>	ascissa del baricentro della striscia espressa in m
Y <sub>g</sub>	ordinata del baricentro della striscia espressa in m
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(positivo antiorario)
φ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in kPa
L	sviluppo della base della striscia espressa in m(L=b/cosα)
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kPa
W	peso della striscia espresso in kN
Q	carico applicato sulla striscia espresso in kN
N	sforzo normale alla base della striscia espresso in kN
T	sforzo tangenziale alla base della striscia espresso in kN
U	pressione neutra alla base della striscia espressa in kN
E <sub>sr</sub> , E <sub>d</sub>	forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
X <sub>sr</sub> , X <sub>d</sub>	forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
ID	Indice della superficie interessata dall'intervento

Superficie n° 1

### Analisi della superficie 1 - valori caratteristici e sisma verso l'alto

*This document is property of Enel Spa. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.*

*Questo documento è proprietà di Enel Spa. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.*

 <b>ENGINEERING AND CONSTRUCTION</b>	<b>MINIERA SANTA BARBARA</b> <b>PIANO DI RECUPERO AMBIENTALE</b>	Document Documento n.  <b>PBSMA21352</b>
	<b>LOTTO C - RELAZIONE GEOTECNICA</b>	REV. 02 31.03.21 Sheet Pagina <b>134</b> of di <b>134</b>

Numero di strisce	21	
Coordinate del centro	X[m]= 297.00	Y[m]= 293.00
Raggio del cerchio	R[m]= 76.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X <sub>v</sub> [m]= 280.63	Y <sub>v</sub> [m]= 218.78
Intersezione a monte con il profilo topografico	X <sub>m</sub> [m]= 332.87	Y <sub>m</sub> [m]= 226.00
Coefficiente di sicurezza	F <sub>s</sub> = 1.384	

#### Geometria e caratteristiche strisce

N°	X <sub>s</sub> [m]	Y <sub>ss</sub> [m]	Y <sub>si</sub> [m]	X <sub>d</sub> [m]	Y <sub>ds</sub> [m]	Y <sub>di</sub> [m]	X <sub>q</sub> [m]	Y <sub>q</sub> [m]	L [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]
1	280.63	218.78	218.78	283.19	219.15	218.26	282.34	218.73	2.62	-11.46	13.00	5
2	283.19	219.15	218.26	285.76	219.51	217.84	284.61	218.69	2.60	-9.49	13.00	5
3	285.76	219.51	217.84	288.33	219.87	217.50	287.12	218.68	2.59	-7.53	13.00	5
4	288.33	219.87	217.50	290.89	220.23	217.25	289.66	218.71	2.58	-5.58	13.00	5
5	290.89	220.23	217.25	293.46	220.59	217.08	292.21	218.79	2.57	-3.64	13.00	5
6	293.46	220.59	217.08	296.03	220.95	217.01	294.77	218.91	2.57	-1.70	13.00	5
7	296.03	220.95	217.01	298.59	221.31	217.02	297.33	219.07	2.57	0.23	13.00	5
8	298.59	221.31	217.02	301.16	221.67	217.11	299.89	219.28	2.57	2.17	13.00	5
9	301.16	221.67	217.11	303.73	222.03	217.30	302.45	219.53	2.57	4.11	13.00	5
10	303.73	222.03	217.30	306.29	222.39	217.57	305.01	219.82	2.58	6.05	13.00	5
11	306.29	222.39	217.57	308.86	222.75	217.93	307.58	220.16	2.59	8.00	13.00	5
12	308.86	222.75	217.93	311.43	223.11	218.38	310.14	220.54	2.61	9.96	13.00	5
13	311.43	223.11	218.38	313.99	223.47	218.92	312.70	220.97	2.62	11.93	13.00	5
14	313.99	223.47	218.92	316.56	223.84	219.56	315.26	221.45	2.64	13.92	13.00	5
15	316.56	223.84	219.56	319.13	224.20	220.29	317.82	221.97	2.67	15.92	13.00	5
16	319.13	224.20	220.29	321.69	224.56	221.12	320.38	222.54	2.70	17.94	13.00	5
17	321.69	224.56	221.12	324.26	224.92	222.06	322.94	223.15	2.73	19.99	13.00	5
18	324.26	224.92	222.06	326.83	225.28	223.10	325.49	223.82	2.77	22.06	13.00	5
19	326.83	225.28	223.10	329.39	225.64	224.25	328.01	224.54	2.81	24.17	13.00	5
20	329.39	225.64	224.25	331.96	226.00	225.52	330.47	225.29	2.86	26.31	13.00	5
21	331.96	226.00	225.52	332.87	226.00	226.00	332.26	225.84	1.03	27.78	13.00	5

#### Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W [kN]	Q [kN]	N [kN]	T [kN]	U [kN]	E <sub>s</sub> [kN]	E <sub>d</sub> [kN]	X <sub>s</sub> [kN]	X <sub>d</sub> [kN]	ID
1	18.09	0.00	20.45	12.30	0.00	0.00	15.14	0.00	0.00	
2	52.39	0.00	54.68	17.96	0.00	15.14	39.04	0.00	0.00	
3	82.98	0.00	84.47	22.88	0.00	39.04	68.31	0.00	0.00	
4	109.91	0.00	96.04	24.78	13.83	68.31	97.73	0.00	0.00	
5	133.23	0.00	103.46	25.99	28.09	97.73	124.82	0.00	0.00	
6	152.96	0.00	109.58	27.00	40.13	124.82	148.00	0.00	0.00	
7	169.13	0.00	114.46	27.81	49.99	148.00	166.01	0.00	0.00	
8	181.74	0.00	118.15	28.43	57.73	166.01	177.95	0.00	0.00	
9	190.77	0.00	120.66	28.86	63.37	177.95	183.26	0.00	0.00	
10	196.22	0.00	122.01	29.12	66.89	183.26	181.71	0.00	0.00	
11	198.04	0.00	122.21	29.19	68.27	181.71	173.41	0.00	0.00	
12	196.19	0.00	121.24	29.07	67.47	173.41	158.81	0.00	0.00	
13	190.62	0.00	119.09	28.77	64.40	158.81	138.74	0.00	0.00	
14	181.24	0.00	115.70	28.28	58.97	138.74	114.40	0.00	0.00	
15	167.96	0.00	111.05	27.59	51.03	114.40	87.40	0.00	0.00	
16	150.68	0.00	105.04	26.68	40.42	87.40	59.84	0.00	0.00	
17	129.25	0.00	97.61	25.56	26.92	59.84	34.31	0.00	0.00	
18	103.53	0.00	88.64	24.19	10.26	34.31	13.99	0.00	0.00	
19	73.34	0.00	68.78	21.03	0.00	13.99	1.05	0.00	0.00	
20	38.45	0.00	34.11	15.41	0.00	1.05	-2.32	0.00	0.00	
21	3.53	0.00	1.87	3.82	0.00	-2.32	0.00	0.00	0.00	