

COMMITTENTE:

Sila Argille s.r.l.

TITOLO:

**CAVA DI ARGILLA IN LOCALITA' BUONRIPOSO
COMUNE DI EMPOLI**
**Richiesta di Autorizzazione alla Coltivazione ai sensi
dell'art. 17 della L.R. 35/2015 in proseguimento
dell'Autorizzazione Unica SUAP n. 16/2004 del 28/02/2014
VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA' A VIA**

ELABORATO:

RELAZIONE DI PROGETTO

DIRETTORE TECNICO:

GEOL. FABIO MONTAGNANI



PROGETTISTA:

ING. LETIZIA MORANDI



indaoo S.r.l.
società di geologia e ingegneria

DATA:

Maggio 2018

REV:

0

POSIZIONE ARCHIVIO:

1003/P/SLA/2018

RESPONSABILE DELLA COMMESSA:

Dott. Geol. Fabio Montagnani

INDICE

1. PREMESSA	2
2. CARATTERISTICHE AMBIENTALI	2
2.1 Ubicazione geografica.....	2
2.2 Inquadramento geologico-geomorfologico generale	5
2.3 Idrogeologia	8
STATO DI COLTIVAZIONE	9
4. ASPETTI TECNICI	10
5. PROGETTO DI RIPRISTINO AMBIENTALE	12
6. CONSIDERAZIONI IN RELAZIONE AL VINCOLO IDROGEOLOGICO	14
7. CRONOPROGRAMMA	15
8. VERIFICHE DI STABILITA'	16

Appendice

- A - Documentazione fotografica
- B - Verifiche di stabilità del versante

Allegati fuori testo

- Tav 1 – Corografia generale
- Tav 2 – Carta geologica
- Tav 3 – Sezioni geologiche
- Tav 4 – Planimetria stato attuale
- Tav 5 – Planimetria stato di progetto
- Tav 6 – Planimetria stato sovrapposto
- Tav 7 – Sezioni stato attuale
- Tav 8 – Sezioni stato di progetto
- Tav 9 – Sezioni stato sovrapposto
- Tav 10 – Planimetria aree di cantiere

1. PREMESSA

Con atto di convenzione stipulato in data 22 marzo 1995 tra il Comune di Empoli e la Ditta SILA, il concessionario risulta titolare del permesso di coltivazione della cava di argilla di cui all'oggetto per un periodo di 3 (tre) anni rinnovato successivamente fino ad oggi.

Attualmente il sito estrattivo risulta in concessione alla Sila Argille Srl con Autorizzazione Unica Suap n° 16/2014 del 28/02/2014 e con scadenza 28/02/2019.

La coltivazione, condotta secondo il progetto approvato, risulta approssivamente procedere secondo le fasi di coltivazione previste dal progetto e dai successivi progetti di rinnovo in ragione soprattutto del fatto che la ditta SILA, utilizzando il sito per l'approvvigionamento della materia prima direttamente lavorata nello stabilimento di sovigliana, utilizza esclusivamente le quantità di materiale strettamente finalizzate alla produzione di una delle tipologie di impasto prodotte.

Il presente progetto riguarda il proseguimento della coltivazione sull'area di "ampliamento" del sito estrattivo in prosecuzione dell'autorizzazione SUAP del 2014 sopracitata.

Il sito estrattivo risulta ricompreso nell'areale del SU indicato come "area estrattiva (D3AE)" e sua volta ricompreso all'interno della più grande area inserita sia all'interno della Carta delle Risorse che quella delle cave e dei Bacini estrattivi del PRAER con la sigla 214 I 4.

2. CARATTERISTICHE AMBIENTALI

2.1 Ubicazione geografica

L'area oggetto di progetto è ubicata in località Buonriposo ad una distanza di circa 5.2 km dal capoluogo in direzione SSE, non lontano dalla frazione di Monterappoli, in destra idrografica del Torrente Ormicello.

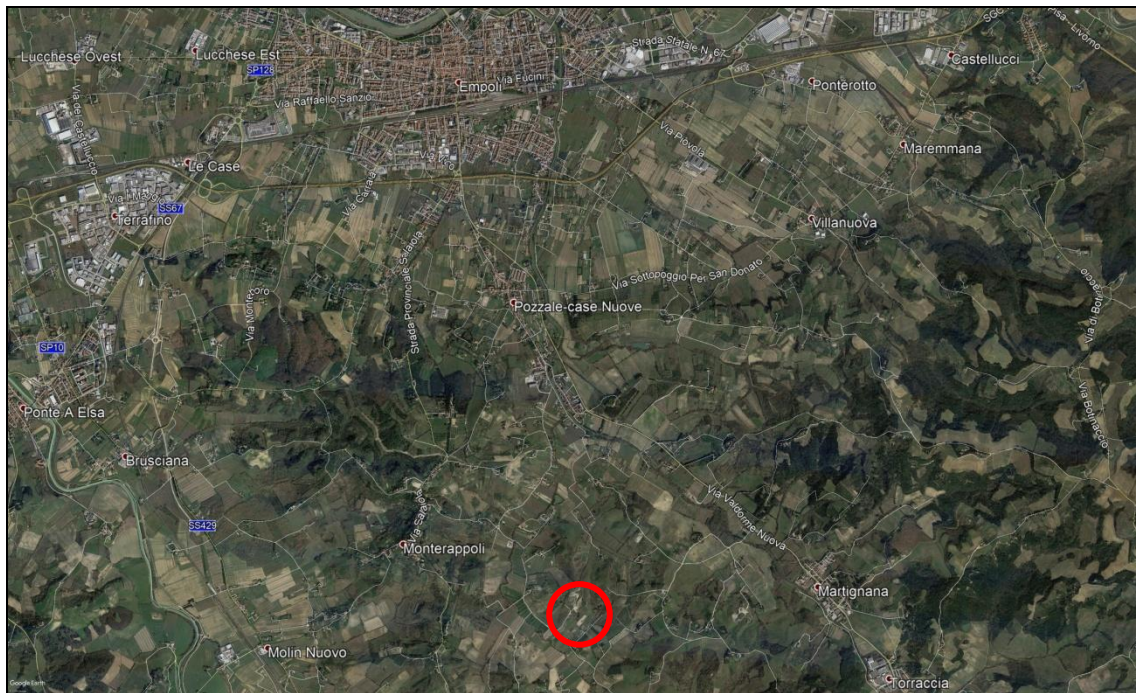


Figura 1: Inquadramento Territoriale.

Sotto il profilo prettamente logistico, la cava in oggetto è molto ben ubicata, essendo situata a poca distanza da importanti direttrici di flusso con viabilità di vario ordine. Tutta l'area di cava risulta ben occultata alla visuale dall'esterno ed in particolare dall'unica via di accesso lungo via dell'ormicello; infatti il fronte di cava risulta parzialmente coperto dalla vegetazione arborea presente.



Figura 2: Dettaglio stellare dell'area di cava (11/2017 - Google Maps).



Figura 3: Foto prospettive SSO e OSO dell'area di cava (07/2016 - Google Maps).

Al Nuovo Catasto Terreni del Comune di Empoli l'area di cava in oggetto risulta essere rappresentata nel foglio di mappa 55 particella 139, si veda l'estratto di fig.4 sottostante.

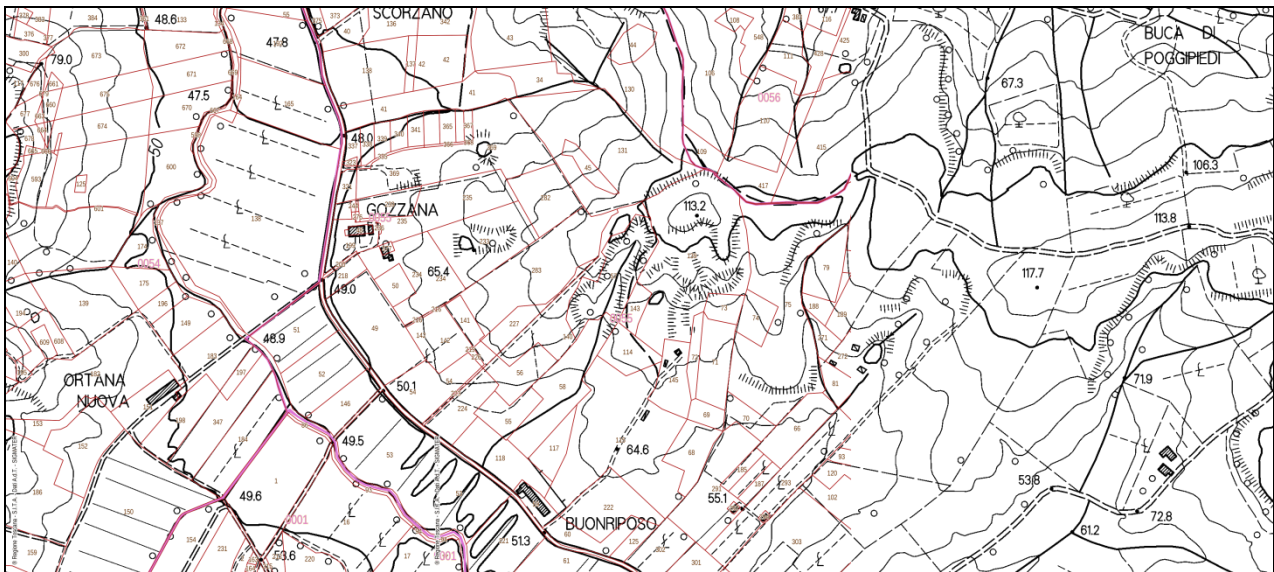


Figura 4: Planimetria Catastale.

2.2 Inquadramento geologico-geomorfologico generale

Per quello che riguarda il quadro puramente Geologico, all'interno dell'area in progetto ed in un intorno significativo affiorano litologie che appartengono al vasto deposito di sedimenti marini riferibili al pliocene superiore. Tali litologie si sono deposte al termine della trasgressione marina avvenuta appunto nel Pliocene medio e rappresentano la chiusura del ciclo di sedimentazione.

L'attività estrattiva fonda il suo interesse sulla formazione delle Argille Azzurre e Cineree (Pag), talvolta con intercalazioni sabbioso-limose (ACO1) e più raramente ghiaiose (ACO2). Localmente le argille passano lateralmente a facies argilluso-sabbiose e/o sabbioso-limose, si veda a tal proposito la Carta Geologica di Tav. 2 allegata al progetto definitivo di coltivazione e ripristino.

Stratigraficamente parlando, al disopra delle Argille Azzurre troviamo depositate la formazione delle Sabbie Grossolane (QPL), stratificate, di colore giallastro, con lenti ghiaiose e rare intercalazioni argillose.

All'interno della cartografia geologica di dettaglio, risultano cartografati anche i depositi eluviali di fondovalle (bc), costituiti da sedimenti prevalentemente ghiaioso-sabbiosi provenienti

dal dilavamento dei versanti. Inoltre vengono riportate le aree di instabilità con indicazione dello stato di attività e la tipologia di movimento.

In fig. 5 sottostante, si riporta un estratto della carta geologica allegata al PS comunale. La campagna di rilievo geologico-geomorfologico svolta all'interno dell'area di progetto, seppur eseguita con una scala di rilievo decisamente inferiore ha messo in luce la presenza di una sequenza stratigrafica pressoché identica a quella riportata nella cartografia sottostante.

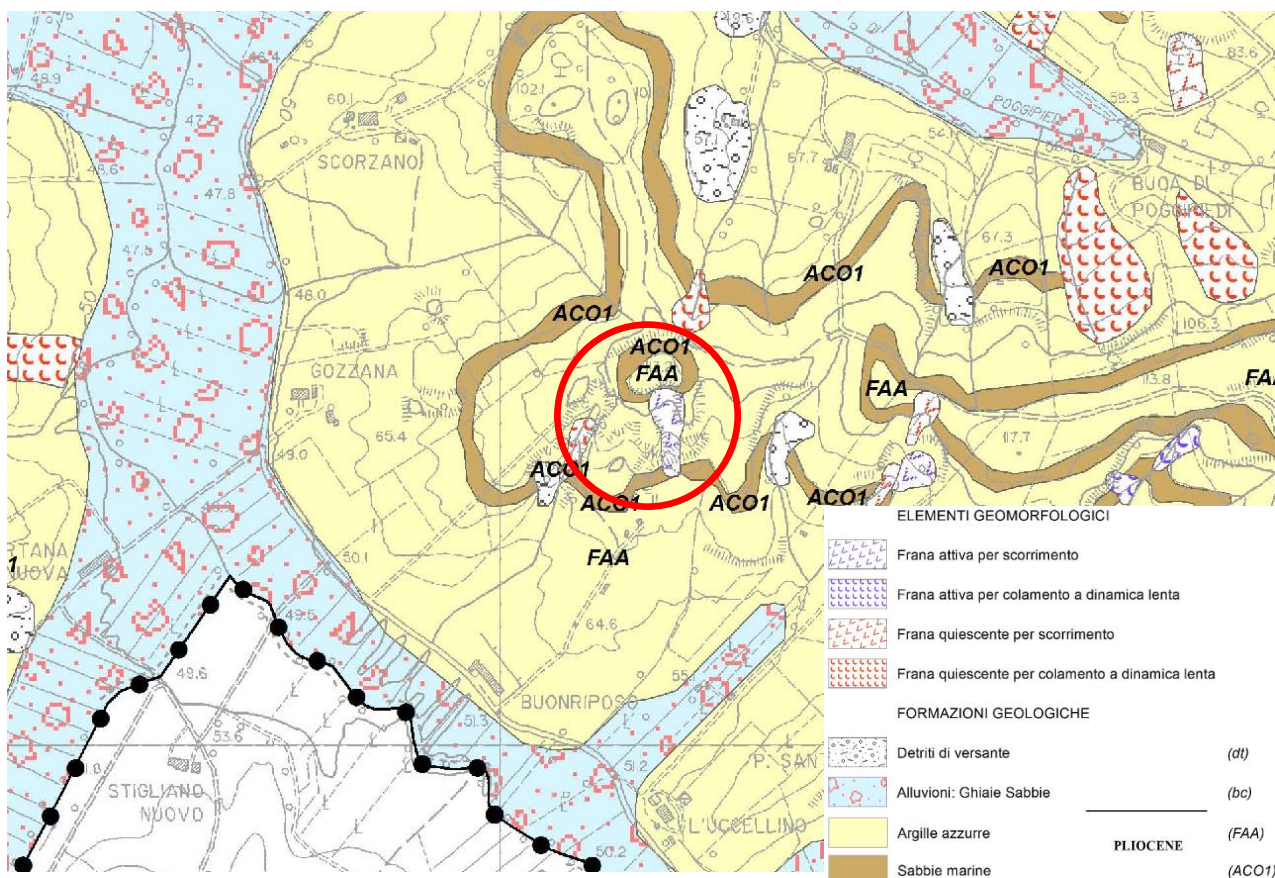


Figura 5: Estratto da Carta Geologica del P.S. del comune di Empoli

Sotto il profilo più propriamente geomorfologico, il sistema collinare oggetto di coltivazione è situato ad una quota altimetrica compresa tra 120 e 140 m slm e pendenze comprese tra il 20 ed il 22%, con punte massime fino al 28%.

In seguito al rilievo topografico di dettaglio sono stati evidenziati anche altri elementi di natura antropica strettamente legati alla conduzione della cava:

- Fronte attivo di coltivazione;

- Piazzale di lavorazione;
- Cumuli di stoccaggio;
- Fossetti di regimazione idraulica;
- Pozzetti di decantazione per la sedimentazione delle AMD.
- Laghetti artificiali

L'area oggetto del presente progetto risulta inoltre sostanzialmente stabile sotto il profilo delle dinamiche geomorfologiche di versante. Infatti, sebbene l'area risulti caratterizzata dalla presenza di scarpate attive e denudate anche su-verticali legate alla presenza di fronti di coltivazione attivi, non risultano presenti frane attive o segnali di dinamica fluviale legati al mancato controllo della regimazione idraulica superficiale.

Anche la carta geomorfologica riportata nell'immagine successiva riporta la presenza delle scarpate legate alla coltivazione del sito estrattivo.

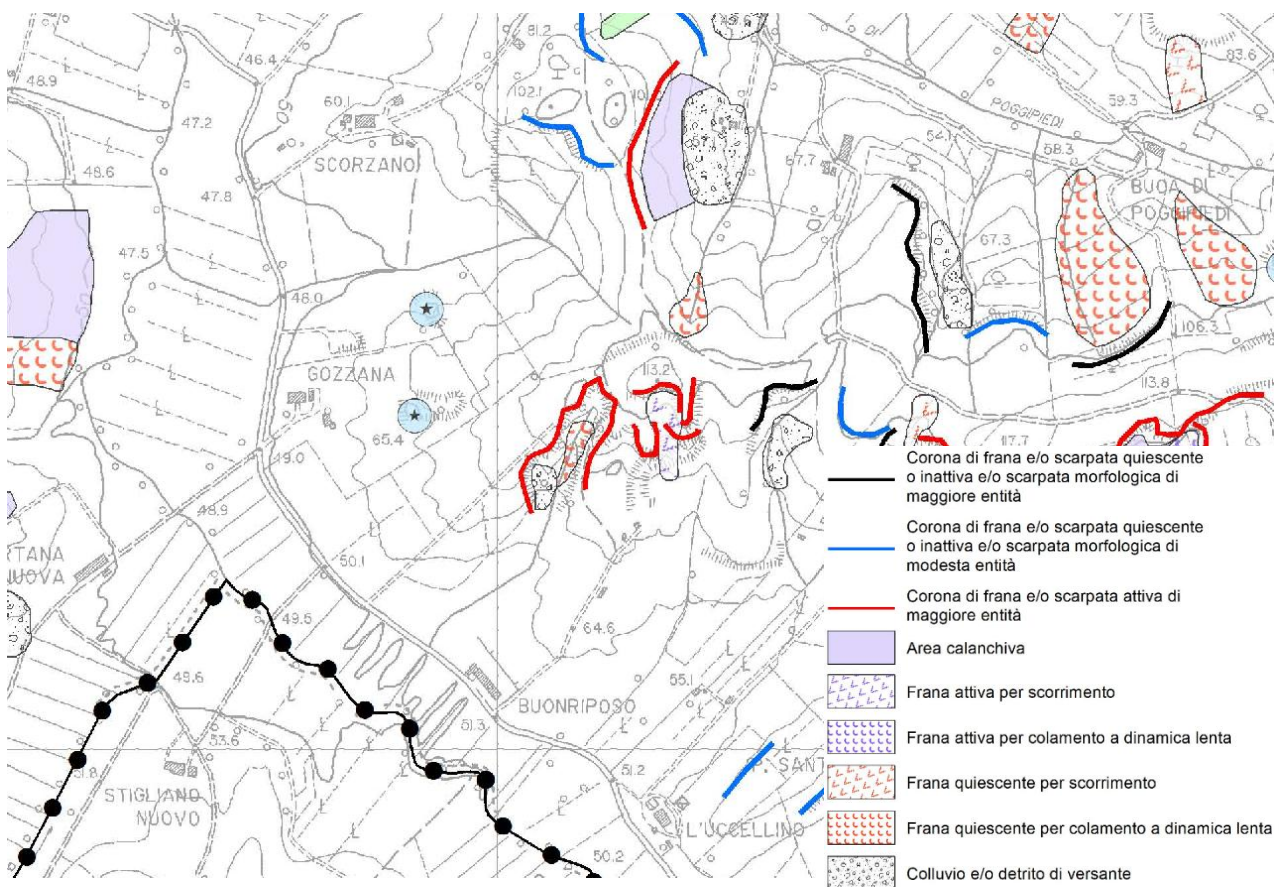


Figura 65: Estratto da Carta Geomorfologica del P.S. del comune di Empoli

2.3 Idrogeologia

Per quanto riguarda il profilo idrogeologico, il sottosuolo dell'area di studio è dominato dalla presenza di terreni da scarsamente permeabili legati alle litologie argillose franche a terreni con media permeabilità associati alle litologie più limose sabbiose, che tuttavia sono di modesta estensione areale.

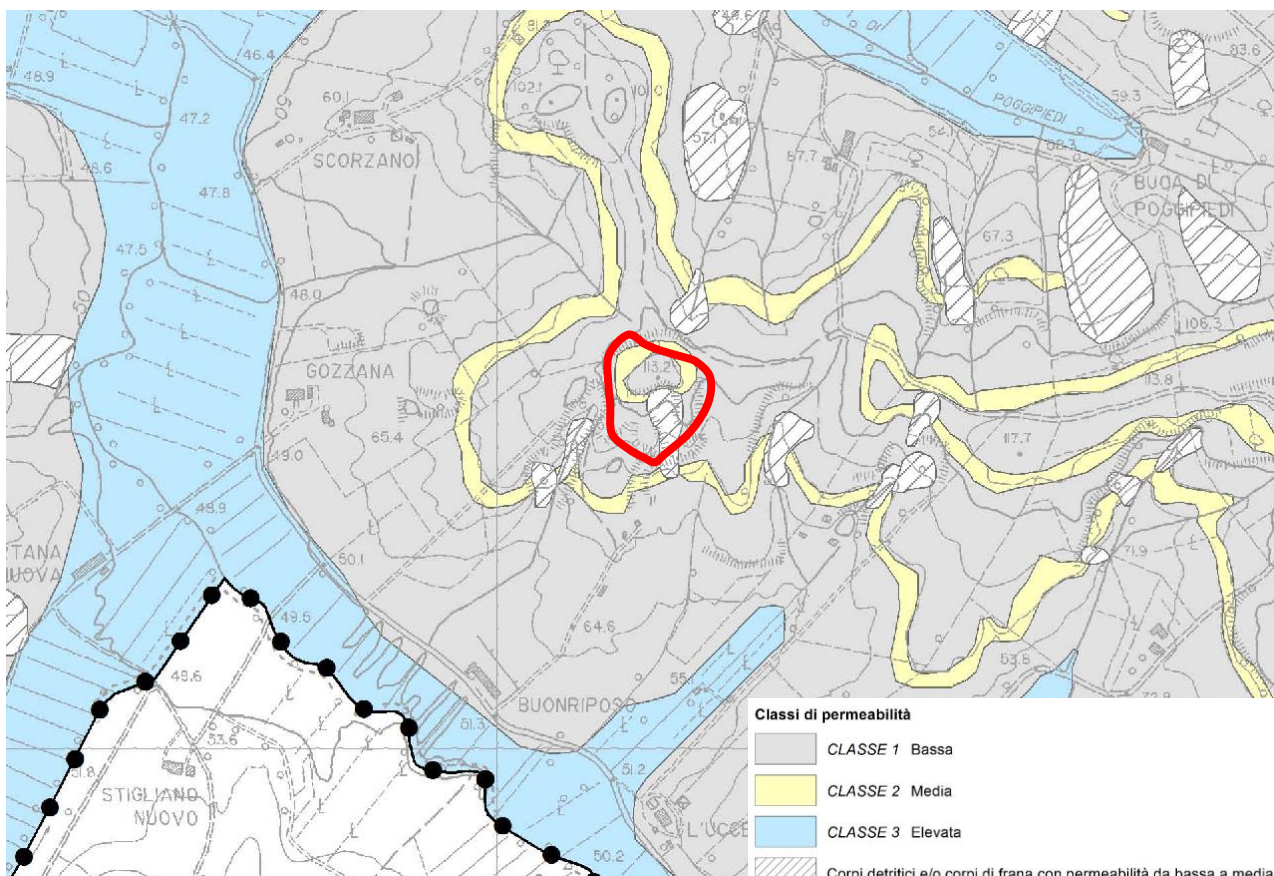


Figura 7: Estratto da Carta Idrogeologica del PS comunale.

Queste evidenze ci permettono di affermare che non esiste una circolazione idrica sotterranea, se non estremamente effimera, né tantomeno una sua continuità laterale.

La quasi inesistente permeabilità dei terreni argillosi affioranti ha determinato la formazione di un reticolo idrografico superficiale di tipo "Radiale Centrifugo", associato alla struttura "domiforme" con assenza di erosione selettiva del rilievo collinare su cui è impostata l'area di estrazione. Non sono presenti corsi d'acqua importanti che attraversano

o scorrono all'interno o accanto all'area in progetto. Questi corsi d'acqua risultano impluvi naturali che svolgono la funzione di scolo delle acque meteoriche a carattere stagionale. Uno di questi è presente appena a sud-est dell'area in progetto, che scorre in direzione SE verso il torrente Ormicello.

STATO DI COLTIVAZIONE

La perimetrazione del sito estrattivo risulta definita a vari livelli di pianificazione. Per quanto concerne la pianificazione di livello comunale l'area di cava risulta ricomprendere l'originario areale estrattivo unitamente al progetto di ampliamento oggi oggetto di coltivazione.

L'attuale areale risponde a condizioni geologico-merceologiche favorevoli (buona qualità del materiale estraibile) e ad un rapporto ottimale morfologia dell'area / geometria del corpo estrattivo (giacitura pseudo-orizzontale e buona continuità laterale del tipo litologico oggetto di coltivazione).

La coltivazione sulla cava attuale risulta procedere da S verso N, in maniera omogenea, con altezze dei fronti di scavo variabile, per sfruttare al meglio la situazione stratigrafica del litotipo oggetto di coltivazione. La coltivazione risulta del tipo a gradoni a cielo aperto: locali situazioni stratigrafiche possono talvolta comportare l'estrazione di piccoli settori in trincea o fossa, generaldo la presenza di vuoti di coltivazione che verranno comunque recuperati in fase di ripristino definitivo.

Lo stato di progetto è stato definito dalla situazione geomorfologica relativa allo stato attuale seguendo il criterio progettuale fino a qui utilizzato di terrazzamento (sia nel numero d'ordine sia nelle geometrie delle scarpate e delle pedate) ricavando una volumetria estrattiva di c.a 17.000 mc.

Ipotizzando la presenza di utile commercializzabile pari al 60% del materiale estratto si possono ipotizzare le seguenti volumetrie di progetto:

UTILE COMMERCIALIZZABILE: **10.000 mc**

STERILIE DI COLTIVAZIONE E SCOPERCHIATURE: **7.000 mc**

Seguendo lo stesso schema di estrazione utilizzato negli ultimi cinque anni ed ipotizzando una volumetria media di estrazione di materiale utile commercializzabile di 1000 mc/anno ne deriva una durata della concessione pari a **10 anni**.

4. ASPETTI TECNICI

4.1 Caratteristiche litologiche e merceologiche del materiale e valutazione dei fabbisogni

Il tipo litologico oggetto di coltivazione risulta costituito da argille azzurre e cineree che si presentano in genere discretamente compatte in banchi di spessore variabile da 50 a 70 cm, localmente interessate da un sistema di fratturazione neo-tettonico e da un certo grado di sovraconsolidazione presumibilmente per parziale diagenesi.

Le argille, in zolle più o meno grasse a seconda della natura mineralogica e del periodo stagionale di estrazione, provenienti dalla cava oggetto del presente progetto, vengono rilavorate per la produzione di argille filtrate e degassate per ceramiche artistiche. Nella zona esistono infatti due impianti di estrazione di questo tipo di materiale; tale fatto dimostra la naturale vocazione del territorio, proprio per le caratteristiche intrinseche del terreno ideale per questo tipo di impiego come materia prima per tutta l'industria ceramica locale di rilevante valenza sotto il profilo dell'industrializzazione dell'area già dal periodo romano soprattutto nell'area di monte lupo..

Il materiale argilloso cavato viene infatti utilizzato dalla Ditta SILA per impasti ceramici venduti a numerose aziende toscane, nazionali ed anche estere. Nel complesso sono circa 500 i clienti della SILA che utilizzano la materia prima lavorata estratta dall'impianto di "Buonriposo".

Anche sotto un profilo qualitativo tali argille risultano di discreta qualità. La loro granulometria estremamente fine, lo scarso contenuto in materiale sabbioso ed il particolare contenuto in minerali argillosi duttili, le rendono particolarmente pregiate nell'utilizzo per prodotti

ceramici. La costituzione di questa argilla è caratterizzata da una componente di limo minore del 30% che le conferisce particolari doti di lavorabilità primaria (triturazione, desalinizzazione, filtropressatura, e miscelazione) e secondaria (assenza di rifioriture saline, alto limite di plasticità e basso limite di ritiro).

Per quanto concerne la produzione di pani di argilla la società SILA Argille utilizza sostanzialmente due tipologie di materia prima: l'argilla celeste di Buonriposo ed il Caolino che importa. Considerando l'attuale produzione la società commercializza c.a 1000-1200 mc/anno di argilla dalla cava di Buonriposo ed un quantitativo di poco inferiore di Caolino.

4.2 Specifiche di conduzione

La ditta SILA non può in alcun modo sostenere ritmi di escavazione più elevati di quelli consentiti dalle specifiche richieste per l'estrazione di tale materiale in quanto questo viene direttamente impiegato nell'impianto di lavorazione della SILA stessa.

La necessità di un intervento di scavo selettivo sul materiale risulta avvalorata dai caratteri di impiego sopra esposti. Tale tipologia di scavo, unitamente alle caratteristiche stratigrafiche del giacimento, comportano la necessità di adottare fronti di scavo sub-verticali (che risultano comunque verificati per la stabilità) per meglio visualizzare gli orizzonti produttivi.

Si deve anche sottolineare la mancanza sul cantiere di zone di stoccaggio coperte per il materiale, che consentano l'accumulo preventivo di terreno in quantitativi discreti prima del trasporto alla zona di destinazione.

Il presente progetto prevede la coltivazione per complessivi 17.000 mc di materiale.

Considerando la necessità di iniziare il ripristino della cava e terminare la coltivazione nella porzione nord occidentale, visti i quantitativi di estrazione annui ed ipotizzando la presenza di sterili per una frazione di c.a il 60% del totale estratto si ritiene che siano necessari circa **10 anni** per completare le operazioni indicate.

5. PROGETTO DI RIPRISTINO AMBIENTALE

La morfologia finale della cava attuale verrà negli anni ottenuta attraverso la gradonatura del versante.

Il concetto che ha guidato il progetto di ripristino ambientale è la minimizzazione dei rinterri, che, oltre ad ottimizzare le economie del ripristino, favoriscono la buona riuscita del medesimo, ottenendo profili quanto più stabili e poco erodibili.

I profili di progetto vengono ottenuti con sequenze di scarpate e piani in modo da limitare il potere dilavante delle acque meteoriche.

Sulle scarpate a maggiore acclività saranno poste in opera biostuoie antierosione (v. Fig. 8) tipo Pavimant PC (Biostuoia antierosione a maglia chiusa 100% biodegradabile in fibra naturale di paglia e cocco, trattenuta da due retine in polipropilene fotodegradabili, fornita in rotoli di dimensioni m. 1,20) in modo da favorire l'attecchimento di piante pioniere.



Figura 8: Biostuoia antierosione in paglia e cocco: prima della posa in opera e dopo 1 anno.

Nella sezione AA il profilo di fine ripristino è costituito da tre scarpate con pendenza compresa fra 21° e 49° con due piani con bassa pendenza verso valle di larghezza 5 e 17 metri procedendo da valle a monte.

Nella sezione BB il profilo di fine ripristino è costituito da quattro scarpate con pendenza compresa fra 22° e 57° con due pedate a bassa pendenza verso valle di larghezza 13 e 4 metri procedendo da valle a monte.

Nella sezione CC il profilo di fine ripristino è rappresentato da due pendenze di 13° e 26°.

Il progetto di ripristino prevede che tutta la superficie interessata dalla risistemazione venga inerbita con piante pioniere e leguminose in modo da rendere la zona coltivabile in breve tempo e proteggere il terreno dall'azione erosiva degli agenti atmosferici, in particolar modo dalla pioggia battente e dalle acque dilavanti.

Tale area si raccorderà a valle con un'areale piantumato ad oliveta ed a vite in parte già realizzato.

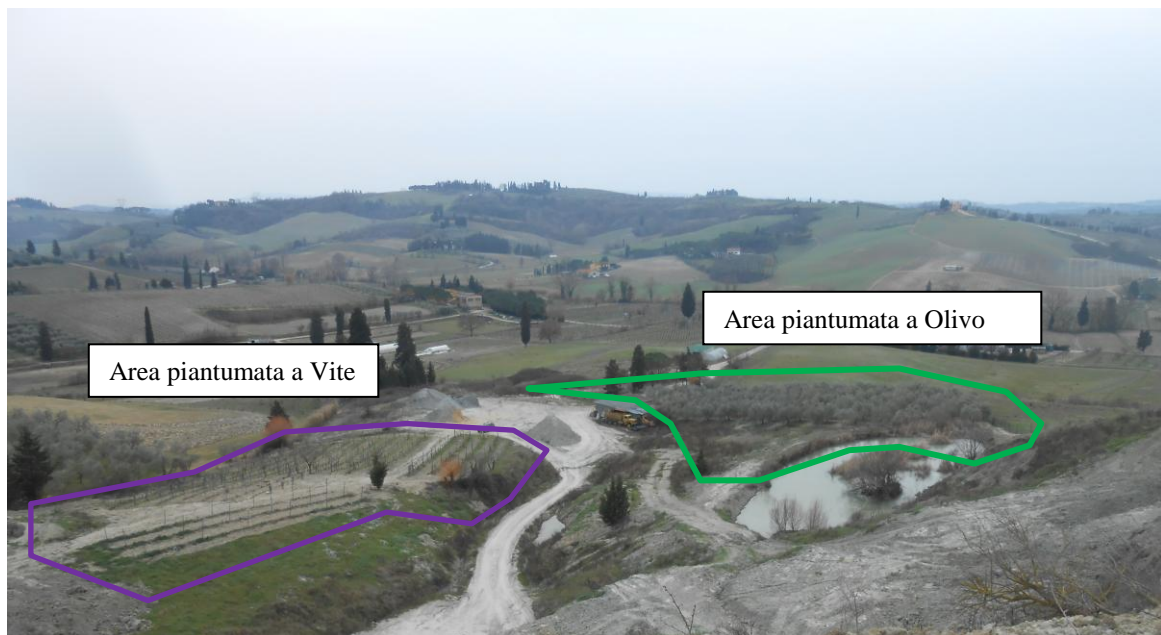


Figura 9: Piantumazioni nelle aree già ripristinate limitrofe al piazzale di base dell'area estrattiva.

Per ottimizzare la protezione dall'azione erosiva, dovrà essere curata la regimazione idraulica attraverso fossette superficiali, che dovranno essere tenute efficienti anche quando sarà ripresa a pieno l'attività agricola o forestale.

In questa maniera l'area si reintegrerà nel contesto ambientale e paesaggistico esistente ed in particolare con le attività agricole già presenti.

Il terreno vegetale stoccato sin dall'inizio dell'attività di cava verrà ridistribuito sulle superfici pianeggianti e a bassa attività in modo tale da favorire lo sviluppo dei successivi interventi di inerbimento.

6. CONSIDERAZIONI IN RELAZIONE AL VINCOLO IDROGEOLOGICO

Come detto in precedenza non sono presenti nell'area fenomeni franosi, quiescenti o in atto. Questa situazione è anche agevolata dal fatto che le formazioni presenti hanno una disposizione a leggero reggipoggio.

Inoltre le argille presenti sono in condizioni tensoriali stabili date dalla forte sovraconsolidazione del deposito.

In conclusione l'area può essere considerata sostanzialmente stabile. A maggiore ed ulteriore scrupolo sono state eseguite verifiche di stabilità del versante a cui rimandiamo per maggiori dettagli sulla stabilità gravitativa dei fronti di scavo e dei profili di progetto.

La presenza di un debole spessore di materiale permeabile (sabbie) oltre alla sua discontinuità, è la ragione principale della totale assenza di una falda idrica. Le argille sottostanti, impermeabili, possono presentare indizi di umidità là dove sono presenti intercalazioni sabbioso-limose. Per la stessa ragione, le acque meteoriche defluiscono seguendo il reticolo naturale. Opportune opere di drenaggio superficiale, sono state dimensionate e realizzate allo scopo di impedire l'invasione disordinata dell'area di cava da parte delle acque correnti in superficie. Alcune di queste opere sono già presenti, altre dovranno essere approntate di volta in volta, in maniera tale da soddisfare le esigenze create nelle varie fasi di estrazione.

Come conseguenza a quanto appena affermato avremo la totale ininfluenza degli scavi sull'ambiente idrogeologico dell'area estrattiva e negli stretti dintorni.

A supporto del presente progetto che ribadiamo essere in prosecuzione di un'autorizzazione esistente è stato redatto:

- il progetto di gestione delle AMD
- L'impatto acustico
- Le emissioni in atmosfera;
- Il Piano di gestione dei Rifiuti di estrazione

che anche questi non cambieranno rispetto alla situazione attuale.

7. CRONOPROGRAMMA

Il crono programma delle varie fasi di coltivazione e ripristino della cava è riportato nell'immagine successiva.

L'intero progetto risulta strutturato su dieci anni nei quali nella quasi totalità è rappresentato dalla coltivazione del giacimento e sulle nella fasi terminali si ha il ripristino dell'area estrattiva attiva. Il ripristino della porzione basale inizierà invece già da subito e si completerà a circa metà della coltivazione

DESCRIZIONE	NOTE	TEMPO (anni)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
COLTIVAZIONE	IL TERRENO DI SCOTICO DEVE ESSERE ADEGUATAMENTE STOCCATO PRESSO L'AREA SERVIZI PER ESSERE RIUTILIZZATO NEL SUCCESSIVO RIPRISTINO AMBIENTALE. LA COLTIVAZIONE DEVE SEGUIRE LE INDICAZIONI FORNITE NELLA RELAZIONE DI PROGETTO.											
RIPRISTINO AREA SUD	SI ESEGUANO LE OPERAZIONI DI RIPRISTINO AMBIENTALE COSI' COME INDICATO NELLA RELAZIONE DI PROGETTO.											
RIPRISTINO AREA NORD	SI ESEGUA LA MANUTENZIONE DELLE ESSENZE VEGETALI INTRODOTTE CON LA SOSTITUZIONE DELLE FALLANZA COSI' COME INDICATO NEL PROGETTO. MANUTENZIONE DELLA RETE DI DRENAGGIO SUPERFICIALE.											

Da quanto indicato è possibile continuare sia l'escavazione del materiale nell'area Nord, che iniziare il ripristino ambientale nell'area Sud.

Viste le modeste quantità di materiale richiesto dal mercato, si ritiene che la coltivazione della cava abbia durata fin quasi al termine dell'autorizzazione, lasciando infine un tempo congruo per completare il ripristino dell'area Nord.

8. VERIFICHE DI STABILITA'

8.1 CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA

La caratterizzazione geomeccanica delle terre costituenti il versante è stata fatta in occasione della richiesta di ampliamento presentata nel 2004 e successivamente ottenuta.

Sono stati prelevati due campioni di terreno entrambi nel litotipo argilloso di Pag oggetto di coltivazione.

I campioni costituiti da blocchi pseudo-cubici sono stati sottoposti ad analisi geotecniche di laboratorio al fine di determinare alcune grandezze fisiche ed i parametri di resistenza al taglio delle litofacies identificate dal rilevamento geologico. Ciò per eseguire la verifica di stabilità del versante.

I risultati delle determinazioni analitiche eseguite sono i seguenti:

S1C1

Peso di volume (γ): 2,1 g/cm³

Coesione non drenata (C_u): 1,17 Kg/cm²

Angolo di attrito interno di picco non drenato (Φ): 13°

S2C2

Peso di volume (γ): 2,07 g/cm³

Coesione drenata (c'): 0,9 Kg/cm²

Angolo di attrito interno di picco drenato (Φ'): 13°

I parametri geotecnici della litofacies intermedia tra le sabbie e le argille (Pa) utilizzati nella successiva verifica di stabilità del versante sono stati dedotti da indagini pregresse condotte nelle vicinanze del sito di progetto.

Questi possono essere così definiti:

litologia: limi sabbioso-argillosi

Peso di volume (γ): 1,85 g/cm³

Coesione drenata (c'): 0,2 Kg/cm²

Angolo di attrito interno di picco drenato (Φ'): 22°

8.2 SISMICITA' DELL'AREA E DEFINIZIONE DEI PARAMETRI SPETTRALI

Generalità

La nuova normativa nazionale in materia (D.M. 17/01/2018 Norme Tecniche per le Costruzioni) sostituisce ad una valutazione "zona dipendente" (per territorio comunale) una valutazione di tipo "sito dipendente" (Allegato A del D.M. 17/01/2018).

Per la valutazione dei parametri spettrali di un sito è necessario effettuare una media pesata tra i vari parametri riferiti ad una griglia di riferimento (Allegato B del D.M. 17/01/2018).

Vita nominale

La vita nominale V_n è il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata.

Secondo la tabella riportata nelle NTC si è scelto la seguente vita nominale:

$$V_n \geq 50 \text{ anni}$$

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Classe d'uso

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in 4 classi.

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe 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.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

La tipologia di opere in progetto rientra in classe II.

Periodo di riferimento per l'azione sismica

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_r che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_n per il coefficiente d'uso C_u :

$$V_r = V_n * C_u$$

Il valore del coefficiente d'uso C_u è definito al variare della classe d'uso come mostrato nella seguente tabella.

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_u

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_u	0,7	1,0	1,5	2,0

Perciò:

$$V_r = 50 * 1 = 50 \text{ anni}$$

Categoria di sottosuolo

Per determinare l'azione sismica di progetto è possibile ricorrere ad un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento. Le tabelle sottostanti riportano le varie categorie di sottosuolo individuate dalla normativa.

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Allo scopo di ricostruire il profilo VS30 è stata utilizzata una base sismica a rifrazione in onde SH.

Con il valore di **Vs30 = 382.87** m/s il sottosuolo dell'area d'interesse rientra nella categoria B, cioè Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità.

Categoria topografica

Se le configurazioni superficiali sono semplici, la normativa permette di schematizzarle secondo la seguente tabella.

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Da questa tabella si desume il valore del coefficiente di amplificazione topografica secondo la successiva tabella.

Tab. 3.2.V – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

Nella situazione in oggetto la categoria topografica è T1 e il coefficiente di amplificazione topografica $S_T = 1$

Parametri e coefficienti sismici

Per la determinazione dei parametri sismici si sono identificate le coordinate decimali esatte del luogo d'interesse utilizzando un programma di puntamento disponibile in rete.

Per il calcolo si è utilizzato un programma disponibile in rete dal sito della Geostru.

Le componenti orizzontali e verticali dell'azione sismica unitamente ai valori di accelerazione per i vari stati limite sono riportati nella tabella successiva.

Parametri sismici

Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii
Muro rigido: 0

Sito in esame.

latitudine: 43,673676
longitudine: 10,963197
Classe: 1
Vita nominale:50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 20498	Lat: 43,6570	Lon: 10,9333	Distanza: 3042,641
Sito 2	ID: 20499	Lat: 43,6584	Lon: 11,0023	Distanza: 3573,240
Sito 3	ID: 20277	Lat: 43,7084	Lon: 11,0002	Distanza: 4877,628
Sito 4	ID: 20276	Lat: 43,7069	Lon: 10,9311	Distanza: 4507,815

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C
Categoria topografica: T3
Periodo di riferimento: 35anni
Coefficiente c_u : 0,7

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento:	81	%
Tr:	30	[anni]
ag:	0,044	g
Fo:	2,561	
Tc*:	0,246	[s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento:	63	%
Tr:	35	[anni]
ag:	0,046	g
Fo:	2,564	
Tc*:	0,249	[s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	332	[anni]
ag:	0,109	g
Fo:	2,529	
Tc*:	0,282	[s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento:	5	%
Tr:	682	[anni]
ag:	0,141	g
Fo:	2,492	
Tc*:	0,287	[s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss:	1,500
Cc:	1,670
St:	1,200
Kh:	0,016
Kv:	0,008
Amax:	0,770
Beta:	0,200

SLD:

Ss:	1,500
Cc:	1,660
St:	1,200
Kh:	0,017
Kv:	0,008
Amax:	0,820
Beta:	0,200

SLV:

Ss:	1,500
Cc:	1,590
St:	1,200
Kh:	0,047
Kv:	0,024
Amax:	1,924

Beta: 0,240
SLC:
Ss: 1,490
Cc: 1,580
St: 1,200
Kh: 0,061
Kv: 0,030
Amax: 2,476
Beta: 0,240

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

12.3 VERIFICHE DI STABILITA'

Le verifiche geotecniche di seguito condotte sono finalizzate alla verifica della stabilità globale nelle condizioni di progetto variato.

Si sono condotte le verifiche di stabilità su tre sezioni di pendio corrispondenti alle tracce mostrate nelle tavole di progetto. Per le procedure di calcolo abbiamo utilizzato un software dedicato: Slope, prodotto dalla società Geostru software S.pa.

I calcoli sono stati effettuati considerando il modello geotecnico locale e la sismicità definiti precedentemente.

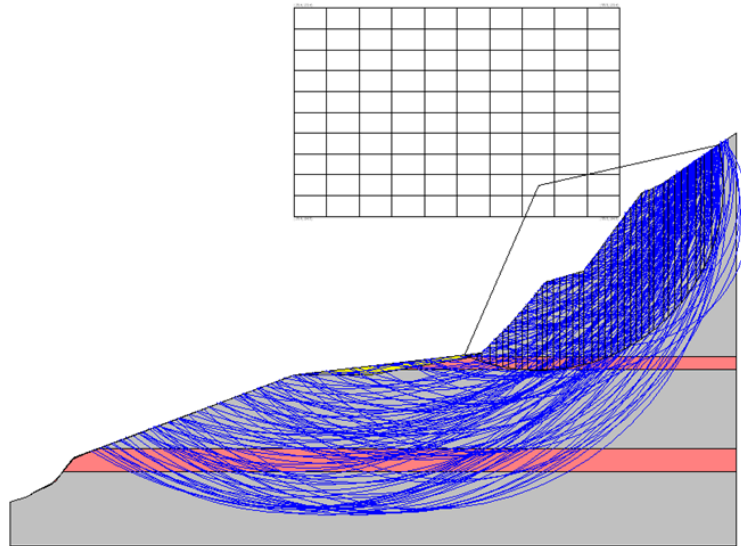
Tutte le verifiche di stabilità sono state eseguite con il metodo pseudo-statico cioè l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso W del volume di terreno potenzialmente instabile.

Di seguito sono riportati i risultati delle elaborazioni in forma sintetica. In Appendice B è invece riportata la relazione di calcolo con cenni teorici e risultati completi.

Sono state verificate numerose superfici di scivolamento circolari utilizzando il metodo di BISHOP (1955).

Nelle verifiche di stabilità del versante non è stata considerata la presenza della falda.

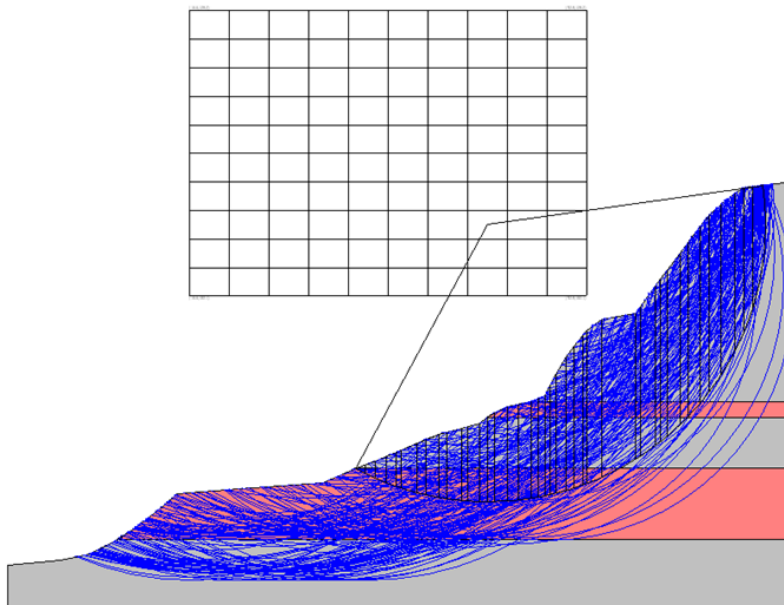
SEZIONE AA'



superfici verificate 204

Fs minimo individuato $F_s=1.58$

SEZIONE BB'

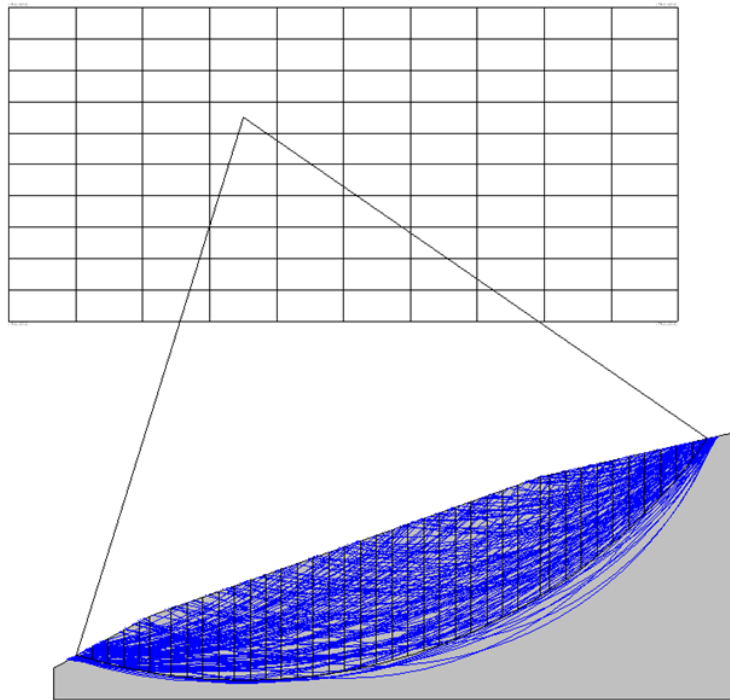


superfici verificate 221

Fs minimo individuato

Fs=1.33

SEZIONE CC'



superfici verificate 183

Fs minimo individuato

Fs=1.94

Da quanto sopra riportato si evince che i pendii di verifica risultano stabili.

ALLEGATI



Fig. 1 – Viabilità di accesso al fronte estrattivo basale



Fig. 2 – Fronte estrattivo di base



Fig. 3 – Scarpate di coltivazione del fronte apicale



Fig. 4 – Viabilità perimetrale



Fig. 5 – Vista panoramica da Nord dell'area servizi e del piazzale di base



Fig. 6 – Vista panoramica dell'area servizi e del laghetto di ripristino dell'area ovest



Fig. 7 - Vista panoramica dell'area servizi e dell'area ovest ripristinata ad oliveta



Fig. 8 – Dettaglio del fronte di estrazione perimetrale nord con piccolo cumulo di sterile



Fig. 9 –Recinzione perimetrale dell'area Ovest



Fig. 10 – Area est ripristinata a vigneto



Fig. 11 – Piazzale di base ed area servizi



Fig. 12 - Cumuli di stoccaggio

RELAZIONE DI CALCOLO

Definizione

Per pendio s'intende una porzione di versante naturale il cui profilo originario è stato modificato da interventi artificiali rilevanti rispetto alla stabilità. Per frana s'intende una situazione di instabilità che interessa versanti naturali e coinvolgono volumi considerevoli di terreno.

Introduzione all'analisi di stabilità

La risoluzione di un problema di stabilità richiede la presa in conto delle equazioni di campo e dei legami costitutivi. Le prime sono di equilibrio, le seconde descrivono il comportamento del terreno. Tali equazioni risultano particolarmente complesse in quanto i terreni sono dei sistemi multifase, che possono essere ricondotti a sistemi monofase solo in condizioni di terreno secco, o di analisi in condizioni drenate.

Nella maggior parte dei casi ci si trova a dover trattare un materiale che se saturo è per lo meno bifase, ciò rende la trattazione delle equazioni di equilibrio notevolmente complicata. Inoltre è praticamente impossibile definire una legge costitutiva di validità generale, in quanto i terreni presentano un comportamento non-lineare già a piccole deformazioni, sono anisotropi ed inoltre il loro comportamento dipende non solo dallo sforzo deviatorico ma anche da quello normale. A causa delle suddette difficoltà vengono introdotte delle ipotesi semplificative:

(a) Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione (c) e angolo di resistenza al taglio (φ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido il criterio di rottura di Mohr-Coulomb.

(b) In alcuni casi vengono soddisfatte solo in parte le equazioni di equilibrio.

Metodo equilibrio limite (LEM)

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nello studiare l'equilibrio di un corpo rigido, costituito dal pendio e da una superficie di scorrimento di forma qualsiasi (linea retta, arco di cerchio, spirale logaritmica); da tale equilibrio vengono calcolate le tensioni da taglio (τ) e confrontate con la resistenza disponibile (τ_f), valutata secondo il criterio di rottura di *Coulomb*, da tale confronto ne scaturisce la prima indicazione sulla stabilità attraverso il coefficiente di sicurezza $F = \tau_f / \tau$.

Tra i metodi dell'equilibrio limite alcuni considerano l'equilibrio globale del corpo rigido (*Culman*), altri a causa della non omogeneità dividono il corpo in conci considerando l'equilibrio di ciascuno (*Fellenius*, *Bishop*, *Janbu ecc.*).

Di seguito vengono discussi i metodi dell'equilibrio limite dei conci.

Metodo dei conci

La massa interessata dallo scivolamento viene suddivisa in un numero conveniente di conci. Se il numero dei conci è pari a n , il problema presenta le seguenti incognite:

n valori delle forze normali N_i agenti sulla base di ciascun concio;

n valori delle forze di taglio alla base del concio T_i

$(n-1)$ forze normali E_i agenti sull'interfaccia dei conci;

$(n-1)$ forze tangenziali X_i agenti sull'interfaccia dei conci;

n valori della coordinata a che individua il punto di applicazione delle E_i ;

$(n-1)$ valori della coordinata che individua il punto di applicazione delle X_i ;

una incognita costituita dal fattore di sicurezza F .

Verifica di stabilità del versante

Complessivamente le incognite sono $(6n-2)$.

mentre le equazioni a disposizione sono:

Equazioni di equilibrio dei momenti n

Equazioni di equilibrio alla traslazione verticale n

Equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale n

Equazioni relative al criterio di rottura n

Totale numero di equazioni $4n$

Il problema è staticamente indeterminato ed il grado di indeterminazione è pari a

$$i = (6n-2)-(4n) = 2n-2.$$

Il grado di indeterminazione si riduce ulteriormente a $(n-2)$ in quando si fa l'assunzione che N_i sia applicato nel punto medio della striscia, ciò equivale ad ipotizzare che le tensioni normali totali siano uniformemente distribuite.

I diversi metodi che si basano sulla teoria dell'equilibrio limite si differenziano per il modo in cui vengono eliminate le $(n-2)$ indeterminazioni.

Metodo di BISHOP (1955)

Con tale metodo non viene trascurato nessun contributo di forze agenti sui blocchi e fu il primo a descrivere i problemi legati ai metodi convenzionali.

Le equazioni usate per risolvere il problema sono:

$\Sigma F_V = 0$, $\Sigma M_0 = 0$, Criterio di rottura.

$$F = \frac{\Sigma \{ c_i \times b_i + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \varphi_i \} \times \frac{\sec \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \varphi_i / F}}{\Sigma W_i \times \sin \alpha_i}$$

I valori di F e di ΔX per ogni elemento che soddisfano questa equazione danno una soluzione rigorosa al problema. Come prima approssimazione conviene porre $\Delta X = 0$ ed iterare per il calcolo del fattore di sicurezza, tale procedimento è noto come metodo di **Bishop ordinario**, gli errori commessi rispetto al metodo completo sono di circa 1 %.

VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Nelle verifiche agli Stati Limite Ultimi la stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica viene eseguita con il metodo pseudo-statico. Per i terreni che sotto l'azione di un carico ciclico possono sviluppare pressioni interstiziali elevate viene considerato un aumento in percento delle pressioni neutre che tiene conto di questo fattore di perdita di resistenza.

Ai fini della valutazione dell'azione sismica, nelle verifiche agli stati limite ultimi, vengono considerate le seguenti forze statiche equivalenti:

Verifica di stabilità del versante

$$F_H = K_o \cdot W$$

$$F_V = K_v \cdot W$$

Essendo:

F_H e F_V rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro del concio;

W: peso concio

K_o : Coefficiente sismico orizzontale

K_v : Coefficiente sismico verticale.

Calcolo coefficienti sismici

Le NTC 2008 calcolano i coefficienti K_o e K_v in dipendenza di vari fattori:

$$K_o = \beta_s \times (a_{\max}/g)$$

$$K_v = \pm 0,5 \times K_o$$

Con

β_s coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

a_{\max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{\max} = S_S S_T a_g$$

S_S (effetto di amplificazione stratigrafica): $0.90 \leq S_S \leq 1.80$; è funzione di F_0 (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E).
 S_T (effetto di amplificazione topografica).

Il valore di S_T varia con il variare delle quattro categorie topografiche introdotte:

$$T1(S_T = 1.0) \quad T2(S_T = 1.20) \quad T3(S_T = 1.20) \quad T4(S_T = 1.40).$$

Questi valori sono calcolati come funzione del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno dell'evento sismico che è valutato come segue:

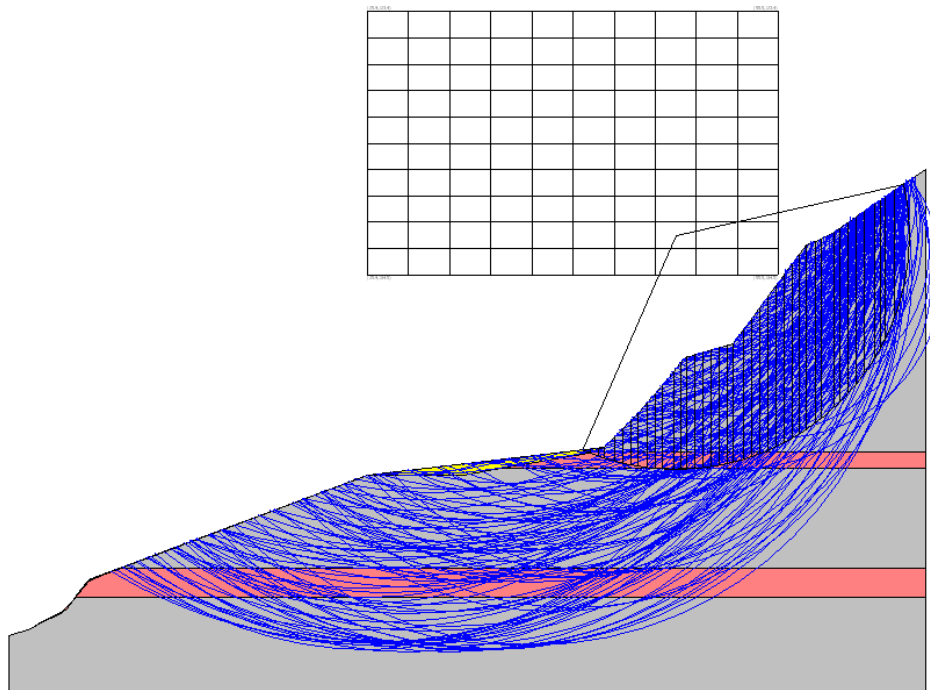
$$T_R = -V_R / \ln(1 - PVR)$$

Con V_R vita di riferimento della costruzione e PVR probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso V_R dovrà essere maggiore o uguale a 35 anni.

Ricerca della superficie di scorrimento critica

In presenza di mezzi omogenei non si hanno a disposizione metodi per individuare la superficie di scorrimento critica ed occorre esaminarne un numero elevato di potenziali superfici. Nel caso vengano ipotizzate superfici di forma circolare, la ricerca diventa più semplice, in quanto dopo aver posizionato una maglia dei centri costituita da m righe e n colonne saranno esaminate tutte le superfici aventi per centro il generico nodo della maglia $m \times n$ e raggio variabile in un determinato range di valori tale da esaminare superfici cinematicamente ammissibili.

SEZIONE AA'



Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP

Lat./Long.	43.673676/10.963197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	6.0
Numero dei conci	40.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.0
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	25.88 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	104.46 m
Ascissa vertice destro superiore xs	55.53 m
Ordinata vertice destro superiore ys	123.38 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0

Verifica di stabilità del versante

Numero di celle lungo y

10.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie
 Classe d'uso: Classe I
 Vita nominale: 50.0 [anni]
 Vita di riferimento: 35.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: C
 Categoria topografica: T3

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.43	2.56	0.25
S.L.D.	35.0	0.45	2.56	0.25
S.L.V.	332.0	1.07	2.53	0.28
S.L.C.	682.0	1.38	2.49	0.29

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.774	0.2	0.0158	0.0079
S.L.D.	0.81	0.2	0.0165	0.0083
S.L.V.	1.926	0.24	0.0471	0.0236
S.L.C.	2.467	0.24	0.0604	0.0302

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.0471
 Coefficiente azione sismica verticale 0.0236

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0.0	78.5
2	1.61	79.0
3	2.4	79.5
4	3.63	80.02
5	4.17	80.44
6	4.7	81.07
7	5.77	82.39
8	5.89	82.52
9	25.91	90.0
10	42.91	92.0
11	45.39	94.5
12	47.14	96.5
13	47.95	97.5
14	48.45	98.13
15	48.8	98.51
16	52.25	99.5
17	57.52	106.6
18	58.62	107.0
19	59.54	107.5
20	61.7	109.0
21	62.43	109.5

Verifica di stabilità del versante

22	63.17	110.0
23	63.91	110.5
24	65.39	111.5
25	66.15	112.0

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	78.5
2	1.6	79.0
3	2.41	79.5
4	3.63	80.02
5	4.17	80.44
6	4.7	81.07
7	5.77	82.39
8	7.97	83.34
9	25.91	90.0
10	32.85	90.0
11	35.54	90.5
12	41.33	91.5
13	42.91	92.0
14	45.39	94.5
15	47.14	96.5
16	47.95	97.5
17	48.45	98.13
18	48.8	98.51
19	52.25	99.5
20	57.52	106.6
21	58.62	107.0
22	59.54	107.5
23	61.7	109.0
24	62.43	109.5
25	63.17	110.0
26	63.91	110.5
27	65.39	111.5
28	66.15	112.0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0.0	78.5
2	1.6	79.0
3	1.6	79.0
4	2.41	79.5
5	3.63	80.02
6	4.7	81.07
7	4.82	81.22
8	5.24	81.84
9	5.77	82.5
10	7.97	83.34
11	25.91	90.0
12	32.85	90.0
13	35.54	90.5
14	41.33	91.5
15	42.09	91.74
16	66.15	91.74

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0.0	78.5
2	1.6	79.0

Verifica di stabilità del versante

3	1.6	79.0
4	2.41	79.5
5	3.1	79.79
6	4.17	80.44
7	4.61	80.98
8	4.8	81.22
9	5.77	82.39
10	5.92	82.58
11	7.97	83.34
12	25.91	90.0
13	32.85	90.0
14	35.54	90.5
15	66.15	90.5

Vertici strato4

N	X (m)	y (m)
1	0.0	78.5
2	1.6	79.0
3	1.6	79.0
4	2.41	79.5
5	3.1	79.79
6	4.17	80.44
7	4.8	81.22
8	5.77	82.5
9	5.92	82.58
10	7.97	83.34
11	66.15	83.34

Vertici strato5

N	X (m)	y (m)
1	0.0	78.5
2	1.6	79.0
3	1.6	79.0
4	2.41	79.5
5	3.1	79.79
6	3.63	80.02
7	4.17	80.44
8	4.7	81.07
9	4.8	81.22
10	66.15	81.22

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

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m ²)	cu (kN/m ²)	Fi (°)	G (kN/m ³)	Gs (kN/m ³)	K (Kg/cm ³)	Litologia
1			22	17		0.00	riporto
2	90		13	20.7		0.00	argille
3	20		22	18.5		0.00	argille e sabbie
4	90		13	20.7		0.00	argille

Verifica di stabilità del versante

5	20		22	18.5		0.00	argille e sabbie	
6	90		13	20.7		0.00	argille	

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	1.58
Ascissa centro superficie	48.12 m
Ordinata centro superficie	107.29 m
Raggio superficie	16.87 m

Numero di superfici esaminate....(204)

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	25.9	104.5	27.0	3.13
2	27.4	105.4	24.8	3.51
3	28.8	104.5	27.2	2.87
4	30.3	105.4	25.2	3.08
5	31.8	104.5	27.2	2.60
6	33.3	105.4	28.0	2.36
7	34.8	104.5	27.0	2.35
8	36.3	105.4	27.6	2.22
9	37.7	104.5	26.6	2.11
10	39.2	105.4	25.1	2.05
11	40.7	104.5	23.9	2.12
12	42.2	105.4	22.4	2.12
13	43.7	104.5	21.4	1.98
14	45.2	105.4	15.7	1.89
15	46.6	104.5	13.2	1.70
16	48.1	105.4	14.1	1.65
17	49.6	104.5	14.7	1.75
18	51.1	105.4	13.4	2.01
19	52.6	104.5	14.0	1.89
20	54.0	105.4	12.4	2.32
21	55.5	104.5	11.7	2.89
22	25.9	106.3	25.5	3.66
23	27.4	107.3	29.6	2.78
24	28.8	106.3	16.3	2.44
25	30.3	107.3	17.0	2.44
26	31.8	106.3	26.1	2.71
27	33.3	107.3	29.8	2.20
28	34.8	106.3	28.8	2.17
29	36.3	107.3	24.5	2.41
30	37.7	106.3	23.2	2.47
31	39.2	107.3	24.6	2.08
32	40.7	106.3	23.7	2.08
33	42.2	107.3	20.0	2.23
34	43.7	106.3	18.7	2.01
35	45.2	107.3	17.3	1.93
36	46.6	106.3	18.4	1.77
37	48.1	107.3	16.9	1.58
38	49.6	106.3	14.5	1.89
39	51.1	107.3	14.5	1.92
40	52.6	106.3	12.1	2.20
41	54.0	107.3	11.8	2.27
42	55.5	106.3	10.8	2.57
43	25.9	108.2	30.4	2.83

Verifica di stabilità del versante

44	27.4	109.2	31.2	2.53
45	28.8	108.2	30.4	2.46
46	30.3	109.2	31.2	2.27
47	31.8	108.2	30.5	2.24
48	33.3	109.2	26.8	2.48
49	34.8	108.2	25.9	2.38
50	36.3	109.2	24.6	2.71
51	37.7	108.2	25.9	2.07
52	39.2	109.2	24.5	2.28
53	40.7	108.2	23.2	2.22
54	42.2	109.2	21.8	2.10
55	43.7	108.2	18.7	2.06
56	45.2	109.2	19.3	1.80
57	46.6	108.2	18.0	1.66
58	48.1	109.2	16.5	2.03
59	49.6	108.2	13.8	2.15
60	51.1	109.2	13.9	2.13
61	52.6	108.2	11.8	2.34
62	54.0	109.2	10.4	2.48
63	55.5	108.2	10.2	2.40
64	25.9	110.1	28.9	3.11
65	27.4	111.1	29.5	3.00
66	28.8	110.1	32.1	2.34
67	30.3	111.1	32.3	2.22
68	31.8	110.1	31.0	2.18
69	33.3	111.1	26.5	3.09
70	34.8	110.1	25.7	2.87
71	36.3	111.1	27.2	2.39
72	37.7	110.1	23.3	2.76
73	39.2	111.1	24.5	2.33
74	40.7	110.1	23.1	2.21
75	42.2	111.1	19.4	2.42
76	43.7	110.1	20.4	1.94
77	45.2	111.1	17.0	2.63
78	46.6	110.1	17.9	2.00
79	48.1	111.1	16.5	2.29
80	49.6	110.1	13.5	2.81
81	51.1	111.1	13.7	2.71
82	52.6	110.1	11.2	2.72
83	54.0	111.1	11.0	2.68
84	55.5	110.1	9.9	2.65
85	25.9	112.0	34.1	2.44
86	27.4	113.0	34.9	2.24
87	28.8	112.0	30.0	2.68
88	30.3	113.0	32.3	2.23
89	31.8	112.0	27.6	3.27
90	33.3	113.0	26.4	3.68
91	34.8	112.0	25.4	3.25
92	36.3	113.0	27.1	2.54
93	37.7	112.0	23.4	2.94
94	39.2	113.0	22.4	2.34
95	40.7	112.0	23.2	2.21
96	42.2	113.0	21.8	1.91
97	43.7	112.0	20.3	2.06
98	45.2	113.0	19.0	2.41
99	46.6	112.0	17.7	2.34
100	48.1	113.0	16.4	2.78
101	49.6	112.0	13.7	3.46
102	51.1	113.0	13.8	3.03
103	52.6	112.0	12.3	2.92

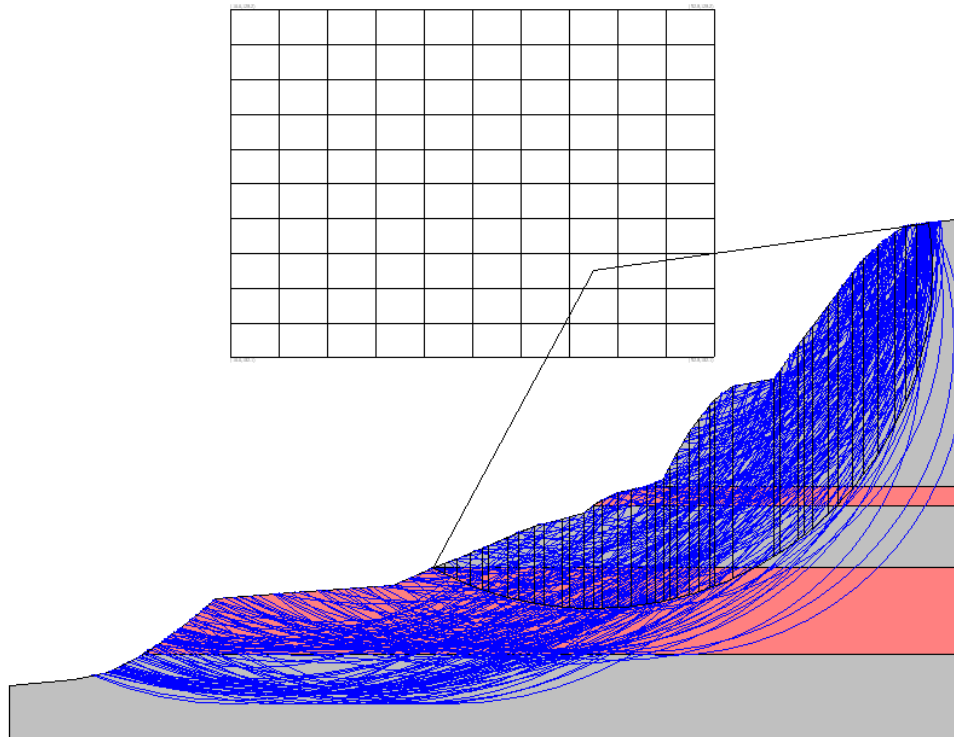
Verifica di stabilità del versante

104	54.0	113.0	9.8	5.27
105	55.5	112.0	9.7	3.81
106	25.9	113.9	35.9	2.28
107	27.4	114.9	35.4	2.28
108	28.8	113.9	33.8	2.25
109	30.3	114.9	32.5	2.36
110	31.8	113.9	31.0	2.43
111	33.3	114.9	29.7	2.74
112	34.8	113.9	28.3	2.70
113	36.3	114.9	27.1	2.81
114	37.7	113.9	23.2	2.81
115	39.2	114.9	22.2	3.45
116	40.7	113.9	21.2	2.93
117	42.2	114.9	22.1	2.40
118	43.7	113.9	18.5	3.61
119	45.2	114.9	19.3	2.87
120	46.6	113.9	15.8	4.86
121	48.1	114.9	16.5	3.67
122	49.6	113.9	15.1	3.32
123	51.1	114.9	12.6	6.15
124	52.6	113.9	12.6	3.70
125	54.0	114.9	11.4	5.23
126	55.5	113.9	8.8	9.32
127	25.9	115.8	36.9	2.27
128	27.4	116.8	32.2	4.14
129	28.8	115.8	30.6	4.21
130	30.3	116.8	26.1	2.40
131	31.8	115.8	31.2	2.78
132	33.3	116.8	29.9	3.11
133	34.8	115.8	28.5	2.90
134	36.3	116.8	27.3	2.95
135	37.7	115.8	23.1	4.46
136	39.2	116.8	24.8	2.64
137	40.7	115.8	21.2	4.34
138	42.2	116.8	20.3	6.08
139	43.7	115.8	20.9	2.86
140	45.2	116.8	17.9	5.69
141	46.6	115.8	16.3	5.57
142	48.1	116.8	17.0	4.04
143	49.6	115.8	15.3	4.10
144	51.1	116.8	12.7	20.00
145	52.6	115.8	11.6	11.27
146	54.0	116.8	11.9	9.27
147	55.5	115.8	10.4	9.14
148	25.9	117.7	33.9	4.11
149	27.4	118.7	36.0	2.46
150	28.8	117.7	34.4	2.71
151	30.3	118.7	29.9	7.85
152	31.8	117.7	31.5	3.11
153	33.3	118.7	27.1	10.17
154	34.8	117.7	28.7	3.31
155	36.3	118.7	27.6	2.99
156	37.7	117.7	26.1	2.79
157	39.2	118.7	25.0	3.44
158	40.7	117.7	23.7	3.16
159	42.2	118.7	22.6	4.02
160	43.7	117.7	19.4	6.51
161	45.2	118.7	20.3	4.01
162	46.6	117.7	18.6	3.99
163	48.1	118.7	17.6	5.49

Verifica di stabilità del versante

164	49.6	117.7	15.9	5.70
165	51.1	118.7	15.0	9.92
166	52.6	117.7	13.3	10.72
167	54.0	118.7	12.5	20.00
168	55.5	117.7	11.1	20.00
169	25.9	119.6	37.7	2.40
170	27.4	120.5	36.5	3.13
171	28.8	119.6	34.8	3.14
172	30.3	120.5	30.5	2.43
173	31.8	119.6	28.8	2.40
174	33.3	120.5	27.7	18.17
175	34.8	119.6	26.0	20.00
176	37.7	119.6	26.5	3.56
177	40.7	119.6	24.0	4.49
178	42.2	120.5	23.0	5.04
179	43.7	119.6	21.6	4.45
180	46.6	119.6	19.3	5.31
181	48.1	120.5	18.4	8.17
182	49.6	119.6	16.7	8.91
183	51.1	120.5	15.9	20.00
184	25.9	121.5	38.1	3.09
185	27.4	122.4	33.8	20.00
186	28.8	121.5	35.3	3.50
187	30.3	122.4	34.2	4.23
188	31.8	121.5	32.5	4.15
189	33.3	122.4	31.4	2.40
190	34.8	121.5	29.7	3.73
191	36.3	122.4	28.7	5.13
192	37.7	121.5	27.0	5.14
193	39.2	122.4	26.0	20.00
194	40.7	121.5	24.5	20.00
195	42.2	122.4	23.5	8.11
196	43.7	121.5	22.1	6.96
197	45.2	122.4	21.3	11.27
198	46.6	121.5	19.9	9.17
199	49.6	121.5	17.6	18.43
200	25.9	123.4	38.7	3.44
201	28.8	123.4	35.9	4.23
202	34.8	123.4	30.4	5.02
203	37.7	123.4	27.6	20.00
204	46.6	123.4	20.6	20.00

SEZIONE BB'



Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP

Lat./Long.	43.673676/10.963197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	5.0
Numero dei conci	40.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.0
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	16.58 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	102.09 m
Ascissa vertice destro superiore xs	52.77 m
Ordinata vertice destro superiore ys	128.15 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe I
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	35.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Verifica di stabilità del versante

Categoria sottosuolo:
 Categoria topografica:

C
 T3

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.43	2.56	0.25
S.L.D.	35.0	0.45	2.56	0.25
S.L.V.	332.0	1.07	2.53	0.28
S.L.C.	682.0	1.38	2.49	0.29

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.774	0.2	0.0158	0.0079
S.L.D.	0.81	0.2	0.0165	0.0083
S.L.V.	1.926	0.24	0.0471	0.0236
S.L.C.	2.467	0.24	0.0604	0.0302

Coefficiente azione sismica orizzontale

0.0471

Coefficiente azione sismica verticale

0.0236

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0.0	77.5
2	4.84	78.0
3	7.43	78.5
4	9.46	79.5
5	10.21	80.0
6	11.66	81.0
7	13.0	82.0
8	14.23	83.0
9	15.41	84.0
10	21.1	84.5
11	28.74	85.0
12	30.92	86.0
13	31.74	86.36
14	33.49	87.0
15	35.89	88.0
16	38.1	89.0
17	39.25	89.5
18	41.41	90.0
19	43.01	90.5
20	43.66	90.99
21	44.39	91.5
22	45.56	92.0
23	47.66	92.46
24	48.93	93.0
25	49.43	94.0
26	49.99	95.0
27	50.91	96.5
28	51.62	97.5
29	52.37	98.5
30	52.74	99.0
31	54.17	100.0
32	54.17	100.0

Verifica di stabilità del versante

33	57.17	100.5
34	58.98	103.0
35	60.12	104.5
36	61.27	106.0
37	62.0	107.0
38	63.08	108.5
39	63.9	109.5
40	64.99	110.5
41	66.28	111.5
42	67.05	112.0
43	71.52	112.5

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	77.5
2	4.84	78.0
3	7.43	78.5
4	9.46	79.5
5	10.0	79.86
6	11.66	81.0
7	13.0	82.0
8	14.23	83.0
9	15.41	84.0
10	21.1	84.5
11	28.74	85.0
12	30.92	86.0
13	31.74	86.36
14	33.49	87.0
15	35.89	88.0
16	39.25	89.5
17	41.41	90.0
18	43.01	90.5
19	43.66	90.99
20	45.56	92.0
21	47.66	92.46
22	71.52	92.46

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0.0	77.5
2	4.84	78.0
3	7.43	78.5
4	9.46	79.5
5	10.0	79.86
6	11.66	81.0
7	13.0	82.0
8	14.23	83.0
9	15.41	84.0
10	21.1	84.5
11	28.74	85.0
12	30.92	86.0
13	31.74	86.36
14	33.49	87.0
15	35.89	88.0
16	38.1	89.0
17	39.25	89.5
18	41.41	90.0
19	43.01	90.5
20	43.66	90.99

Verifica di stabilità del versante

21	71.52	90.99
----	-------	-------

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0.0	77.5
2	4.84	78.0
3	7.43	78.5
4	9.46	79.5
5	10.0	79.86
6	11.66	81.0
7	13.0	82.0
8	14.23	83.0
9	15.41	84.0
10	21.1	84.5
11	28.74	85.0
12	30.92	86.0
13	30.92	86.0
14	31.74	86.36
15	71.52	86.36

Vertici strato4

N	X (m)	y (m)
1	0.0	77.5
2	4.84	78.0
3	7.43	78.5
4	9.46	79.5
5	10.0	79.86
6	71.52	79.86

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coazione efficace	1.25
Coazione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

Stratigrafia

c: coazione; cu: coazione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m ²)	cu (kN/m ²)	Fi (°)	G (kN/m ³)	Gs (kN/m ³)	K (Kg/cm ³)	Litologia
1	90		13	20.7		0.00	argilla
2	20		22	18.5		0.00	argilla e sabbia
3	90		13	20.7		0.00	argilla
4	20		22	18.5		0.00	argilla e sabbie
5	90		13	20.7		0.00	argilla

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	1.33
Ascissa centro superficie	43.72 m
Ordinata centro superficie	108.61 m
Raggio superficie	25.31 m

Numero di superfici esaminate....(221)

Verifica di stabilità del versante

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	16.6	102.1	25.9	3.90
2	18.4	103.4	24.5	4.82
3	20.2	102.1	25.9	3.71
4	22.0	103.4	27.2	3.60
5	23.8	102.1	25.9	3.51
6	25.6	103.4	27.2	3.33
7	27.4	102.1	25.9	3.22
8	29.2	103.4	27.2	2.67
9	31.1	102.1	25.9	2.34
10	32.9	103.4	27.2	2.33
11	34.7	102.1	23.1	2.11
12	36.5	103.4	21.3	1.92
13	38.3	102.1	20.1	1.85
14	40.1	103.4	24.0	1.71
15	41.9	102.1	22.9	1.64
16	43.7	103.4	23.4	1.49
17	45.5	102.1	22.6	1.60
18	47.3	103.4	23.4	1.49
19	49.2	102.1	22.3	1.60
20	51.0	103.4	12.0	1.64
21	52.8	102.1	11.0	1.72
22	16.6	104.7	28.2	3.86
23	18.4	106.0	26.1	3.72
24	20.2	104.7	25.4	4.30
25	22.0	106.0	26.2	3.68
26	23.8	104.7	25.4	3.76
27	25.6	106.0	29.4	3.06
28	27.4	104.7	28.4	2.82
29	29.2	106.0	29.4	2.56
30	31.1	104.7	28.4	2.45
31	32.9	106.0	26.4	2.12
32	34.7	104.7	22.8	2.01
33	36.5	106.0	26.5	1.82
34	38.3	104.7	25.2	1.73
35	40.1	106.0	25.8	1.49
36	41.9	104.7	24.6	1.46
37	43.7	106.0	23.0	1.46
38	45.5	104.7	21.8	1.50
39	47.3	106.0	22.6	1.40
40	49.2	104.7	19.2	1.57
41	51.0	106.0	15.4	1.60
42	52.8	104.7	12.8	1.64
43	16.6	107.3	27.2	3.90
44	18.4	108.6	31.8	3.53
45	20.2	107.3	27.2	3.65
46	22.0	108.6	28.4	3.46
47	23.8	107.3	27.1	3.14
48	25.6	108.6	31.7	2.80
49	27.4	107.3	27.1	2.93
50	29.2	108.6	28.3	2.29
51	31.1	107.3	27.2	2.07
52	32.9	108.6	28.2	1.83
53	34.7	107.3	27.3	1.78
54	36.5	108.6	28.1	1.57
55	38.3	107.3	27.2	1.50
56	40.1	108.6	28.5	1.36
57	41.9	107.3	27.1	1.36

Verifica di stabilità del versante

58	43.7	108.6	25.3	1.33
59	45.5	107.3	21.4	1.67
60	47.3	108.6	22.1	1.70
61	49.2	107.3	16.2	1.65
62	51.0	108.6	16.8	1.53
63	52.8	107.3	15.7	1.49
64	16.6	109.9	29.8	3.89
65	18.4	111.2	34.4	3.32
66	20.2	109.9	33.1	3.37
67	22.0	111.2	31.0	3.17
68	23.8	109.9	33.0	2.91
69	25.6	111.2	34.3	2.59
70	27.4	109.9	29.6	2.49
71	29.2	111.2	30.9	2.16
72	31.1	109.9	29.5	2.08
73	32.9	111.2	30.8	1.74
74	34.7	109.9	29.4	1.63
75	36.5	111.2	28.6	1.61
76	38.3	109.9	30.1	1.44
77	40.1	111.2	28.5	1.36
78	41.9	109.9	26.8	1.37
79	43.7	111.2	25.2	1.59
80	45.5	109.9	23.5	1.71
81	47.3	111.2	21.8	1.72
82	49.2	109.9	20.3	1.65
83	51.0	111.2	18.6	1.75
84	52.8	109.9	17.1	1.74
85	16.6	112.5	35.5	3.58
86	18.4	113.8	33.7	3.49
87	20.2	112.5	35.7	3.36
88	22.0	113.8	37.0	2.73
89	23.8	112.5	35.6	2.71
90	25.6	113.8	33.5	2.51
91	27.4	112.5	32.2	2.34
92	29.2	113.8	36.9	1.92
93	31.1	112.5	32.1	1.84
94	32.9	113.8	35.4	1.70
95	34.7	112.5	33.6	1.62
96	36.5	113.8	29.1	1.83
97	38.3	112.5	27.3	1.74
98	40.1	113.8	28.8	1.47
99	41.9	112.5	27.0	1.51
100	43.7	113.8	25.5	1.85
101	45.5	112.5	23.6	1.78
102	47.3	113.8	22.0	1.64
103	49.2	112.5	20.1	1.69
104	51.0	113.8	18.6	2.12
105	52.8	112.5	16.9	2.07
106	16.6	115.1	34.6	4.11
107	18.4	116.4	39.6	3.26
108	20.2	115.1	35.0	3.14
109	22.0	116.4	36.2	3.31
110	23.8	115.1	38.3	2.57
111	25.6	116.4	39.5	2.23
112	27.4	115.1	38.2	2.09
113	29.2	116.4	39.1	1.85
114	31.1	115.1	33.9	1.81
115	32.9	116.4	35.8	1.48
116	34.7	115.1	33.9	1.45
117	36.5	116.4	32.5	1.48

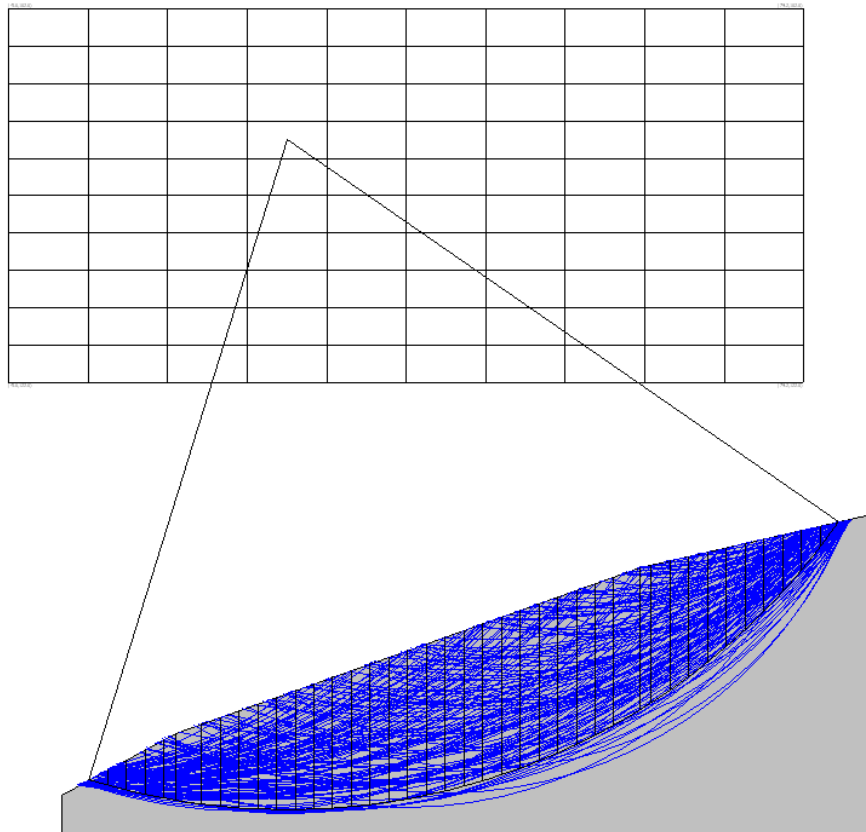
Verifica di stabilità del versante

118	38.3	115.1	30.6	1.48
119	40.1	116.4	29.2	1.94
120	41.9	115.1	27.3	1.91
121	43.7	116.4	23.7	2.53
122	45.5	115.1	21.7	2.49
123	47.3	116.4	22.5	2.10
124	49.2	115.1	18.4	3.16
125	51.0	116.4	19.0	2.61
126	52.8	115.1	13.4	7.43
127	16.6	117.7	37.1	4.06
128	18.4	119.0	38.8	3.37
129	20.2	117.7	40.9	2.77
130	22.0	119.0	42.2	2.53
131	23.8	117.7	40.9	2.27
132	25.6	119.0	42.1	2.01
133	27.4	117.7	37.4	2.09
134	29.2	119.0	39.6	1.74
135	31.1	117.7	37.7	1.51
136	32.9	119.0	36.4	1.56
137	34.7	117.7	31.6	2.43
138	36.5	119.0	33.1	1.78
139	38.3	117.7	28.7	2.82
140	40.1	119.0	27.7	2.88
141	41.9	117.7	25.7	2.61
142	43.7	119.0	26.5	2.08
143	45.5	117.7	22.5	3.28
144	47.3	119.0	23.1	2.57
145	49.2	117.7	21.1	2.59
146	51.0	119.0	19.8	3.28
147	52.8	117.7	17.7	2.76
148	16.6	120.3	42.7	3.60
149	18.4	121.6	41.2	3.25
150	20.2	120.3	43.5	2.62
151	22.0	121.6	44.8	2.21
152	23.8	120.3	40.1	2.43
153	25.6	121.6	43.5	1.99
154	27.4	120.3	38.4	2.27
155	29.2	121.6	40.3	1.69
156	31.1	120.3	35.4	2.50
157	32.9	121.6	37.1	1.73
158	34.7	120.3	35.1	1.74
159	36.5	121.6	33.9	2.25
160	38.3	120.3	31.9	2.18
161	40.1	121.6	28.7	3.46
162	41.9	120.3	28.6	2.13
163	43.7	121.6	27.4	2.53
164	45.5	120.3	23.4	4.68
165	47.3	121.6	22.3	5.05
166	49.2	120.3	21.9	3.30
167	51.0	121.6	20.8	3.40
168	52.8	120.3	18.6	3.43
169	16.6	122.9	45.2	3.39
170	18.4	124.2	47.0	2.78
171	20.2	122.9	42.8	2.83
172	22.0	124.2	47.4	2.06
173	23.8	122.9	45.5	2.03
174	25.6	124.2	44.3	1.66
175	27.4	122.9	39.3	2.76
176	29.2	124.2	38.4	3.73
177	31.1	122.9	39.1	1.84

Verifica di stabilità del versante

178	32.9	124.2	38.0	2.26
179	34.7	122.9	35.9	2.32
180	36.5	124.2	34.8	2.44
181	38.3	122.9	32.8	2.19
182	40.1	124.2	29.8	4.79
183	41.9	122.9	29.5	2.51
184	43.7	124.2	26.6	20.00
185	45.5	122.9	26.2	3.21
186	47.3	124.2	23.5	6.94
187	49.2	122.9	23.0	3.37
188	51.0	124.2	20.5	10.36
189	52.8	122.9	18.3	10.64
190	16.6	125.5	44.5	4.23
191	18.4	126.9	49.4	2.55
192	20.2	125.5	48.7	2.15
193	22.0	126.9	45.2	3.03
194	23.8	125.5	43.2	3.04
195	25.6	126.9	45.2	1.83
196	27.4	125.5	40.4	3.62
197	29.2	126.9	39.5	5.24
198	31.1	125.5	40.0	2.13
199	32.9	126.9	36.7	4.60
200	34.7	125.5	34.7	4.24
201	36.5	126.9	35.9	2.49
202	38.3	125.5	31.9	4.93
203	40.1	126.9	32.8	3.06
204	41.9	125.5	30.6	3.12
205	43.7	126.9	29.6	4.11
206	45.5	125.5	25.7	7.04
207	47.3	126.9	24.9	10.00
208	49.2	125.5	22.7	10.15
209	51.0	126.9	23.5	5.26
210	52.8	125.5	21.3	5.51
211	16.6	128.2	50.1	3.04
212	20.2	128.2	47.2	3.14
213	23.8	128.2	47.3	1.96
214	27.4	128.2	41.5	5.81
215	31.1	128.2	38.7	5.04
216	34.7	128.2	38.0	2.69
217	38.3	128.2	33.2	16.68
218	41.9	128.2	31.8	4.00
219	45.5	128.2	28.7	3.98
220	49.2	128.2	24.2	18.24
221	52.8	128.2	22.9	7.21

SEZIONE CC'



Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP

Lat./Long.	43.673676/10.963197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	1.0
Numero dei conci	40.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.0
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-5.62 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	122.62 m
Ascissa vertice destro superiore xs	79.23 m
Ordinata vertice destro superiore ys	162.56 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe I
Vita nominale:	50.0 [anni]

Verifica di stabilità del versante

Vita di riferimento: 35.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: C
 Categoria topografica: T3

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.43	2.56	0.25
S.L.D.	35.0	0.45	2.56	0.25
S.L.V.	332.0	1.07	2.53	0.28
S.L.C.	682.0	1.38	2.49	0.29

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.774	0.2	0.0158	0.0079
S.L.D.	0.81	0.2	0.0165	0.0083
S.L.V.	1.926	0.24	0.0471	0.0236
S.L.C.	2.467	0.24	0.0604	0.0302

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.0471
 Coefficiente azione sismica verticale 0.0236

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0.0	78.5
2	12.13	85.12
3	61.73	102.83
4	86.99	108.63

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

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m ²)	cu (kN/m ²)	Fi (°)	G (kN/m ³)	Gs (kN/m ³)	K (Kg/cm ³)	Litologia
1	90		13	20.7		0.00	argilla

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato 1.94
 Ascissa centro superficie 24.08 m
 Ordinata centro superficie 148.58 m
 Raggio superficie 71.67 m

Verifica di stabilità del versante

Numero di superfici esaminate....(183)

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	-5.6	122.6	42.5	17.02
2	-1.4	124.6	45.1	5.41
3	2.9	122.6	41.9	5.29
4	7.1	124.6	45.3	3.24
5	11.4	122.6	42.6	3.16
6	15.6	124.6	45.3	2.66
7	19.8	122.6	44.2	2.39
8	24.1	124.6	48.0	2.11
9	28.3	122.6	43.5	2.29
10	32.6	124.6	45.1	2.26
11	36.8	122.6	45.4	2.14
12	41.0	124.6	45.9	2.19
13	45.3	122.6	41.3	2.35
14	49.5	124.6	35.9	2.93
15	53.8	122.6	33.7	2.97
16	58.0	124.6	29.0	4.39
17	62.3	122.6	26.5	4.51
18	66.5	124.6	24.2	7.29
19	70.7	122.6	18.1	20.00
20	75.0	124.6	18.4	20.00
21	-5.6	126.6	47.4	7.56
22	-1.4	128.6	49.0	5.09
23	2.9	126.6	47.0	3.98
24	7.1	128.6	49.3	3.16
25	11.4	126.6	47.9	2.70
26	15.6	128.6	49.1	2.62
27	19.8	126.6	48.1	2.33
28	24.1	128.6	51.9	2.06
29	28.3	126.6	49.8	2.07
30	32.6	128.6	49.0	2.21
31	36.8	126.6	46.6	2.23
32	41.0	128.6	47.5	2.26
33	45.3	126.6	42.9	2.43
34	49.5	128.6	40.2	2.83
35	53.8	126.6	35.6	3.19
36	58.0	128.6	33.3	4.17
37	62.3	126.6	26.9	7.13
38	66.5	128.6	27.0	9.59
39	-5.6	130.6	51.4	6.88
40	-1.4	132.6	51.9	6.54
41	2.9	130.6	49.8	4.80
42	7.1	132.6	51.9	3.66
43	11.4	130.6	50.3	3.04
44	15.6	132.6	54.6	2.31
45	19.8	130.6	53.8	2.10
46	24.1	132.6	55.9	2.02
47	28.3	130.6	53.7	2.03
48	32.6	132.6	52.9	2.18
49	36.8	130.6	49.5	2.26
50	41.0	132.6	49.4	2.35
51	45.3	130.6	42.5	2.83
52	49.5	132.6	40.3	3.50
53	53.8	130.6	37.8	3.50
54	58.0	132.6	34.0	6.36
55	62.3	130.6	29.7	9.69
56	66.5	132.6	29.9	13.37

Verifica di stabilità del versante

57	-5.6	134.6	54.3	9.82
58	-1.4	136.6	55.9	6.10
59	2.9	134.6	53.8	4.60
60	7.1	136.6	55.9	3.56
61	11.4	134.6	54.2	2.98
62	15.6	136.6	58.5	2.27
63	19.8	134.6	57.5	2.08
64	24.1	136.6	59.8	2.00
65	28.3	134.6	57.7	2.00
66	32.6	136.6	58.6	2.04
67	36.8	134.6	51.5	2.37
68	41.0	136.6	51.5	2.48
69	45.3	134.6	47.0	2.72
70	49.5	136.6	44.8	3.33
71	53.8	134.6	38.4	4.82
72	58.0	136.6	38.6	5.63
73	62.3	134.6	32.6	14.60
74	66.5	136.6	33.1	20.00
75	70.7	134.6	29.1	20.00
76	-5.6	138.6	58.3	8.77
77	-1.4	140.6	61.0	4.39
78	2.9	138.6	59.0	3.58
79	7.1	140.6	59.8	3.46
80	11.4	138.6	58.2	2.93
81	15.6	140.6	62.3	2.24
82	19.8	138.6	61.3	2.07
83	24.1	140.6	61.5	2.15
84	28.3	138.6	61.6	1.98
85	32.6	140.6	60.7	2.13
86	36.8	138.6	53.8	2.51
87	41.0	140.6	53.9	2.64
88	45.3	138.6	47.3	3.37
89	49.5	140.6	47.4	3.68
90	53.8	138.6	43.0	4.42
91	58.0	140.6	41.5	6.76
92	62.3	138.6	35.7	20.00
93	66.5	140.6	36.4	20.00
94	-5.6	142.6	62.2	7.96
95	-1.4	144.6	65.0	4.20
96	2.9	142.6	62.9	3.47
97	7.1	144.6	65.1	2.88
98	11.4	142.6	62.1	2.87
99	15.6	144.6	66.2	2.22
100	19.8	142.6	63.0	2.26
101	24.1	144.6	65.4	2.13
102	28.3	142.6	62.8	2.14
103	32.6	144.6	60.7	2.46
104	36.8	142.6	56.2	2.68
105	41.0	144.6	56.3	2.83
106	45.3	142.6	51.9	3.19
107	49.5	144.6	48.4	5.26
108	53.8	142.6	44.1	7.04
109	58.0	144.6	44.6	8.28
110	62.3	142.6	40.5	13.91
111	-5.6	146.6	67.3	5.23
112	-1.4	148.6	69.0	4.04
113	2.9	146.6	66.9	3.37
114	7.1	148.6	67.7	3.29
115	11.4	146.6	67.5	2.47
116	15.6	148.6	70.0	2.20

Verifica di stabilità del versante

117	19.8	146.6	66.8	2.26
118	24.1	148.6	71.7	1.94
119	28.3	146.6	65.1	2.27
120	32.6	148.6	63.2	2.63
121	36.8	146.6	58.8	2.90
122	41.0	148.6	59.0	3.07
123	45.3	146.6	52.7	4.25
124	49.5	148.6	51.4	6.25
125	53.8	146.6	48.8	5.93
126	58.0	148.6	46.2	20.00
127	62.3	146.6	43.8	20.00
128	-5.6	150.6	71.2	4.96
129	-1.4	152.6	72.9	3.89
130	2.9	150.6	70.9	3.28
131	7.1	152.6	73.0	2.76
132	11.4	150.6	71.5	2.43
133	15.6	152.6	72.1	2.45
134	19.8	150.6	70.6	2.26
135	24.1	152.6	74.4	2.00
136	28.3	150.6	69.9	2.17
137	32.6	152.6	67.9	2.50
138	36.8	150.6	61.5	3.15
139	41.0	152.6	61.8	3.34
140	45.3	150.6	57.4	3.87
141	49.5	152.6	54.5	7.61
142	53.8	150.6	50.3	11.95
143	58.0	152.6	49.6	20.00
144	-5.6	154.6	74.1	6.32
145	-1.4	156.6	75.8	4.67
146	2.9	154.6	74.9	3.19
147	7.1	156.6	77.0	2.70
148	11.4	154.6	75.4	2.40
149	15.6	156.6	75.9	2.44
150	19.8	154.6	76.5	2.04
151	24.1	156.6	74.7	2.35
152	28.3	154.6	72.4	2.30
153	32.6	156.6	68.6	3.06
154	36.8	154.6	66.1	2.96
155	41.0	156.6	64.6	3.66
156	45.3	154.6	60.3	4.32
157	49.5	156.6	59.2	6.14
158	53.8	154.6	55.1	8.44
159	58.0	156.6	54.5	18.85
160	62.3	154.6	50.7	20.00
161	-5.6	158.6	79.2	4.51
162	-1.4	160.6	80.9	3.63
163	2.9	158.6	78.9	3.10
164	7.1	160.6	81.0	2.64
165	11.4	158.6	79.3	2.37
166	15.6	160.6	81.6	2.17
167	19.8	158.6	80.3	2.03
168	24.1	160.6	77.4	2.51
169	28.3	158.6	75.0	2.44
170	32.6	160.6	73.3	2.86
171	36.8	158.6	69.0	3.20
172	41.0	160.6	67.6	4.04
173	45.3	158.6	63.4	4.86
174	49.5	160.6	62.5	7.17
175	53.8	158.6	58.4	10.37
176	-5.6	162.6	83.2	4.32

Verifica di stabilità del versante

177	2.9	162.6	81.6	3.58
178	11.4	162.6	81.5	2.66
179	19.8	162.6	83.9	2.05
180	28.3	162.6	77.7	2.60
181	36.8	162.6	70.2	4.27
182	45.3	162.6	65.0	8.07
183	53.8	162.6	60.3	20.00
