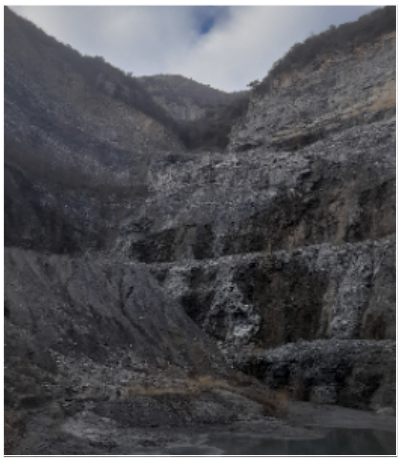
Comune di Castelbianco

Provincia di Savona



CAVA PENNAVAIRE, COMUNE DI CASTELBIANCO (SV) – ISTANZA, AI SENSI DELLA L.R. N. 12/2012 E S.M.I., FINALIZZATA ALL'AUTORIZZAZIONE DEL PROGRAMMA DI COLTIVAZIONE E ALL'ESERCIZIO DELL'ATTIVITÀ ESTRATTIVA IN CONFORMITÀ AL P.T.R.A.C. APPROVATO CON D.C.R. N. 7/2020 CON MESSA IN SICUREZZA DEI FRONTI ATTUALI

COMMITTENTE

TRE TORRI COSTRUZIONI S.R.L.S.
Via al Piemonte 19
17031 Albenga (SV)

PROGETTISTI INCARICATI:

Ing. Roberto Desalvo - StAigeS Ingegneria S.r.l.

StAigeS Ingegneria S.r.l.
Corso Italia 33/6 - 17100 Savona (SV) - email: info@staiges.com
tel. 019.80.84.30 p.iva/c.f.: 01883930094

Studio Associato di Geologia Tecnica
di Canavero & Santini
Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona
tel 019813843 - 0192051420
e-mail: geolab@studiogeolab.it
website: www.studiogeolab.it

Dott. Ing. Giovanni DE CICCO

Via F. Cascione, 74
18100 IMPERIA (IM)
P.IVA 00208900084
Tel/fax 0183/61155

Dott. Fabio Palazzo
Dottore Agronomo, Guida Alpina-maestro di alpinismo
Landscape & Mountain design & planning
Via XX Settembre 28 10A - 16121 Genova

DOTT. ING. SILVIO DE AMBROGGI
ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI SAVONA N°1830
VIA SS. GIACOMO E FILIPPO 1-B/4, 17015 CELLE LIGURE (SV)
TELEFONO: 3392121891 - E-MAIL: silvio.de.ambroggi@gmail.com

Firmato digitalmente da **SABRINA SANTINI** O = Ordine Regionale Geologi Liguria T = Geologo SerialNumber = TINIT-SNTSRN68M57I480L C = IT		Firmato digitalmente da **Alessandro Canavero** CN = Canavero Alessandro O = Ordine Regionale Geologi Liguria T = Geologo SerialNumber = TINIT-CNVLSN67H21A166W e-mail = geolab@studiogeolab.it C = IT	RELAZIONE GEOLOGICA
00	LUGLIO 2024	PRIMA EMISSIONE	
REV.	DATA	DESCRIZIONE	



REGIONE LIGURIA

PROVINCIA DI SAVONA

COMUNE DI CASTELBIANCO

Studio Associato di Geologia Tecnica
GEOLAB di Canavero & Santini
Piazza Diaz 11/5-17100 Savona (SV)
Tel./Fax. 0192051420, Tel. 019813843
e-mail: geolab@studiogeolab.it
Website: www.studiogeolab.it

COMMESSA:
014_Cava Pennavaira_2021

RICHIEDENTE:
Tre Torri Costruzioni Srls

LOCALITÁ:
Servoire

FIRMA

OGGETTO:

CAVA PENNAVAIRE COMUNE DI CASTELBIANCO
ISTANZA AI SENSI DELLA L. R. 12/2012 E SMI FINALIZZATA ALL'AUTORIZZAZIONE DEL PROGRAMMA DI COLTIVAZIONE E ALL'ESERCIZIO DELL'ATTIVITÀ ESTRATTIVA IN CONFORMITA' AL PTRAC APPROVATO CON DCR 7/2020
RELAZIONE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA, GEOTECNICA

RELAZIONE

FIRME	DATE
Geol. Sabrina Santini (O.R.G.L. n° 338)	31/07/2024
Geol. Alessandro Canavero (O.R.G.L. n° 268)	31/07/2024
VISTO: Geol. Alessandro Canavero (O.R.G.L. n° 268)	31/07/2024

RIFERIMENTI ELABORATO

FORMATO	A 4

COMMESSA	N° DOC.	TIPO	FASE	CONTEN.	VER.	REL N°
014 Cava Pennavaire 2021	1	I	C	RG	A	01

Nome file: nas\Archivio\GEOLAB\2021\014_Cava Pennavaira_2021 Rel Geologica_luglio2024

INDICE

1. SOMMARIO 3

2. OGGETTO DELL'INCARICO 3

3. PREMESSE E RIFERIMENTI ALLE N.T.C. 4

4. UBICAZIONE DEL SITO E SUA EVOLUZIONE NEL TEMPO 6

5. ANALISI DEGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE GENERALE E DEI VINCOLI 9

6. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DEL SITO 13

7. INDAGINI ESEGUITE 14

8. MODELLO GEOLOGICO DEL SITO 24

9. MODELLO GEOTECNICO E GEOMECCANICO DEL SITO 25

10. MODELLAZIONE SISMICA ED EFFETTI DI SITO 25

11. PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI E GEOMECCANICI DELLE ROCCE 29

12. STABILITA' DEL FRONTE DI COLTIVAZIONE 30

13. STABILITA' DELLE OPERE DI RECUPERO AMBIENTALE 33

14 CONCLUSIONI 34

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

1. SOMMARIO

La società Tre Torri Srl di Albenga ha avviato le procedure per l'autorizzazione del programma di coltivazione ed all'esercizio dell'attività estrattiva della Cava Pennavaire nel Comune di Castelbianco, in conformità al PTRAC approvato con DCR n° 7/2020 il cui riferimento della Scheda di progetto è la n° 03.SV.02.

La presente relazione è parte integrante del progetto di coltivazione della Cava Pennavaire ed è sviluppato in base alle normative di settore vigenti ed intende evidenziare i seguenti aspetti:

- descrizione dell'intervento;
- descrizione della componente geologica, geotecnica/geomeccanica, idrogeologica, geomorfologica;
- valutazioni sulla stabilità dei fronti di scavo;
- valutazioni sulle verifiche inerenti i terreni di abbancamento relativi al ripristino ambientale finale della Cava Pennavaire;

Il progetto di coltivazione è stato sviluppato dallo Studio STAIGES di Savona.

2. OGGETTO DELL'INCARICO

La presente relazione tratta gli aspetti geologici, geotecnici/geomeccanici relativi l'autorizzazione del programma di coltivazione ed all'esercizio dell'attività estrattiva in conformità al PTRAC approvato con DCR 7/2020, mediante l'investigazione del fronte di cava, la valutazione di massima delle verifiche di stabilità delle opere di contenimento al piede, ed affronta alcuni elementi riguardanti la sistemazione finale.

La presente relazione è stata estesa seguendo il dettato delle "Linee guida per la progettazione, gestione e risanamento ambientale delle attività estrattive a cielo aperto e in sotterraneo e opere connesse (Parte II, Appendice 1)" della DGR n° 141 del 13.02.2008.

La metodologia utilizzata al fine di sviluppare i suddetti punti è stata la seguente: disamina della documentazione esistente, relativa alla Cava Pennavaire, esecuzione del rilevamento geologico strutturale e geomeccanico di dettaglio sulle porzioni accessibili del fronte di cava e dei suoi immediati dintorni, nonché predisposizione di uno studio geologico con evidenziazione delle problematiche riscontrate e le verifiche di stabilità.

In merito a tali ultime verifiche si segnala fin d'ora, che la proposta progettuale ben descritta nell'apposita relazione redatta dal progettista sono qui condotte mediante valutazioni di massima, non essendo disponibili indagini approfondite circa la caratterizzazione dei materiali presenti in situ. Tali obiettivi sono stati raggiunti mediante l'esecuzione di:

- rilievo geologico, strutturale dell'areale;
- stazioni di rilevamento geomeccanico;
- esecuzione delle simulazioni di stabilità con software dedicato;
- analisi degli aspetti geologici, geotecnici e geomeccanici.

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it



Figura 2.1: Inquadramento dell'area d'intervento

3. PREMESSE E RIFERIMENTI ALLE N.T.C.:

Il presente lavoro è stato redatto in conformità delle Linee guida della Regione Liguria di cui al paragrafo precedente ed al dettato del D.M. 17/01/2018 e della circolare n° 7 C.S.LL.PP. del 2019: di seguito, in particolare, si pone in evidenza quanto indicato dalla normativa in merito alle finalità e ai contenuti delle verifiche di stabilità sviluppate.

D.M. 17/01/2018	**Circolare C.S. LL.PP nç 7/2019**
Paragrafo 3.2.2 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE **Categorie di sottosuolo** Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_S. I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità VS per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al § 6.2.2.	**Paragrafo C3.2.2 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE** Gli effetti della risposta sismica locale possono essere valutati con metodi semplificati oppure eseguendo specifiche analisi. I metodi semplificati possono essere adoperati solo se l'azione sismica in superficie è descritta dall'accelerazione massima o dallo spettro elastico di risposta; non possono cioè essere adoperati se l'azione sismica in superficie è descritta mediante storie temporali del moto del terreno. Nei metodi semplificati è possibile valutare gli effetti stratigrafici e topografici. In tali metodi si attribuisce il sito ad una delle categorie di sottosuolo definite nella Tabella 3.2.II delle NTC (A, B, C, D, E) e ad una delle categorie topografiche definite nella Tabella 3.2.IV delle NTC (T1, T2, T3, T4).). *(omissis)* …
	Paragrafo C6: PROGETTAZIONE GEOTECNICA. … *(omissis)* ***La caratterizzazione e modellazione geologica del sito, è propedeutica all'impostazione della progettazione geotecnica*** … *(omissis)*
Paragrafo 6.1.2: PRESCRIZIONI GENERALI. Le scelte progettuali devono tener conto delle prestazioni attese delle opere, dei caratteri geologici del sito e delle condizioni ambientali. I risultati dello studio rivolto alla caratterizzazione e modellazione geologica, dedotti da specifiche indagini, ***devono essere esposti in una specifica relazione geologica*** di cui al § 6.2.1.	

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

Paragrafo 6.2: ARTICOLAZIONE DEL PROGETTO. Il progetto delle opere e degli interventi si articola nelle seguenti fasi 1. caratterizzazione e modellazione geologica del sito; 2. scelta del tipo di opera o d'intervento e programmazione delle indagini geotecniche; 3. caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e delle rocce presenti nel volume significativo e definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo (cfr. § 3.2.2);; 4. definizione delle fasi e delle modalità costruttive; 5. verifiche della sicurezza e delle prestazioni; 6. programmazione delle attività di controllo e monitoraggio.	
Paragrafo 6.2.1: CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO Il modello geologico di riferimento è la ricostruzione concettuale della storia evolutiva dell'area di studio, attraverso la descrizione delle peculiarità genetiche dei diversi terreni presenti, delle dinamiche dei diversi termini litologici, dei rapporti di giustapposizione reciproca, delle vicende tettoniche subite e dell'azione dei diversi agenti morfogenetici. La caratterizzazione e la modellazione geologica del sito deve comprendere la ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio, descritti e sintetizzati dal modello geologico di riferimento. In funzione del tipo di opera, di intervento e della complessità del contesto geologico nel quale si inserisce l'opera, specifiche indagini saranno finalizzate alla documentata ricostruzione del modello geologico. Il modello geologico deve essere sviluppato in modo da costituire elemento di riferimento per il progettista per inquadrare i problemi geotecnici e per definire il programma delle indagini geotecniche ***La caratterizzazione e la modellazione geologica del sito devono essere esaurientemente esposte e commentate in una relazione geologica, che è parte integrante del progetto.*** Tale relazione comprende, sulla base di specifici rilievi ed indagini , la identificazione delle formazioni presenti nel sito, lo studio dei tipi litologici, della struttura del sottosuolo e dei caratteri fisici degli ammassi, definisce il modello geologico del sottosuolo, illustra e caratterizza gli aspetti stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici, nonché i conseguenti livelli delle pericolosità geologiche.	**Paragrafo C6.2.1: CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO** La relazione geologica, estesa ad un ambito significativo e modulata in relazione al livello progettuale, alle caratteristiche dell'opera e del contesto in cui questa si inserisce, descrive il modello geologico, definito sulla base di specifiche indagini e prove. Tale relazione, che comprende quanto previsto al § 6.2.1 delle NTC, tiene conto dei seguenti aspetti: - caratteristiche geologiche e successione stratigrafica locale (assetti litostrutturali e stratigrafici, stato di alterazione e fessurazione, distribuzione spaziale e rapporti trai vari corpi geologici); - caratteristiche geo-strutturali dell'area di studio e principali elementi tettonici presenti; - processi morfo evolutivi e principali fenomeni geomorfologici presenti, con particolare riferimento a quelli di frana individuandone stato e tipo di attività, di erosione e di alluvionamento; - caratteristiche idrogeologiche del sito e schema di circolazione idrica superficiale e sotterranea; - risultati dello studio sismotettonico; - assetti geologici finalizzati alla valutazione degli effetti di sito sismoindotti. La relazione geologica sarà corredata dai relativi elaborati grafici quali: carte geologiche, idrogeologiche (con eventuale schema di circolazione idrica sotterranea) e geomorfologiche, sezioni geologiche, planimetrie e profili utili a rappresentare in dettaglio aspetti significativi, schema geologico di dettaglio alla scala dell'opera, carte dei vincoli geologico-ambientali e rapporto tecnico sulle indagini pregresse ed eseguite corredate da una planimetria con la lor ubicazione. Il piano delle indagini nell'area di interesse deve essere definito ed attuato sulla base dell'inquadramento geologico della zona e dei dati che è necessario acquisire per pervenire ad una ricostruzione geologica adeguata ed utile per la caratterizzazione e la modellazione geotecnica del sottosuolo. Gli studi svolti devono condurre ad una valutazione delle pericolosità geologiche presenti e devono essere finalizzati alla definizione della compatibilità geologica con le peculiarità dell'opera da realizzare.
Paragrafo 6.3: STABILITA' DEI PENDII NATURALI In sintesi dall'esame del paragrafo si evince che il progetto delle opere e degli interventi di stabilizzazione si articola nelle seguenti fasi • caratterizzazione e modellazione geologica e geotecnica del sito; • scelta del tipo di opera o d'intervento e programmazione delle indagini geotecniche; • caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e delle rocce presenti nel volume significativo e definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo (cfr. § 6.2.2);; • definizione delle fasi e delle modalità costruttive; • verifiche della sicurezza e delle prestazioni; • programmazione delle attività di controllo e monitoraggio.	**STABILITA' DEI PENDII NATURALI C6.3.1 - PRESCRIZIONI GENERALI** Nel caso della stabilità dei pendii naturali che siano interessati da movimenti franosi, potenziali o in atto, la cui scala di riferimento sia quella del singolo pendio, vale quanto nel seguito riportato. Nello studio delle condizioni di stabilità dei pendii naturali sono presi in considerazione almeno i seguenti fattori: - le caratteristiche geologiche e gli assetti geologico-strutturali del sito; - gli assetti geomorfologici e l'evoluzione morfologica; - la sismicità dell'area e le evidenze di fenomeni di instabilità pregressi sismo-indotti; - le condizioni climatiche ed in particolare la distribuzione nel tempo degli eventi meteorici significativi; - gli assetti idrogeologici; - il regime idrico superficiale;

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

	- le caratteristiche geometriche del pendio; - le caratteristiche cinematiche della frana; - il regime delle pressioni interstiziali e delle pressioni dell'acqua nelle discontinuità eventualmente presenti; - le proprietà fisiche e meccaniche dei terreni e delle rocce costituenti il pendio e quelle che caratterizzano le discontinuità; - peso proprio e azioni applicate sul pendio.
OPERE DI MATERIALI SCIOLTI E FRONTI DI SCAVO Paragrafo 6.8.1 - PRESCRIZIONI GENERALI Il progetto di un manufatto di materiali sciolti deve tenere conto dei requisiti prestazionali richiesti e delle caratteristiche dei terreni di fondazione. Esso deve comprendere la scelta dei materiali da costruzione, sia naturali che di provenienza diversa, e la loro modalità di posa in opera. I criteri per la scelta dei materiali naturali devono essere definiti in relazione alle funzioni dell'opera, tenendo presenti i problemi di selezione, coltivazione delle cave, trasporto, trattamento e posa in opera. Per i materiali di provenienza diversa, i criteri di selezione e impiego dovranno essere definiti di volta in volta, compatibilmente con i vincoli di natura ambientale.	**OPERE DI MATERIALI SCIOLTI E FRONTI DI SCAVO Paragrafo 6.8.1 - PRESCRIZIONI GENERALI - 6.8.1.1 - RILEVATI E REINTERRI** Per i rilevati ed i rinterri a tergo di opere di sostegno sono da preferire le terre a grana media o grossa. Terre a grana fine possono essere impiegate per opere di modesta importanza e quando non sia possibile reperire materiali migliori. Si possono adoperare anche materiali ottenuti dalla frantumazione di rocce. Sono da escludere materiali con forti percentuali di sostanze organiche di qualsiasi tipo e materiali fortemente rigonfianti. Per i muri in terra armata o rinforzata i materiali da preferire sono costituiti da terre con passante ai 15 μm non superiore al 20%. Per gli elementi di rinforzo dei muri in terra armata o rinforzata è necessario effettuare verifiche locali, di rottura e di sfilamento, e verifiche nei riguardi dell'azione aggressiva dell'ambiente ed in particolare delle acque.

I contenuti del presente elaborato sono volti all'approfondimento delle conoscenze dell'area in studio al fine della determinazione le condizioni geologiche, idrogeologiche, geotecniche/geomeccaniche, geominerarie del sito, valutare le caratteristiche della stabilità dei fronti di scavo previsti, e valutazioni sulla stabilità dei materiali di riporto necessari per il raggiungimento della riqualificazione ambientale.

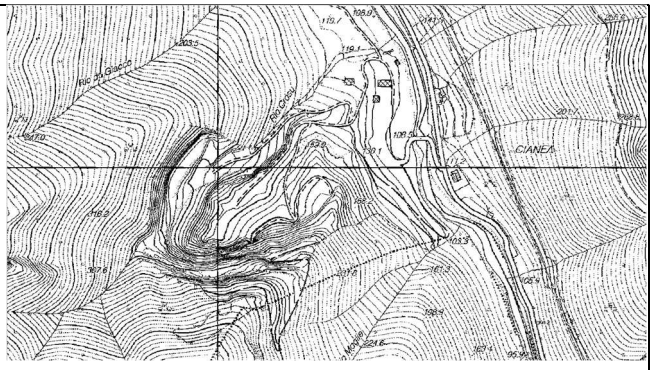
Alla luce degli elementi emersi dai rilievi svolti si ritiene di poter esporre quanto segue.

4. UBICAZIONE DEL SITO E SUA EVOLUZIONE NEL TEMPO

Il sito estrattivo Pennavaire è costituito da una cava a cielo aperto destinata all'estrazione di calcare, posta sul confine meridionale del territorio comunale di Castelbianco. L'accesso alla cava avviene tramite una pista sterrata che oltrepassa il torrente Pennavaire con un guado, a partire dalla strada provinciale S.P. n. 14 "del Pennavaire".

La cava è posta sul versante nord-est della Croce di Arnasco, ad una quota compresa tra 115 e 300 m s.l.m., in una zona scarsamente urbanizzata caratterizzata da una copertura boscata continua e da pendenze medio-alte. L'areale in narrativa è riportato cartograficamente nell'immediato seguito, e presso le seguenti coordinate, riferite all'ellissoide ED50, sistema di riferimento per la carta di pericolosità dell'INGV, e al sistema di riferimento internazionale WGS84:





Latitudine: φ_{ED50} 44,096917013216924 (°) **Longitudine:** λ_{ED50} 8,1027408469676043 (°)
Latitudine: φ_{WGS84} 44,095939083885192 (°) **Longitudine:** λ_{WGS84} 8,10168235140761 (°)

Figura 4.1 e 4.2: Ubicazione sito su ortofotocarta estratta da Google e CTR dal Geoportale Regione Liguria

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

La cava si presenta come un anfiteatro ellittico avente asse maggiore allungato in direzione SW/NW, e presenta fronti sia verso N-NW sia verso SE. Il sito non è in esercizio da alcuni anni.

I rilievi aerofotogrammetrici hanno permesso di costruire un modello tridimensionale della zona di intervento affidabile sui quali sviluppare il presente elaborato.

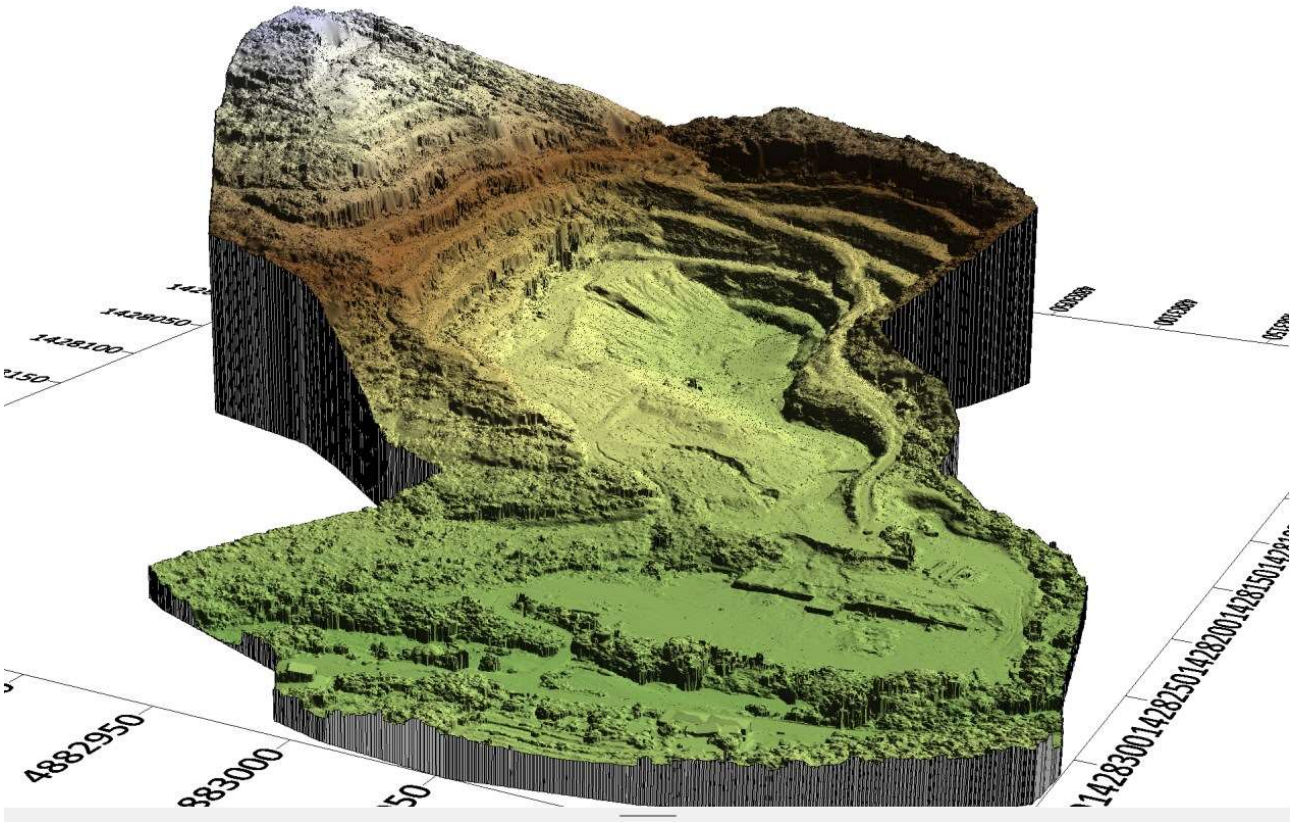


Figura 4.3: ricostruzione sito tramite modello 3d DSM

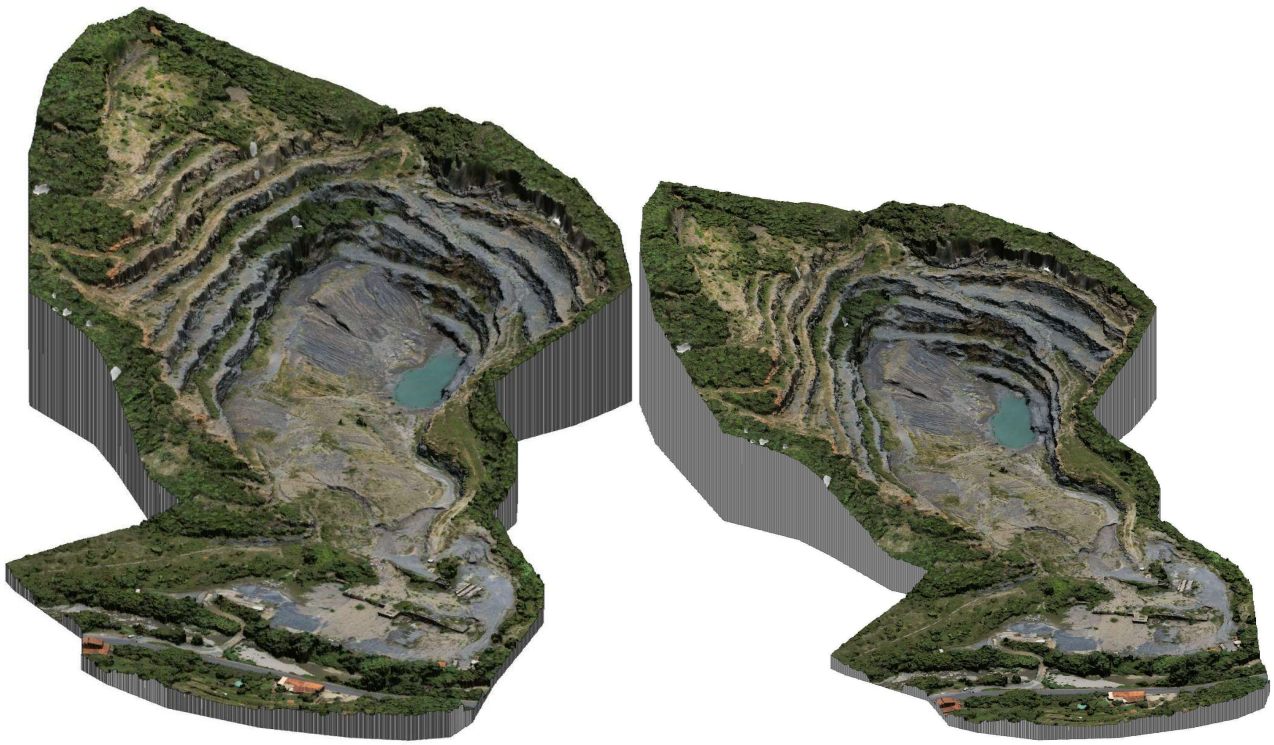


Figura 4.4 e 4.5: vista frontale sito - ortofoto su modello 3d - differenti angolazioni sull'orizzontale

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

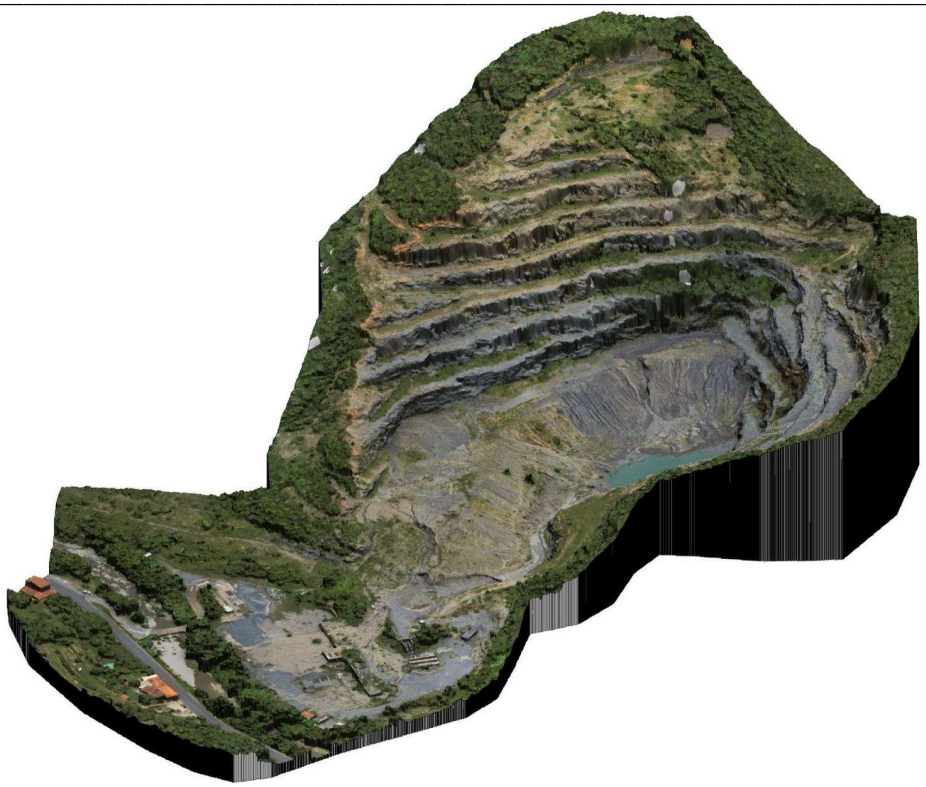


Figura 4.6: vista del fianco meridionale del sito, versante orografico destro - ortofoto su modello 3d

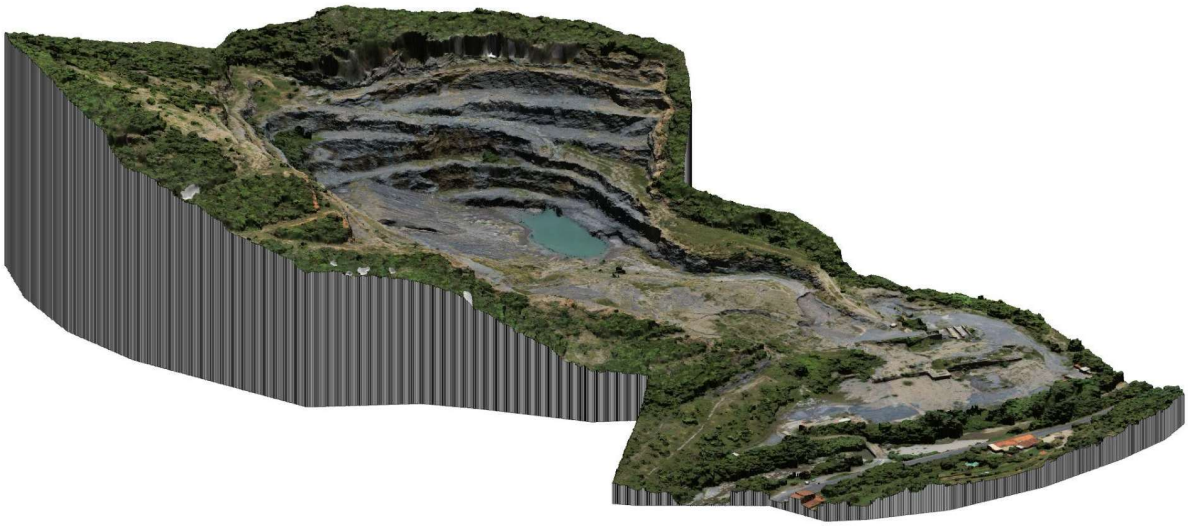


Figura 4.7: vista del fianco settentrionale del sito, versante orografico sinistro - ortofoto su modello 3d

Il sito estrattivo Pennavaire risulta attualmente censito entro il PTRAC della Regione Liguria.

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

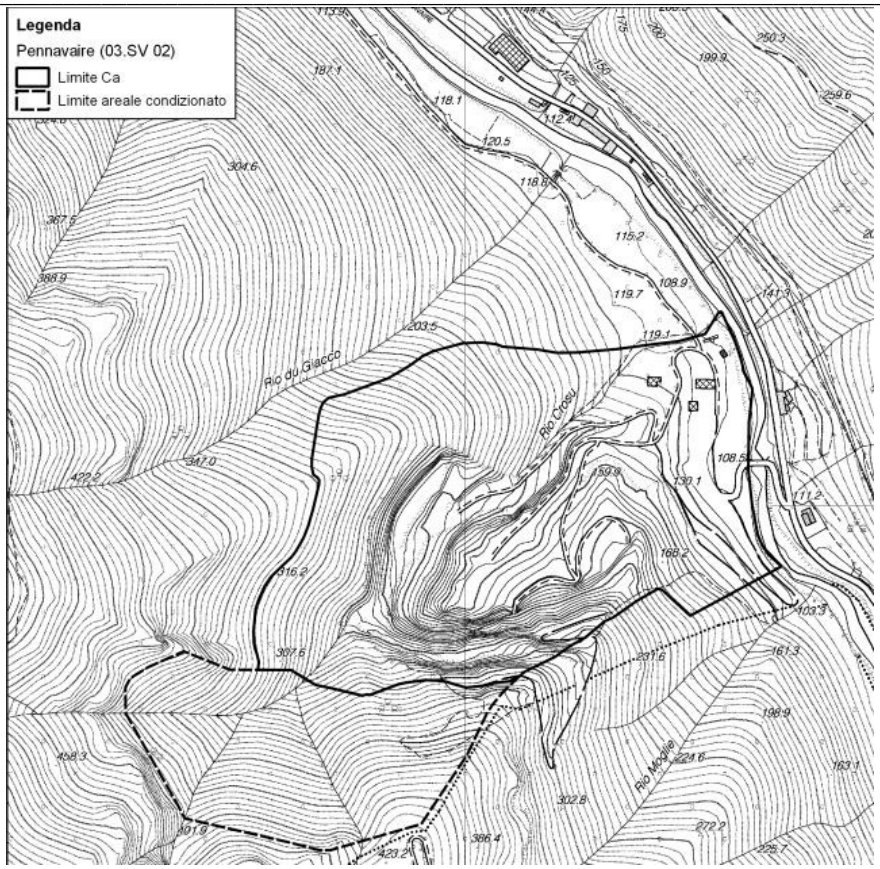


Figura 4.8: estratto PTRAC

5. ANALISI DEGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE GENERALE E DEI VINCOLI[1]

Relativamente ai contenuti dei principali elementi di pianificazione territoriale ricade nelle seguenti perimetrazioni:

- **Piano Urbanistico Comunale del Comune di Castelbianco**

All'interno delle perimetrazioni individuate dal Piano Urbanistico Comunale di Castelbianco l'area oggetto di intervento ricade nella zona Cava, disciplinata dall'art. 42 delle norme tecniche di attuazione ("Nell'eventuale realizzazione, ampliamento e coltivazione delle cave, particolare cura dovrà essere esercitata del ripristino dell'assetto vegetazionale allo scopo di ridurre al minimo l'impatto ambientale nonché l'inquinamento da polveri. Tali aree sono disciplinate e normate da specifiche leggi in materia, in particolare dalla L.R. 12 del 10/04/1979 e s.m.i. e dall'art. 89 delle N.d.A. del vigente P.T.C.P.").

[1] Documentazione reperita nel Portale Cartografico della Regione Liguria e da altri siti istituzionali.

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

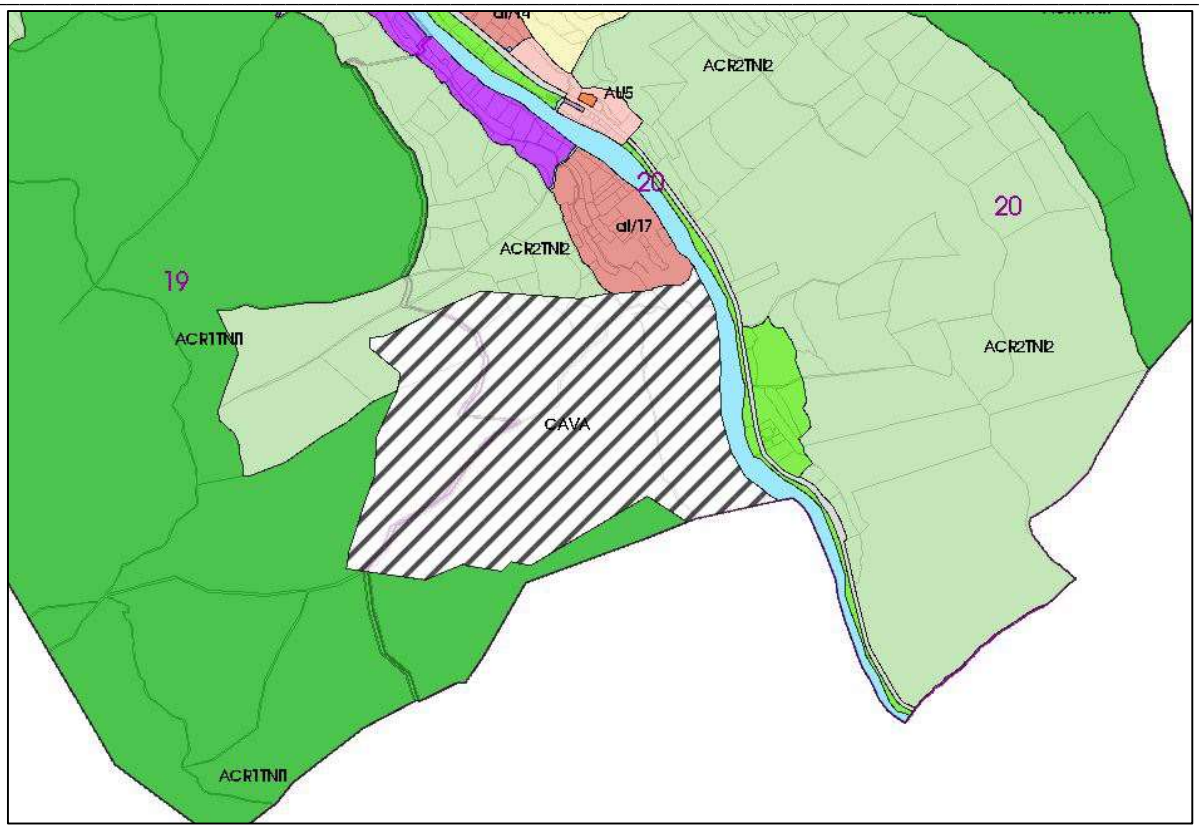


Figura 4.1: ESTRATTO PUC

- **Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico:**
  - Assetto Insediativo: **IS MO-B** Insediamenti Sparsi Modificabilità A e **ANI MA** Aree Non Insediare Mantenimento

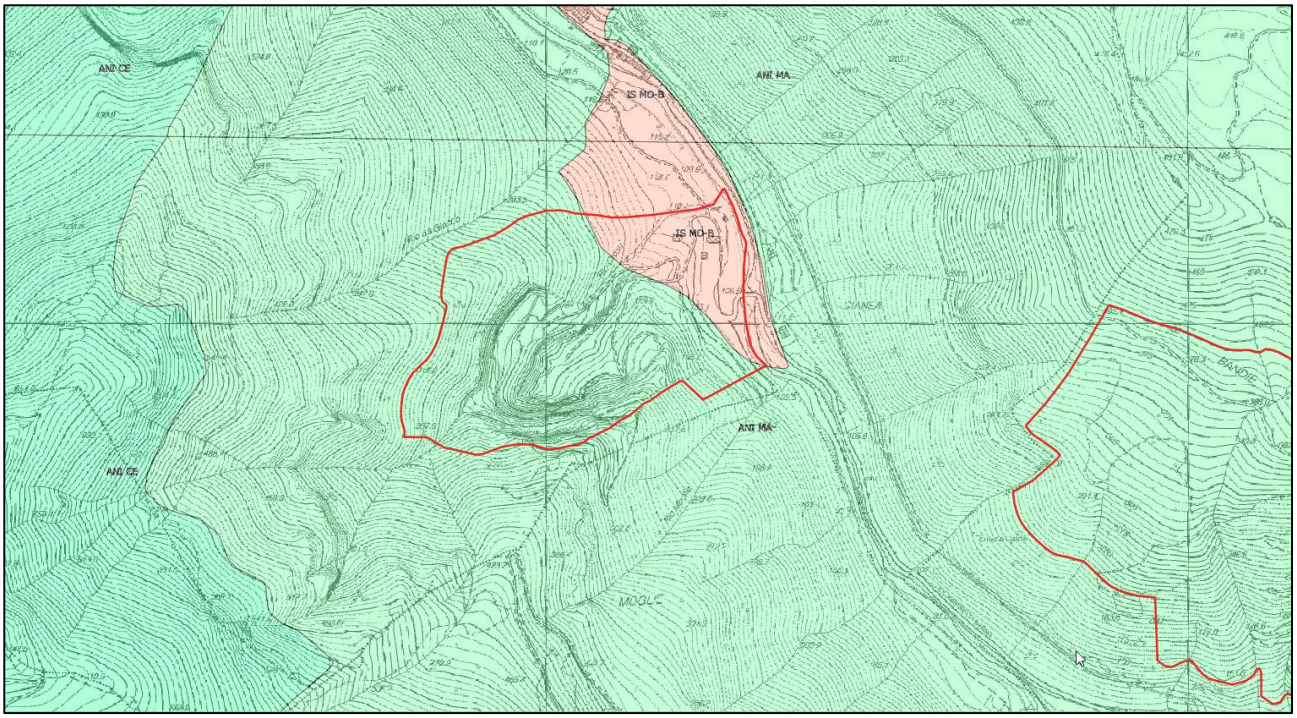


Figura 4.1: ESTRATTO DEL PTCP ASSETTO INSEDIATIVO: IS MO-B e ANI MA

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

- **VINCOLO IDROGEOLOGICO**

L'area oggetto di intervento è quasi interamente inserita entro la perimetrazione del vincolo idrogeologico.

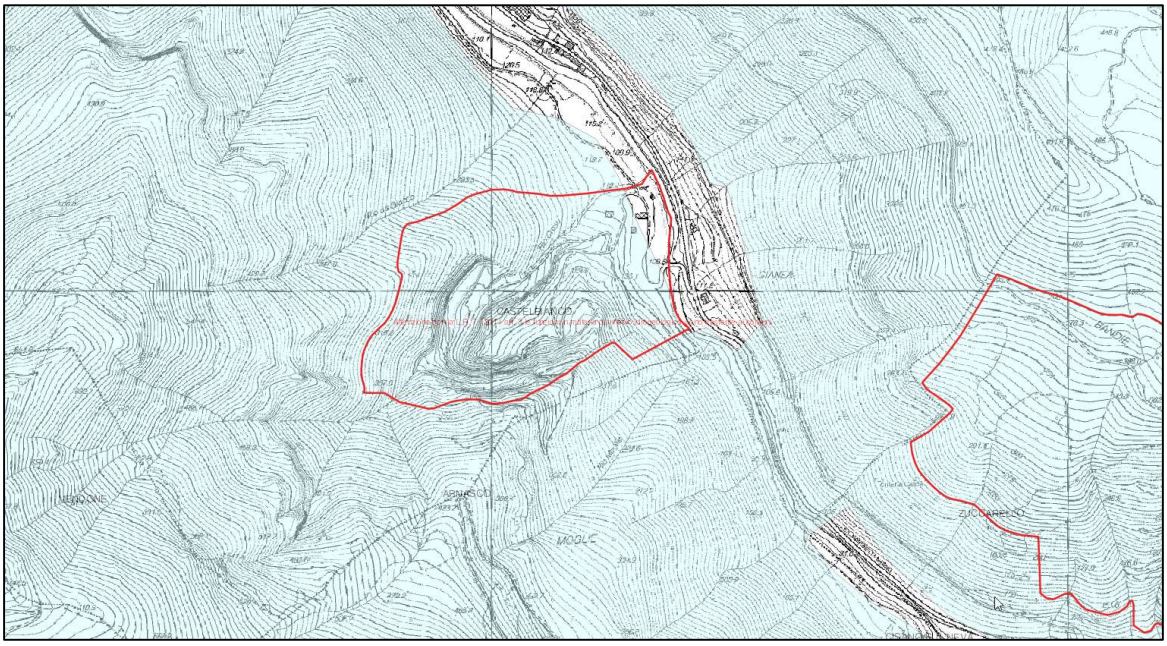


Figura 4.2: Estratto perimetrazione Vincolo Idrogeologico.

- ***Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Settentrionale.***
  - **PGRA - Mappa della Pericolosità da alluvione fluviale:** l'area di intervento risulta esterna a qualsiasi perimetrazione.
  - **Progetto di PAI "Dissesti Geomorfologici":** l'area di intervento risulta interessata dalla perimetrazione di Area speciale A - PTRAC.
- ***Regione Liguria – Piano di Bacino di Rilevo Regionale.***
  - **P.d.B. rilievo regionale – Fasce fluviali:** l'area di intervento risulta esterna a qualsiasi perimetrazione.
  - **P.d.B. rilievo regionale - Suscettività al dissesto**: l'area di intervento risulta interessata dalla perimetrazione di Area speciale seppur sui bordi sia interessata da aree Pg3b e Pg4 (seppur in totale assenza di frane).

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

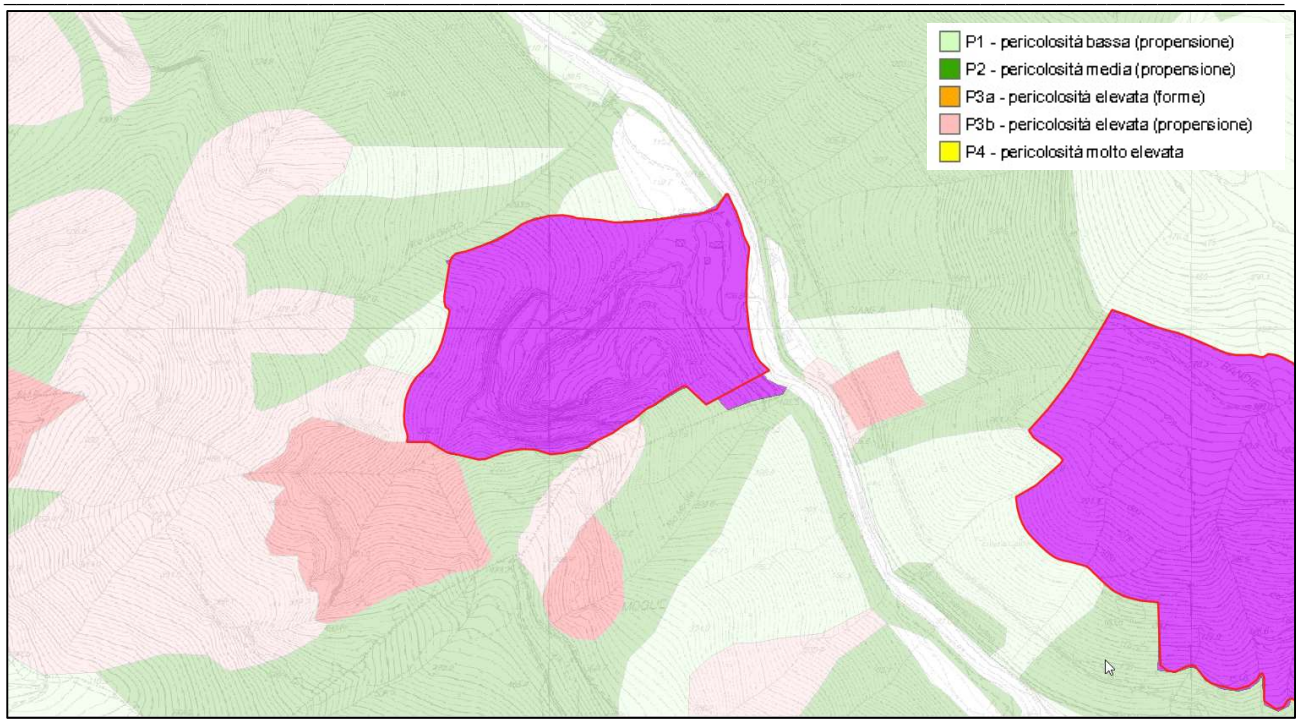
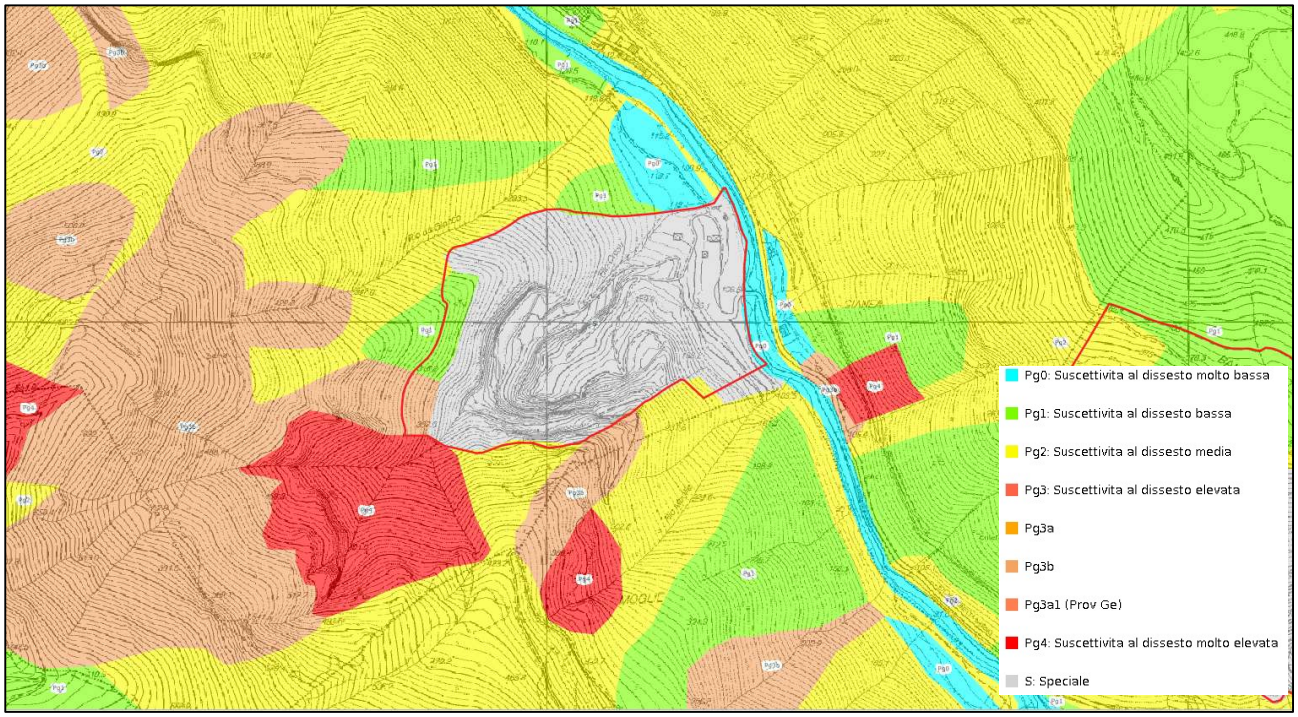


Figura 4.3: Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Settentrionale - Progetto di PAI "Dissesti Geomorfologici"



○ **Figura 4.4: P.d.B. rilievo regionale - Suscettività al dissesto**

- **Reticolo idrografico regionale**

In prossimità del sito risulta presente un tratto di reticolo idrografico, Rio Crosu e il sottostante Torrente Pennavaire (estratto da D.G.R. n.507/2019). Come meglio esposto nella relazione del progettista la configurazione attuale di tale rio non risulta coincidente con quanto riportato in tale elaborato in quanto è presente un tratto parzialmente tombinato e in progetto sono previste diverse fasi di spostamento e reinalvemento fino alla sua conformazione definitiva. In fase di progetto dovranno essere mantenute tutte le distanze previste dai vigenti strumenti di pianificazione di bacino e dal R.R. n° 3/2011 e ss.mm.ii. nonché dal R.D. n° 523/1904.

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

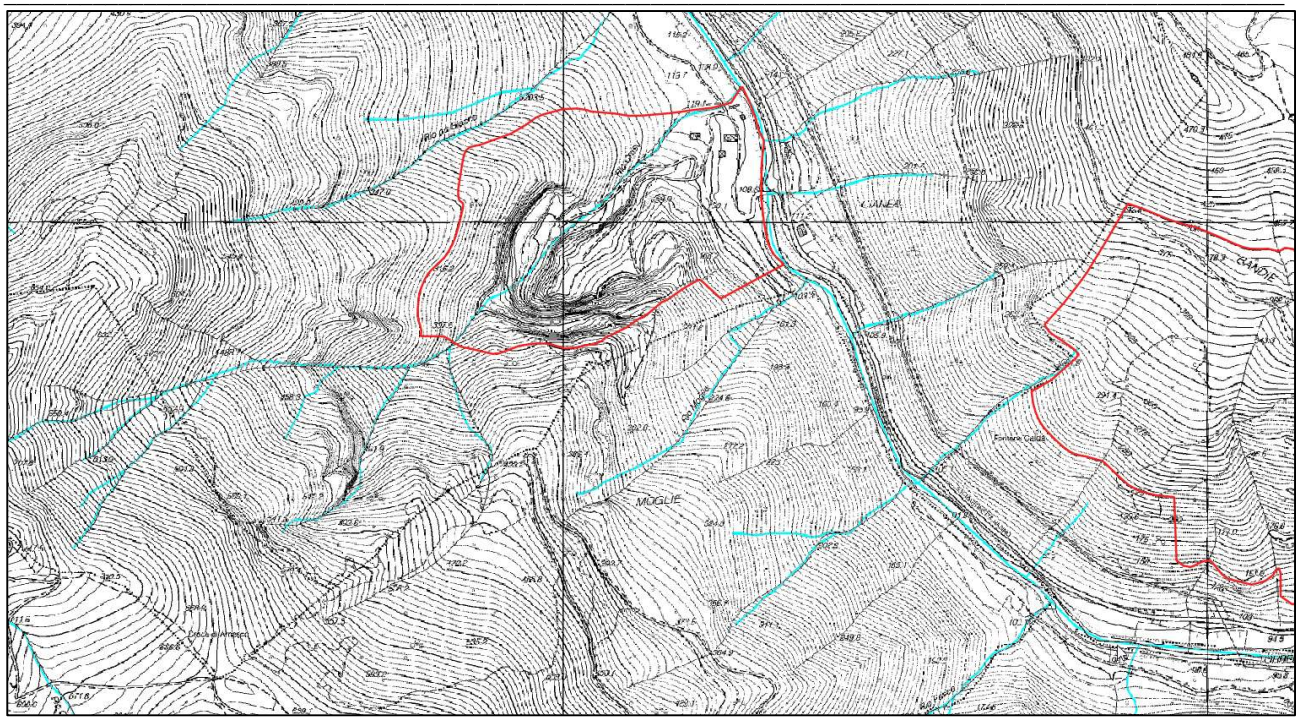


Figura 4.5: Carta del reticolo idrografico regionale DGR n.507/2019

- **Aree carsiche**

Il sito, seppur non interessato da grotte è compreso nell'area carsica SV-21 Montenero.

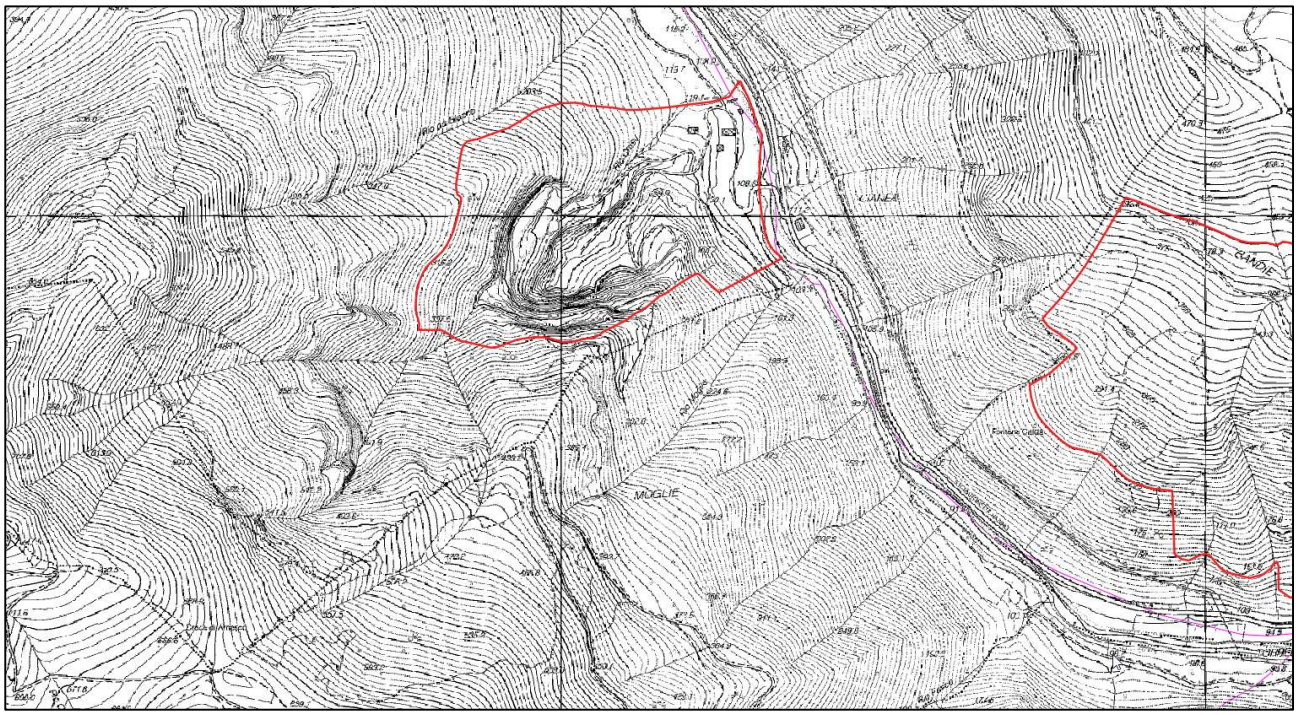


Figura 4.6: Individuazione aree carsiche

6. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

La Cava Pennavaire, come anticipato poc'anzi, si presenta globalmente esposta verso Nord/Est con fronti disposti ad anfiteatro rivolti sia verso N-NW sia verso SE; allo stato attuale il piazzale di cava risulta ubicato ad una quota di 115 metri s.l.m. dal quale si dipartono i fronti di coltivazione

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

sui quali risulta posizionato un gradone ogni 20, 25 metri sul versante meridionale già coltivato e con spaziatura irregolare sul versante settentrionale oggetto di espansione. Il progetto prevede la coltivazione del fronte, prima della ricomposizione ambientale finale, tramite una successione di gradonature con differenze di quota di 20 metri l'una dall'altra fino alla 290 m s.l.m. dalla quale si dipartirà l'ultima scarpata di coltivazione che culminerà a 310 m. s.l.m.

La cava è caratterizzata per la quasi totalità della sua estensione dai cosiddetti Calcari di Rocca Livernà, di età Liassica, a valle del piazzale di cava, nel corso del Rio Pennavaire ove quest'ultimo maggiormente si approfondisce, sono presenti affioramenti ascrivibili alla brecce di Monte Galero di età compresa tra il Dogger ed il Lias, mentre, a monte della parte orografica destra, già coltivata, è presente un limitato lembo di Calcari di Veravo di età Retica: essendo entrambi i contatti di tipo stratigrafico risulta palese che salendo di quota l'età delle formazioni ivi presenti aumenta evidenziando, pertanto, la presenza di una anticlinale ribaltata. La roccia oggetto di estrazione risulterà esclusivamente costituita da calcari grigi, in strati evidenti, quasi sempre con frequenti e potenti lenti e bande di selce chiara, porosa, a patina giallo-rossastra; talora con belemniti e locali intercalazioni di microbrecce. Strutturalmente si presenta caratterizzata da un sistema di fratture ripetitive che determinano la formazione di cunei e blocchi talora caratterizzati da ricristallizzazione in calcite, talora da diaclasi argillificate impostate su un sistema plicativo duttile a doppio asse.

In ottemperanza alla vigente normativa si è predisposta un'analisi geologica strutturale e geomeccanica sul fronte per quanto riguarda il suo complesso, che ha condotto alla:

- ricostruzione del modello geologico;
- alla caratterizzazione geomeccanica del fronte di cava integrando le risultanze dell'analisi geologica e di quella strutturale;
- l'esecuzione delle verifiche di stabilità necessarie.

7. INDAGINI ESEGUITE

Come introdotto in precedenza la caratterizzazione dell'ammasso roccioso è stata attuata utilizzando tutta la documentazione preesistente, qui integrata mediante il rilevamento geologico strutturale e geomeccanico su alcuni punti del fronte ritenuti più significativi. Su tali punti sono state rilevate le discontinuità presenti, la stratificazione gli elementi strutturali e si sono svolte le letture del Martello di Schmidt da cui si può ricavare l'ordine di grandezza della compressione monoassiale della roccia indagata. Sono altresì stati svolti numerosi test di Markland giunto su giunto, che consente di individuare l'angolo di scorrimento sull'orizzontale della roccia

CAMPAGNA DI RILEVAMENTO GEOLOGICO, STRUTTURALE E GEOMECCANICO.

L'area d'interesse, in base alla bibliografia disponibile e riscontrabile nel Foglio della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100000 n° 92-93 Albenga Savona reperibile sul sito dell'ISPRA, nonché nella Carta geologica del settore meridionale dell'Unità di Arnasco-Castelbianco sviluppata da Dellagiovanna e Seno nel 1984 risulta caratterizzata da una anticlinale ribaltata con alla base le litologie giurassiche delle Brecce di Monte Galero del Dogger-Lias, nella porzione intermedia dei Calcari di Rocca Livernà di età Liassica ed alla sommità le litologie triassiche dei Calcari di Veravo di età retica.

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

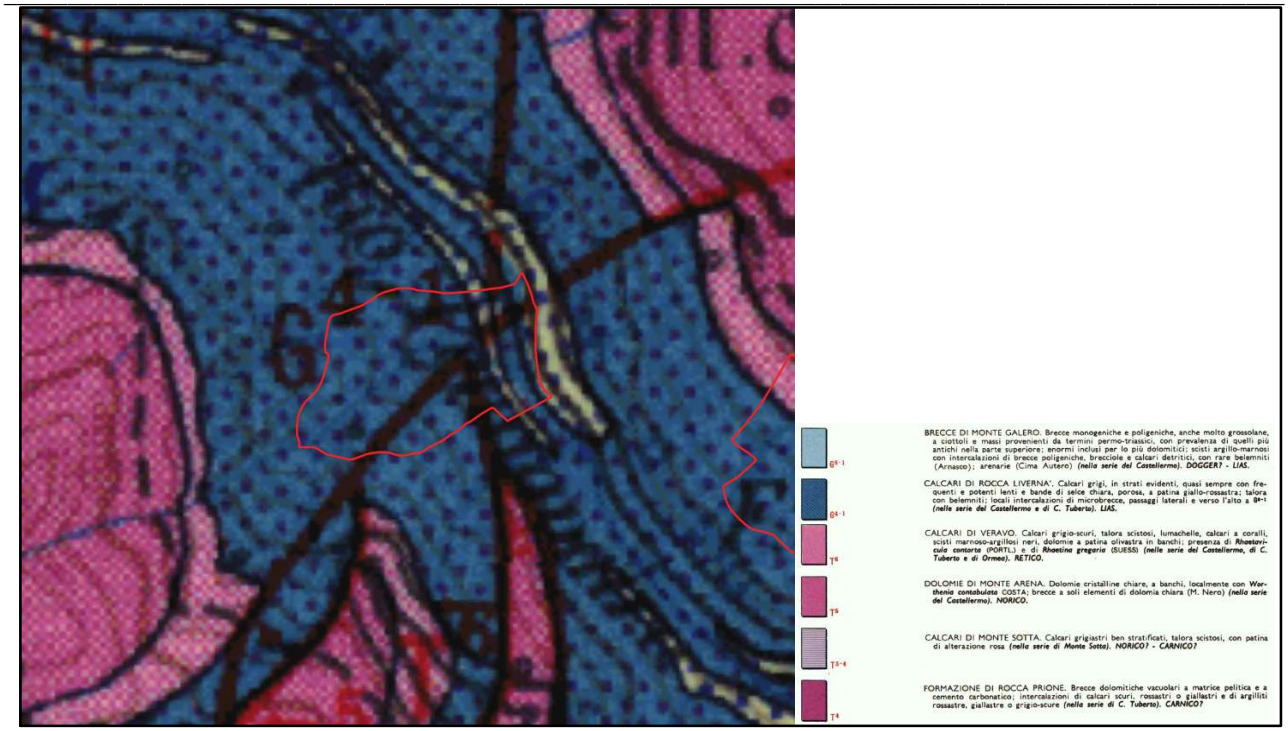


Figura 7.1: Estratto Carta Geologica Geologica d'Italia scala 1:100000 - sovrapposizione con perimetro PTRAC

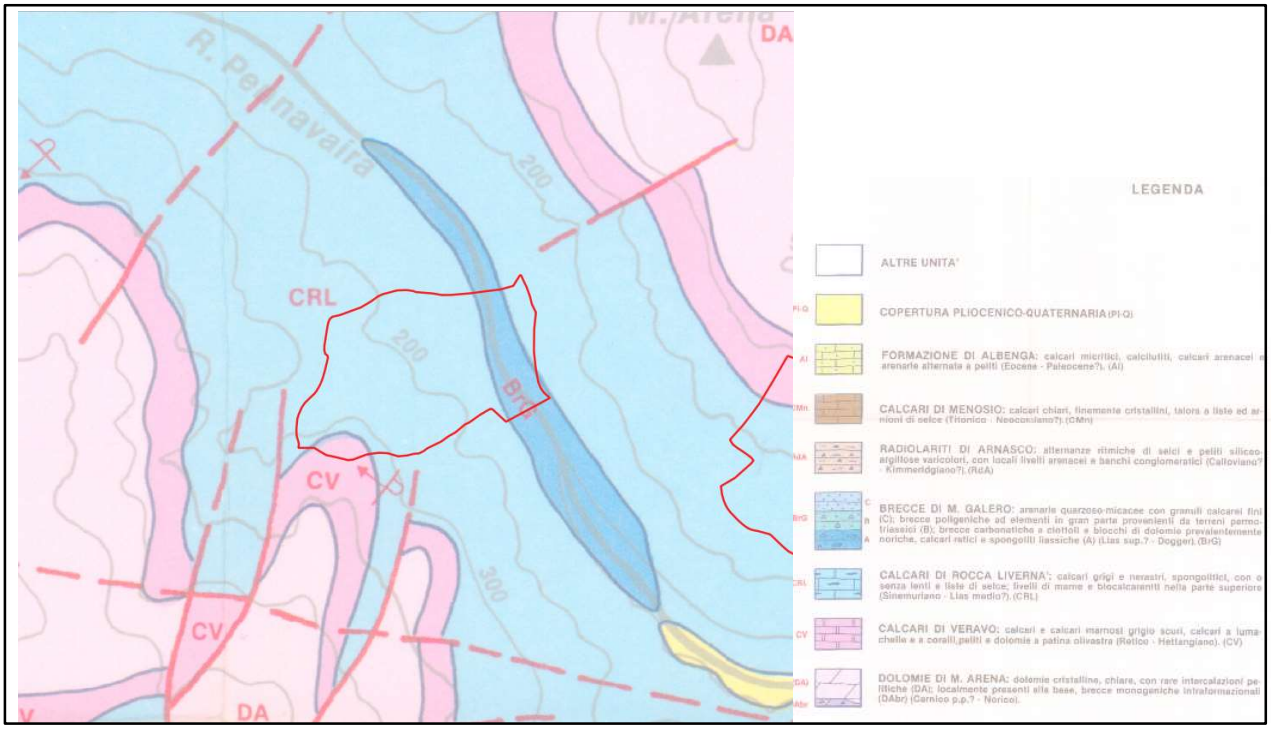


Figura 7.2: Estratto Carta geologica del settore meridionale dell'Unità di Arnasco-Castelbianco. 1984 - sovrapposizione con perimetro PTRAC

GEOLOGIA DELL'AREA DI CAVA

Per quanto concerne l'aspetto tettonico-geologico ad ampia scala, è noto che le Alpi Liguri sono formate da un insieme di unità tettoniche trasportate ed appilate verso l'esterno dell'arco

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

Alpino, successivamente dapprima retroflesse, poi coinvolte nelle deformazioni di età e direzione appenninica.

In esse sono presenti complessi rocciosi derivanti dal continente paleoeuropeo, dal suo margine in senso stretto e dall'oceano ligure-piemontese. Sinteticamente a partire dalle zone più esterne si riconoscono i seguenti domini:

- Delfinese-provenzale: rappresenta le porzioni più esterne del continente europeo interessate dall'orogenesi che ha edificato la catena alpina;
- Subbrianzonese: comprende un certo numero di unità tettoniche di copertura, derivate dalla zona di raccordo paleogeografico tra i domini delfinese e brianzonese;
- Brianzonese: rappresenta un dominio particolare, che comporta un basamento cristallino, un tegumento permocarbonifero ben sviluppato ed è caratterizzato da una copertura mesocenozoica lacunosa con successioni sempre più ridotte a partire dai settori esterni;
- Piemontese s.i.: è corrispondente al dominio del margine s.s. del continente europeo;
- Piemontese-Ligure: corrisponde al dominio oceanico, vi si collocano varie successioni ofiolitiche, caratterizzate da differenti storie deformativo-metamorfiche alpine.

Sotto il profilo geologico strutturale nella zona esaminata è presente il dominio Piemontese, qui rappresentato dalle sue unità Esterne (o dominio Prepiemontese) di margine continentale. Nello specifico rappresentate dall'Unità tettonica di Arnasco-Castelbianco.

Entrando nello specifico, le caratteristiche litologiche e strutturali delle tre litologie presenti in sito, una delle quali oggetto di escavazione e di seguito descritta.

Calcari di Rocca Livernà

Sono qui rappresentati da calcari grigio-scuri a stratificazione netta, con lenti e bande di selce chiara. Lo spessore medio degli strati è di circa 10-15 cm mentre le intercalazioni di selce hanno spessore assai variabile, ma talvolta importante.

Nella parte più superiore della cava, in particolare sul versante destro, già coltivato, i calcari divengono localmente più arenacei e più marnosi e il loro colore può sovente essere rossastro o brunastro fino a passare gradualmente ai calcari retici di Veravo.

Alla base del sito i Calcari di Rocca Livernà passano eteropicamente, verso il basso, alle Brecce di Monte Galero; livelli lentiformi di brecce, di spessore variabile, sì trovano, inoltre, localmente entro i calcari stessi nei quali sfumano lateralmente, attraverso zone a microbrecce ed a calcari fortemente arenacei.

Lo spessore dei Calcari di Rocca Livernà, nell'ambito del sito di intervento si aggira sui 200 metri.

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it



Figura 7.4: Vista cava - Calcari di Rocca Livernà.



Figura 7.5: Calcari di Rocca Livernà - dettaglio affioramenti.

Materiale di riporto per rimodellamento

Sono qui rappresentati da terreni eterogenei scuri con frammenti litoidi di dimensione variabile tra la centimetrica e la pluridecimetrica immersi in una matrice medio fine, ma tendenzialmente limosa e sono in parte chiaramente alloctoni.



Figura 7.6: Materiali di riporto per rimodellamento

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

Elementi strutturali presenti nella porzione di cava di futura coltivazione.

Un più approfondito esame degli affioramenti rocciosi esposti ed ubicati in prossimità della futura zona di estrazione ha permesso di evidenziare come la roccia, che presenta una stratificazione evidente sia pervasa da diversi sistemi di fratturazione legati a discontinuità tettoniche a carattere regionale.

Al fine di pervenire ad un corretto inquadramento degli elementi strutturali presenti in sito, sono state svolte diverse stazioni di rilevamento sul fronte interessato dalle opere in progetto (solo alcuni lembi di versante risultano ad oggi essere accessibili a causa sia del lungo abbandono sia delle passate condizioni di coltivazione) dalle quali sono emerse le peculiarità di seguito riportate.

Giaciture medie.

Le giaciture delle discontinuità che pervadono l'ammasso roccioso sono le seguenti che vengono immediatamente di seguito rappresentate per mezzo di un Diagramma equi areale di Schmidt-Lambert:

S1 225°/30° **S2 005°/85°** **S3 120°/70°** **S4 340°/40°**

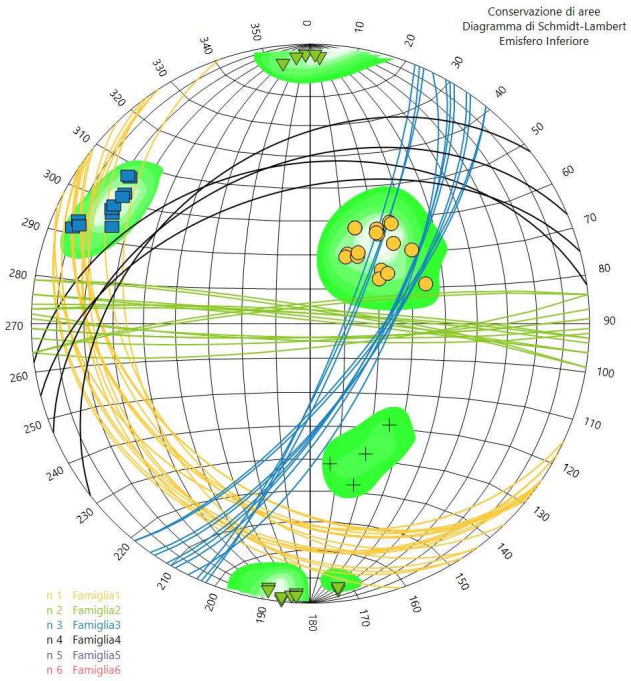


Figura 7.8: Giaciture delle discontinuità rilevate in affioramento

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it



Figura 7.9: Particolare stazione di rilevamento - Calcari di Rocca Livernà.

CAMPAGNA DI INDAGINI GEOFISICHE

Al fine di approfondire le conoscenze sul sito di intervento, ove possibile, sono state condotte delle prospezioni sismiche a rifrazione di tipo MASW in grado di indagare i terreni in maniera non distruttiva al fine di caratterizzare il sottosuolo sulla base della velocità di propagazione delle onde sismiche negli orizzonti di terreno attraversati ed utilizzando l'energia sismica che torna in superficie dopo aver percorso il sottosuolo lungo le traiettorie dei raggi rifratti.

Questo metodo è normalmente usato per localizzare superficie che separano strati caratterizzati da una diversa velocità di propagazione delle onde sismiche e si realizza con uno stendimento sismico costituito da 12, 24 o 48 geofoni allineati a distanza nota che registrano le onde sismiche generate in corrispondenza di diversi punti di energizzazione dislocati in posizione nota, oppure attraverso l'uso di un singolo geofono 3C e diversi punti di energizzazione.

- Per le energizzazioni è stata utilizzata la massa battente di 8÷10 Kg.

I profili MASW, sviluppati mediante software regolarmente licenziato WINMASW® sono stati eseguiti o in sovrapposizione alle stese sismiche a rifrazione con 24 geofoni verticali a 4.5 Hz, con acquisizioni eseguite con un tempo di campionamento di 125 µs ed una durata di acquisizione su singola battuta di 2048 ms o con stese MASW sviluppate per mezzo di attrezzatura 3C con geofono da 2 HZ. L'elaborazione delle registrazioni ha portato all'individuazione nei primi 30 metri di profondità di diverse discontinuità sismiche rappresentate graficamente nei report di elaborazione.

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

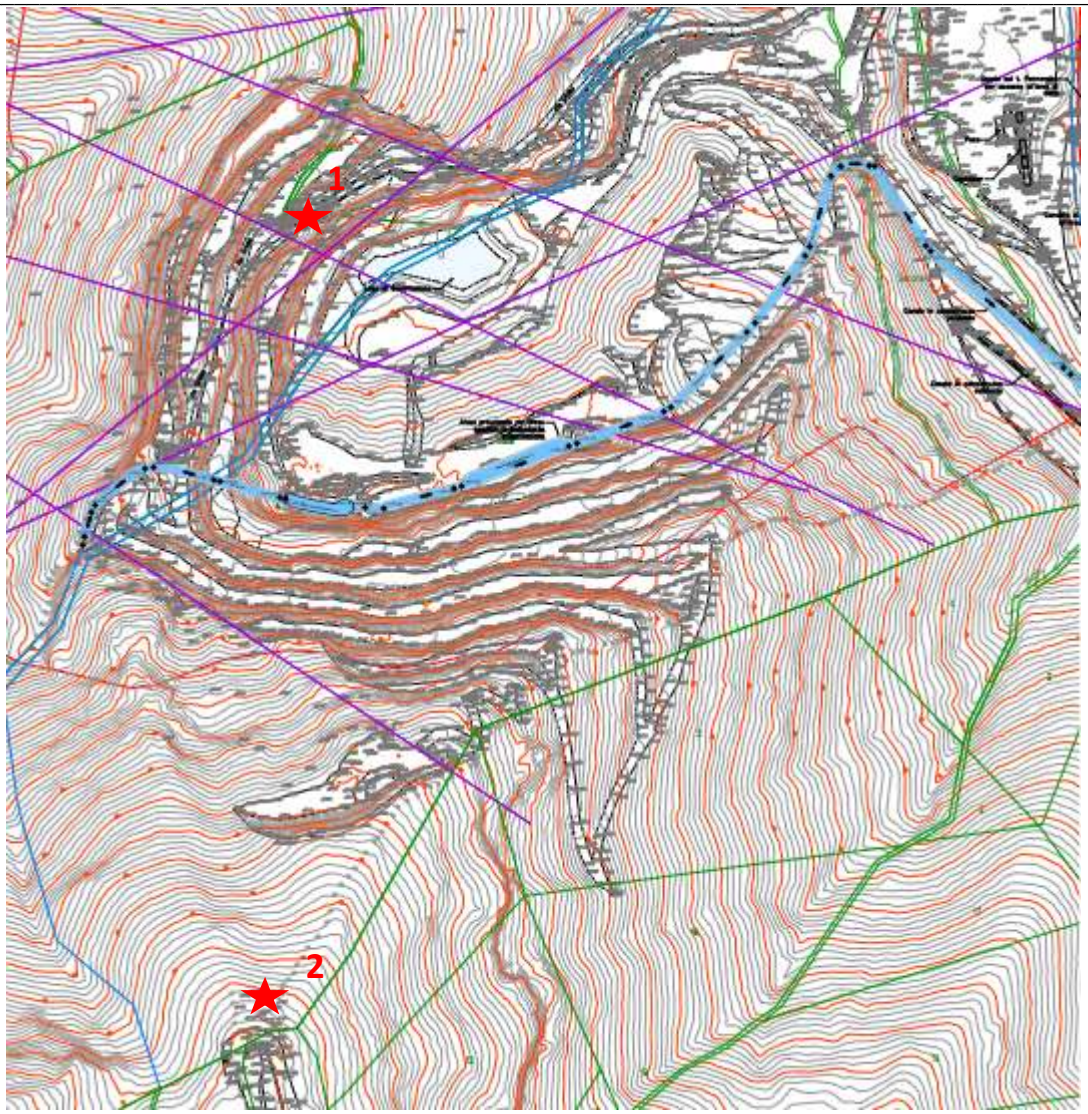


Figura 7.10: Ubicazione indagini sismiche svolte.

Profilo sismico 01

Il profilo sismico MASW è stato eseguito tramite un geofono 3C, utilizzato anche per eseguire una stazione HVSR, e l'acquisizione è stata eseguita con un tempo di campionamento di 125 µs e una durata di acquisizione su singola battuta di 2048 ms.

Lungo l'allineamento la distanza intergeofonica è stata predisposta di 2,00 ml per una lunghezza complessiva di 46,00 ml con l'utilizzo di 24 canali per l'acquisizione ed è stata realizzata una battuta, in andata, sullo stesso allineamento in offset di 5,00 metri. L'elaborazione delle registrazioni ha portato all'individuazione nei primi 30 metri di profondità di diverse discontinuità sismiche rappresentate graficamente nel seguente report di elaborazione.

Spessore (m)	VS (m/s)
0.8	80
1.3	200

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

2.0	500
20	805
100	1200
Semi-spazio	1400

Modello medio individuato (Vs30 e Vseq del modello medio dal p.c.: 599 e 200 m/s).

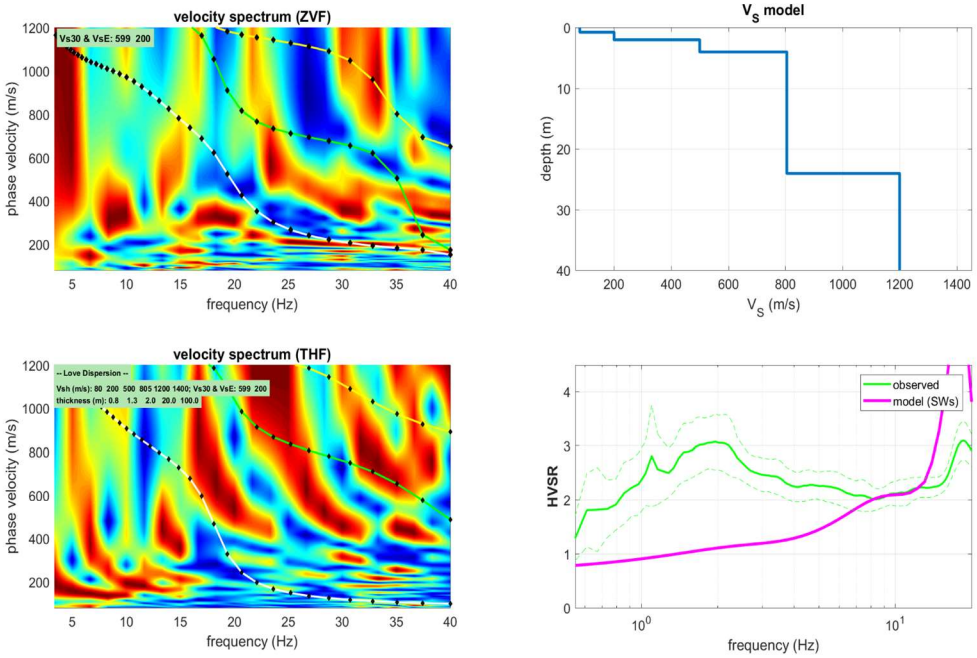


Figura 7.11: Risultati della modellazione con profilo delle onde Vs, determinazione del Vs30 e del Vseq, ottenute dall'elaborazione congiunta dell'HVSR e degli spettri di velocità di fase sia con onde di Rayleigh sia di Love – MASW.

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da dati di sismica attiva (MASW) ha consentito di determinare il profilo verticale della VS e, di conseguenza, del parametro Vs30, risultato pari a 599 m/s (considerando come riferimento il piano campagna) ed una Vs,eq di 200 m/s definita nelle NTC come;

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^{N} \frac{h_i}{V_{S,i}}} \qquad [3.2.1]$$

Dove

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da dati di sismica attiva (MASW) ha consentito di determinare il profilo verticale della VS (considerando come riferimento non il piano campagna, bensì una profondità di almeno 2 metri dal piano campagna ad oggi occupato da uno strato di regolarizzazione che verrà rimosso in fase di esecuzione della coltivazione) con una Vs maggiore di 800 m/s entro i 3 metri dal piano campagna, che permette di attribuire al sito una categoria di suolo di tipo A.

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

Profilo sismico 02

Il profilo sismico è stato eseguito con uno stendimento di 24 geofoni con interasse di 2 metri ed offset di 4 metri. L'acquisizione è stata eseguita con un tempo di campionamento di 125 µs ed una durata di acquisizione su ogni singola battuta 2048 ms e l'elaborazione effettuata tramite software tomografico dedicato ha portato alla soluzione grafica di seguito riportata.

Lungo l'allineamento distanza intergeofonica è stata predisposta di 2,00 ml per una lunghezza complessiva di 46,00 ml con l'utilizzo di 24 canali per l'acquisizione ed è stata realizzata una battuta, in andata, sullo stesso allineamento in offset di 4,00 metri. L'elaborazione delle registrazioni ha portato all'individuazione nei primi 30 metri di profondità di diverse discontinuità sismiche rappresentate graficamente nel seguente report di elaborazione.

Spessore (m)	VS (m/s)
2.2	100
0.3	400
0.5	600
50	805
50	1000
Semi-spazio	1200

Modello medio individuato (Vs30 e Vseq dal p.c. rispettivamente 525 e 127 m/s).

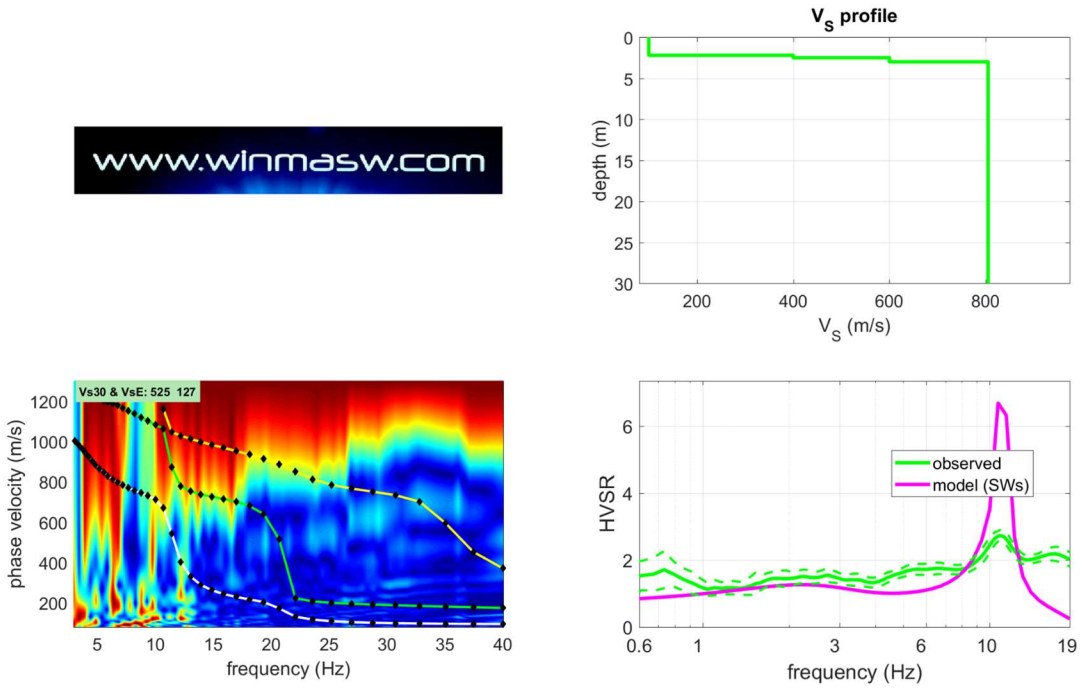


Figura 7.12: Risultati della modellazione con profilo delle onde Vs, determinazione del Vs30 e del Vseq, ottenute dall'elaborazione congiunta degli spettri di velocità di fase e di velocità di gruppo – MASW.

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da dati di sismica attiva (MASW) ha consentito di determinare il profilo verticale della VS e, di conseguenza, del parametro Vs30, risultato pari a 525

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

m/s (considerando come riferimento il piano campagna) ed una Vs,eq di 127 m/s definita nelle NTC come;

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^{N} \frac{h_i}{V_{S,i}}} \qquad [3.2.1]$$

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da dati di sismica attiva (MASW) ha consentito di determinare il profilo verticale della VS con una Vs maggiore di 800 m/s entro i 3 metri dal piano campagna, che permette di attribuire al sito una categoria di suolo di tipo A.

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI, DEI RIPORTI PRESENTI E GEOMECCANICHE DELLE ROCCE

Depositi superficiali.

Le caratteristiche tecniche medie dei depositi superficiali presenti in sito, in base all'esperienza maturata dagli Scriventi in siti limitrofi, confrontata con dati di bibliografia specializzata possono essere così assunte:

- $\gamma = 18\ KN/m^3$;
- $\phi = 21\text{-}23°$;
- $c = 10\ KPa$.

Materiali già abbancati per rimodellamento

Per i materiali già abbancati in sito la determinazione dei parametri geotecnici è avvenuta tramite back analysis sullo stato attuale allo scopo di valutare il range di variazione dei parametri geotecnici propri di tali materiali: tale operazione è stata effettuata ipotizzando, sulla sezione 1 sul versante meridionale della cava, condizioni al limite della stabilità (ipotesi conservativa in quanto i rilievi diretti svolti in sito non evidenziano nessun tipo di dissesto in atto o potenziale).

Per l'esecuzione di tale analisi sono state ipotizzate molteplici superficie in frana di seguito evidenziate.

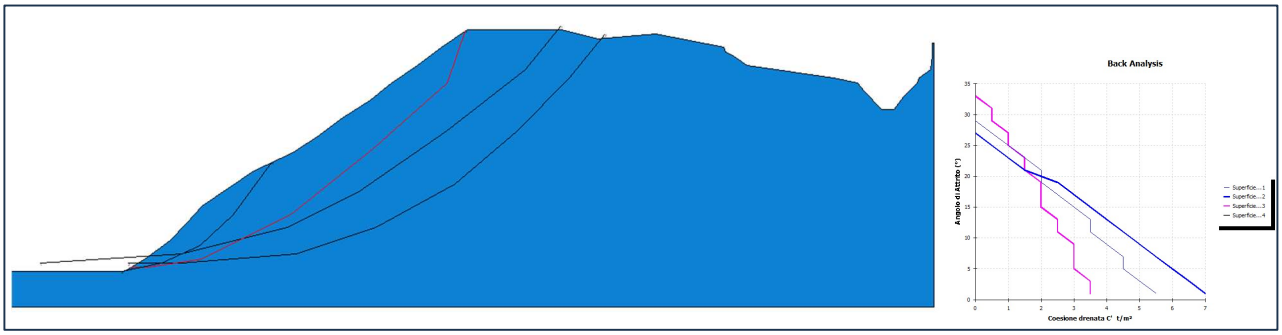


Figura 7.13: Back Analysis su materiali già abbancati per rimodellamento

Le caratteristiche geotecniche medie per tali materiali possono, pertanto, essere come di seguito assunte:

- $\gamma = 18\ KN/m^3$;

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

- *ø = 25°;*
- *c = 10 KPa.*

Ammasso roccioso

Al di sotto delle coperture superficiali in profondità si riscontra la presenza dell'ammasso roccioso qui costituito prevalentemente da litologie appartenenti ai Calcari di Rocca Livernà che interesseranno la superficie di scavo dell'areale di cava.

Gli accertamenti specifici condotti sull'ammasso roccioso hanno permesso di evidenziare i seguenti elementi medi da utilizzarsi per le verifiche geomeccaniche:

- γ = 25 KN/mc Valore caratteristico derivante esperienza diretta su litologie simili;
- *ø = 30°* Valore ridotto rispetto a quanto evidenziato dall'applicazione della classificazione geomeccanica di Barton (31.69°);
- *c = 75 KPa* Valore ridotto rispetto a quanto evidenziato dall'applicazione della classificazione geomeccanica di Barton (92 Kpa);
- JCS = 12 Mpa Valore caratteristico derivante da prove in sito su superfici più alterate;
- JRC =10 Valore derivante da rilievi su superfici più alterate.

Tali considerazioni sono avvalorate dall'applicazione delle Classificazione geomeccanica GSI di Hoeck -Brown al sito di intervento della quale si allega, di seguito estratto di elaborazione.

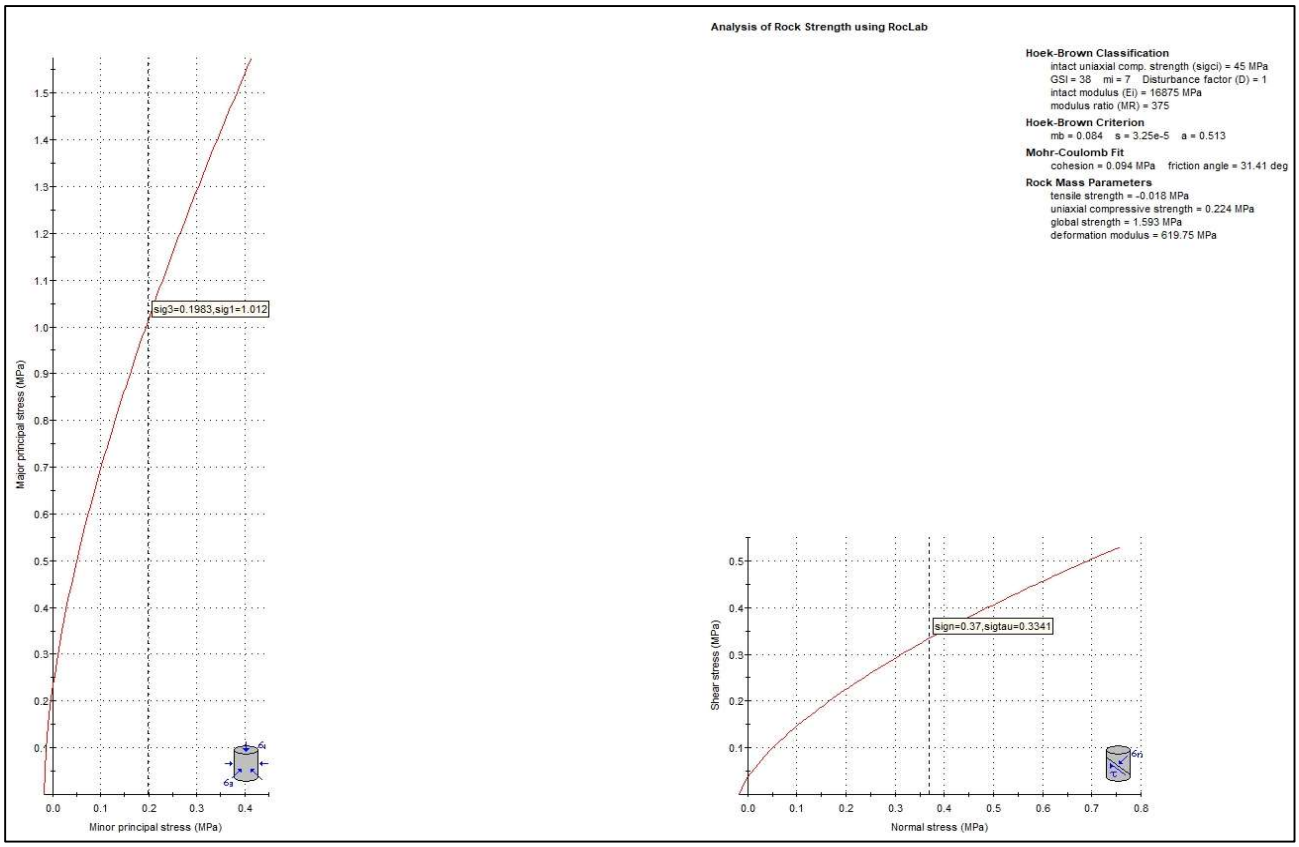


Figura 7.14: Determinazione GSI di Hoeck - Brown

8. MODELLO GEOLOGICO DEL SITO

In base alle indagini svolte nonché ai rilievi esperiti direttamente in sito, per l'area d'intervento è possibile individuare il seguente modello geologico:

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

"Il sito è caratterizzato, per la maggior parte da ammasso roccioso carbonatico con subordinate liste di selce, che risulta soggetto a fenomeni duttili plicativi e sistemi di fratturazione ripetitivi. La roccia si presenta sia in stratificazione sia, localmente, massiva.

9. MODELLO GEOTECNICO E GEOMECCANICO DEL SITO

In base alle indagini svolte nonché ai rilievi esperiti direttamente in sito, per l'area d'intervento è possibile individuare il seguente modello geologico:

"Il sito è caratterizzato, per la maggior parte da ammasso roccioso carbonatico con subordinate liste di selce, che risulta soggetto a fenomeni duttili plicativi e sistemi di fratturazione ripetitivi. La roccia si presenta sia in stratificazione sia, localmente, massiva.

10. MODELLAZIONE SISMICA ED EFFETTI DI SITO

CALCOLO DEI PARAMETRI SISMICI.

Il calcolo dei parametri simici per gli scavi, i rilevati e le fondazioni e per le strutture di sostegno alle terre, è evidenziato nelle seguenti tabelle, dalle quali possono essere estratti i seguenti valori caratteristici: **a_g, F_0 e TxC** e i valori dei coefficienti **kh, kv, a_{max}** e **Beta**.

Tipo di elaborazione: Opere in classe d'uso II.

Sito in esame.
latitudine: 44,0969162 [°] - Le coordinate geografiche espresse sono in ED50
longitudine: 8,1027412 [°] - Le coordinate geografiche espresse sono in ED50
Classe d'uso: II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso *III* o in Classe d'uso *IV*, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti. = 1.0.
Vita nominale: 50 [anni]

Siti di riferimento.

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	18015	44,110030	8,057244	3914,50
Sito 2	18016	44,113200	8,126705	2634,27
Sito 3	18238	44,063300	8,131125	4371,91
Sito 4	18237	44,060130	8,061702	5242,06

Parametri sismici
Categoria sottosuolo: A
Categoria topografica: T4
Periodo di riferimento: 50 anni
Coefficiente cu: 1.0

	Prob. Superamento [%]	Tr [anni]	a_g [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,026	2,465	0,185
Danno (SLD)	63	50	0,036	2,566	0,205
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,127	2,443	0,287
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0,173	2,477	0,302

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

Fronti di scavo e rilevati

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ: 5 %
Fattore di alterazione dello spettro elastico η=[10/(5+ξ)]^(1/2): 1.000
Categoria sottosuolo: A
Categoria topografica:
T4: Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclin. media maggiore di 30°

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	--	0,024	0,068	--
kv	--	0,012	0,034	--
amax [m/s²]	0,361	0,497	1,748	2,372
Beta	--	0,470	0,380	--

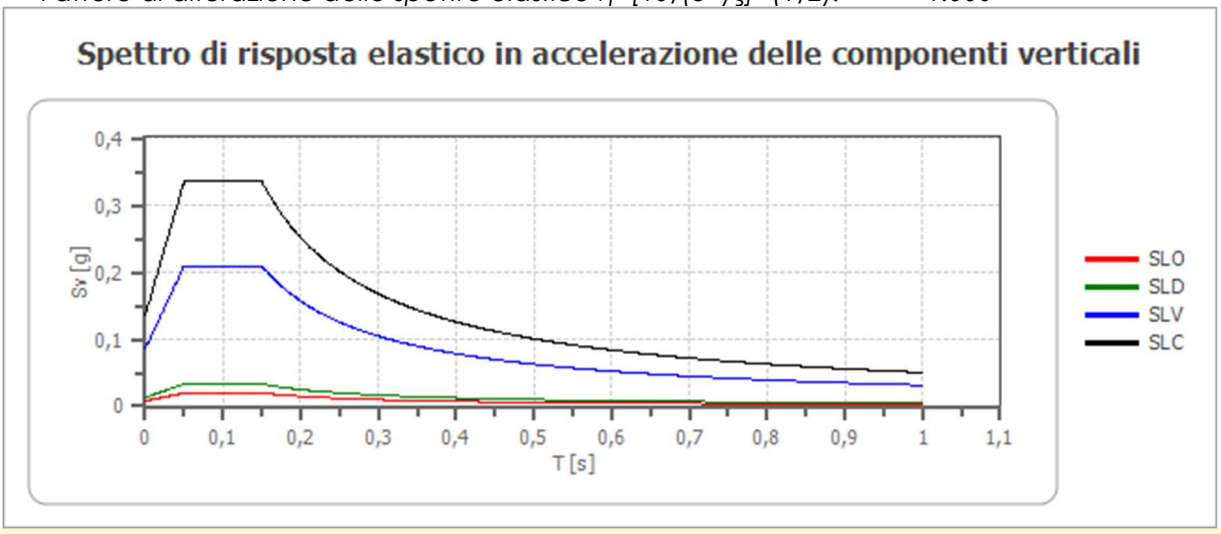
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1.0	0,026	2,465	0,185	1,000	1,000	1,400	1,400	1,000	0,062	0,185	1,705	0,037	0,091
SLD	1.0	0,036	2,566	0,205	1,000	1,000	1,400	1,400	1,000	0,068	0,205	1,745	0,051	0,130
SLV	1.0	0,127	2,443	0,287	1,000	1,000	1,400	1,400	1,000	0,096	0,287	2,109	0,178	0,435
SLC	1.0	0,173	2,477	0,302	1,000	1,000	1,400	1,400	1,000	0,101	0,302	2,291	0,242	0,599

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ: *5* *%*
Fattore di alterazione dello spettro elastico η=[10/(5+ξ)]^(1/2): *1.000*



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1.0	0,026	2,465	0,185	1	1,000	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,008	0,020
SLD	1.0	0,036	2,566	0,205	1	1,000	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,013	0,033

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

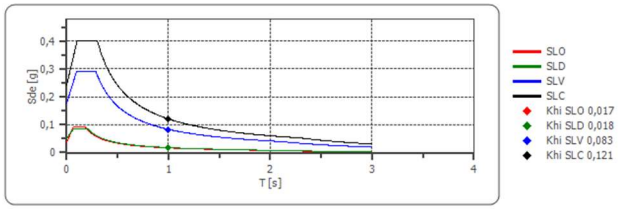
SLV	1.0	0,127	2,443	0,287	1	1,000	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,086	0,210
SLC	1.0	0,173	2,477	0,302	1	1,000	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,136	0,336

Spettro di progetto

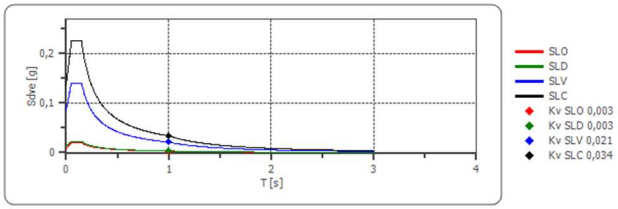
Fattore di struttura spettro orizzontale q: 1.50
Fattore di struttura spettro verticale q: 1.50
Periodo fondamentale T: 1.00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
khi = Sde(T) Orizzontale [g]	0.017	0,018	0,083	0,121
kv = Sdve(T) Verticale [g]	0.003	0,003	0,021	0,034

Spettro di progetto delle componenti orizzontali



Spettro di progetto delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(TB) [g]
SLO orizzontale	1.0	0,026	2,465	0,185	1,000	1,000	1,400	1,400	1,000	0,062	0,185	1,705	0,037	0,091
SLO verticale	1.0	0,026	2,465	0,185	1,000	1,000	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,008	0,020
SLD orizzontale	1.0	0,036	2,566	0,205	1,000	1,000	1,400	1,400	1,500	0,068	0,205	1,745	0,051	0,087
SLD verticale	1.0	0,036	2,566	0,205	1,000	1,000	1,400	1,400	1,500	0,050	0,150	1,000	0,013	0,022
SLV orizzontale	1.0	0,127	2,443	0,287	1,000	1,000	1,400	1,400	1,500	0,096	0,287	2,109	0,178	0,290
SLV verticale	1.0	0,127	2,443	0,287	1,000	1,000	1,400	1,400	1,500	0,050	0,150	1,000	0,086	0,140
SLC orizzontale	1.0	0,173	2,477	0,302	1,000	1,000	1,400	1,400	1,500	0,101	0,302	2,291	0,242	0,399
SLC verticale	1.0	0,173	2,477	0,302	1,000	1,000	1,400	1,400	1,500	0,050	0,150	1,000	0,136	0,224

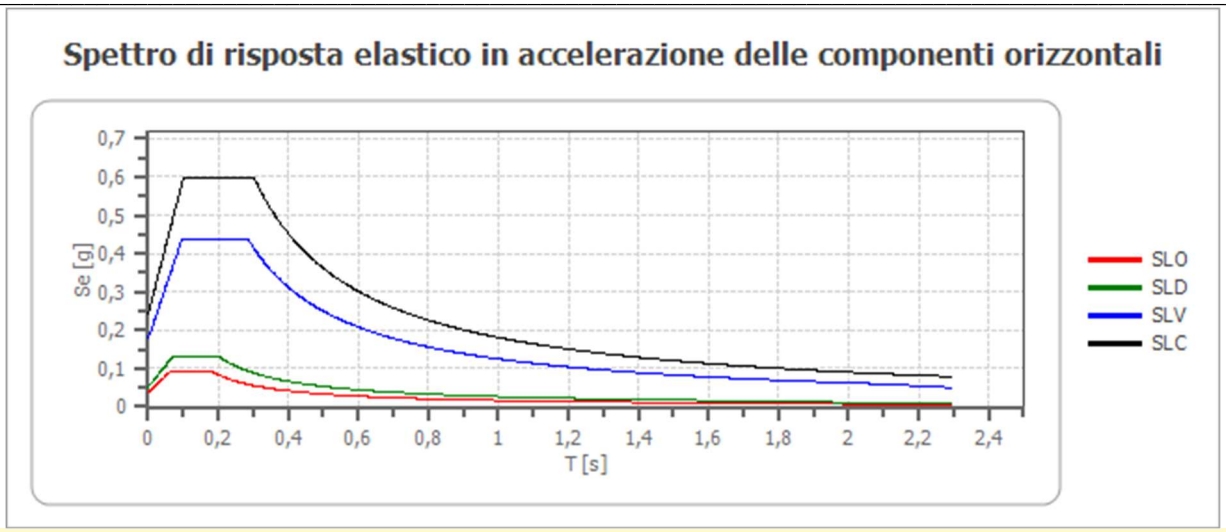
Stabilità dei pendii

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ: 5 %
Fattore di alterazione dello spettro elastico η=[10/(5+)ξ]^(1/2): 1.000
Categoria sottosuolo: A
Categoria topografica:
T4: Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclin. media maggiore di 30°

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,007	0,010	0,048	0,065
kv	0,004	0,005	0,024	0,033
amax [m/s²]	0,361	0,497	1,748	2,372
Beta	0.200	0.200	0.270	0.270

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

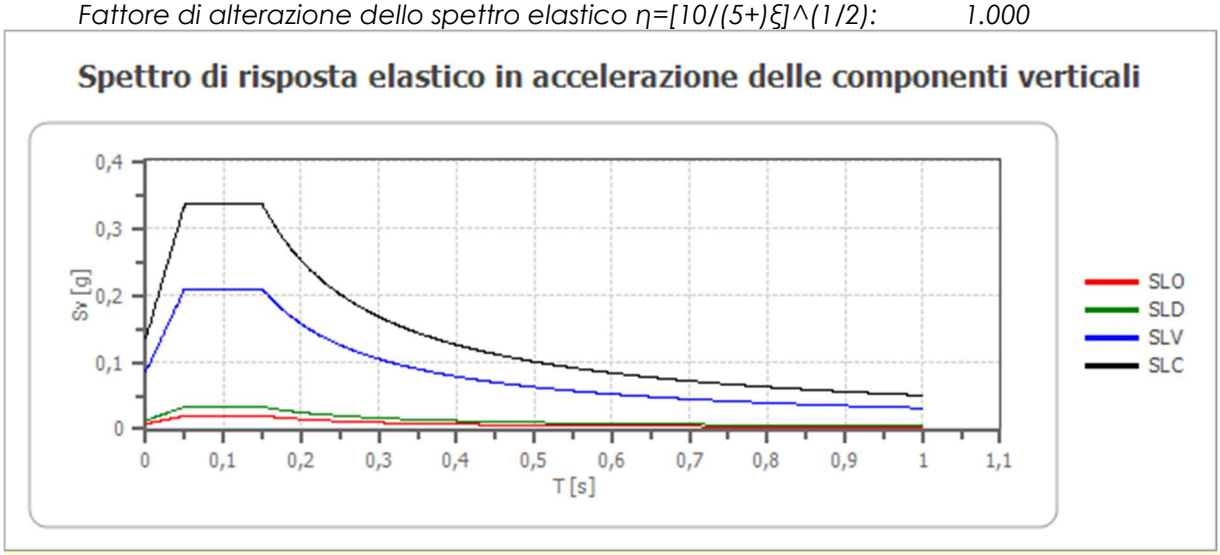


	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1.0	0,026	2,465	0,185	1,000	1,000	1,400	1,400	1,000	0,062	0,185	1,705	0,037	0,091
SLD	1.0	0,036	2,566	0,205	1,000	1,000	1,400	1,400	1,000	0,068	0,205	1,745	0,051	0,130
SLV	1.0	0,127	2,443	0,287	1,000	1,000	1,400	1,400	1,000	0,096	0,287	2,109	0,178	0,435
SLC	1.0	0,173	2,477	0,302	1,000	1,000	1,400	1,400	1,000	0,101	0,302	2,291	0,242	0,599

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ: 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico η=[10/(5+)ξ]^(1/2): 1.000



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1.0	0,026	2,465	0,185	1	1,000	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,008	0,020
SLD	1.0	0,036	2,566	0,205	1	1,000	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,013	0,033
SLV	1.0	0,127	2,443	0,287	1	1,000	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,086	0,210
SLC	1.0	0,173	2,477	0,302	1	1,000	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,136	0,336

Spettro di progetto

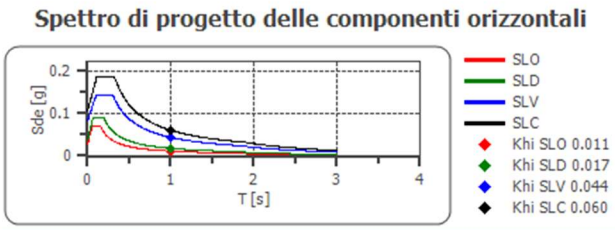
Fattore di struttura spettro orizzontale q: 1.50

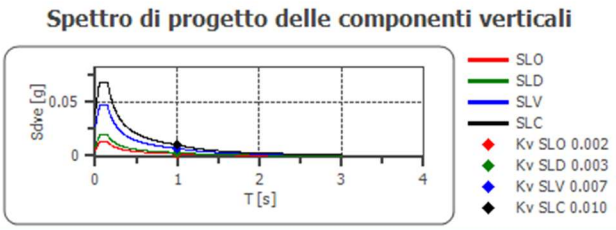
Fattore di struttura spettro verticale q: 1.50

Periodo fondamentale T: 1.00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
khi = Sde(T) Orizzontale [g]	0.017	0,018	0,083	0,121
kv = Sdve(T) Verticale [g]	0.003	0,003	0,021	0,034

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it





	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(TB) [g]
SLO orizzontale	1.0	0.019	2.593	0.158	1.000	1.000	1.400	1.400	1.000	0.053	0.158	1.676	0.027	0.069
SLO verticale	1.0	0.019	2.593	0.158	1.000	1.000	1.400	1.400	1.000	0.050	0.150	1.000	0.005	0.013
SLD orizzontale	1.0	0.025	2.546	0.194	1.000	1.000	1.400	1.400	1.000	0.065	0.194	1.701	0.035	0.090
SLD verticale	1.0	0.025	2.546	0.194	1.000	1.000	1.400	1.400	1.000	0.050	0.150	1.000	0.008	0.019
SLV orizzontale	1.0	0.059	2.614	0.305	1.000	1.000	1.400	1.400	1.500	0.102	0.305	1.834	0.082	0.143
SLV verticale	1.0	0.059	2.614	0.305	1.000	1.000	1.400	1.400	1.500	0.050	0.150	1.000	0.027	0.047
SLC orizzontale	1.0	0.075	2.648	0.325	1.000	1.000	1.400	1.400	1.500	0.108	0.325	1.900	0.105	0.186
SLC verticale	1.0	0.075	2.648	0.325	1.000	1.000	1.400	1.400	1.500	0.050	0.150	1.000	0.039	0.069

11. PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI E GEOMECCANICI DELLE ROCCE

I parametri geotecnici e geomeccanici medi utilizzati per le verifiche stabilità sono i seguenti:

Coltri detritiche superficiali

- γ_{medio} = *18 KN/m³;*
- $\varnothing_{medio}$ = *21-23°;*
- C_{medio} = *10 KPa.*

Ammasso roccioso

- γ_{medio} = *25 KN/m³;*
- $\varnothing_{medio}$ = *30°;*
- C_{medio} = *75 KPa.*

Terreni di riempimento già presente in sito

- γ_{medio} = *18 KN/m³;*
- $\varnothing_{medio}$ = *25°;*
- C_{medio} = *10 KPa.*

Terreni di base del piazzale

- γ_{medio} = *18 KN/m³;*
- $\varnothing_{medio}$ = *32°;*
- C_{medio} = *0 KPa.*

Materiali di riempimento per ripristino ambientale

- γ_{medio} = *18,5 KN/m³;*
- $\varnothing_{medio}$ = *36°;*
- C_{medio} = *0 KPa.*

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

Materiali drenanti di fondo

- γ_{medio} = 18,5 KN/m³;
- $\emptyset_{medio}$ = 36°;
- C_{medio} = 0 KPa

Materiali per terre rinforzate

- γ_{medio} = 18,5 KN/m³;
- $\emptyset_{medio}$ = 36°;
- C_{medio} = 0 KPa

12. STABILITA' DEL FRONTE DI COLTIVAZIONE

In questa sede si è valutata la stabilità del settore di nuova coltivazione, verificando la stabilità del versante per gli eventuali cunei e blocchi che si possono generare sulle pareti rocciose dal sistema di fratture presenti in sito. Le verifiche sono state condotte sulla sezione 2 considerata come maggiormente rappresentativa della situazione presente in sito e in secondo luogo sulla sezione 4 per verifica delle condizioni ipotizzate.

SEZIONE 2

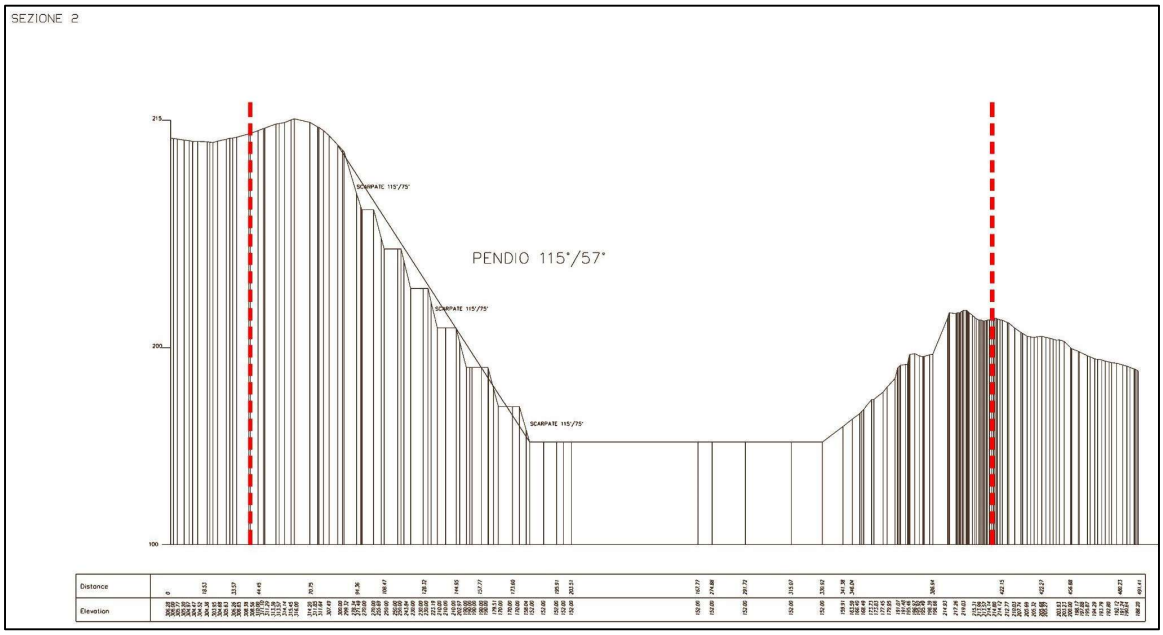


Figura 12.1: Sezione 2

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

SEZIONE 4

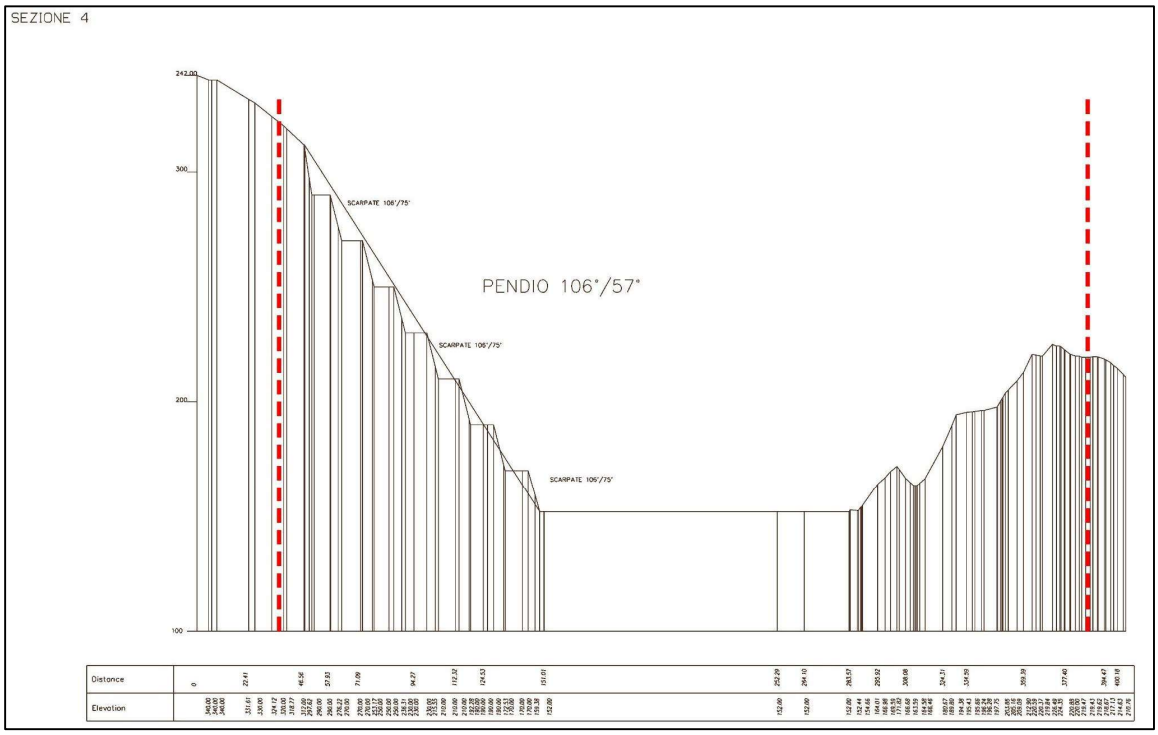


Figura 12.2: Sezione 4

ANALISI DELLA STABILITA' DEI CUNEI E DEI BLOCCHI ROCCIOSI

Test di Markland

Lo scopo del test di Markland è quello di quantificare la possibilità della rottura di un cuneo di roccia nel quale lo scorrimento avviene lungo la linea di intersezione di due discontinuità planari.

Il fattore di sicurezza del pendio dipende dalla inclinazione della linea di intersezione, dalla resistenza a taglio della superficie della discontinuità e dalla geometria del cuneo. Il caso limite si verifica quando il cuneo degenera in un piano, cioè i due piani hanno inclinazione ed immersione coincidenti e quando la resistenza a taglio di questo piano è dovuta solo all'attrito. Lo scorrimento, in queste condizioni, si verifica quando l'inclinazione del piano è maggiore dell'angolo di attrito e si può eseguire una verifica di stabilità preliminare confrontando l'inclinazione della linea di intersezione dei due piani e l'angolo di attrito della superficie rocciosa: il pendio è potenzialmente instabile quando il punto, in un diagramma equiareale, che definisce la linea di intersezione dei due piani cade all'interno dell'area delimitata dal grande cerchio che rappresenta il pendio ed il cerchio che rappresenta l'angolo di attrito.

È da tener presente che il test è stato implementato per valutare le discontinuità critiche ed è possibile che a questo test debbano seguire verifiche di stabilità più approfondite.

Un ulteriore sviluppo del test di Markland è stato implementato da Hocking; il test, infatti, prevede la possibilità che lo scorrimento avvenga lungo uno dei piani che costituiscono il cuneo e non solo lungo la linea di intersezione dei due piani stessi.

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

Infatti, se è soddisfatto il test di Markland e l'immersione di uno dei piani cade tra l'immersione del pendio e la direzione della linea di intersezione, lo scorrimento avverrà sul piano piuttosto che lungo la linea di intersezione.

SEZIONE 2

Nr.	Inclinazione (°)	Immersione (°)	Famiglia
1	30	225	Famiglia1
2	85	5	Famiglia2
3	70	120	Famiglia3
4	40	340	Famiglia4

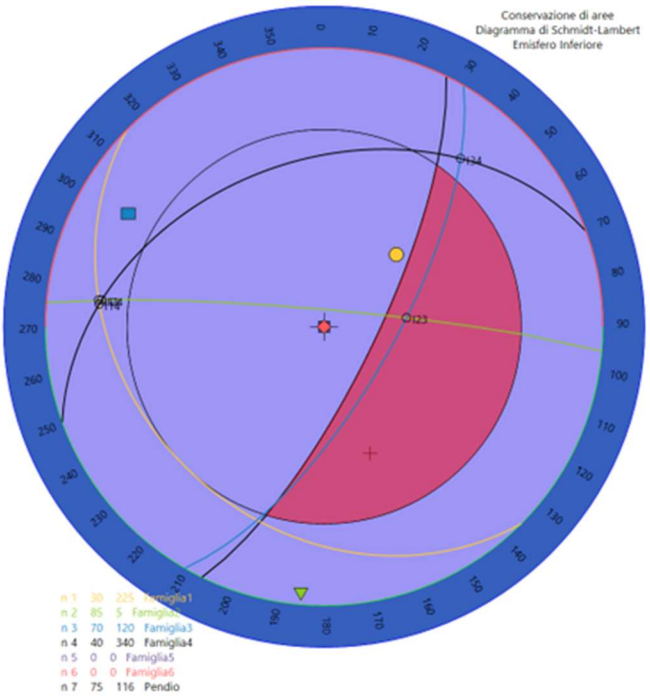


Figura 12.3: Verifiche di stabilità tramite Markland test su sezione 2.

Relativamente alle scarpate di neoformazione con inclinazione 116/75 sono evidenti le seguenti criticità:

- Rottura lungo l'intersezione tra il piano 2 e il piano 3 modulo intersezione: 59.47 modulo pendio: 43.19 modulo Attrito: 141.42

SEZIONE 4

Nr.	Inclinazione (°)	Immersione (°)	Famiglia
1	30	225	Famiglia1
2	85	5	Famiglia2
3	70	120	Famiglia3
4	40	340	Famiglia4

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

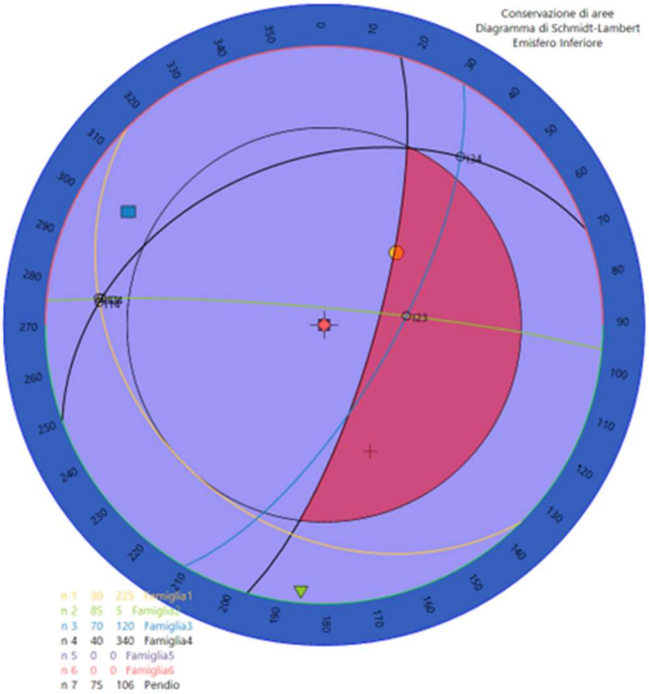


Figura 12.4: Verifiche di stabilità tramite Markland test su sezione 4.

Relativamente alle scarpate di neoformazione con inclinazione 106/75 sono evidenti le seguenti criticità:

- Rottura lungo l'intersezione tra il piano 2 e il piano 3 modulo intersezione: 59.47 modulo pendio: 39.70 modulo Attrito: 141.42

13. STABILITA' DELLE OPERE DI RECUPERO AMBIENTALE

In questa sede si è valutata, in modo preliminare, la stabilità delle opere di recupero ambientale destinate al rimodellamento finale del sito di coltivazione, a tal fine è stata verificata la sezione di progetto n° 6, in condizioni sismiche (rilevati e fronti di scavo), che interessa il sito nella sua globalità che seppure localmente non perfettamente parallela alla linea di maggior pendenza ci si avvicina maggiormente rispetto a tutte le altre rappresentative del progetto.

La verifica di stabilità è stata eseguita con il metodo di Bishop sul versante, ipotizzato perfettamente drenato e completamente sprovvisto di acque sotterranee (dovrà essere garantita la totale assenza di infiltrazione delle acque superficiali e la captazione ed allontanamento delle acque che potrebbero raggiungere in profondità il sito di intervento attraverso l'ammasso roccioso) prevedendo carichi distribuiti di 20 KPa sulla strada di accesso e sulle diverse pista di arroccamento e opere di rinforzo ipotizzate quali terre rinforzate diversamente distribuite sul versante (principalmente nelle porzioni più acclivi) di varia inclinazione (secondo la morfologia di progetto) e diversa lunghezza della parte interrata e di risvolto.

La verifica di stabilità globale consente di calcolare un coefficiente di sicurezza **Fs pari a 1,13** e pertanto il versante, nelle ipotizzate condizioni di carico, di drenaggio e di posizionamento degli elementi di rinforzo appare stabile.

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

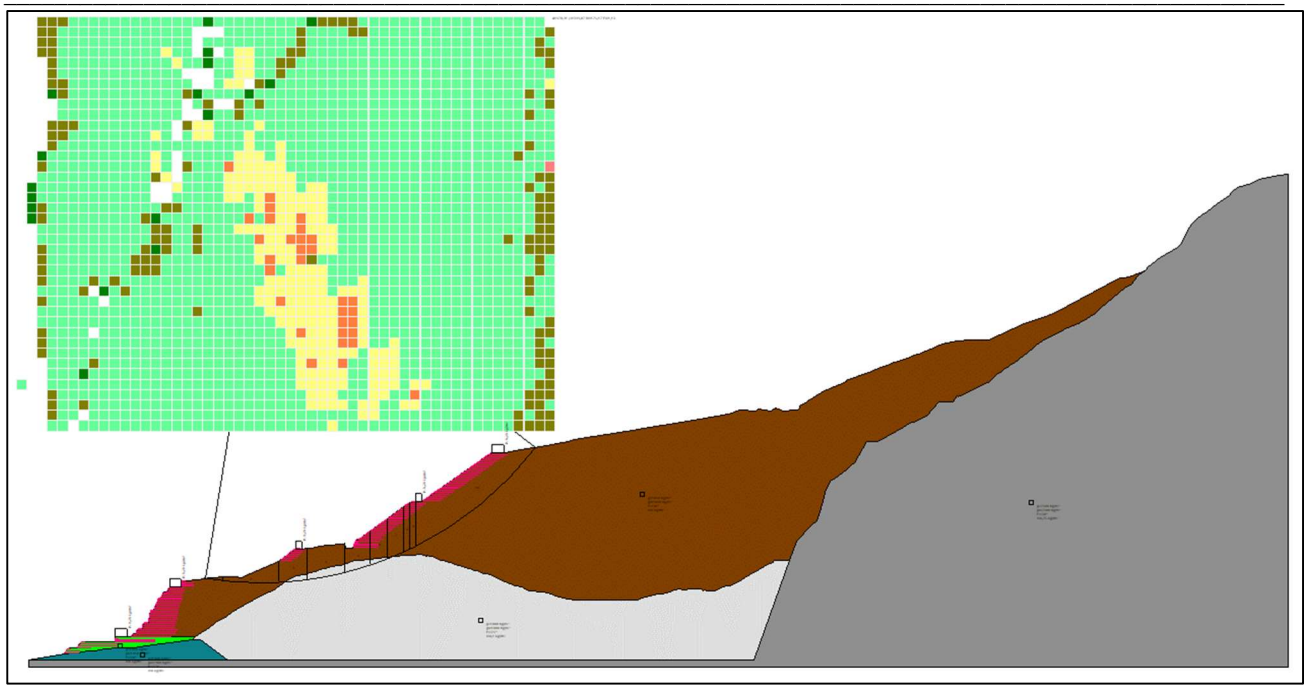


Figura 13.1: Verifiche di stabilità globale del versante in condizioni sismiche su sezione 6.

14 CONCLUSIONI:

L'intervento in progetto risulta compatibile con la buona stabilità dei fronti di scavo e della configurazione finale di ripristino ambientale, tutte le verifiche di stabilità effettuate non hanno evidenziato condizioni tali da non permettere l'esecuzione dell'intervento così come progettato ed in particolare:

- le verifiche di stabilità condotte sullo stato di progetto interessato dalla futura coltivazione del fronte settentrionale hanno rilevato solo alcuni cinematismi individuati prevalentemente dall'intersezione di alcune famiglie di giunti permettendo di escludere scivolamenti planari interessanti il versante, pertanto lo studio e le verifiche condotte, hanno analizzato la stabilità dell'ammasso roccioso, sia a media che a grande scala, prescindendo dall'analisi delle possibili e potenziali instabilità di piccoli blocchi, cunei e frammenti litoidi, che possono distaccarsi localmente a causa dell'alterazione superficiale dei giunti e/o di altri normali agenti erosivi. Il controllo di tali situazioni puntuali, così come dell'insorgenza di altri elementi tettonici ad oggi non riscontrabili, oltre ai possibili cinematismi di cui sopra, dovranno essere gestiti in corso d'opera dal personale addetto attraverso opportune operazioni da effettuarsi sui fronti di cava, di disgaggio e pulizia, per garantirne la stabilità nel tempo. Se nel corso dei lavori si dovessero riscontrare condizioni locali della roccia particolarmente sfavorevoli, o comunque molto diverse da quanto rilevato in superficie, andranno effettuate analisi puntuali ed in base ad esse, andranno verificati, qualora interessati, i profili finali di progetto, prevedendo, se necessario, gli adeguamenti opportuni. Si ricorda, infine, che le verifiche di stabilità del fronte di coltivazione sono state effettuate considerando un efficace sistema di drenaggio delle acque superficiali su tutto il fronte, condizione necessaria per il mantenimento delle condizioni di sicurezza calcolate.
- le verifiche di stabilità condotte sullo stato di progetto interessato dalle opere di ripristino ambientale tramite riempimento hanno permesso di evidenziare un coefficiente di sicurezza di 1.13 in condizioni sismiche con carichi di esercizio ed elementi di rinforzo ubicati in diverse porzioni di versante.

Le sopra descritte condizioni di stabilità risultano comunque legate all'osservanza delle seguenti prescrizioni:

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

- tutte le assunzioni effettuate in fase di verifica dovranno essere puntualmente verificate tramite una campagna di indagini geotecniche e geomeccaniche tali da verificare i parametri geotecnici medi assunti in fase di calcolo;
- le terre armate dovranno essere puntualmente verificate dall'estensore della progettazione esecutiva delle opere geotecniche, sulla base delle risultanze della summenzionata campagna di indagine geognostica, in modo tale da avere gli effettivi ingombri dei volumi di rinforzo;
- il piano di imposta delle terre rinforzate che sarà utilizzato quale base della pista di arroccamento dovrà essere costituito da materiali tali da garantirne una elevata permeabilità ed un angolo di attrito di almeno 32° oppure essere preventivamente bonificato;
- i terreni di riempimento che andranno a costituire i blocchi rinforzati potranno provenire sia da scavi precedentemente eseguiti sia da cave di prestito e facendo riferimento alle classificazioni riportate alle Norme UNI 10006 dovrà appartenere ai gruppi A1-a, A1-b, A3, A2-4, A2-5 con pezzature 40/70. Materiali con dimensioni superiori saranno ammessi con percentuale inferiore al 15% del totale mentre il passante ai 15 μm non potrà essere superiore al 20%. In ogni caso saranno esclusi elementi di diametro maggiore o uguale a 120.0 mm, e i materiali che, da prove opportune, presentino angoli d'attrito minori di quelli previsti in progetto. Il peso di volume del terreno di riempimento, compattato, dovrà essere superiore a 18,5 KN/m^3 ed avere un angolo di attrito interno maggiore o uguale a 36°. Tale materiale sarà compattato fino a raggiungere il 95% della densità secca AASHTO (ASTM D1557). Per le fasi di compattazione è previsto l'impiego di idonei mezzi meccanici. La compattazione dovrà essere condotta con metodologia atta ad ottenere un addensamento uniforme. A tale scopo, i mezzi dovranno operare con sistematicità lungo direzioni parallele, garantendo una sovrapposizione fra ciascuna passata e quella adiacente pari al 10% del mezzo costipante. La compattazione dietro alle opere eseguite dovrà essere tale da escludere una riduzione dell'addensamento e nello stesso tempo il danneggiamento delle opere stesse. In particolare, si dovrà fare in modo che i compattatori operino ad una distanza non inferiore a 0,50 m dall'estremità. Durante la costruzione si dovrà provvedere ad una manutenzione per rimediare eventuali danni causati dalle attività di cantiere, oltre a quelli dovuti ad eventi meteorologici.
- I materiali che verranno utilizzati per le opere di ripristino ambientale dovranno anch'essi essere dotati di un peso di volume superiore a 18,5 KN/m^3 ed avere un angolo di attrito interno maggiore o uguale a 36°;
- prima di pervenire all'effettivo apporto di nuovi materiali dovranno essere riequilibrati e livellati quelli già presenti in sito in modo tale da permettere un comportamento più omogeneo delle parti più profonde del volume di riempimento;
- dovrà essere condotta una perfetta regimazione delle acque superficiali che dovranno essere regimate ed allontanate dalle superficie di neoformazione dove l'infiltrazione dovrà essere totalmente impedita al fine di mantenere inalterate le capacità tecnico-meccaniche dell'ammasso roccioso, così come dovrà essere impedita l'infiltrazione nel corpo del riempimento. Dovrà essere posto in opera un sistema di drenaggio delle acque sotterranee tale da permettere, non solo l'allontanamento di eventuali acque di infiltrazione dall'alto, ma anche l'allontanamento di eventuali acque ipogee che possono essere recapitate in sito attraverso la fratturazione della roccia e che altrimenti farebbero scadere i parametri geotecnici dei terreni utilizzati per la ricomposizione ambientale: dando per scontato la presenza di un tale sistema di drenaggio superficiale e profondo in questa sede sono state omesse le verifiche a liquefazione, considerate inutili in un sito non dovrà essere interessato dalla presenza di acque sotterrane.

Dovranno essere, inoltre,

soddisfatte le seguenti prescrizioni generali:

- tutte le opere in progetto dovranno rispettare le distanze dai corsi d'acqua come previsto dalla normativa vigente;
- preliminarmente ad ogni operazione prevista si dovranno eseguire attività di ispezione e controllo della parete rocciosa presente al fine di evidenziare e risolvere qualsiasi criticità;
- in fase esecutiva dovrà essere prevista una sorveglianza atta a garantire tutte quelle cautele necessarie a tutelare la presenza di eventuali grotte ad oggi non riscontrabili tramite i rilievi di superficie. In particolare, qualora venissero ad evidenziarsi cavità di interesse speleologico

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

anche solo potenziale, i lavori dovranno essere, in tale zona, temporaneamente sospesi per tutti gli eventuali accertamenti di rito ed applicate le tutele della LR n° 39 del 6 ottobre 2009;

- in considerazione del fatto che sull'affioramento sono presenti giunti con giacitura sfavorevole alla configurazione di progetto, le operazioni scavo e sbancamento del versante dovranno essere svolte in modo tale da minimizzare gli eventuali distacchi di elementi lapidei, così come le pareti definitive di rimodellamento dovranno avere una conformazione tale da garantirne la stabilità nel tempo;
- qualora necessario dovranno essere utilizzate tecniche di consolidamento puntuale per evitare il distacco di eventuali cunei rocciosi instabili. Tenendo presente che le verifiche di stabilità sull'ammasso roccioso sono state condotte utilizzando valori medi di giaciture e geomeccanici, qualora lo stato della roccia variasse e/o le discontinuità presenti, in fase di avanzamento, evidenziassero modifiche del piano di giacitura da quanto utilizzato per le verifiche preliminari, queste dovranno essere rielaborate al fine di determinare tutte le cautele e i presidi necessari ad un corretto avanzamento dei lavori e ad una corretta e stabile configurazione finale (qualsiasi situazione ad oggi non rilevabile in affioramento e visibile solo in fase di avanzamento dovrà comportare nuove verifiche circa le nuove condizioni geologico strutturali ed, eventualmente, inquadrare tecniche di consolidamento diffuse e/o puntuali necessarie);
- lo studio e le verifiche condotte sui fronti di neoformazione hanno analizzato la stabilità dell'ammasso roccioso, sia a media sia a grande scala, prescindendo dall'analisi delle possibili e potenziali instabilità di piccoli blocchi, cunei e frammenti litoidi, che possono distaccarsi localmente a causa dell'alterazione superficiale dei giunti e/o di altri normali agenti erosivi. Il controllo di tali situazioni puntuali, così come dell'insorgenza di altri elementi tettonici o modifiche dell'assetto giaciturale delle famiglie di discontinuità, oltre ai possibili cinematismi di cui sopra, dovranno essere gestiti in corso d'opera dal personale addetto sia attraverso l'esecuzione di nuove verifiche, sia tramite opportune operazioni da effettuarsi sui fronti di scavo, di disgaggio e pulizia, per garantirne la stabilità nel tempo;
- i distacchi di elementi lapidei dalle superficie definitive di rimodellamento del versante, intrinseci nell'esposizione delle stesse agli atmosferili, potranno essere gestiti tramite opportune opere di contenimento (reti o altro) oppure essere evitati tramite un opportuno programma di manutenzione comprendente consolidamenti locali e disgaggi da effettuarsi con cadenza temporale prefissata e ravvicinata. Tale programma di manutenzione, seppur scadenzato diversamente, dovrà essere previsto anche in caso di posa di opere di contenimento.

- Savona, li 31 luglio 2024

Dott. Geologo Alessandro Canavero (O.R.G.L. n° 268)

(Documento firmato digitalmente da Alessandro Canavero)

Dott.ssa Geologo Sabrina Santini (O.R.G.L. n° 338)

(Documento firmato digitalmente da Sabrina Santini)

ALLEGATI:

- **Verifiche di stabilità globale sulla sezione 6 in condizioni sismiche.**

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

Verifica della stabilità globale sulla sezione 6 in condizioni sismiche.

Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

Lat./Long.	44,095294/8,100657
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	5,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,0
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	341,82 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	300,62 m
Ascissa vertice destro superiore xs	616,49 m
Ordinata vertice destro superiore ys	510,09 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	50,0
Numero di celle lungo y	50,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie	
Classe d'uso:	Classe II	
Vita nominale:	50,0	[anni]
Vita di riferimento:	50,0	[anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	A
Categoria topografica:	T4

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,25	2,47	0,19
S.L.D.	50,0	0,35	2,57	0,21
S.L.V.	475,0	1,25	2,44	0,29
S.L.C.	975,0	1,7	2,48	0,3

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Classe II

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,35	1,0	0,0357	0,0178
S.L.D.	0,49	0,47	0,0235	0,0117
S.L.V.	1,75	0,38	0,0678	0,0339
S.L.C.	2,38	1,0	0,2427	0,1214

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,068
Coefficiente azione sismica verticale	0,034

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	353,63	185,0
2	371,5	188,0
3	373,13	190,5
4	375,25	191,0
5	378,0	191,0
6	380,5	194,0
7	388,38	194,0
8	397,13	194,0

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

9	397,25	196,5
10	405,25	196,5
11	406,38	198,0
12	407,75	198,0
13	409,0	201,0
14	410,88	201,0
15	412,13	204,0
16	414,13	204,0
17	415,38	210,0
18	416,88	210,0
19	419,25	216,0
20	420,38	216,0
21	421,75	219,0
22	423,38	219,0
23	424,75	222,0
24	430,75	222,0
25	431,13	225,0
26	431,75	225,0
27	432,88	225,0
28	439,5	225,5
29	441,88	226,0
30	446,0	226,5
31	447,75	226,5
32	451,5	227,0
33	457,88	227,0
34	458,63	227,0
35	459,75	226,5
36	461,13	226,5
37	465,5	228,5
38	480,0	234,5
39	484,63	238,0
40	485,5	239,0
41	488,75	241,0
42	489,75	241,0
43	491,38	241,0
44	492,0	241,0
45	492,5	241,0
46	494,13	241,5
47	495,5	241,5
48	496,0	241,5
49	496,88	241,5
50	498,63	242,0
51	501,5	242,5
52	504,25	243,0
53	505,75	243,0
54	507,25	243,0
55	507,63	243,0
56	509,13	243,5
57	509,5	243,5
58	512,75	243,5
59	513,38	244,0
60	514,0	241,5
61	517,63	241,5
62	518,88	245,0
63	520,75	246,0
64	522,75	247,5
65	534,75	256,0
66	543,0	262,5
67	546,38	264,5
68	549,13	265,0
69	549,38	265,0
70	551,38	265,0
71	552,25	265,0
72	552,38	265,0
73	560,88	271,0
74	583,75	287,0
75	585,25	288,0
76	585,75	288,0
77	587,5	289,5
78	588,0	289,5
79	591,38	289,5
80	593,88	289,5
81	595,13	289,5

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

82	596,75	290,0
83	605,0	291,5
84	612,38	292,5
85	626,5	295,0
86	628,0	295,5
87	629,25	296,0
88	662,25	301,5
89	664,13	302,0
90	683,5	305,0
91	695,63	307,0
92	704,38	308,5
93	707,13	309,0
94	713,0	311,0
95	721,0	310,5
96	722,0	311,5
97	729,0	310,5
98	729,88	311,5
99	731,0	311,5
100	731,13	312,0
101	735,13	310,5
102	736,88	310,5
103	739,38	311,0
104	742,13	311,0
105	742,63	311,5
106	743,13	312,0
107	743,5	313,0
108	743,63	313,5
109	746,38	314,5
110	747,63	316,0
111	756,5	321,5
112	757,13	321,5
113	766,88	325,5
114	767,25	326,5
115	768,13	326,5
116	769,25	327,0
117	776,5	329,5
118	778,0	330,0
119	784,38	332,5
120	789,25	334,5
121	789,5	335,0
122	791,63	335,5
123	796,13	337,0
124	798,13	337,5
125	801,13	339,0
126	804,88	340,0
127	807,0	341,0
128	809,63	342,0
129	812,13	343,0
130	814,25	344,0
131	817,13	345,0
132	817,75	345,0
133	823,0	346,0
134	823,38	346,0
135	826,13	346,0
136	827,0	346,5
137	830,0	346,5
138	830,5	346,5
139	834,0	346,5
140	834,13	346,5
141	835,5	346,5
142	838,63	346,5
143	856,88	355,0
144	865,75	358,0
145	871,5	360,0
146	905,25	378,0
147	907,5	378,0
148	909,63	378,5
149	911,38	379,0
150	917,88	381,5
151	920,13	384,0
152	920,38	384,0
153	924,0	387,0
154	924,0	387,0

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

155	928,25	389,5
156	931,88	391,5
157	934,5	393,5
158	936,25	395,5
159	937,25	397,5
160	938,25	399,5
161	939,25	401,5
162	940,5	403,5
163	942,0	405,5
164	943,88	407,5
165	946,38	409,5
166	949,0	411,5
167	951,75	413,5
168	954,38	415,5
169	957,63	417,5
170	960,25	419,5
171	962,0	421,5
172	964,5	423,5
173	971,88	425,5
174	975,38	427,5
175	985,88	429,5
176	990,25	430,5

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	353,63	185,0
2	371,5	188,0
3	371,5	188,0
4	376,63	188,5
5	378,25	188,5
6	380,63	189,0
7	384,13	189,5
8	386,75	189,5
9	389,88	190,0
10	392,25	190,5
11	392,38	190,5
12	394,13	190,5
13	394,75	190,5
14	395,0	190,5
15	395,75	191,0
16	396,13	191,0
17	397,25	191,0
18	402,25	191,0
19	406,5	191,0
20	416,63	192,5
21	428,63	194,0
22	436,25	195,0
23	438,0	196,5
24	405,25	196,5
25	406,38	198,0
26	407,75	198,0
27	409,0	201,0
28	410,88	201,0
29	412,13	204,0
30	414,13	204,0
31	415,38	210,0
32	416,88	210,0
33	419,25	216,0
34	420,38	216,0
35	421,75	219,0
36	423,38	219,0
37	424,75	222,0
38	430,75	222,0
39	431,13	225,0
40	431,75	225,0
41	432,88	225,0
42	439,5	225,5
43	441,88	226,0
44	446,0	226,5
45	447,75	226,5
46	451,5	227,0
47	457,88	227,0

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

48	458,63	227,0
49	459,75	226,5
50	461,13	226,5
51	465,5	228,5
52	480,0	234,5
53	484,63	238,0
54	485,5	239,0
55	488,75	241,0
56	489,75	241,0
57	491,38	241,0
58	492,0	241,0
59	492,5	241,0
60	494,13	241,5
61	495,5	241,5
62	496,0	241,5
63	496,88	241,5
64	498,63	242,0
65	501,5	242,5
66	504,25	243,0
67	505,75	243,0
68	507,25	243,0
69	507,63	243,0
70	509,13	243,5
71	509,5	243,5
72	512,75	243,5
73	513,38	244,0
74	514,0	241,5
75	517,63	241,5
76	518,88	245,0
77	520,75	246,0
78	522,75	247,5
79	534,75	256,0
80	543,0	262,5
81	546,38	264,5
82	549,13	265,0
83	549,38	265,0
84	551,38	265,0
85	552,25	265,0
86	552,38	265,0
87	560,88	271,0
88	583,75	287,0
89	585,25	288,0
90	585,75	288,0
91	587,5	289,5
92	588,0	289,5
93	591,38	289,5
94	593,88	289,5
95	595,13	289,5
96	596,75	290,0
97	605,0	291,5
98	612,38	292,5
99	626,5	295,0
100	628,0	295,5
101	629,25	296,0
102	662,25	301,5
103	664,13	302,0
104	683,5	305,0
105	695,63	307,0
106	704,38	308,5
107	707,13	309,0
108	713,0	311,0
109	721,0	310,5
110	722,0	311,5
111	729,0	310,5
112	729,88	311,5
113	731,0	311,5
114	731,13	312,0
115	735,13	310,5
116	736,88	310,5
117	739,38	311,0
118	742,13	311,0
119	742,63	311,5
120	743,13	312,0

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

121	743,5	313,0
122	743,63	313,5
123	746,38	314,5
124	747,63	316,0
125	756,5	321,5
126	757,13	321,5
127	766,88	325,5
128	767,25	326,5
129	768,13	326,5
130	769,25	327,0
131	776,5	329,5
132	778,0	330,0
133	784,38	332,5
134	789,25	334,5
135	789,5	335,0
136	791,63	335,5
137	796,13	337,0
138	798,13	337,5
139	801,13	339,0
140	804,88	340,0
141	807,0	341,0
142	809,63	342,0
143	812,13	343,0
144	814,25	344,0
145	817,13	345,0
146	817,75	345,0
147	823,0	346,0
148	823,38	346,0
149	826,13	346,0
150	827,0	346,5
151	830,0	346,5
152	830,5	346,5
153	834,0	346,5
154	834,13	346,5
155	835,5	346,5
156	838,63	346,5
157	856,88	355,0
158	865,75	358,0
159	871,5	360,0
160	905,25	378,0
161	907,5	378,0
162	909,63	378,5
163	911,38	379,0
164	917,88	381,5
165	920,13	384,0
166	920,38	384,0
167	924,0	387,0
168	924,0	387,0
169	928,25	389,5
170	931,88	391,5
171	934,5	393,5
172	936,25	395,5
173	937,25	397,5
174	938,25	399,5
175	939,25	401,5
176	940,5	403,5
177	942,0	405,5
178	943,88	407,5
179	946,38	409,5
180	949,0	411,5
181	951,75	413,5
182	954,38	415,5
183	957,63	417,5
184	960,25	419,5
185	962,0	421,5
186	964,5	423,5
187	971,88	425,5
188	975,38	427,5
189	985,88	429,5
190	990,25	430,5

Vertici strato 2

N	X (m)	y (m)

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

1	353,63	185,0
2	353,63	185,0
3	454,38	185,0
4	440,5	195,0
5	436,25	195,0
6	438,0	196,5
7	405,25	196,5
8	406,38	198,0
9	407,75	198,0
10	409,0	201,0
11	410,88	201,0
12	412,13	204,0
13	414,13	204,0
14	415,38	210,0
15	416,88	210,0
16	419,25	216,0
17	420,38	216,0
18	421,75	219,0
19	423,38	219,0
20	424,75	222,0
21	430,75	222,0
22	431,13	225,0
23	431,75	225,0
24	432,88	225,0
25	439,5	225,5
26	441,88	226,0
27	446,0	226,5
28	447,75	226,5
29	451,5	227,0
30	457,88	227,0
31	458,63	227,0
32	459,75	226,5
33	461,13	226,5
34	465,5	228,5
35	480,0	234,5
36	484,63	238,0
37	485,5	239,0
38	488,75	241,0
39	489,75	241,0
40	491,38	241,0
41	492,0	241,0
42	492,5	241,0
43	494,13	241,5
44	495,5	241,5
45	496,0	241,5
46	496,88	241,5
47	498,63	242,0
48	501,5	242,5
49	504,25	243,0
50	505,75	243,0
51	507,25	243,0
52	507,63	243,0
53	509,13	243,5
54	509,5	243,5
55	512,75	243,5
56	513,38	244,0
57	514,0	241,5
58	517,63	241,5
59	518,88	245,0
60	520,75	246,0
61	522,75	247,5
62	534,75	256,0
63	543,0	262,5
64	546,38	264,5
65	549,13	265,0
66	549,38	265,0
67	551,38	265,0
68	552,25	265,0
69	552,38	265,0
70	560,88	271,0
71	583,75	287,0
72	585,25	288,0
73	585,75	288,0

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

74	587,5	289,5
75	588,0	289,5
76	591,38	289,5
77	593,88	289,5
78	595,13	289,5
79	596,75	290,0
80	605,0	291,5
81	612,38	292,5
82	626,5	295,0
83	628,0	295,5
84	629,25	296,0
85	662,25	301,5
86	664,13	302,0
87	683,5	305,0
88	695,63	307,0
89	704,38	308,5
90	707,13	309,0
91	713,0	311,0
92	721,0	310,5
93	722,0	311,5
94	729,0	310,5
95	729,88	311,5
96	731,0	311,5
97	731,13	312,0
98	735,13	310,5
99	736,88	310,5
100	739,38	311,0
101	742,13	311,0
102	742,63	311,5
103	743,13	312,0
104	743,5	313,0
105	743,63	313,5
106	746,38	314,5
107	747,63	316,0
108	756,5	321,5
109	757,13	321,5
110	766,88	325,5
111	767,25	326,5
112	768,13	326,5
113	769,25	327,0
114	776,5	329,5
115	778,0	330,0
116	784,38	332,5
117	789,25	334,5
118	789,5	335,0
119	791,63	335,5
120	796,13	337,0
121	798,13	337,5
122	801,13	339,0
123	804,88	340,0
124	807,0	341,0
125	809,63	342,0
126	812,13	343,0
127	814,25	344,0
128	817,13	345,0
129	817,75	345,0
130	823,0	346,0
131	823,38	346,0
132	826,13	346,0
133	827,0	346,5
134	830,0	346,5
135	830,5	346,5
136	834,0	346,5
137	834,13	346,5
138	835,5	346,5
139	838,63	346,5
140	856,88	355,0
141	865,75	358,0
142	871,5	360,0
143	905,25	378,0
144	907,5	378,0
145	909,63	378,5
146	911,38	379,0

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

147	917,88	381,5
148	920,13	384,0
149	920,38	384,0
150	924,0	387,0
151	924,0	387,0
152	928,25	389,5
153	931,88	391,5
154	934,5	393,5
155	936,25	395,5
156	937,25	397,5
157	938,25	399,5
158	939,25	401,5
159	940,5	403,5
160	942,0	405,5
161	943,88	407,5
162	946,38	409,5
163	949,0	411,5
164	951,75	413,5
165	954,38	415,5
166	957,63	417,5
167	960,25	419,5
168	962,0	421,5
169	964,5	423,5
170	971,88	425,5
171	975,38	427,5
172	985,88	429,5
173	990,25	430,5

Vertici strato 3

N	X (m)	y (m)
1	353,63	185,0
2	353,63	185,0
3	454,38	185,0
4	440,5	195,0
5	436,25	195,0
6	438,0	196,5
7	445,13	201,5
8	447,5	203,5
9	448,13	204,0
10	450,13	205,0
11	453,88	207,0
12	456,5	209,0
13	462,25	212,5
14	466,88	215,0
15	468,0	215,5
16	473,88	218,5
17	475,63	219,5
18	477,0	220,0
19	484,25	225,0
20	488,75	227,5
21	493,63	228,0
22	494,38	228,5
23	498,5	229,5
24	501,13	230,5
25	503,25	231,0
26	504,13	231,0
27	505,0	231,5
28	505,75	231,5
29	506,63	232,0
30	507,63	232,0
31	509,75	232,5
32	511,0	232,5
33	513,88	233,5
34	514,13	233,5
35	517,13	234,5
36	518,75	235,0
37	521,0	235,0
38	543,63	237,5
39	545,63	237,5
40	546,0	237,5
41	546,13	237,5
42	546,5	237,5
43	548,0	237,5

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

44	548,38	237,5
45	548,88	237,5
46	550,38	238,0
47	551,88	238,0
48	552,88	237,5
49	555,0	237,0
50	555,13	237,5
51	556,5	237,0
52	557,75	237,0
53	559,75	236,0
54	562,0	235,0
55	562,5	235,0
56	564,75	234,5
57	568,13	233,5
58	568,75	233,0
59	569,25	233,0
60	570,63	232,5
61	571,13	232,5
62	574,38	231,5
63	575,25	231,0
64	576,38	231,0
65	578,38	230,0
66	579,88	230,0
67	581,38	229,5
68	582,88	228,5
69	584,25	228,5
70	585,0	228,5
71	586,38	228,0
72	588,13	227,5
73	588,88	227,0
74	591,38	226,0
75	592,75	225,0
76	594,5	224,5
77	596,88	223,5
78	599,25	222,5
79	600,5	222,5
80	601,5	222,0
81	602,75	222,0
82	603,5	221,5
83	605,13	220,5
84	606,5	220,0
85	608,38	220,0
86	612,13	219,5
87	613,25	219,0
88	613,88	219,0
89	615,5	218,5
90	617,63	218,0
91	618,63	217,5
92	619,38	217,0
93	621,5	216,5
94	626,0	215,5
95	626,25	215,5
96	626,38	215,5
97	626,5	215,5
98	626,5	215,5
99	626,63	215,5
100	626,75	215,5
101	626,88	215,5
102	629,0	215,0
103	629,88	215,0
104	632,0	215,0
105	634,38	215,0
106	634,5	215,0
107	635,5	215,0
108	636,88	215,0
109	639,88	215,0
110	642,13	215,0
111	644,25	215,0
112	648,5	215,0
113	650,5	215,0
114	652,63	215,0
115	654,88	215,0
116	658,0	215,0

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

117	659,88	215,0
118	661,5	215,0
119	662,0	215,5
120	667,13	217,0
121	670,13	217,5
122	671,5	218,0
123	672,13	218,0
124	673,0	218,0
125	674,13	218,0
126	674,5	218,0
127	675,0	218,5
128	676,13	218,5
129	678,25	219,5
130	680,38	220,5
131	682,5	221,0
132	683,5	220,5
133	684,88	220,5
134	685,5	220,5
135	686,13	220,5
136	687,25	221,0
137	687,88	221,0
138	689,0	221,0
139	689,63	221,0
140	690,5	221,0
141	691,13	221,0
142	692,25	221,0
143	693,25	221,0
144	694,0	220,5
145	694,63	220,0
146	695,38	220,5
147	696,25	220,0
148	697,13	220,0
149	697,88	220,0
150	698,63	220,0
151	699,5	220,0
152	700,75	220,0
153	702,0	221,0
154	703,88	221,5
155	705,0	222,0
156	705,38	222,0
157	706,38	222,5
158	707,0	222,5
159	708,25	222,5
160	710,25	223,5
161	712,13	224,5
162	712,25	224,5
163	713,5	225,0
164	715,5	226,5
165	718,38	228,0
166	719,0	228,5
167	720,38	229,0
168	722,0	230,0
169	723,5	231,0
170	724,75	231,5
171	725,38	232,0
172	728,38	233,5
173	728,63	233,5
174	728,88	233,5
175	729,13	233,5
176	729,38	234,0
177	729,5	234,0
178	729,63	234,0
179	729,75	234,0
180	730,25	235,0
181	730,38	235,0
182	730,5	235,0
183	730,63	235,0
184	731,75	235,0
185	731,88	235,0
186	732,13	235,0
187	732,25	235,0
188	734,0	235,0
189	734,25	235,0

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

190	734,5	235,0
191	738,13	235,0
192	741,75	245,0
193	749,63	253,0
194	752,0	255,0
195	752,38	256,5
196	752,88	258,5
197	754,88	265,0
198	756,25	269,5
199	757,25	271,5
200	758,88	275,0
201	761,25	277,0
202	761,5	277,0
203	764,63	279,5
204	765,63	280,0
205	767,0	281,0
206	769,0	283,0
207	771,5	285,0
208	773,13	288,0
209	777,0	295,0
210	777,13	295,0
211	777,75	295,0
212	778,25	295,0
213	778,25	295,0
214	778,5	295,0
215	779,63	295,0
216	780,38	295,0
217	781,0	295,0
218	781,75	295,0
219	782,75	295,0
220	792,0	300,5
221	795,0	302,0
222	797,38	303,5
223	800,13	305,0
224	800,25	305,0
225	800,5	305,0
226	800,5	305,0
227	800,5	305,0
228	800,75	305,0
229	805,38	307,0
230	807,5	308,0
231	813,75	315,0
232	814,13	315,0
233	814,5	315,0
234	815,0	315,0
235	815,5	315,0
236	816,13	315,0
237	816,75	315,0
238	817,5	315,0
239	818,5	315,0
240	818,63	315,0
241	819,88	315,0
242	820,38	315,0
243	820,88	315,5
244	820,88	315,5
245	820,88	315,5
246	822,13	317,5
247	823,0	318,5
248	823,5	318,0
249	824,5	318,5
250	825,0	318,5
251	837,75	325,0
252	838,25	325,0
253	838,38	325,0
254	838,75	325,0
255	839,63	326,0
256	840,0	326,0
257	843,5	329,5
258	845,0	330,0
259	846,38	331,5
260	847,63	332,0
261	851,25	335,0
262	851,38	335,0

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

263	854,38	337,0
264	856,0	338,5
265	858,75	340,5
266	861,5	342,5
267	862,38	343,5
268	864,63	345,0
269	867,75	347,0
270	869,0	347,5
271	872,13	349,0
272	874,0	350,0
273	875,38	350,5
274	876,25	351,0
275	877,5	352,0
276	878,75	352,5
277	884,0	355,0
278	884,25	355,0
279	886,63	356,5
280	887,25	356,5
281	890,13	358,5
282	892,0	359,5
283	895,38	362,5
284	898,13	365,0
285	907,63	372,5
286	911,0	375,0
287	914,13	379,0
288	916,25	380,5
289	917,88	381,5
290	920,13	384,0
291	920,38	384,0
292	924,0	387,0
293	924,0	387,0
294	928,25	389,5
295	931,88	391,5
296	934,5	393,5
297	936,25	395,5
298	937,25	397,5
299	938,25	399,5
300	939,25	401,5
301	940,5	403,5
302	942,0	405,5
303	943,88	407,5
304	946,38	409,5
305	949,0	411,5
306	951,75	413,5
307	954,38	415,5
308	957,63	417,5
309	960,25	419,5
310	962,0	421,5
311	964,5	423,5
312	971,88	425,5
313	975,38	427,5
314	985,88	429,5
315	985,88	429,5
316	990,25	430,5

Vertici strato 4

N	X (m)	y (m)
1	353,63	185,0
2	353,63	185,0
3	454,38	185,0
4	454,38	185,0
5	720,25	185,0
6	738,13	235,0
7	741,75	245,0
8	749,63	253,0
9	752,0	255,0
10	752,38	256,5
11	752,88	258,5
12	754,88	265,0
13	756,25	269,5
14	757,25	271,5
15	758,88	275,0
16	761,25	277,0

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

17	761,5	277,0
18	764,63	279,5
19	765,63	280,0
20	767,0	281,0
21	769,0	283,0
22	771,5	285,0
23	773,13	288,0
24	777,0	295,0
25	777,13	295,0
26	777,75	295,0
27	778,25	295,0
28	778,25	295,0
29	778,5	295,0
30	779,63	295,0
31	780,38	295,0
32	781,0	295,0
33	781,75	295,0
34	782,75	295,0
35	792,0	300,5
36	795,0	302,0
37	797,38	303,5
38	800,13	305,0
39	800,25	305,0
40	800,5	305,0
41	800,5	305,0
42	800,5	305,0
43	800,75	305,0
44	805,38	307,0
45	807,5	308,0
46	813,75	315,0
47	814,13	315,0
48	814,5	315,0
49	815,0	315,0
50	815,5	315,0
51	816,13	315,0
52	816,75	315,0
53	817,5	315,0
54	818,5	315,0
55	818,63	315,0
56	819,88	315,0
57	820,38	315,0
58	820,88	315,5
59	820,88	315,5
60	820,88	315,5
61	822,13	317,5
62	823,0	318,5
63	823,5	318,0
64	824,5	318,5
65	825,0	318,5
66	837,75	325,0
67	838,25	325,0
68	838,38	325,0
69	838,75	325,0
70	839,63	326,0
71	840,0	326,0
72	843,5	329,5
73	845,0	330,0
74	846,38	331,5
75	847,63	332,0
76	851,25	335,0
77	851,38	335,0
78	854,38	337,0
79	856,0	338,5
80	858,75	340,5
81	861,5	342,5
82	862,38	343,5
83	864,63	345,0
84	867,75	347,0
85	869,0	347,5
86	872,13	349,0
87	874,0	350,0
88	875,38	350,5
89	876,25	351,0

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

90	877,5	352,0
91	878,75	352,5
92	884,0	355,0
93	884,25	355,0
94	886,63	356,5
95	887,25	356,5
96	890,13	358,5
97	892,0	359,5
98	895,38	362,5
99	898,13	365,0
100	907,63	372,5
101	911,0	375,0
102	914,13	379,0
103	916,25	380,5
104	917,88	381,5
105	920,13	384,0
106	920,38	384,0
107	924,0	387,0
108	924,0	387,0
109	928,25	389,5
110	931,88	391,5
111	934,5	393,5
112	936,25	395,5
113	937,25	397,5
114	938,25	399,5
115	939,25	401,5
116	940,5	403,5
117	942,0	405,5
118	943,88	407,5
119	946,38	409,5
120	949,0	411,5
121	951,75	413,5
122	954,38	415,5
123	957,63	417,5
124	960,25	419,5
125	962,0	421,5
126	964,5	423,5
127	971,88	425,5
128	975,38	427,5
129	985,88	429,5
130	985,88	429,5
131	990,25	430,5

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1,0 1,0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1,0 1,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm²)	Coesione non drenata (kg/cm²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m³)	Peso saturo (Kg/m³)	Litologia
1	0		36	1850	1850	riporto base
2	0		32	1900	1900	base piazzale
3	0		36	1850	1850	Nuovo rimodellamento
4	0,1		25	1800	1800	vecchio rimodellamento
5	0,75		30	2500	2500	Ammasso

Elemento Rinforzo

Nr.	Descrizione	X (m)	Y (m)	Lunghezza	Lunghezza	Lunghezza	Inclinazione	Tallow (kN)	Angolo attrito	Coefficiente di	Attivato

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

				(m)	facciata (Lf) (m)	ripiegatura (Lrip) (m)	(°)		terreno rinforzo (°)	Pullout	
1	XGrid PET PVC 110/30 IT	405,47	196,7933	20	1	2	53,1301	64,77	32	1	1-Attivato
2	XGrid PET PVC 110/30 IT	407,8	198,12	20	1	2	67,38013	64,77	32	1	1-Attivato
3	XGrid PET PVC 110/30 IT	408,2166	199,1199	20	1	2	67,38013	64,77	32	1	1-Attivato
4	XGrid PET PVC 110/30 IT	408,6333	200,1199	20	0,8	2	67,38013	64,77	32	1	1-Attivato
5	XGrid PET PVC 110/30 IT	410,94	201,156	16	1	2	67,38013	64,77	32	1	1-Attivato
6	XGrid PET PVC 110/30 IT	411,3567	202,1561	16	1	2	67,38013	64,77	32	1	1-Attivato
7	XGrid PET PVC 110/30 IT	411,7733	203,1559	16	0,8	2	67,38013	64,77	32	1	1-Attivato
8	XGrid PET PVC 110/30 IT	414,18	204,264	14	1	2	78,23171	64,77	32	1	1-Attivato
9	XGrid PET PVC 110/30 IT	414,3883	205,2639	14	1	2	78,23171	64,77	32	1	1-Attivato
10	XGrid PET PVC 110/30 IT	414,5966	206,2636	14	1	2	78,23171	64,77	32	1	1-Attivato
11	XGrid PET PVC 110/30 IT	414,805	207,264	14	1	2	78,23171	64,77	32	1	1-Attivato
12	XGrid PET PVC 110/30 IT	415,0133	208,2639	14	1	2	78,23171	64,77	32	1	1-Attivato
13	XGrid PET PVC 110/30 IT	415,2216	209,2636	14	0,7	2	78,23171	64,77	32	1	1-Attivato
14	XGrid PET PVC 110/30 IT	417,05	210,4421	12	1	2	68,40469	64,77	32	1	1-Attivato
15	XGrid PET PVC 110/30 IT	417,4458	211,442	12	1	2	68,40469	64,77	32	1	1-Attivato
16	XGrid PET PVC 110/30 IT	417,8416	212,442	12	1	2	68,40469	64,77	32	1	1-Attivato
17	XGrid PET PVC 110/30 IT	418,2375	213,4421	12	1	2	68,40469	64,77	32	1	1-Attivato
18	XGrid PET PVC 110/30 IT	418,6333	214,442	12	1	2	68,40469	64,77	32	1	1-Attivato
19	XGrid PET PVC 110/30 IT	419,0291	215,442	12	0,5	2	68,40469	64,77	32	1	1-Attivato
20	XGrid PET PVC 110/30 IT	420,45	216,1637	10	1	2	65,37643	64,77	32	1	1-Attivato
21	XGrid PET PVC 110/30 IT	420,9084	217,1638	10	1	2	65,37643	64,77	32	1	1-Attivato
22	XGrid PET PVC 110/30 IT	421,3667	218,1637	10	0,8	2	65,37643	64,77	32	1	1-Attivato
23	XGrid PET PVC 110/30 IT	423,51	219,2946	8	1	2	65,37643	64,77	32	1	1-Attivato
24	XGrid PET PVC 110/30 IT	423,9684	220,2947	8	1	2	65,37643	64,77	32	1	1-Attivato
25	XGrid PET PVC 110/30 IT	424,4267	221,2946	8	0,7	2	65,37643	64,77	32	1	1-Attivato
26	XGrid PET PVC 110/30 IT	430,8	222,3999	6	1	2	82,87498	64,77	32	1	1-Attivato
27	XGrid PET PVC 110/30 IT	430,8743	222,9944	6	1	2	82,87498	64,77	32	1	1-Attivato
28	XGrid PET PVC 110/30 IT	430,9993	223,9944	6	1	2	82,87498	64,77	32	1	1-Attivato
29	XGrid PET PVC 110/30 IT	517,79	241,9619	12	1	2	70,34618	64,77	32	1	1-Attivato
30	XGrid PET PVC 110/30 IT	518,0407	242,664	12	1	2	70,34618	64,77	32	1	1-Attivato
31	XGrid PET PVC 110/30 IT	518,3275	243,467	12	1	2	70,34618	64,77	32	1	1-Attivato
32	XGrid PET PVC 110/30 IT	518,8614	244,9619	12	1	2	70,34618	64,77	32	1	1-Attivato
33	XGrid PET PVC 110/30 IT	520,6786	245,9619	12	1	2	28,07249	64,77	32	1	1-Attivato
34	XGrid PET PVC 110/30 IT	522,0326	246,9619	10	1	2	36,8699	64,77	32	1	1-Attivato
35	XGrid PET PVC 110/30 IT	523,4022	247,962	10	1	2	35,31121	64,77	32	1	1-Attivato

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

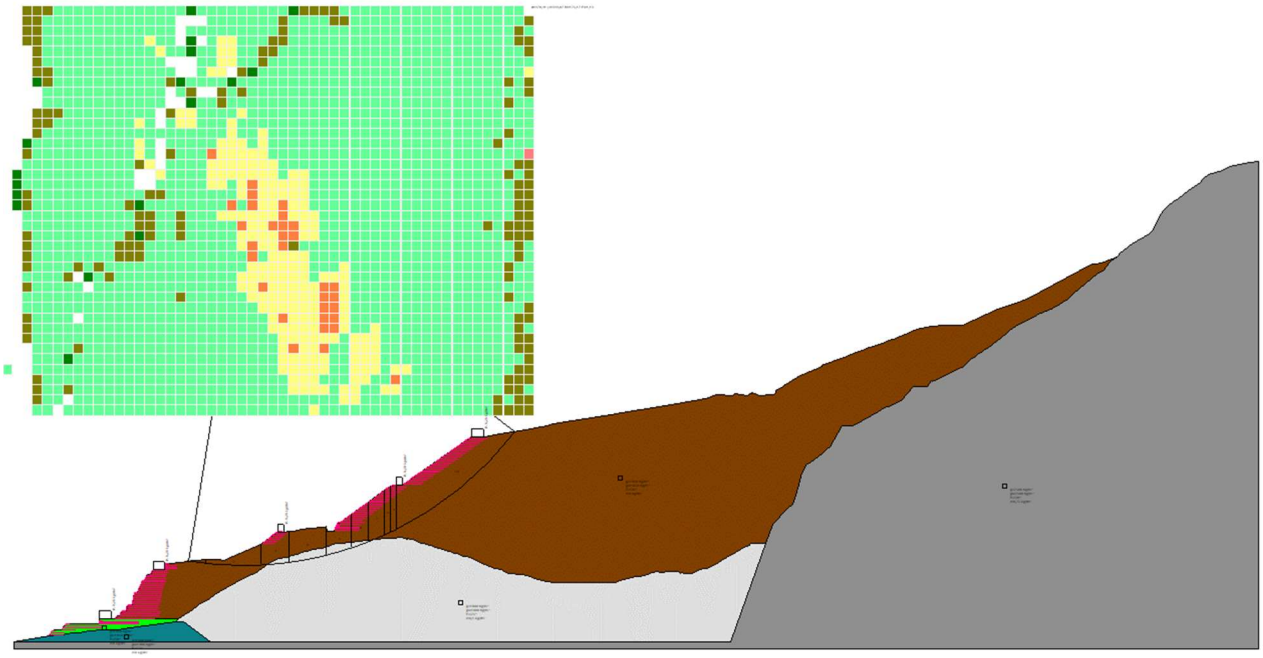
36	XGrid PET PVC 110/30 IT	524,8139	248,9619	10	1	2	35,31121	64,77	32	1	1- Attivato
37	XGrid PET PVC 110/30 IT	526,2257	249,962	10	1	2	35,31121	64,77	32	1	1- Attivato
38	XGrid PET PVC 110/30 IT	527,6375	250,962	10	1	2	35,31121	64,77	32	1	1- Attivato
39	XGrid PET PVC 110/30 IT	529,0492	251,9619	10	1	2	35,31121	64,77	32	1	1- Attivato
40	XGrid PET PVC 110/30 IT	530,4609	252,9619	10	1	2	35,31121	64,77	32	1	1- Attivato
41	XGrid PET PVC 110/30 IT	531,8727	253,9619	10	1	2	35,31121	64,77	32	1	1- Attivato
42	XGrid PET PVC 110/30 IT	533,2845	254,9619	9	1	2	35,31121	64,77	32	1	1- Attivato
43	XGrid PET PVC 110/30 IT	534,6962	255,9619	9	1	2	35,31121	64,77	32	1	1- Attivato
44	XGrid PET PVC 110/30 IT	535,9709	256,9619	9	1	2	38,23383	64,77	32	1	1- Attivato
45	XGrid PET PVC 110/30 IT	537,2401	257,9619	9	1	2	38,23383	64,77	32	1	1- Attivato
46	XGrid PET PVC 110/30 IT	538,5093	258,9619	9	1	2	38,23383	64,77	32	1	1- Attivato
47	XGrid PET PVC 110/30 IT	539,7786	259,9619	9	1	2	38,23383	64,77	32	1	1- Attivato
48	XGrid PET PVC 110/30 IT	541,0478	260,9619	9	1	2	38,23383	64,77	32	1	1- Attivato
49	XGrid PET PVC 110/30 IT	542,317	261,9619	9	1	2	38,23383	64,77	32	1	1- Attivato
50	XGrid PET PVC 110/30 IT	543,7794	262,9619	9	1	2	30,65067	64,77	32	1	1- Attivato
51	XGrid PET PVC 110/30 IT	545,4669	263,9619	9	1	2	30,65067	64,77	32	1	1- Attivato
52	XGrid PET PVC 110/30 IT	552,9153	265,3814	9	1	2	35,21759	64,77	32	1	1- Attivato
53	XGrid PET PVC 110/30 IT	554,332	266,3814	9	1	2	35,21759	64,77	32	1	1- Attivato
54	XGrid PET PVC 110/30 IT	555,7486	267,3813	9	1	2	35,21759	64,77	32	1	1- Attivato
55	XGrid PET PVC 110/30 IT	557,1653	268,3814	9	1	2	35,21759	64,77	32	1	1- Attivato
56	XGrid PET PVC 110/30 IT	558,582	269,3814	9	1	2	35,21759	64,77	32	1	1- Attivato
57	XGrid PET PVC 110/30 IT	559,9986	270,3813	9	1	2	35,21759	64,77	32	1	1- Attivato
58	XGrid PET PVC 110/30 IT	561,4202	271,3813	9	1	2	34,971	64,77	32	1	1- Attivato
59	XGrid PET PVC 110/30 IT	562,8499	272,3813	9	1	2	34,971	64,77	32	1	1- Attivato
60	XGrid PET PVC 110/30 IT	564,2796	273,3813	9	1	2	34,971	64,77	32	1	1- Attivato
61	XGrid PET PVC 110/30 IT	565,7093	274,3813	9	1	2	34,971	64,77	32	1	1- Attivato
62	XGrid PET PVC 110/30 IT	567,139	275,3813	9	1	2	34,971	64,77	32	1	1- Attivato
63	XGrid PET PVC 110/30 IT	568,5687	276,3814	9	1	2	34,971	64,77	32	1	1- Attivato
64	XGrid PET PVC 110/30 IT	569,9984	277,3814	9	1	2	34,971	64,77	32	1	1- Attivato
65	XGrid PET PVC 110/30 IT	571,428	278,3813	9	1	2	34,971	64,77	32	1	1- Attivato
66	XGrid PET PVC 110/30 IT	572,8577	279,3813	9	1	2	34,971	64,77	32	1	1- Attivato
67	XGrid PET PVC 110/30 IT	574,2874	280,3813	9	1	2	34,971	64,77	32	1	1- Attivato
68	XGrid PET PVC 110/30 IT	575,7171	281,3813	9	1	2	34,971	64,77	32	1	1- Attivato
69	XGrid PET PVC 110/30 IT	577,1468	282,3813	9	1	2	34,971	64,77	32	1	1- Attivato
70	XGrid PET PVC 110/30 IT	578,5765	283,3813	9	1	2	34,971	64,77	32	1	1- Attivato
71	XGrid PET PVC 110/30 IT	580,0062	284,3814	9	1	2	34,971	64,77	32	1	1- Attivato
72	XGrid PET	581,4359	285,3814	9	1	2	34,971	64,77	32	1	1-

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

	PVC 110/30 IT										Attivato
73	XGrid PET	582,8655	286,3813	9	1	2	34,971	64,77	32	1	1-
	PVC 110/30 IT										Attivato
74	XGrid PET	584,322	287,3813	9	1	2	33,69007	64,77	32	1	1-
	PVC 110/30 IT										Attivato
75	XGrid PET	586,1949	288,3813	9	1	2	40,6013	64,77	32	1	1-
	PVC 110/30 IT										Attivato
76	XGrid PET	371,81	188,4769	7	1	2	56,97613	64,77	32	1	1-
	PVC 110/30 IT										Attivato
77	XGrid PET	372,46	189,4769	7	1	2	56,97613	64,77	32	1	1-
	PVC 110/30 IT										Attivato
78	XGrid PET	378,07	191,084	7	1	2	50,19443	64,77	32	1	1-
	PVC 110/30 IT										Attivato
79	XGrid PET	378,9034	192,0841	20	1	2	50,19443	64,77	32	1	1-
	PVC 110/30 IT										Attivato
80	XGrid PET	379,7368	193,0841	20	0,9	2	50,19443	64,77	32	1	1-
	PVC 110/30 IT										Attivato
81	XGrid PET	397,1292	194,0842	20	0,6	2	87,1376	64,77	32	1	1-
	PVC 110/30 IT										Attivato
82	XGrid PET	397,1592	194,6842	20	0,6	2	87,1376	64,77	32	1	1-
	PVC 110/30 IT										Attivato
83	XGrid PET	397,1892	195,2842	20	0,6	2	87,1376	64,77	32	1	1-
	PVC 110/30 IT										Attivato
84	XGrid PET	480,84	235,1357	6	1	2	37,11686	64,77	32	1	1-
	PVC 110/30 IT										Attivato
85	XGrid PET	482,1614	236,1357	6	1	2	37,11686	64,77	32	1	1-
	PVC 110/30 IT										Attivato
86	XGrid PET	483,4828	237,1356	6	1	2	37,11686	64,77	32	1	1-
	PVC 110/30 IT										Attivato
87	XGrid PET	484,7437	238,1357	6	1	2	48,81408	64,77	32	1	1-
	PVC 110/30 IT										Attivato
88	XGrid PET	485,7205	239,1357	6	1	2	31,6075	64,77	32	1	1-
	PVC 110/30 IT										Attivato
89	XGrid PET	487,3455	240,1357	6	1	2	31,6075	64,77	32	1	1-
	PVC 110/30 IT										Attivato

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm²)
1	397,34	196,53	403,34	196,53	0,2
2	424,85	222,02	430,85	222,02	0,2
3	587,66	289,51	593,66	289,51	0,2
4	549,25	265,01	552,25	265,01	0,2
5	488,82	241,03	491,82	241,03	0,2



Risultati analisi pendio [NTC 2018]

==========

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it

Fs minimo individuato	*1,13*
Ascissa centro superficie	470,91 m
Ordinata centro superficie	399,07 m
Raggio superficie	175,17 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

xc = 470,913 yc = 399,067 Rc = 175,17 Fs=1,13

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)	Kh•Wi (kN)	Kv•Wi (kN)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)
1	8,51	-7,8	8,58	153,96	10,47	5,23	0,0	36,0	0,0	170,3	109,5
2	28,5	-1,7	28,51	2394,52	162,83	81,41	0,0	36,0	0,0	2442,0	1569,9
3	14,13	5,3	14,19	3971,31	270,05	135,02	0,1	25,0	0,0	3830,5	1703,6
4	19,25	10,8	19,6	5517,87	375,22	187,61	0,1	25,0	0,0	5177,0	2306,2
5	12,95	16,2	13,49	3415,45	232,25	116,13	0,1	25,0	0,0	3145,3	1414,8
6	8,43	19,9	8,96	2845,3	193,48	96,74	0,1	25,0	0,0	2608,2	1154,0
7	8,25	22,8	8,95	3237,89	220,18	110,09	0,0	36,0	0,0	2764,8	1777,4
8	3,38	24,9	3,72	1427,34	97,06	48,53	0,0	36,0	0,0	1211,9	779,1
9	2,75	26,0	3,06	1152,62	78,38	39,19	0,0	36,0	0,0	976,3	627,6
10	60,53	39,4	78,39	24802,57	1686,58	843,29	0,0	36,0	0,0	21007,1	13505,2

Tiro geogriglie

Nr. conci	Tiro (kN)
1	--
2	--
3	--
4	--
5	--
6	--
7	--
8	--
9	--
10	--

Piazza Diaz 11/5 - 17100 Savona - Tel./Fax. 019/2051420; Tel. 019813843 - e-mail: geolab@studiogeolab.it- Website: www.studiogeolab.it