

STUDIO GEOLOGICO E AMBIENTALE
DOTT.SSA CLAUDIA BORELLI

SEDE OPERATIVA STRADA CAVEDOLE 12/C, 41126 PORTILE (MO)
TEL E FAX +39 059 784335 CELL +39 339 8179913
e mail c.borelli@studio-borelli.191.it
P. IVA 02598120364 C.F. BRL CLD 73E 60A 794X

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
PER IL PIANO DI COLTIVAZIONE E SISTEMAZIONE DELLA
CAVA "GHIARELLA"
DELL'AMBITO ESTRATTIVO COMUNALE OMONIMO
COMUNE DI SAN CESARIO SUL PANARO (MO)

FASCICOLO B
INQUADRAMENTO PROGETTUALE
PIANO DI COLTIVAZIONE E SISTEMAZIONE
B.2'' RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Maggio 2014

Revisione Aprile 2015

PROPONENTE

GRANULATI DONNINI S.P.A
VIA CAVE MONTORSI, 27/A
41126 SAN DAMASO (MO)
C.F. E P.IVA 02242950364
TEL 059.468681 FAX 059.468145
LEGALE RAPPRESENTANTE MARIA DONNINI

GRUPPO DI LAVORO

Coordinamento del progetto: Dott.ssa Geol. Claudia Borelli

Dott.ssa Geol. Laura Fantoni

Ing. Andrea Bergonzini

Dott. Agr. Roberto Salsi

Tecnico competente in acustica Dott.ssa Michela Malagoli

INDICE

B. 1	PREMESSA	3
B. 2	DESCRIZIONE DELLE ALTERNATIVE CONSIDERATE	5
B. 3	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	6
B3.1	Localizzazione e dati catastali	6
B3.2	OPERE PRELIMINARI, VIABILITA' DI SERVIZIO, ASPETTI TECNICI	8
3.2.1	Viabilità d accesso alla cava	9
3.2.2	Distanze da infrastrutture e da confini di proprietà	12
3.2.3	Aspetti tecnici vari	12
B. 4	COLTIVAZIONE ESTRATTIVA	14
B4.1	GEOMETRIE E VOLUMI DI SCAVO	16
B. 5	SISTEMAZIONE MORFOLOGICA	17
B5.1	VERIFICHE DI STABILITÀ.....	18
B. 6	PROGRAMMA DI MONITORAGGIO E MITIGAZIONI AMBIENTALI	19
B. 7	PIANO DI EMERGENZA.....	23
B. 8	PROGRAMMA ECONOMICO E FINANZIARIO	25

ELENCO ALLEGATI

Allegato 1	Carta della soggiacenza (gennaio 2015)	Scala 1:10.000
Allegato 2	Carta della piezometria (gennaio 2015)	Scala 1:10.000
Allegato 3	Verifiche di stabilità	
Allegato 4	Scrittura privata	
Tavola B2.0	Viabilità interna e di collegamento al frantoio	Scala varia
Tavola B2.1	Planimetria catastale	Scala 1:2.000
Tavola B2.2	Planimetria dello stato di fatto	Scala 1:1.000
Tavola B2.3'	Planimetria delle opere preliminari	Scala 1:1.000
Tavola B2.4a	Planimetria del progetto di scavo minimo	Scala 1:1.000
Tavola B2.4b	Planimetria del progetto di scavo massimo (con deroghe ex art. 104 DPR 128/59)	Scala 1:1.000
Tavola B2.5	Sezioni litostratigrafiche dello scavo	Scala 1:1.000
Tavola B2.6	Planimetria del progetto di sistemazione dell'ipotesi dello scavo massimo (senza vincoli ex art. 104 DPR 128/59)	Scala 1:1.000
Tavola B2.7	Sezioni di sistemazione	Scala 1:1.000
Tavola B2.8	Documentazione fotografica	

In grassetto le tavole modificate con integrazione Aprile 2015

B. I PREMESSA

Su incarico della Ditta Granulati Donnini SpA si è provveduto alla stesura della presente relazione tecnica e illustrativa, costituente parte integrante della documentazione allegata all'istanza di Valutazione d'Impatto Ambientale (VIA) del Piano di Coltivazione e Sistemazione (PCS) della cava "Ghiarella", ubicata in Comune di San Cesario sul Panaro (MO) all'interno dell'Ambito Estrattivo Comunale (A.E.C.) omonimo, confermato dalla Variante Generale al Piano Infraregionale delle Attività Estrattive della Provincia di Modena, avente valenza di Piano per le Attività Estrattive (PAE) per il Comune di San Cesario sul Panaro, approvati con Del. C.P. n.44 del 16/03/2009.

In conformità di quanto previsto all'art. 24 comma 5 delle Norme Tecniche di Attuazione (NTA) del PAE, è stato sottoscritto tra il Comune di San Cesario sul Panaro ed i soggetti attuatori, tra cui la Ditta Granulati Donnini SpA, un accordo in data 29/10/2013, ai sensi dell'Art. 24 della L.R. n.7/2004 e dell'art. 11 della L. n. 241/1990, relativo all'attuazione dell'AEC "Ghiarella", secondo le previsioni del PAE vigente del Comune di San Cesario sul Panaro.

Il PAE del comune di San Cesario sul Panaro definisce una zonizzazione piuttosto articolata dell'Ambito Estrattivo Cava Ghiarella, suddividendolo in otto settori individuati rispettivamente con le lettere A, B, C, D, E, F e G (Fig. 9). I tre settori contrassegnati dalle lettere A, B e C sono tutti definiti come aree di passata attività estrattiva e si distinguono l'uno dall'altro per le diverse sistemazioni e destinazioni finali. I settori E ed F sono aree non estrattive sulle quali transiterà la tangenziale di San Cesario, una volta realizzata, mentre i settori G e H sono adibiti a viabilità e ad aree di servizio. Il settore D è area per attività estrattive, che sarà quindi interessata dall'attività di coltivazione.

L'individuazione dei settori E ed F discende di fatto dalla zonizzazione del PRG vigente, che individua il percorso della tangenziale.

D	Area per attività estrattiva: del piano previgente, non ancora autorizzata, con ripristino morfologico a p.d.c. naturale e/o ribassato e recupero a zona agricola di tutela e/o a zona di riequilibrio ambientale
E F	Area non estrattiva con recupero in parte a viabilità pubblica (E) ed in parte a zona agricola di tutela (F).
A B C	Area di passata attività estrattiva: ripristinata a p.d.c. ribassato recuperata a zona per attrezzature sportive e ricreative (A); da ripristinare a p.d.c. naturale con recupero in parte a zona di riequilibrio ambientale (B) ed in parte a viabilità pubblica (C). Nella zona B è consentita la costruzione di "dune" in terra per la mitigazione degli impatti fisici autostradali.
G H	Viabilità ed area di servizio con recupero in parte a zona agricola di tutela (G) ed in parte a viabilità pubblica (H)
—	Perimetro di ambito estrattivo - comparto di intervento



Fig. 1 Estratto PAE

Il presente PCS, redatto in conformità alle direttive e prescrizioni contenute nel PIAE-PAE 2009 in merito alle condizioni generali di esercizio dell'attività estrattiva ed agli specifici criteri di attuazione degli interventi di scavo e ripristino, recepisce le indicazioni stabilite nell'Accordo 2013 in cui sono state definite le modalità ed i contenuti generali dell'intervento, oltre che i monitoraggi da porre in atto durante e dopo l'esercizio dell'attività.

Il PCS è parte integrante (Fascicolo B) degli elaborati dello Studio d'Impatto Ambientale (SIA) redatti a corredo della domanda per la procedura di VIA ai sensi degli artt. 9 e 10 della L.R. 9/99 e della parte II del D.lgs. 152/2006, come modificato dal D.lgs 4/2008.

Ai sensi di quanto previsto dall'art. 53 della L.R. 15/2013 comma d, secondo il quale *Sono assoggettati alla procedura di V.I.A., ai sensi del Titolo III:... omissis... d) i progetti elencati negli Allegati B.1, B.2 e B.3 qualora essi siano realizzati in ambiti territoriali in cui entro un raggio di un chilometro per i progetti puntuali o entro una fascia di un chilometro per i progetti lineari siano localizzati interventi, già autorizzati, realizzati o in fase di realizzazione, appartenenti alla medesima tipologia progettuale.*

B. 2 DESCRIZIONE DELLE ALTERNATIVE CONSIDERATE

La cava "Ghiarella" si colloca in un Ambito estrattivo Comunale già da tempo inserito nella pianificazione sovraordinata di settore, PIAE e PAE previgenti, e riconfermato nella pianificazione di settore vigente.

Come sopra già precisato, il presente SIA fa seguito all'Accordo stilato in data 29/10/2013 tra il Comune di San Cesario sul Panaro ed i soggetti attuatori, ai sensi dell'Art. 24 della L.R. 7/2004, in cui sono state definite le modalità ed i contenuti generali dell'intervento, oltre che i monitoraggi da porre in atto durante e dopo l'esercizio dell'attività.

In questa sede non sono quindi messe in discussione scelte alternative a quelle dell'attuazione dell'AEC "Ghiarella", in quanto tali analisi sono già state svolte in altre sedi in fase di pianificazione e quindi a monte del presente SIA, che si configura piuttosto come l'attuazione delle scelte effettuate, finalizzata al migliore inserimento nel contesto ambientale, sociale ed infrastrutturale dell'area ed alla mitigazione/eliminazione degli eventuali effetti negativi del progetto.

Saranno quindi analizzate le opere preliminari, le modalità di esercizio dell'attività estrattiva, oltre che il progetto di sistemazione morfologica e di recupero vegetazionale dell'area.

B. 3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

B3.1 LOCALIZZAZIONE E DATI CATASTALI

La cava "Ghiarella", come già descritto al Fascicolo A, si colloca all'interno dell'AEC "Ghiarella", posto immediatamente ad est dell'abitato di San Cesario sul Panaro, ed in adiacenza dell'Autostrada del Sole A1, che corre lungo il confine nord dell'ambito.

Per la rappresentazione dell'area di cava e del suo intorno, in analogia a quanto fatto per la "Proposta preliminare coordinata, unitaria di escavazione, risistemazione e recupero", si è fatto riferimento ai dettagliati rilievi plano-altimetrici della zona eseguiti dallo Studio Tecnico Geom. Antonio Tonini, aggiornati nel Luglio 2011 e agganciati ai caposaldi di riferimento; la Tavola 2 "Planimetria dello stato di fatto" alla scala 1:1.000 rappresenta la morfologia attuale della zona (piano quotato) su base catastale, oltre che le infrastrutture principali.

In termini catastali, le proprietà che sono ricomprese all'interno dell'AEC sono diverse, identificate nella Tavola 1 "Planimetria catastale" in scala 1:2.000 e di seguito elencate.

L'area per attività estrattiva è però unica ed interamente contenuta nella proprietà "Granulati Donnini spa"; la sua superficie catastale è pari ad ha 3.64.01.

Le altre proprietà non sono direttamente coinvolte dall'attività estrattiva ma solamente alcune (proprietà comunale e Società Autostrade per l'Italia) per i collegamenti stradali, come descritto successivamente.

La proprietà comunale, in riferimento ai mappali 322 e 324, sarà pure interessata dagli interventi (a carico della Ditta "Granulati Donnini spa") di movimentazione terreni, senza sviluppo di attività estrattiva, allo scopo di raccordare morfologicamente l'attuale piano ribassato comunale con il futuro piano di ripristino di cava, mediante l'eliminazione dell'esistente scarpata sulla parte sud del mappale detto.

INTESTAZIONE	FOGLIO	MAPPALE	Superficie catastale (m ²)
AZIENDA AGRICOLA MACCAFERRI DANILO, GUERINO E CREMONINI ANGELA s.s.	29	1	884
	29	2	914
	29	3	2.931
	<i>sommano</i>		4.728
GRANULATI DONNINI S.P.A.	25	85	50.230
	25	93	8.145
	25	153	2.272
	25	161	8
	<i>sommano</i>		60.655
COMUNE DI SAN CESARIO S/P	25	68	1.170
	25	72	3.320
	25	78	6.502
	25	84	17.617
	25	86	10
	25	162	5.090
	25	163	8
	25	178	56
	25	182	26.015
	25	318	2.221
	25	322	18.848
	25	324	22.493
	25	326	11.958
	25	353	4.263
	25	354	1.052
	25	355	14.756
	25	357	6.018
	25	359	421
	25	360	6.836
	25	363	373
25	368	9	
25	369	60	
25	378	2.204	
25	379	13.942	
25	381	3.207	
<i>sommano</i>		168.449	
Superficie catastale complessiva dell'ambito			233.833

B3.2 OPERE PRELIMINARI, VIABILITA' DI SERVIZIO, ASPETTI TECNICI

L'area dell'AEC comprende aree di passata escavazione già da tempo recuperate e destinate ad area sportiva e ricreativa completamente recintata (centro sportivo Paolo Cremonini), alla quale si accede tramite cancelli carrai dal lato ovest; è inoltre presente un accesso pedonale ciclabile sempre aperto.



Fig. 2 Accessi all'area sportiva sul perimetro ovest

Prima dell'inizio dei lavori di coltivazione estrattiva dovrà essere realizzata la recinzione perimetrale della lunghezza massima di circa 1.060 m, consistente in rete metallica elettrosaldata sostenuta da pali metallici o in legno di castagno infissi nel terreno per circa un terzo dell'altezza fuori terra, pari ad almeno m 1,50. Dal momento che la coltivazione della cava prevede l'asportazione della scarpata nord, dovrà essere asportata la recinzione posta su tale lato, per una lunghezza di circa 300 m e riposizionata più a nord (la lunghezza della recinzione da riposizionare è già ricompresa nei 1.060 m di cui sopra).

Lungo la recinzione andranno installati adeguati cartelli ammonitori di segnalazione, pericolo e divieto d'accesso, posti in modo da essere visibili l'uno dall'altro.

Nella zone di accesso all'area di cava sarà posto in modo ben visibile il cartello contenente i dati significativi della cava stessa, che dovrà essere sempre leggibile, quali:

- Comune di San Cesario sul Panaro
- Tipo di materiale estratto: ghiaia e sabbia
- Cava "Ghiarella"

- Progettisti: Dott.ssa Geol. Claudia Borelli
- Ditta Esercente: Granulati Donnini SpA
- Direttore dei lavori e relativo recapito telefonico
- Sorvegliante dei lavori e relativo recapito telefonico
- Estremi dell'atto autorizzativo
- Scadenza autorizzazione convenzionata.

3.2.1 VIABILITÀ D'ACCESSO ALLA CAVA

In fase di accordo sono state contemplate due ipotesi di collegamento alla viabilità pubblica, che sono rappresentate nella Fig. 3:

A. Nell'ipotesi A i mezzi in entrata ed in uscita dalla cava si allontaneranno dall'area estrattiva seguendo piste interne, in parte già esistenti, che consentiranno di raggiungere la viabilità pubblica in corrispondenza dell'immissione dalla Via Enrico Berlinguer sulla SP14. Nel primo tratto sarà ampliata una pista interna in direzione nord attraverso l'attuale area boscata, che consentirà di raggiungere la strada sterrata che corre al piede dell'autostrada. Dovrà essere realizzata una rampa di collegamento tra l'area ribassata di pregressa attività estrattiva e l'area a piano campagna, ed i mezzi potranno proseguire fuori dall'AEC marginalmente all'autostrada fino ad immettersi sulla Via Berlinguer.

B. Nell'ipotesi B la viabilità in ingresso/uscita si troverà a sud-ovest dell'area estrattiva, per raccordarsi con una cavedagna sterrata (il cui fondo e dimensione dovranno essere adeguati al transito di mezzi a pieno carico) che attualmente si immette sulla Via Ghiarelle, per congiungersi poi con l'itinerario A al margine dell'autostrada e appena fuori dall'AEC "Ghiarella".

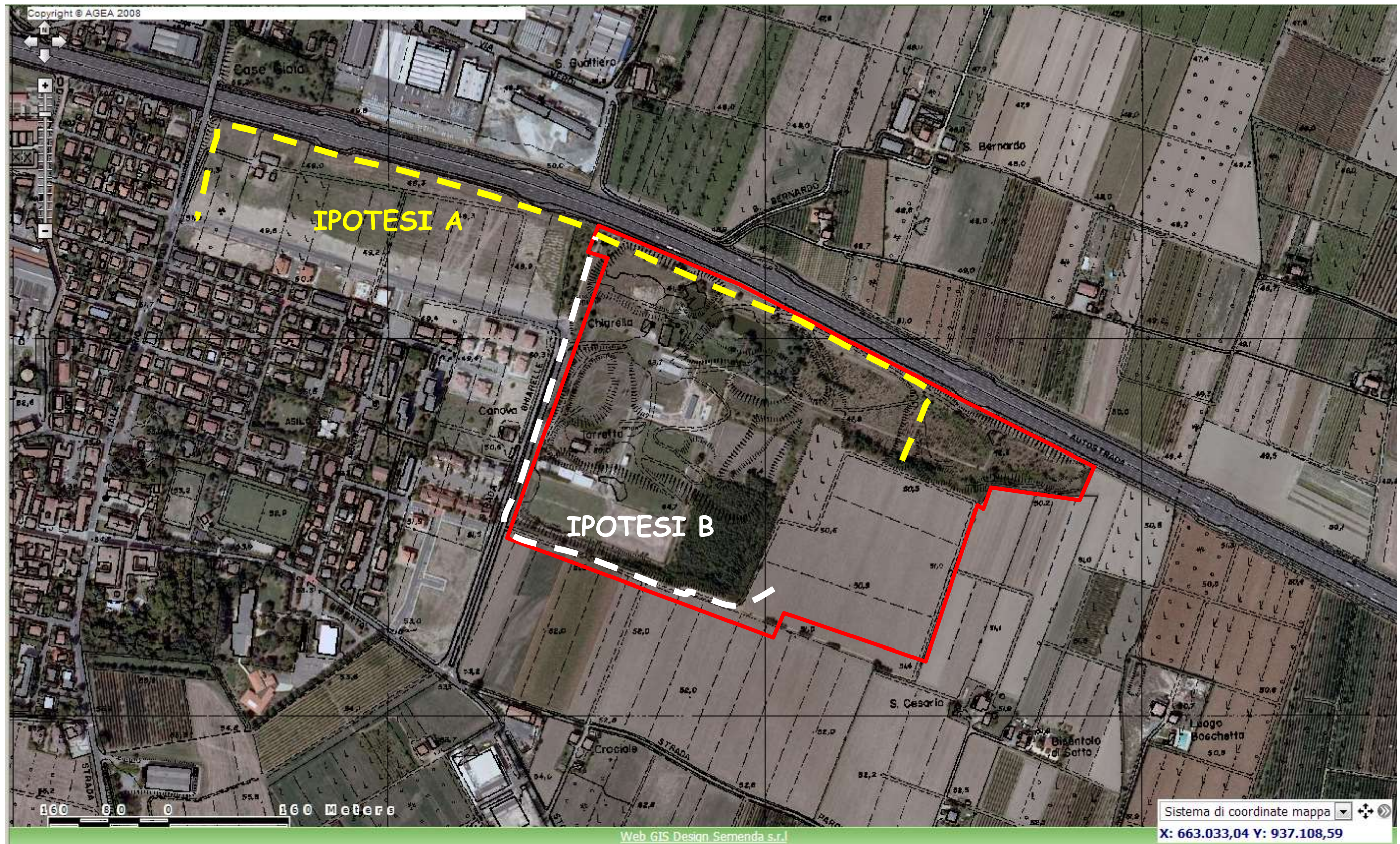


Fig. 3 Ipotesi alternative per viabilità in ingresso e uscita

Si ritiene l'ipotesi A la preferibile, preferenza condivisa anche in sede di Conferenza di servizi da parte degli Enti, dal momento che i percorsi dei mezzi risultano lontani da tutti i ricettori e vanno ad interessare la viabilità pubblica solo nei pressi dell'intersezione tra la Via Berlinguer e la SP14, pertanto in un'area che già risente del traffico sostenuto che percorre la strada provinciale, senza un incremento di traffico significativo, rispetto ai flussi che già percorrono tale viabilità. Nel caso dell'ipotesi B invece i mezzi dovrebbero percorrere parte della Via Ghiarelle, che presenta un flusso di traffico legato prevalentemente all'area residenziale posta ad ovest ed all'accesso all'area sportiva.

È quindi stata predisposta una tavola che mostra il tracciato che seguiranno in mezzi da e per il frantoio (Tavola o Viabilità).

Per l'immissione sulla pubblica viabilità sarà realizzata una pista di collegamento che correrà in adiacenza al tracciato autostradale, fino a collegarsi alla Via Berlinguer, nei pressi della SP14.

Nelle fasi che hanno preceduto lo Studio di Impatto Ambientale, si era ipotizzato che l'intervento estrattivo seguisse la realizzazione delle dune antirumore che dovrebbero essere realizzate in prossimità dell'Autostrada A1, e che pertanto la viabilità di collegamento tra la cava e la Via Berlinguer potesse essere realizzata tra le dune e l'autostrada.

Ad oggi le dune non sono ancora state realizzate e non sono nemmeno certi i tempi di esecuzione.

Dalle analisi di impatto svolte, l'immissione di rumore da parte dei mezzi in transito sarà trascurabile, come del resto confermato anche da ARPA nel relativo parere. Si è quindi deciso di mitigare la possibilità di sollevamento polveri installando una rete antipolvere lungo tutto il tracciato della viabilità di collegamento cava – via Berlinguer, che sarà in stabilizzato. Infatti il tracciato corre ad una distanza minima di 150 m dalle abitazioni che si affacciano sulla Via Berlinguer, si ritiene pertanto tale mitigazione efficace allo scopo sufficiente a mitigare gli impatti legati alla polverosità. Saranno inoltre eseguite bagnature, come previsto dal piano di monitoraggio di seguito dettagliato.

L'ultimo tratto di viabilità, quello che si avvicina in senso circa nord-sud alla Via Berlinguer, sarà invece asfaltato e periodicamente pulito.

In sede di conferenza di servizi è emersa la disponibilità da parte dell'Ente gestore Provincia di Modena, di utilizzare il tracciato della nuova tangenziale come viabilità di entrata e uscita, nella fase di cantiere, dopo la realizzazione della rotatoria, quando la strada sarà ancora senza gli strati superficiali bituminosi. I lavori dovrebbero cominciare ad inizio 2016. Fino ad allora sarà utilizzata la viabilità temporanea in adiacenza all'autostrada con immissione sulla Via Berlinguer. A tal fine si allega la scrittura privata (Allegato 4), con l'autorizzazione dei proprietari alla realizzazione ed utilizzo di tale viabilità temporanea.

3.2.2 DISTANZE DA INFRASTRUTTURE E DA CONFINI DI PROPRIETÀ

Sul lato nord sono presenti sostegni della linea elettrica HERA, che risultano in evidente conflitto sia con la previsione della tangenziale est di San Cesario che con l'attività estrattiva.

A seguito dei sopralluoghi con HERA sono state definite le modalità di intervento, che prevedono la delocalizzazione della linea elettrica, con l'eliminazione di alcuni sostegni della linea direttamente interferenti con la tangenziale e con la cava. Rimarrà solo il sostegno posto sul confine nord-est della cava, rispetto al quale gli scavi potranno essere portati ad una distanza di 4 m in fase di scavo.

Sono quindi state elaborate due ipotesi di scavo.

Nella prima si ipotizza di mantenere la distanza fissata dall'art. 104 del DPR 128/59 dal palo, mantenendo lo scavo a 20 m dal sostegno (Tavola B2.4a Planimetria dello scavo minimo).

Nella seconda si ipotizza lo scavo in deroga alle distanze fissate dall'art. 104 del DPR 128/59, da 20 m a 4 m, in analogia alla posizione attuale dei sostegni rispetto alla scarpata di scavo (Tav B2.4b Planimetria dello scavo massimo).

Lungo il lato est della cava, il ciglio di scavo sarà portato a confine con la proprietà privata, in fase di sistemazione sarà ripristinata una fascia di terreno della larghezza di 10 m alla sommità.

3.2.3 ASPETTI TECNICI VARI

Lungo il perimetro esterno all'area di cava sarà realizzato un argine perimetrale di mitigazione, con funzione di barriera visiva, acustica ed antipolvere, con dimensioni di circa 3

m alla base 0,5 m in sommità e altezza 1,5 m. tale opera consentirà di mitigare gli impatti delle attività di scavo e movimento terra nei confronti dei ricettori individuati sul lato sud. Per realizzarlo sarà impiegato parte del cappellaccio, proveniente dallo splateamento del lotto 1.

L'argine avrà una lunghezza complessiva di 708 m² e saranno necessari per realizzarlo 6.090 m³ di terra, che saranno resi disponibili in fase di scotico del lotto 1, da cui si ricaveranno 17.934 m³ di cappellaccio. Al piede dell'argine sarà poi realizzato il fosso di guardia perimetrale, che sarà collegato ai fossi di raccolta delle acque superficiali già esistenti.

Il trasporto del materiale dalla cava al frantoio di San Cesario sarà effettuato mediante camion cassonati del tipo bilico a tre assi, che utilizzeranno la viabilità di accesso per uscire dall'area di cava e poi la viabilità pubblica.

I lavori di coltivazione estrattiva e di sistemazione saranno eseguiti direttamente dal personale e dai mezzi tecnici della Granulati Donnini S.p.A. .

Per le attività di coltivazione estrattiva si prevede l'impiego di un escavatore di uso prevalente per i lavori di scavo estrattivo, con l'ausilio di un apripista tipo "Komatsu D65E" per i movimenti terra necessari per la scopertura del giacimento.

La Granulati Donnini S.p.A. utilizzerà i materiali estrattivi, ghiaia e sabbia, per l'alimentazione del Frantoio di San Cesario, di cui esercita la gestione.

ARCHEOLOGIA

Preliminarmente all'avvio delle operazioni di scavo saranno progettati e realizzati sondaggi archeologici preventivi, tali da assicurare una sufficiente campionatura della zona interessata dai lavori, che garantiscano l'indagine di tutta la stratigrafia del cappellaccio, fino al raggiungimento dello strato ghiaioso.

B. 4 COLTIVAZIONE ESTRATTIVA

La cava Ghiarella occupa una superficie complessiva pari a 36.045 m²; i terreni appartengono alla Granulati Donnini S.p.A. esercente presso la cava ed il materiale che verrà estratto sarà destinato al Frantoio di San Cesario, gestito sempre dalla Granulati Donnini S.p.A., la Tavola o mostra il percorso dei mezzi per e da il frantoio.

Il Progetto di coltivazione prevede di portare gli scavi alla profondità massima di m 10,00 dal p.d.c. .

Con l'attuazione del progetto risulteranno disponibili 214.958 m³ di materiali utili scavabili in tre annualità estrattive (lotti 1-2-3); sono presenti aree che ricadono all'interno delle distanze fissate dall'Art. 104 del DPR 128/59, per le quali sarà necessario ottenere l'autorizzazione in deroga: si tratta delle aree comprese all'interno dei 20 m dal palo della linea elettrica posta sul lato nord est.

Per quanto riguarda la zona ad ovest dell'area di scavo, rispetto alle previsioni urbanistiche della tangenziale est di San Cesario, è stato avviato uno specifico confronto con il Settore competente della Provincia di Modena. Al momento la tangenziale è in fase di progetto, ma non sono ancora state avviate le procedure di esproprio e non è ancora stato approvato il progetto definitivo. Pertanto ad oggi la tangenziale est dal punto di vista formale è solo una previsione.

La tangenziale avrà un percorso circa nord-sud nel tratto in adiacenza alla cava "Ghiarella", dove sarà realizzato un terrapieno in rilevato per consentire di scavalcare l'autostrada A1. Il rilevato avrà altezza massima di 10 m in corrispondenza della porzione nord, mentre si andrà praticamente ad esaurire in corrispondenza del confine sud della cava, dove si raccorderà al piano campagna attuale ed alla viabilità esistente.

L'area di impronta del rilevato avrà quindi superficie massima in corrispondenza del lato nord e minima in corrispondenza del lato sud della cava, come riportata nelle tavole di progetto (tratto ocra).

Rispetto all'area di futura realizzazione della tangenziale, in accordo con gli uffici provinciali, si è quindi deciso di mantenere una distanza minima degli scavi da quello che sarà il fosso esterno al piede del rilevato stradale (cfr. sezione in fig. precedente) di 5 m nella

porzione sud dove il rilevato raggiungerà le altezze minime, e di 15 m nella porzione nord dove il rilevato avrà le altezze massime.

Il progetto di sistemazione prevede di recuperare la scarpata a profilo continuo, utilizzando gli sterili che saranno presenti in cava, ricreando una porzione a piano campagna originario portando la scarpata a 20 m dal fosso esterno al piede del rilevato. Nella porzione sud sarà quindi ricreata una fascia di terreno per una larghezza di 15 m alla sommità, mentre nella porzione più a nord, dove lo scavo sarà tenuto a 15 m dal fosso esterno al piede del rilevato, sarà riportata una fascia di terreno della larghezza di 5 m.

Come emerso in sede di conferenza di servizi e durante gli incontri presso gli uffici provinciali, si è quindi deciso di ridurre le annualità di scavo da 4 a 3: sono previsti 3 lotti di scavo, il primo dei quali corre parallelo al tracciato della futura tangenziale est, gli altri due hanno forma più squadrata e si dividono la restante area di scavo.

Il lotto 1 sarà scavato il primo anno, in modo da tale da poter operare prima che le previsioni urbanistiche siano attuate e quindi di fatto in assenza di vincoli di avvicinamento ex art. 104 del D.P.R. 128/59, dal momento che il manufatto non è ancora esistente e non è ancora stato approvato il progetto definitivo o attuata la procedura di esproprio.

Il recupero della scarpata sarà attuato dallo stesso primo anno, allo scopo di concludere la sistemazione morfologica della scarpata prima dell'inizio dei lavori di realizzazione della tangenziale. A completamento della sistemazione morfologica del lotto 1 il ciglio della scarpata sarà a 20 m dal fosso esterno al piede del rilevato della tangenziale est.

B4. I GEOMETRIE E VOLUMI DI SCAVO

Il Piano di coltivazione estrattiva prevede la realizzazione di uno scavo a fossa da realizzarsi in due passate dopo il preliminare splateamento dal cappellaccio di copertura. La coltivazione della Cava Ghiarella avverrà per lotti successivi, per complessivi 3 anni di scavo, lotti annuali 1-2-3.

In attuazione di quanto previsto dal PAE vigente, le scarpate finali del fronte di scavo avranno una pendenza di 45°, banche di larghezza 3 m, poste a - 8 di profondità dal p.c., come rappresentato nella Tavole 4°-4b-4c Planimetria di scavo e nella Tavola 05 sezioni litostratigrafiche dello scavo.

I volumi disponibili saranno i seguenti

LOTTI DI SCAVO	VOLUME COMPLES.	VOLUME UTILE	VOLUME DER./RI.	VOLUME CAPPELL.	VOLUME SCARTO
TOTALE	332.095	214.958	6.348	68.600	37.934
LOTTO 1	112.467	70.567		24.668	12.453
LOTTO 2	102.639	65.094		20.060	11.487
LOTTO 2a	6.418	5.465	6.348	162	953
LOTTO 3	110.571	73.832		23.710	13.029
4 anno					

B. 5 SISTEMAZIONE MORFOLOGICA

Si prevede un ripristino a piano di campagna ribassato (recupero a zona di riequilibrio ambientale ed in particolare a bosco) raccordantesi altimetricamente sul lato nord con l'esistente piano ripristinato delle pregresse attività estrattive e risalente verso sud con una pendenza del 3 per mille (Tavola 6 "Tavola di ripristino").

Verrà garantito il rispetto delle quote di ripristino del fondo maggiori di 2 m dalla massima escursione di falda dell'ultimo decennio, ed i materiali utilizzati garantiranno la protezione idrogeologica della falda.

Le scarpate di risistemazione saranno formate da terreno naturale, come peraltro il fondo, debitamente accantonato in fase di scavo, ed avranno un'inclinazione pari a 30° senza interposizioni di banche.

Rispetto il confine di proprietà (lato est) verrà ricostruito l'originario piano di campagna per una fascia di larghezza pari a 10 m dal confine stesso; medesima operazione verrà eseguita rispetto la previsione della circonvallazione est di San Cesario s/Panaro ed in particolare riportando a piano di campagna naturale l'area di rispetto alla stessa circonvallazione (20 m di larghezza).

I lavori di sistemazione morfologica avranno inizio dal secondo anno, ed i volumi necessari alla sistemazione complessiva dell'area sono pari a 145.545 m³, suddivisi in 4 anni. Saranno impiegati il cappellaccio e gli sterili disponibili in cava, oltre alle terre impiegate per la realizzazione degli arginelli.

Dal momento che saranno quindi disponibili in cava 117.137 m³ di terre, dovranno essere conferite dall'esterno 28.408 m³ di terre idonee per il completamento della sistemazione morfologica. Il materiale di ripristino importato dovrà possedere tutte le caratteristiche di idoneità ambientale e tecnica necessarie, da dimostrarsi prima dell'utilizzo effettivo. In particolare dovrà essere inerte, non contaminato, proveniente da scavi di profondità non superiore a 3 m, non contenente plastica, inclusioni di asfalto ed altri materiali estranei. E' ammessa la presenza di una minima percentuale di ciottoli o sfridi di laterizio e calcestruzzo, tale da non ostacolare la normale crescita della vegetazione.

Seguirà il recupero vegetazionale, come previsto dalla relazione agrovegetazionale. Per l'annaffiatura della vegetazione di nuovo impianto potrà essere utilizzata l'acqua

raccolta nel bacino al fondo della ex cava. Qualora il laghetto non presentasse acqua a sufficienza, si potrà installare una pompa nel piezometro di monte (sull'acquifero Ao) ed utilizzare tale acqua. L'utilizzo dovrà essere preventivamente autorizzato dal Servizio Tecnico di Bacino competente.

B5. I VERIFICHE DI STABILITÀ

Le verifiche per la stabilità delle scarpate, in riferimento all'art. 38 delle NTA del PAE vigente, sono riportate in Allegato 3; le geometrie di scavo sono conformi alle prescrizioni degli artt. 42, 43 e 44 delle NTA del PAE vigente.

B. 6 PROGRAMMA DI MONITORAGGIO E MITIGAZIONI AMBIENTALI

ACQUE SOTTERRANEE

Sulla componente acque sotterranee sarà condotto un monitoraggio periodico, secondo lo schema seguente. La rete di monitoraggio sarà realizzata ex novo, e costituita, come previsto dall'Accordo, da due doppi piezometri, uno a monte e l'altro a valle dell'area estrattiva, che captino rispettivamente i livelli acquiferi A0 e A1.

Monitoraggio periodico acque sotterranee		
Frequenza	Parametri di controllo	Modalità di determinazione
mensile	Livello di falda (m)	Determinazione in campagna
	Temperatura (C°) pH Conducibilità elettrica specifica a 20° (µS/cm)	Determinazione in campagna sui piezometri di valle
trimestrale	Temperatura (C°) pH Conducibilità elettrica specifica a 20° (µS/cm)	Determinazione in campagna sui piezometri di monte
	Livello idrometrico specchi d'acqua	Determinazione in campagna
Mensile sui piezometri di valle Trimestrale sui piezometri di monte	Potenziale redox Torbidità (mg/l) Durezza totale (mg/l CaCO ₃) Cloruri (mg/l) Solfati (mg/l) Azoto ammoniacale (mg/l) Azoto nitrico (mg/l) Ossidabilità (mg/l) C.O.D. (mg/l) Cadmio (µg/l) Cromo totale (µg/l) Piombo (µg/l) Rame (µg/l) Idrocarburi totali (espressi come n-esano) (µg/l)	Determinazione presso laboratorio di analisi chimiche appositamente incaricato

Fig. 4 Tabella dei dati da monitorare periodicamente nei piezometri di controllo

La posizione indicativa dei piezometri è riportata sulla Tavola B2.3' "Planimetria delle opere preliminari". La posizione ipotizzata tiene conto del regime idrodinamico della falda, come rappresentato in Allegato 2, in cui si riportano le isopiezometriche; i piezometri saranno realizzati preferibilmente su terreni in proprietà alla Ditta Granulati Donnini SpA o del Comune di San Cesario.

I dati di monitoraggio dovranno essere inviati, a cura del titolare dell'autorizzazione, al Comune, alla Provincia e ad ARPA entro 30 giorni dal rilievo preferibilmente in formato elettronico (Art. 14 comma 10 delle NTA del PAE Comunale). I suddetti dati dovranno inoltre essere riportati e commentati all'interno della relazione annuale da inviare al Comune, alla Provincia e ad ARPA.

ATMOSFERA

Monitoraggio atmosfera		
Frequenza	Parametri di controllo	Modalità di determinazione
semestrale	PM10 PTS Parametri meteorologici a frequenza oraria	Durata 15 giorni ciascuna 1 campagna estiva 1 campagna invernale Presso il ricettore R9 Verifica dell'impatto acustico delle attività estrattive della cava, sul ricettore che si ritiene maggiormente significativo R1, in quanto più prossimo all'area di scavo e comunque ad una distanza significativa dall'Autostrada, perciò meno influenzata dal rumore del traffico che la caratterizza. Cadenza semestrale, durata di una settimana ciascuno.

Annualmente sarà redatta una relazione, da inviare a Provincia, Comune ed ARPA, sui dati del monitoraggio e delle variabili meteorologiche contestualmente misurate, che sarà corredata da un commento che relazioni le concentrazioni in aria con la meteorologia e soprattutto con le attività in corso nella cava, specialmente nel caso in cui si riscontrino concentrazioni elevate e anomale rispetto al trend storico dei dati

I dati di monitoraggio saranno forniti anche in formato file excel; tale file conterrà il resoconto di tutti i dati misurati, secondo le rispettive frequenze di campionamento (concentrazioni orarie per parametri meteo, medie giornaliere per PM10 e PTS). I dati in formato excel saranno inviati ad ARPA – Sezione Provinciale di Modena entro 60 giorni dallo svolgimento delle misure

RUMORE

Monitoraggio acustico		
Frequenza	Parametri di controllo	Modalità di determinazione
semestrale	L _{Aeq} Rumore residuo Differenziale (frequenza minima 1 minuto)	Durata 1 settimana Verifica dell'impatto acustico delle attività estrattive della cava, sul ricettore che si ritiene maggiormente significativo R1, in quanto più prossimo all'area di scavo e comunque ad una distanza significativa dall'Autostrada, perciò meno influenzata dal rumore del traffico che la caratterizza. Cadenza semestrale, durata di una settimana ciascuno.

Le due campagne di monitoraggio annuali avranno durata di una settimana ciascuna, in particolare nei periodi di escavazione dei Lotti 2 e 3, che si trovano più vicini al ricettore R1, possibilmente intercettando l'attività di scotico e di ripristino, che risultano le attività più rumorose, come messo in evidenza dallo studio acustico fornito

I dati di monitoraggio saranno forniti anche in formato file excel; tale file conterrà il resoconto di tutti i dati misurati, secondo le rispettive frequenze di campionamento. I dati in formato excel saranno inviati ad ARPA – Sezione Provinciale di Modena entro 60 giorni dallo svolgimento delle misure.

Annualmente sarà redatta una relazione, da inviare a Provincia, Comune ed ARPA, sui dati del monitoraggio e delle variabili meteorologiche contestualmente misurate, che dovrà essere corredata da un commento che relazioni i livelli acustici rilevati con le attività in corso nella cava.

B. 7 PIANO DI EMERGENZA

Durante la fase di scavo i fattori di potenziale impatto per la falda individuati sono i seguenti:

- Eventuale infiltrazione diretta in ghiaia di acque di ruscellamento superficiale con dilavamento del terreno circostante;
- eventuale rottura di mezzi meccanici utilizzati per i lavori con perdita di sostanze infiltrabili nel terreno;
- eventuale infiltrazione di acque meteoriche fortemente aggressive senza un adeguato effetto tampone da parte del terreno di copertura

Per quanto concerne il primo aspetto il rischio si riduce sensibilmente considerando che su tutto il perimetro esterno dell'area oggetto di intervento è prevista la realizzazione di un fosso che eviterà ingressioni di acque di dilavamento superficiale.

Per il secondo aspetto, qualora si dovesse verificare uno sversamento accidentale in cava di sostanze inquinanti, si procederà ad un immediato intervento in sito che provvederà a circoscrivere l'area inquinata cercando di proteggere eventuali fossi o scoli presenti nelle vicinanze e a spargere velocemente materiale assorbente (sepiolite, polveri e/o granuli vari) cercando di contenere il più possibile l'inquinante disperso. Avvertito il Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione, considerata la presenza di mezzi d'opera in cava, si potrà immediatamente asportare e isolare il terreno direttamente inquinato depositandolo all'interno di idonei contenitori (fusti e/o big bag a tenuta), per poi procedere con una verifica e caratterizzazione del terreno circostante. In caso fosse necessario si procederà ad una bonifica del terreno. Si darà inoltre immediata comunicazione dell'accaduto al Comune e ad ARPA territorialmente competente.

Il terreno inquinato rimosso sarà smaltito presso idonei centri di raccolta e smaltimento.

Durante la fase di escavazione dell'area in oggetto si prenderanno comunque in considerazione diversi accorgimenti:

- gli accessi saranno presidiati ed isolati in modo che possa accedere ad essi solo il personale autorizzato;

- l'isolamento con fossi perimetrali di guardia collegati con la rete scolante circostante in modo da evitare l'ingresso in cava di eventuale acqua inquinante;
- manutenzione e rifornimento dei mezzi d'opera eseguite in apposito piazzale, ove casuali sversamenti di carburante e lubrificanti non possano infiltrarsi nel sottosuolo;
- durante il ripristino sarà utilizzato materiale assolutamente inerte per i riporti;
- monitoraggio periodico della falda sui 4 punti di controllo individuati (due doppi piezometri, uno a monte e uno a valle)

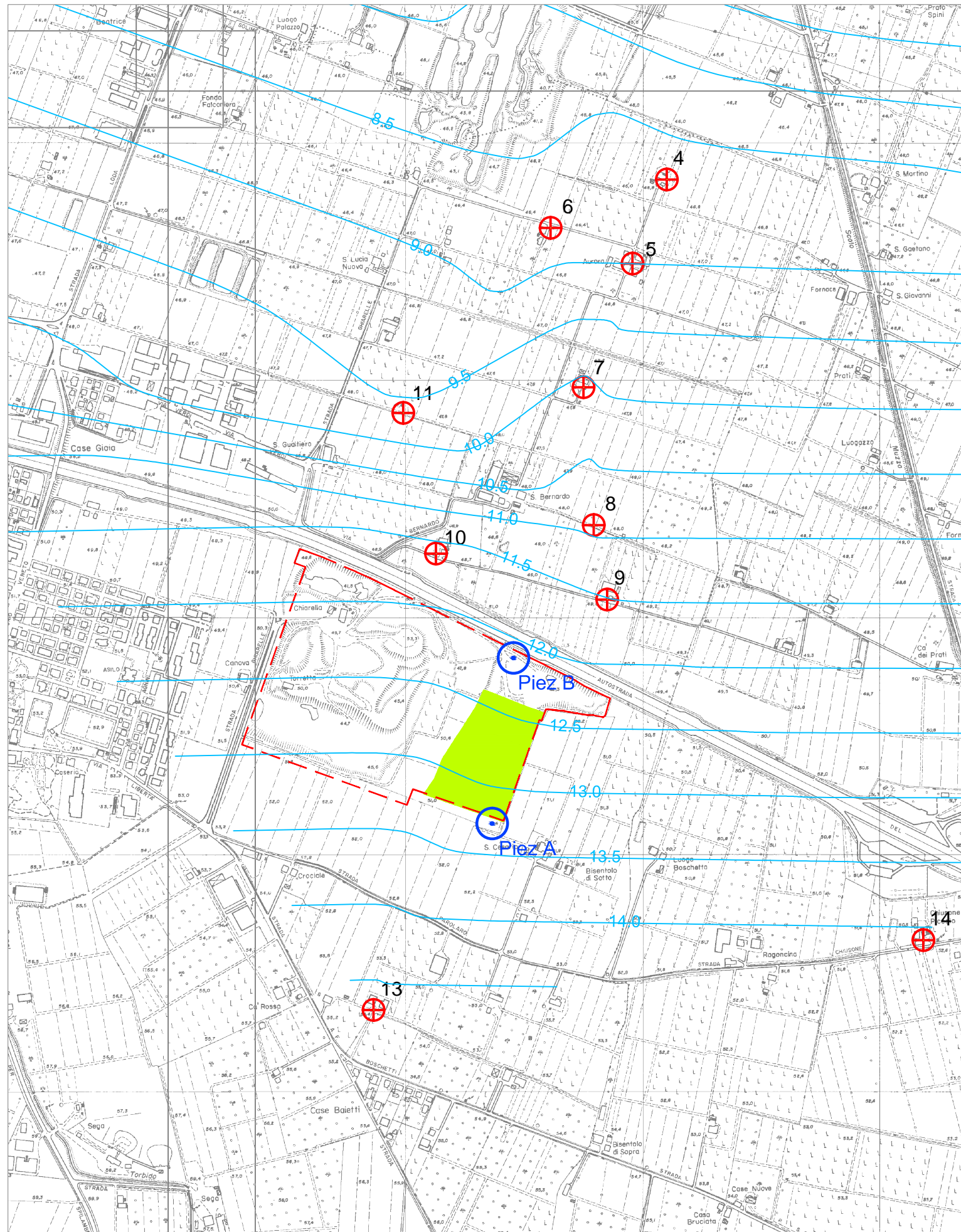
Durante tutta la fase di escavazione, il rischio sarà sostanzialmente limitato considerando lo sviluppo temporale delle operazioni.






B. 8 PROGRAMMA ECONOMICO E FINANZIARIO

1	COSTI OPERE PRELIMINARI	quantità	costo	
1,1,1	Fornitura ed installazione di recinzione sui lati nord ed est della cava costituita da rete metallica plastificata alta m 1,50 montata su pali metallici: m 1060 x € 8,00	1060	8	€ 8.480
1,1,2	Fornitura ed installazione di cartello di cava e segnaletica di ammonimento e pericolo		250	€ 250
1,1,3	Fornitura e posa di cartellonistica di ammonimento e pericolo sulla recinzione	20	4	€ 80
1,1,4	Realizzazione di argini perimetrali di mitigazione	6090	1,5	€ 9.135
1,1,5	Realizzazione di fosso di guardia perimetrale 0,294 m ² x 708 m = 208 m ³	208	3,1	€ 645
	Sommano i lavori per opere preliminari			€ 18.589,80
1,3	COSTI DI ESERCIZIO			
1,3,1	Scavo e scarico a sistemazione del cappellaccio m ³ 68600 x 1,50	68.600	1,5	€ 102.900
1,3,2	Scavo, carico e trasporto al cantiere della ghiaia m ³ 214958 x 2,5	214.958	2,5	€ 537.395
	Sommano i lavori di coltivazione estrattiva ed esercizio della cava			€ 640.295,00
1,5	COSTI DI SISTEMAZIONE MORFOLOGICA			
1,5,1	Scavo e reinterro del materiale terroso e sterile, ritombamento, compreso ricarichi 145545 x 1,95 €	145.545	1,95	€ 283.813
1,5,2	Importazione di terre dall'esterno per completare la sistemazione morfologica 28408 x 2,5	28.408	2,5	€ 71.020
	Sommano i lavori di risistemazione			€ 354.832,75
1,7	COSTI DI RINVERDIMENTO			
1,7,1	Lavorazione e preparazione terreno			€ 6.865
	Impianto del bosco planiziale sul fondo scavo sistemato morfologicamente			€ 42.247
	Impianto dell'arbusteto in scarpata - lato nord est			€ 10.078
	Formazione siepe arbustiva alla sommità scarpata lato sud e lato est			€ 2.500
1,7,2	Formazione di prato rustico su lato ovest cava			€ 3.229
1,7,1	Opere adduzione e irrigazione			€ 25.280
1,7,2	Manutenzione e cure colturali per 2 anni			€ 24.731
	Sommano i lavori di rinverdimento			€ 114.929,85
1,8	COSTI VARI ED ONERI GENERALI			
1,9,1	Oneri comunali di convenzione (214958 x 1,03 €)	214.958	1,03	€ 221.406,7
1,9,2	Opere compensative (come da Accordo ai sensi art. 24 L.R. 7/2004 per attuazione "Cava Ghiarella" - Appendice TAB. d Oneri compensativi) 215,000 m ³ x 2,186 € = 470,000 €			€ 470.000,0
1,9,2	Spese di progettazione piano di coltivazione e SIA			€ 20.000
	Sommano costi e oneri generali (ipotesi massimo scavo)			€ 711.406,74
1,10	COSTI DI MONITORAGGIO ACQUE SOTTERRANEE			

1,10,1	Monitoraggio periodico delle acque sotterranee, su tre piezometri, comprensivo di monitoraggio piezometrico mensile e determinazioni idrochimiche trimestrali, report annuale 3500 €/anno (5 anni autorizzazione)	3.500	5	€ 17.500,00
2,2	RICAVI			
2,2,1	Ricavi	214.981	10	€ 2.149.810
	Ricavi			€ 2.149.810,00
3,2	BILANCIO PREVISIONALE			
3,2,1	Costi per opere preliminari			€ 18.589,80
3,2,2	Costi di esercizio			€ 640.295,00
3,2,3	Costi di risistemazione morfologica			€ 354.832,75
3,2,4	Costi di rinverdimento			€ 114.929,85
3,2,5	Costi vari ed oneri generali			€ 711.407
	Totale costi			€ 1.840.054,14
	Ricavi previsti			€ 2.149.810,00
	Utile previsionale d'esercizio			€ 309.755,86

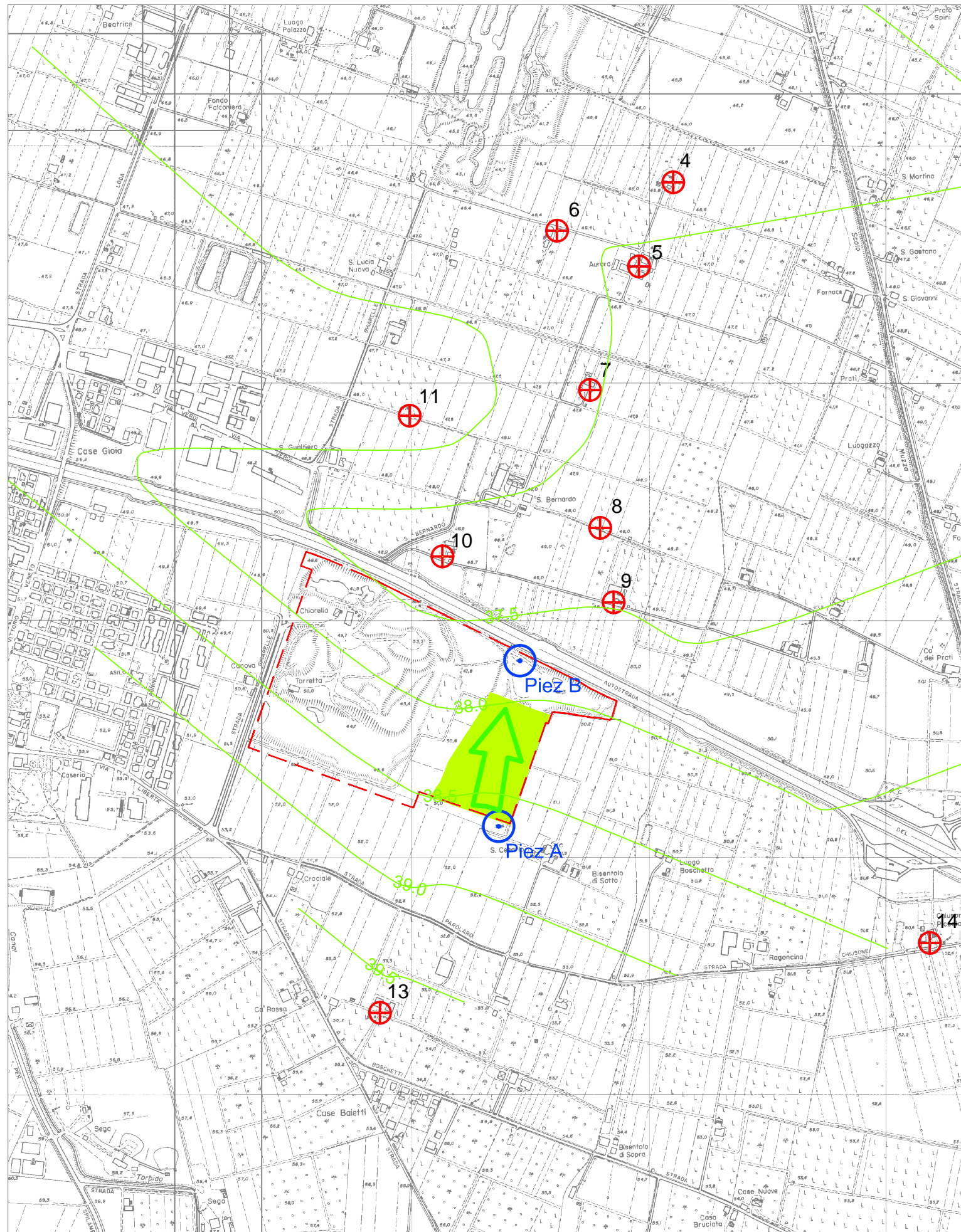
Allegato I Carta della soggiacenza (gennaio 2015)









-  Limite di A.E.C.
-  Area di scavo
-  Doppie piezometri di controllo della falda
-  Pozzi di misura
-  Soggiacenza in m da p.c.

N. pozzo	Soggiacenza m	Piezometria m s.l.m.	Quota P.C. m s.l.m.
1	6,6	37,40	44,00
2	6,6	37,40	44,00
3	8	37,00	45,00
4	8,8	38,00	46,80
5	9	37,30	46,30
6	8,7	37,70	46,40
7	10,1	37,70	47,80
8	10,9	37,10	48,00
9	11,5	37,50	49,00
10	11,7	37,10	48,80
11	9,5	38,30	47,80
12	10,5	38,50	49,00
13	14,7	39,70	54,40
14	14,1	38,40	52,50
15	7	42,53	49,53

Allegato 2 Carta della piezometria (gennaio 2015)



-  Limite di A.E.C.
-  Area di scavo
-  Doppi piezometri di controllo della falda
-  Pozzi di misura
-  Senso di scorrimento della falda
-  Piezometria in m s.l.m.

Premessa

Di seguito sono riportate le verifiche di stabilità calcolate con il programma Slope della Geostru Software s.a.s., uno dei software più utilizzati in ambito professionale.

Sono descritte le modalità di calcolo e di seguito riportati i tabulati di calcolo, competenti delle tabelle dei parametri impiegati e delle immagini con i profili.

Le verifiche di stabilità sono state calcolate in corrispondenza del fronte di scavo ovest, ovvero quello del Lotto 1, che corre parallelo al tracciato della nuova tangenziale. Si ritiene che questa sia la situazione più delicata. Nella fase di scavo, le ipotesi fatte sono cautelative dato che lo scavo al momento del completamento della tangenziale sarà già stato recuperato, riportando in scarpata materiale terroso di ricoprimento alle ghiaie. Si è comunque voluto valutare la situazione potenzialmente più critica.

Per la ricostruzione delle sezioni si è fatto riferimento al materiale reso disponibile dall'Ufficio della Provincia di Modena - Area Lavori Pubblici - Servizio Lavori Speciali Opere Pubbliche Unità Operativa Lavori Speciali Strade 2. Le quote sono state riferite ai caposaldi del rilievo originale SPEA dell'aprile 2009 e a nuovi caposaldi aggiunti nel Gennaio 2015.

Per il profilo della tangenziale si è fatto riferimento alle sezioni tipo, riferite alle chilometriche della tangenziale, riportate nel progetto di Autostrade, non essendo al momento ancora disponibile il progetto esecutivo.

Sono state considerate le due ipotesi più significative:

- Avvicinamento massimo degli scavi alla futura tangenziale, che si verifica dove l'altezza del rilevato è minima (Sezione 1)
- Altezza massima del rilevato, con distanza massima degli scavi dalla futura tangenziale (Sezione 2)

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_j agenti sulla base di ciascun concio;

n valori delle forze di taglio alla base del concio T_j

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

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

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

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

una incognita costituita dal fattore di sicurezza F .

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_j 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 FELLENIUS (1927)

Con questo metodo (valido solo per superfici di scorrimento di forma circolare) vengono trascurate le forze di interstriscia pertanto le incognite si riducono a:

n valori delle forze normali N_i ;

n valori delle forze da taglio T_i ;

l fattore di sicurezza.

Incognite $(2n+1)$

Le equazioni a disposizione sono:

n equazioni di equilibrio alla traslazione verticale;

n equazioni relative al criterio di rottura;

l equazione di equilibrio dei momenti globale.

$$F = \frac{\sum \{ c_i \times l_i + (W_i \times \cos \alpha_i - u_i \times l_i) \times \tan \varphi_i \}}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$

Questa equazione è semplice da risolvere ma si è trovato che fornisce risultati conservativi (fattori di sicurezza bassi) soprattutto per superfici profonde.

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:

$\sum F_v = 0$, $\sum M_0 = 0$, Criterio di rottura.

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

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 %.

Metodo di JANBU (1967)

Janbu estese il metodo di Bishop a superfici di scorrimento di forma qualsiasi.

Quando vengono trattate superfici di scorrimento di forma qualsiasi il braccio delle forze cambia (nel caso delle superfici circolari resta costante e pari al raggio) a tal motivo risulta più conveniente valutare l'equazione del momento rispetto allo spigolo di ogni blocco.

$$F = \frac{\sum \{ c_i \times b_i + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \varphi_i \} \times \frac{\sec^2 \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \varphi_i / F}}{\sum W_i \times \tan \alpha_i}$$

Assumendo $\Delta X_i = 0$ si ottiene il metodo ordinario.

Janbu propose inoltre un metodo per la correzione del fattore di sicurezza ottenuto con il metodo ordinario secondo la seguente:

$$F_{\text{corretto}} = f_o F$$

dove f_o è riportato in grafici funzione di geometria e parametri geotecnici.

Tale correzione è molto attendibile per pendii poco inclinati.

Metodo di BELL (1968)

Le forze agenti sul corpo che scivola includono il peso effettivo del terreno, W , le forze sismiche pseudostatiche orizzontali e verticali $K_x W$ e $K_z W$, le forze orizzontali e verticali X e Z applicate esternamente al profilo del pendio, infine, la risultante degli sforzi totali normali e di taglio σ e τ agenti sulla superficie potenziale di scivolamento.

Lo sforzo totale normale può includere un eccesso di pressione dei pori u che deve essere specificata con l'introduzione dei parametri di forza efficace.

In pratica questo metodo può essere considerato come un'estensione del metodo del cerchio di attrito per sezioni omogenee precedentemente descritto da *Taylor*.

In accordo con la legge della resistenza di *Mohr-Coulomb* in termini di tensione efficace, la forza di taglio agente sulla base dell' i -esimo concio è data da:

$$T_i = \frac{c_i L_i + (N_i - u_{ci} L_i) \tan \phi_i}{F}$$

in cui

F = il fattore di sicurezza;

c_i = la coesione efficace (o totale) alla base dell' i -esimo concio;

ϕ_i = l'angolo di attrito efficace (= 0 con la coesione totale) alla base dell' i -esimo concio;

L_i = la lunghezza della base dell' i -esimo concio;

u_{ci} = la pressione dei pori al centro della base dell' i -esimo concio.

L'equilibrio risulta uguagliando a zero la somma delle forze orizzontali, la somma delle forze verticali e la somma dei momenti rispetto all'origine.

Viene adottata la seguente assunzione sulla variazione della tensione normale agente sulla potenziale superficie di scorrimento:

$$\sigma_{ci} = \left[C_1 (1 - K_z) \frac{W_i \cos \alpha_i}{L_i} \right] + C_2 f(x_{ci}, y_{ci}, z_{ci})$$

in cui il primo termine dell'equazione include l'espressione:

$W_i \cos \alpha_i / L_i$ = valore dello sforzo normale totale associato con il metodo ordinario dei concii.

Il secondo termine dell'equazione include la funzione:

$$f = \sin 2\pi \left(\frac{x_n - x_{ci}}{x_n - x_0} \right)$$

Dove x_0 ed x_n sono rispettivamente le ascisse del primo e dell'ultimo punto della superficie di scorrimento, mentre x_{ci} rappresenta l'ascissa del punto medio della base del concio i -esimo.

Una parte sensibile di riduzione del peso associata con una accelerazione verticale del terreno K_z g può essere trasmessa direttamente alla base e ciò è incluso nel fattore $(1 - K_z)$.

Lo sforzo normale totale alla base di un concio è dato da:

$$N_i = \sigma_{ci} L_i$$

La soluzione delle equazioni di equilibrio si ricava risolvendo un sistema lineare di tre equazioni ottenute moltiplicando le equazioni di equilibrio per il fattore di sicurezza F , sostituendo l'espressione di N_i e moltiplicando ciascun termine della coesione per un coefficiente arbitrario C_3 .

Si assume una relazione di linearità tra detto coefficiente, determinabile tramite la regola di Cramer, ed il fattore di sicurezza F . Il corretto valore di F può essere ottenuto dalla formula di interpolazione lineare:

$$F = F(2) + \left(\frac{1 - C_3(2)}{C_3(2) - C_3(1)} \right) (F(2) - F(1))$$

dove i numeri in parentesi (1) e (2) indicano i valori iniziale e successivo dei parametri F e C_3 .

Qualsiasi coppia di valori del fattore di sicurezza nell'intorno di una stima fisicamente ragionevole può essere usata per iniziare una soluzione iterativa.

Il numero necessario di iterazioni dipende sia dalla stima iniziale sia dalla desiderata precisione della soluzione; normalmente, il processo converge rapidamente.

Metodo di SARMA (1973)

Il metodo di **Sarma** è un semplice, ma accurato metodo per l'analisi di stabilità dei pendii, che permette di determinare l'accelerazione sismica orizzontale richiesta affinché l'ammasso di terreno, delimitato dalla superficie di scivolamento e dal profilo topografico, raggiunga lo stato di equilibrio limite (accelerazione critica Kc) e, nello stesso tempo, consente di ricavare l'usuale fattore di sicurezza ottenuto come per gli altri metodi più comuni della geotecnica.

Si tratta di un metodo basato sul principio dell'equilibrio limite e delle strisce, pertanto viene considerato l'equilibrio di una potenziale massa di terreno in scivolamento suddivisa in n strisce verticali di spessore sufficientemente piccolo da ritenere ammissibile l'assunzione che lo sforzo normale N_i agisce nel punto medio della base della striscia.

Le equazioni da prendere in considerazione sono:

L'equazione di equilibrio alla traslazione orizzontale del singolo concio;

L'equazione di equilibrio alla traslazione verticale del singolo concio;

L'equazione di equilibrio dei momenti.

Condizioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale:

$$\begin{aligned} N_i \cos \alpha_i + T_i \sin \alpha_i &= W_i - \Delta X_i \\ T_i \cos \alpha_i - N_i \sin \alpha_i &= KW_i + \Delta E_i \end{aligned}$$

Viene, inoltre, assunto che in assenza di forze esterne sulla superficie libera dell'ammasso si ha:

$$\begin{aligned} \sum \Delta E_i &= 0 \\ \sum \Delta X_i &= 0 \end{aligned}$$

dove E_i e X_i rappresentano, rispettivamente, le forze orizzontale e verticale sulla faccia i -esima del concio generico i .

L'equazione di equilibrio dei momenti viene scritta scegliendo come punto di riferimento il baricentro dell'intero ammasso; sicché, dopo aver eseguito una serie di posizioni e trasformazioni trigonometriche ed algebriche, nel metodo di **Sarma** la soluzione del problema passa attraverso la risoluzione di due equazioni:

$$* \sum \Delta X_i \cdot \operatorname{tg}(\psi'_i - \alpha_i) + \sum \Delta E_i = \sum \Delta_i - K \cdot \sum W_i$$

$$** \sum \Delta X_i \cdot [(y_{mi} - y_G) \cdot \operatorname{tg}(\psi'_i - \alpha'_i) + (x'_i - x_G)] = \sum W_i \cdot (x_{mi} - x_G) + \sum \Delta_i \cdot (y_{mi} - y_G)$$

Ma l'approccio risolutivo, in questo caso, è completamente capovolto: il problema infatti impone di trovare un valore di K (accelerazione sismica) corrispondente ad un determinato fattore di sicurezza; ed in particolare, trovare il valore dell'accelerazione K corrispondente al fattore di sicurezza $F = 1$, ossia l'*accelerazione critica*.

Si ha pertanto:

$K = K_c$ *accelerazione critica* se $F = 1$

$F = F_s$ *fattore di sicurezza in condizioni statiche* se $K = 0$

La seconda parte del problema del Metodo di Sarma è quella di trovare una distribuzione di forze interne X_i ed E_i tale da verificare l'equilibrio del concio e quello globale dell'intero ammasso, senza violazione del criterio di rottura.

E' stato trovato che una soluzione accettabile del problema si può ottenere assumendo la seguente distribuzione per le forze X_i :

$$\Delta X_i = \lambda \cdot \Delta Q_i = \lambda \cdot (Q_{i+1} - Q_i)$$

dove Q_i è una funzione nota, in cui vengono presi in considerazione i parametri geotecnici medi sulla i -esima faccia del concio i , e λ rappresenta un'incognita.

La soluzione completa del problema si ottiene pertanto, dopo alcune iterazioni, con i valori di K_c , λ e F , che permettono di ottenere anche la distribuzione delle forze di interstriscia.

Metodo di SPENCER

Il metodo è basato sull'assunzione:

Le forze d'interfaccia lungo le superfici di divisione dei singoli conci sono orientate parallelamente fra loro ed inclinate rispetto all'orizzontale di un angolo θ . tutti i momenti sono nulli $M_i = 0 \quad i=1 \dots n$

Sostanzialmente il metodo soddisfa tutte le equazioni della statica ed equivale al metodo di Morgenstern e Price quando la funzione $f(x) = 1$.

Imponendo l'equilibrio dei momenti rispetto al centro dell'arco descritto dalla superficie di scivolamento si ha:

$$\sum Q_i R \cos(\alpha - \theta) = 0$$

dove:

$$Q_i = \frac{\frac{c}{F_s} (W \cos \alpha - \gamma_w h l \sec \alpha) \frac{tg \alpha}{F_s} - W \operatorname{sen} \alpha}{\cos(\alpha - \theta) \left[\frac{F_s + tg \varphi tg(\alpha - \theta)}{F_s} \right]}$$

forza d'interazione fra i conci;

R = raggio dell'arco di cerchio;

θ = angolo d'inclinazione della forza Q_i rispetto all'orizzontale.

Imponendo l'equilibrio delle forze orizzontali e verticali si ha rispettivamente:

$$\sum(Q_i \cos \theta) = 0 \quad \sum(Q_i \operatorname{sen} \theta) = 0$$

Con l'assunzione delle forze Q_i parallele fra loro, si può anche scrivere:

$$\sum Q_i = 0$$

Il metodo propone di calcolare due coefficienti di sicurezza: il primo (F_{sm}) ottenibile dalla 1), legato all'equilibrio dei momenti; il secondo (F_{sf}) dalla 2) legato all'equilibrio delle forze. In pratica si procede risolvendo la 1) e la 2) per un dato intervallo di valori dell'angolo θ , considerando come valore unico del coefficiente di sicurezza quello per cui si abbia $F_{sm} = F_{sf}$.

Metodo di MORGENSTERN e PRICE

Si stabilisce una relazione tra le componenti delle forze di interfaccia del tipo $X = \lambda f(x)E$, dove λ è un fattore di scala e $f(x)$, funzione della posizione di E e di X, definisce una relazione tra la variazione della forza X e della forza E all'interno della massa scivolante. La funzione $f(x)$ è scelta arbitrariamente (costante, sinusoidale, semisinusoidale, trapezia, spezzata...) e influenza poco il risultato, ma va verificato che i valori ricavati per le incognite siano fisicamente accettabili.

La particolarità del metodo è che la massa viene suddivisa in strisce infinitesime alle quali vengono imposte le equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale e di rottura sulla base delle strisce stesse. Si perviene ad una prima equazione differenziale che lega le forze d'interfaccia incognite E, X, il coefficiente di sicurezza F_s , il peso della striscia infinitesima dW e la risultante delle pressioni neutra alla base dU .

Si ottiene la cosiddetta "equazione delle forze":

$$c' \sec^2 \frac{\alpha}{F_s} + tg \varphi' \left(\frac{dW}{dx} - \frac{dX}{dx} - tg \alpha \frac{dE}{dx} - \sec \alpha \frac{dU}{dx} \right) =$$

$$= \frac{dE}{dx} - tg \alpha \left(\frac{dX}{dx} - \frac{dW}{dx} \right)$$

Una seconda equazione, detta "equazione dei momenti", viene scritta imponendo la condizione di equilibrio alla rotazione rispetto alla mezzeria della base:

$$X = \frac{d(E_\gamma)}{dx} - \gamma \frac{dE}{dx}$$

queste due equazioni vengono estese per integrazione a tutta la massa interessata dallo scivolamento. Il metodo di calcolo soddisfa tutte le equazioni di equilibrio ed è applicabile a superfici di qualsiasi forma, ma implica necessariamente l'uso di un calcolatore.

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:

$$F_H = K_o \cdot W$$

$$F_V = K_v \cdot W$$

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.

Con l'**OPCM 3274** e successive modifiche, i coefficienti sismici orizzontale K_O e verticale K_V che interessano tutte le masse vengono calcolati come:

$$K_O = S \cdot (a_g/g) \quad K_V = 0.5 \cdot K_O$$

S : fattore dipendente dal tipo di suolo secondo lo schema:

tipo A - $S=1$;

tipo B - $S=1.25$;

tipo C - $S=1.25$;

tipo E - $S=1.25$;

tipo D - $S=1.35$.

Per pendii con inclinazione superiore a 15° e dislivello superiore a 30 m, l'azione sismica deve essere incrementata moltiplicandola per il coefficiente di amplificazione topografica S_T :

$S_T \geq 1,2$ per siti in prossimità del ciglio superiore di pendii scoscesi isolati;

$S_T \geq 1,4$ per siti prossimi alla sommità di profili topografici aventi larghezza in testa molto inferiore alla larghezza alla base e pendenza media $> 30^\circ$; $S_T \geq 1,2$ per siti dello stesso tipo ma pendenza media inferiore.

L'applicazione del **D.M. 88** e successive modifiche ed integrazioni è consentito mediante l'inserimento del coefficiente sismico orizzontale K_O in funzione delle Categorie Sismiche secondo il seguente schema: I Cat. $K_O=0.1$; II Cat. $K_O=0.07$; III Cat. $K_O=0.04$

Per l'applicazione dell'**Eurocodice 8** (progettazione geotecnica in campo sismico) il coefficiente sismico orizzontale viene così definito:

$$K_O = a_{gR} \cdot \gamma_I \cdot S / (g)$$

a_{gR} : accelerazione di picco di riferimento su suolo rigido affiorante,

γ_I : fattore di importanza,

S : soil factor e dipende dal tipo di terreno (da A ad E).

$$a_g = a_{gR} \cdot \gamma_I$$

è la "design ground acceleration on type A ground".

Il coefficiente sismico verticale K_V è definito in funzione di K_O , e vale:

$$K_V = \pm 0.5 \cdot K_O$$

SEZIONE 1 SCAVO

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.

Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP

Numero di strati	3,0
Numero dei conci	50,0

Superficie di forma circolare

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	4638,27 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	1531,08 m
Ascissa vertice destro superiore xs	4646,69 m
Ordinata vertice destro superiore ys	1539,04 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

Descrizione:	
Latitudine:	44,56
Longitudine:	11,05
Tipo opera:	1 - Opere provvisorie
Classe d'uso:	Classe I
Vita nominale:	10,0 [anni]
Vita di riferimento:	7,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	4,0	0,49	2,48	0,26
S.L.D.	7,0	0,49	2,48	0,26
S.L.V.	66,0	0,69	2,49	0,28
S.L.C.	136,0	0,95	2,44	0,28

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
----------------------	-----------------------------	-------------	-----------	-------------

S.L.O.	0,882	0,2	0,018	0,009
S.L.D.	0,882	0,2	0,018	0,009
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,71	0,2	0,0349	0,0174

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,018
 Coefficiente azione sismica verticale 0,009

Vertici profilo

N	X m	y m
1	4607,71	1519,45
2	4640,19	1519,39
3	4642,19	1521,39
4	4645,19	1521,39
5	4652,2	1528,41
6	4653,19	1529,39
7	4658,19	1529,39
8	4658,69	1528,89
9	4659,19	1528,89
10	4660,19	1529,89
11	4660,69	1529,89
12	4661,39	1529,39
13	4662,19	1529,39
14	4664,19	1530,72
15	4679,44	1530,72

Falda

Nr.	X m	y m
1	4607,71	1516,72
2	4679,44	1516,72

Vertici strato1

N	X m	y m
1	4607,71	1519,45
2	4640,19	1519,39
3	4642,19	1521,39
4	4645,19	1521,39
5	4652,2	1528,41
6	4653,19	1529,39
7	4658,19	1529,39
8	4658,69	1528,89
9	4659,19	1528,89
10	4660,19	1529,89
11	4660,69	1529,89
12	4661,39	1529,39
13	4662,19	1529,39
14	4679,44	1529,42

Vertici strato2

N	X m	y m
1	4607,71	1519,45
2	4640,19	1519,39
3	4642,19	1521,39
4	4645,19	1521,39
5	4652,2	1528,41
6	4679,44	1528,41

Stratigrafia

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

Strato	c (kg/cm ²)	Fi (°)	G (Kg/m ³)	Gs (Kg/m ³)	K (Kg/cm ³)	Litologia
1	0	29.26	2000	2000	0,00	
2	0.1	20	1800	2100	0,00	
3	0.01	35	2200	2150	0,00	

Risultati analisi pendio

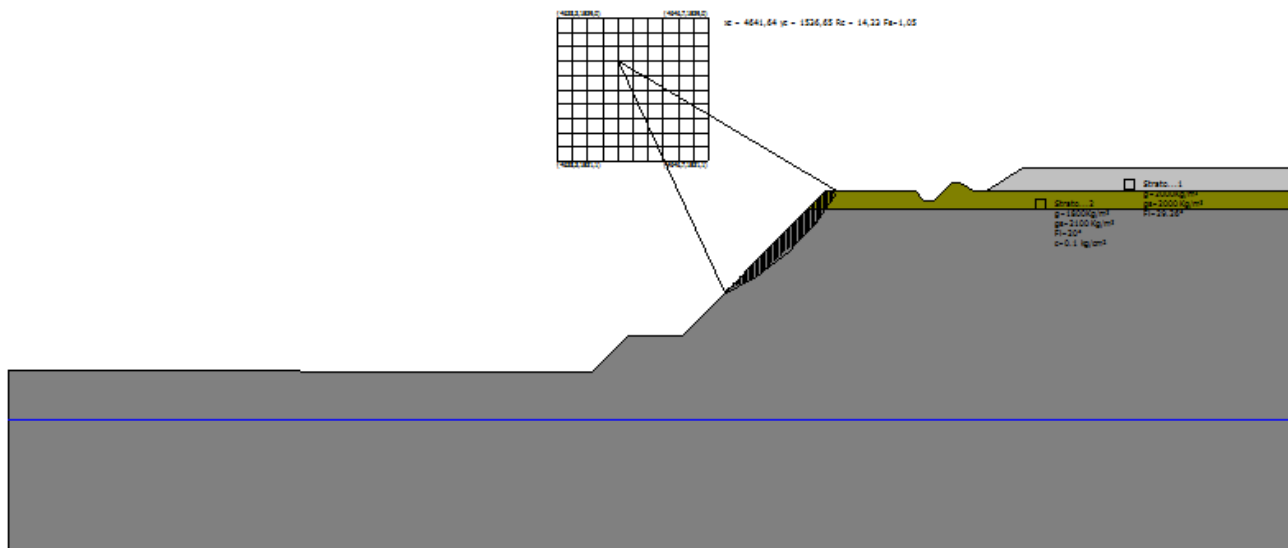
Fs minimo individuato	1,05
Ascissa centro superficie	4641,64 m
Ordinata centro superficie	1536,65 m
Raggio superficie	14,23 m

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.

Analisi dei concii. Superficie...xc = 4641,636 yc = 1536,652 Rc = 14,229 Fs=1,0478

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0,12	36,7	0,16	4,61	0,08	0,04	0,01	35,0	0,0	-3,5	12,5
2	0,12	32,3	0,15	60,16	1,08	0,54	0,01	35,0	0,0	43,8	43,3
3	0,12	32,4	0,15	51,39	0,93	0,46	0,01	35,0	0,0	36,5	38,4
4	0,12	0,0	0,12	64,1	1,15	0,58	0,01	35,0	0,0	64,1	54,7
5	0,12	32,6	0,15	76,07	1,37	0,68	0,01	35,0	0,0	57,0	52,1
6	0,12	32,7	0,15	110,35	1,99	0,99	0,01	35,0	0,0	85,4	71,2
7	0,12	0,0	0,12	122,75	2,21	1,1	0,01	35,0	0,0	122,8	93,9
8	0,12	32,9	0,15	134,76	2,43	1,21	0,01	35,0	0,0	105,7	84,8
9	0,12	33,1	0,15	146,89	2,64	1,32	0,01	35,0	0,0	115,7	91,5
10	0,12	33,2	0,15	180,87	3,26	1,63	0,01	35,0	0,0	143,9	110,4
11	0,12	33,4	0,15	192,84	3,47	1,74	0,01	35,0	0,0	153,8	117,0
12	0,12	0,0	0,12	204,44	3,68	1,84	0,01	35,0	0,0	204,4	148,5
13	0,12	33,7	0,15	215,16	3,87	1,94	0,01	35,0	0,0	172,3	129,4
14	0,12	33,8	0,15	227,38	4,09	2,05	0,01	35,0	0,0	182,4	136,2
15	0,12	34,0	0,15	261,35	4,7	2,35	0,01	35,0	0,0	210,6	155,1
16	0,12	34,2	0,15	272,72	4,91	2,45	0,01	35,0	0,0	220,1	161,4
17	0,12	34,3	0,15	283,69	5,11	2,55	0,01	35,0	0,0	229,1	167,5
18	0,12	34,5	0,15	294,72	5,31	2,65	0,01	35,0	0,0	238,3	173,7
19	0,12	34,8	0,15	305,32	5,5	2,75	0,01	35,0	0,0	247,0	179,6
20	0,12	34,9	0,15	316,06	5,69	2,84	0,01	35,0	0,0	255,9	185,5
21	0,12	54,8	0,22	325,01	5,85	2,93	0,01	35,0	0,0	274,6	204,1
22	0,12	35,6	0,15	288,04	5,18	2,59	0,01	35,0	0,0	232,5	170,0
23	0,12	35,8	0,15	297,83	5,36	2,68	0,01	35,0	0,0	240,7	175,5
24	0,12	36,0	0,15	307,16	5,53	2,76	0,01	35,0	0,0	248,4	180,7
25	0,12	36,2	0,15	316,56	5,7	2,85	0,01	35,0	0,0	256,2	185,9
26	0,12	56,0	0,22	325,45	5,86	2,93	0,01	35,0	0,0	276,5	206,1
27	0,12	36,9	0,16	334,42	6,02	3,01	0,01	35,0	0,0	271,0	196,0
28	0,12	37,2	0,16	342,91	6,17	3,09	0,01	35,0	0,0	278,1	200,8
29	0,12	37,4	0,16	351,44	6,33	3,16	0,01	35,0	0,0	285,2	205,6
30	0,12	37,8	0,16	358,05	6,44	3,22	0,01	35,0	0,0	290,8	209,3
31	0,12	37,9	0,16	367,29	6,61	3,31	0,01	35,0	0,0	298,5	214,5
32	0,12	38,2	0,16	348,43	6,27	3,14	0,01	35,0	0,0	282,8	204,1

33	0,12	38,5	0,16	382,4	6,88	3,44	0,01	35,0	0,0	311,1	223,1
34	0,12	38,7	0,16	362,5	6,53	3,26	0,01	35,0	0,0	294,6	212,1
35	0,12	58,4	0,24	369,02	6,64	3,32	0,01	35,0	0,0	320,0	236,6
36	0,12	39,6	0,16	375,51	6,76	3,38	0,01	35,0	0,0	305,6	219,7
37	0,14	36,1	0,18	407,25	7,33	3,67	0,01	35,0	0,0	330,6	237,8
38	0,11	44,8	0,15	280,44	5,05	2,52	0,01	35,0	0,0	229,1	167,3
39	0,12	40,5	0,16	355,35	6,4	3,2	0,01	35,0	0,0	289,0	208,8
40	0,12	60,1	0,25	353,86	6,37	3,18	0,01	35,0	0,0	309,2	230,5
41	0,12	41,5	0,17	352,22	6,34	3,17	0,01	35,0	0,0	286,7	207,5
42	0,12	41,9	0,17	288,96	5,2	2,6	0,01	35,0	0,0	233,7	172,2
43	0,12	61,3	0,26	316,98	5,71	2,85	0,01	35,0	0,0	276,9	209,8
44	0,12	70,6	0,37	250,11	4,5	2,25	0,01	35,0	0,0	224,8	185,9
45	0,13	41,9	0,18	267,15	4,81	2,4	0,01	35,0	0,0	214,7	160,8
46	0,11	47,2	0,17	209,27	3,77	1,88	0,01	35,0	0,0	168,9	128,8
47	0,12	63,7	0,28	172,63	3,11	1,55	0,1	20,0	0,0	-89,2	236,8
48	0,12	46,0	0,18	115,92	2,09	1,04	0,1	20,0	0,0	-7,5	168,4
49	0,12	64,8	0,29	86,86	1,56	0,78	0,1	20,0	0,0	-223,5	201,3
50	0,12	54,4	0,21	27,19	0,49	0,24	0,1	20,0	0,0	-160,6	148,4



SEZIONE 1 SISTEMAZIONE

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.

Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP

Numero di strati	4,0
Numero dei conci	50,0

Superficie di forma circolare

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	4634,43 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	1531,18 m
Ascissa vertice destro superiore xs	4646,96 m
Ordinata vertice destro superiore ys	1541,51 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

Descrizione:	
Latitudine:	44,56
Longitudine:	11,05
Tipo opera:	1 - Opere provvisorie
Classe d'uso:	Classe I
Vita nominale:	10,0 [anni]
Vita di riferimento:	7,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	4,0	0,49	2,48	0,26
S.L.D.	7,0	0,49	2,48	0,26
S.L.V.	66,0	0,69	2,49	0,28
S.L.C.	136,0	0,95	2,44	0,28

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,882	0,2	0,018	0,009

S.L.D.	0,882	0,2	0,018	0,009
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,71	0,2	0,0349	0,0174

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,018
 Coefficiente azione sismica verticale 0,009

Vertici profilo

N	X m	y m
1	4607,71	1523,2
2	4637,43	1523,29
3	4648,19	1529,4
4	4653,19	1529,39
5	4658,19	1529,39
6	4658,69	1528,89
7	4659,19	1528,89
8	4660,19	1529,89
9	4660,69	1529,89
10	4661,39	1529,39
11	4662,19	1529,39
12	4664,19	1530,72
13	4679,44	1530,72

Falda

Nr.	X m	y m
1	4607,71	1516,72
2	4679,44	1516,72

Vertici strato1

N	X m	y m
1	4607,71	1519,45
2	4640,19	1519,39
3	4642,19	1521,39
4	4645,19	1521,39
5	4652,2	1528,41
6	4653,19	1529,39
7	4658,19	1529,39
8	4658,69	1528,89
9	4659,19	1528,89
10	4660,19	1529,89
11	4660,69	1529,89
12	4661,39	1529,39
13	4662,19	1529,39
14	4664,19	1530,72
15	4679,44	1530,72

Vertici strato2

N	X m	y m
1	4607,71	1519,45
2	4640,19	1519,39
3	4642,19	1521,39
4	4645,19	1521,39
5	4652,2	1528,41
6	4653,19	1529,39
7	4658,19	1529,39
8	4658,69	1528,89

9	4659,19	1528,89
10	4660,19	1529,89
11	4660,69	1529,89
12	4661,39	1529,39
13	4662,19	1529,39
14	4679,44	1529,42

Vertici strato3

N	X m	y m
1	4607,71	1519,45
2	4640,19	1519,39
3	4642,19	1521,39
4	4645,19	1521,39
5	4652,2	1528,41
6	4679,44	1528,41

Stratigrafia

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

Strato	c (kg/cm ²)	Fi (°)	G (Kg/m ³)	Gs (Kg/m ³)	K (Kg/cm ³)	Litologia
1	0.43	18	2070	2200	0,00	
2	0	29.26	2000	2000	0,00	
3	0.1	20	1800	2100	0,00	
4	0.01	35	2200	2150	0,00	

Risultati analisi pendio

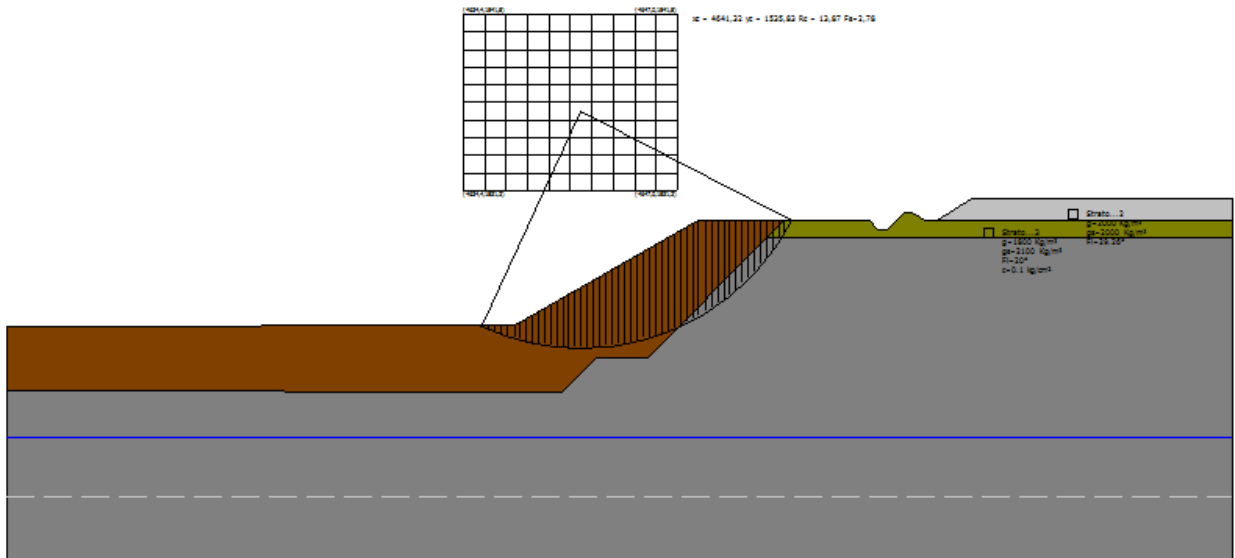
Fs minimo individuato	2,78
Ascissa centro superficie	4641,32 m
Ordinata centro superficie	1535,83 m
Raggio superficie	13,87 m

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.

Analisi dei conc. Superficie...xc = 4641,317 yc = 1535,827 Rc = 13,865 Fs=2,7845

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0,36	-30,5	0,42	27,46	0,49	0,25	0,43	18,0	0,0	445,2	701,4
2	0,36	-23,3	0,39	146,95	2,65	1,32	0,43	18,0	0,0	444,2	661,6
3	0,36	-23,0	0,39	264,58	4,76	2,38	0,43	18,0	0,0	574,2	674,9
4	0,36	-11,9	0,37	381,12	6,86	3,43	0,43	18,0	0,0	522,7	632,8
5	0,46	-9,5	0,46	551,85	9,93	4,97	0,43	18,0	0,0	691,8	793,2
6	0,27	-29,1	0,31	455,37	8,2	4,1	0,43	18,0	0,0	841,8	575,5
7	0,36	-22,3	0,39	801,7	14,43	7,22	0,43	18,0	0,0	1171,2	741,5
8	0,36	-11,5	0,37	1011,89	18,21	9,11	0,43	18,0	0,0	1176,8	708,3
9	0,36	0,0	0,36	1277,29	22,99	11,5	0,43	18,0	0,0	1277,3	708,5
10	0,36	-11,4	0,37	1488,67	26,8	13,4	0,43	18,0	0,0	1673,9	766,9
11	0,36	-11,4	0,37	1695,67	30,52	15,26	0,43	18,0	0,0	1889,2	791,2
12	0,36	-11,3	0,37	1795,0	32,31	16,16	0,43	18,0	0,0	1991,7	803,0
13	0,36	-11,3	0,37	2004,1	36,07	18,04	0,43	18,0	0,0	2208,4	828,2
14	0,36	0,0	0,36	2215,82	39,88	19,94	0,43	18,0	0,0	2215,8	818,8
15	0,36	11,3	0,37	2367,19	42,61	21,3	0,43	18,0	0,0	2247,8	832,8

16	0,36	0,0	0,36	2575,55	46,36	23,18	0,43	18,0	0,0	2575,6	860,0
17	0,36	-11,3	0,37	2729,81	49,14	24,57	0,43	18,0	0,0	2965,9	916,6
18	0,36	0,0	0,36	2833,78	51,01	25,5	0,43	18,0	0,0	2833,8	890,9
19	0,36	0,0	0,36	2984,14	53,71	26,86	0,43	18,0	0,0	2984,1	907,7
20	0,36	21,8	0,39	3138,4	56,49	28,25	0,43	18,0	0,0	2999,1	952,5
21	0,36	0,0	0,36	3292,57	59,27	29,63	0,43	18,0	0,0	3292,6	943,7
22	0,36	11,4	0,37	3396,74	61,14	30,57	0,43	18,0	0,0	3273,0	953,4
23	0,36	0,0	0,36	3436,66	61,86	30,93	0,43	18,0	0,0	3436,7	960,5
24	0,36	11,4	0,37	3535,45	63,64	31,82	0,43	18,0	0,0	3411,0	968,9
25	0,36	11,5	0,37	3639,03	65,5	32,75	0,43	18,0	0,0	3513,9	981,7
26	0,36	31,7	0,43	3788,3	68,19	34,09	0,43	18,0	0,0	3774,6	1098,2
27	0,36	11,7	0,37	3886,45	69,96	34,98	0,43	18,0	0,0	3759,5	1010,2
28	0,36	11,8	0,37	3984,4	71,72	35,86	0,43	18,0	0,0	3856,8	1021,7
29	0,36	11,9	0,37	3973,0	71,51	35,76	0,43	18,0	0,0	3845,1	1021,2
30	0,36	23,0	0,39	4006,28	72,11	36,06	0,43	18,0	0,0	3901,2	1063,1
31	0,36	32,9	0,43	4102,23	73,84	36,92	0,43	18,0	0,0	4142,3	1149,8
32	0,36	23,7	0,4	4138,66	74,5	37,25	0,43	18,0	0,0	4044,0	1082,7
33	0,36	23,9	0,4	4187,85	75,38	37,69	0,01	35,0	0,0	4115,7	1049,2
34	0,36	24,2	0,4	4225,12	76,05	38,03	0,01	35,0	0,0	4156,3	1059,5
35	0,35	35,7	0,43	4010,36	72,19	36,09	0,01	35,0	0,0	4172,5	1064,6
36	0,38	33,8	0,46	4339,47	78,11	39,06	0,01	35,0	0,0	4461,6	1138,3
37	0,36	25,4	0,4	3974,71	71,54	35,77	0,01	35,0	0,0	3924,5	1001,3
38	0,36	36,0	0,45	3778,94	68,02	34,01	0,01	35,0	0,0	3940,1	1006,9
39	0,36	26,3	0,4	3655,12	65,79	32,9	0,01	35,0	0,0	3620,1	924,9
40	0,36	37,1	0,45	3309,87	59,58	29,79	0,01	35,0	0,0	3476,8	890,6
41	0,36	37,8	0,46	3106,29	55,91	27,96	0,01	35,0	0,0	3278,5	840,9
42	0,36	53,3	0,61	2965,65	53,38	26,69	0,01	35,0	0,0	3689,5	949,6
43	0,36	39,9	0,47	2747,17	49,45	24,72	0,01	35,0	0,0	2948,3	758,4
44	0,36	40,8	0,48	2438,89	43,9	21,95	0,01	35,0	0,0	2636,0	680,1
45	0,36	50,2	0,57	2031,66	36,57	18,28	0,01	35,0	0,0	2417,8	628,3
46	0,36	43,2	0,5	1777,18	31,99	15,99	0,01	35,0	0,0	1958,8	510,4
47	0,36	52,7	0,6	1393,32	25,08	12,54	0,01	35,0	0,0	1707,6	450,9
48	0,36	60,4	0,73	959,75	17,28	8,64	0,01	35,0	0,0	1313,9	356,7
49	0,27	45,2	0,38	460,02	8,28	4,14	0,1	20,0	0,0	455,1	196,3
50	0,46	61,2	0,95	301,45	5,43	2,71	0,1	20,0	0,0	6,3	340,7



SEZIONE 2 SCAVO

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.

Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP

Numero di strati	3,0
Numero dei conci	50,0

Superficie di forma circolare

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	4500,16 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	1535,68 m
Ascissa vertice destro superiore xs	4512,5 m
Ordinata vertice destro superiore ys	1546,52 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

Descrizione:	
Latitudine:	44,56
Longitudine:	11,05
Tipo opera:	1 - Opere provvisorie
Classe d'uso:	Classe I
Vita nominale:	10,0 [anni]
Vita di riferimento:	7,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	4,0	0,49	2,48	0,26
S.L.D.	7,0	0,49	2,48	0,26
S.L.V.	66,0	0,69	2,49	0,28
S.L.C.	136,0	0,95	2,44	0,28

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,882	0,2	0,018	0,009

S.L.D.	0,882	0,2	0,018	0,009
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,71	0,2	0,0349	0,0174

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,018
 Coefficiente azione sismica verticale 0,009

Vertici profilo

N	X m	y m
1	4476,24	1519,45
2	4488,71	1519,45
3	4496,35	1519,45
4	4498,56	1519,43
5	4508,45	1519,39
6	4510,45	1521,39
7	4513,45	1521,39
8	4521,45	1529,39
9	4539,11	1529,39
10	4539,61	1528,89
11	4540,11	1528,89
12	4541,11	1529,89
13	4541,61	1529,89
14	4542,31	1529,39
15	4543,11	1529,39
16	4546,11	1531,39
17	4547,61	1531,39
18	4554,36	1535,89
19	4560,36	1535,89

Falda

Nr.	X m	y m
1	4476,24	1516,72
2	4560,36	1516,72

Vertici strato1

N	X m	y m
1	4476,24	1519,45
2	4488,71	1519,45
3	4496,35	1519,45
4	4498,56	1519,43
5	4508,45	1519,39
6	4510,45	1521,39
7	4513,45	1521,39
8	4521,45	1529,39
9	4539,11	1529,39
10	4539,61	1528,89
11	4540,11	1528,89
12	4541,11	1529,89
13	4541,61	1529,89
14	4542,31	1529,39
15	4543,11	1529,39
16	4560,36	1529,42

Vertici strato2

N	X m	y m
1	4476,24	1519,45

2	4488,71	1519,45
3	4496,35	1519,45
4	4498,56	1519,43
5	4508,45	1519,39
6	4510,45	1521,39
7	4513,45	1521,39
8	4520,33	1528,27
9	4560,36	1528,41

Stratigrafia

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

Strato	c (kg/cm ²)	Fi (°)	G (Kg/m ³)	Gs (Kg/m ³)	K (Kg/cm ³)	Litologia
1	0	29.26	2000	2000	0,00	
2	0.1	20	1800	2100	0,00	
3	0.01	35	2200	2150	0,00	

Risultati analisi pendio

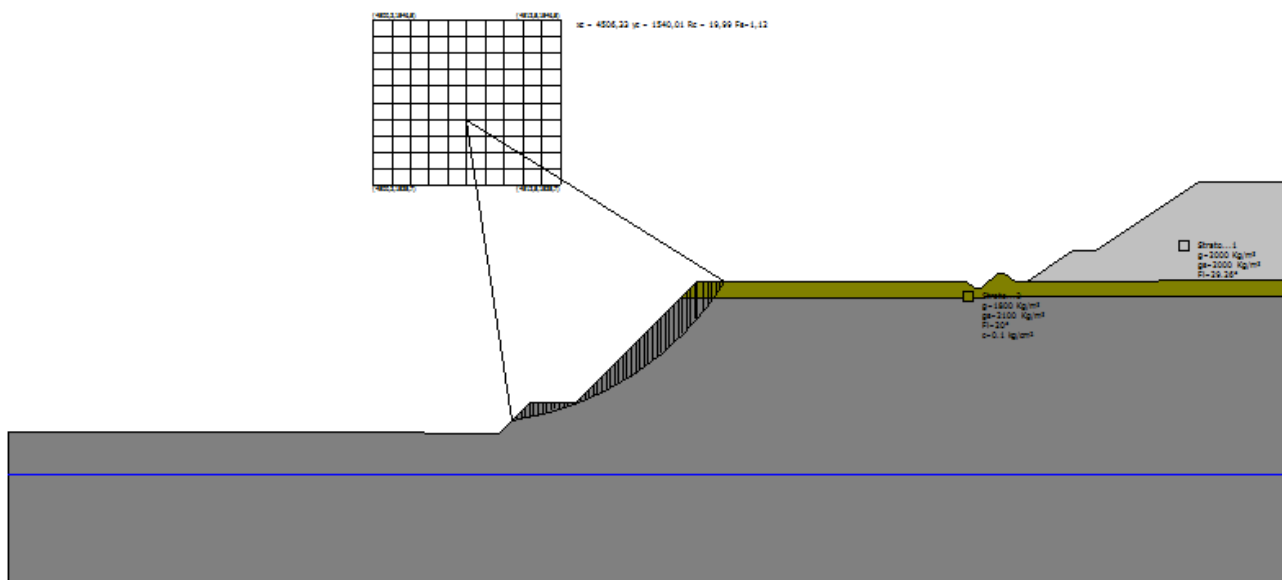
Fs minimo individuato	1,12
Ascissa centro superficie	4506,33 m
Ordinata centro superficie	1540,01 m
Raggio superficie	19,99 m

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.

Analisi dei concii. Superficie...xc = 4506,33 yc = 1540,014 Rc = 19,989 Fs=1,1159

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0,28	0,7	0,28	52,84	0,95	0,48	0,01	35,0	0,0	52,1	57,6
2	0,28	10,3	0,28	253,91	4,57	2,29	0,01	35,0	0,0	227,5	168,0
3	0,28	10,4	0,28	393,38	7,08	3,54	0,01	35,0	0,0	354,6	247,9
4	0,28	19,8	0,3	512,66	9,23	4,61	0,01	35,0	0,0	436,5	300,9
5	0,27	10,7	0,28	546,8	9,84	4,92	0,01	35,0	0,0	493,5	334,5
6	0,28	10,5	0,28	526,25	9,47	4,74	0,01	35,0	0,0	475,3	323,6
7	0,28	20,3	0,3	495,7	8,92	4,46	0,01	35,0	0,0	420,9	290,7
8	0,28	10,6	0,28	464,16	8,35	4,18	0,01	35,0	0,0	418,5	288,0
9	0,28	20,5	0,3	400,08	7,2	3,6	0,01	35,0	0,0	337,9	238,6
10	0,28	20,6	0,3	337,1	6,07	3,03	0,01	35,0	0,0	283,3	204,4
11	0,28	10,7	0,28	304,57	5,48	2,74	0,01	35,0	0,0	272,8	196,5
12	0,28	0,0	0,28	240,9	4,34	2,17	0,01	35,0	0,0	240,9	176,1
13	0,28	20,8	0,3	176,32	3,17	1,59	0,01	35,0	0,0	144,2	117,1
14	0,28	20,9	0,3	111,17	2,0	1,0	0,01	35,0	0,0	87,8	81,7
15	0,28	21,0	0,3	46,04	0,83	0,41	0,01	35,0	0,0	31,5	46,5
16	0,28	21,1	0,3	98,34	1,77	0,89	0,01	35,0	0,0	76,6	74,7
17	0,28	30,2	0,32	202,56	3,65	1,82	0,01	35,0	0,0	159,4	128,9
18	0,28	21,4	0,3	272,41	4,9	2,45	0,01	35,0	0,0	226,4	168,8
19	0,28	21,5	0,3	376,26	6,77	3,39	0,01	35,0	0,0	315,8	225,0
20	0,28	30,7	0,32	546,68	9,84	4,92	0,01	35,0	0,0	450,6	311,8
21	0,28	21,8	0,3	614,66	11,06	5,53	0,01	35,0	0,0	520,6	353,5
22	0,28	31,1	0,33	683,54	12,3	6,15	0,01	35,0	0,0	566,3	384,5
23	0,28	22,1	0,3	783,59	14,1	7,05	0,01	35,0	0,0	665,2	444,3
24	0,28	31,6	0,33	851,49	15,33	7,66	0,01	35,0	0,0	708,3	473,7

25	0,28	31,8	0,33	916,96	16,51	8,25	0,01	35,0	0,0	763,6	508,5
26	0,28	32,1	0,33	979,74	17,64	8,82	0,01	35,0	0,0	816,7	541,8
27	0,28	11,9	0,28	1044,55	18,8	9,4	0,01	35,0	0,0	938,3	614,3
28	0,28	32,4	0,33	1104,57	19,88	9,94	0,01	35,0	0,0	922,2	608,2
29	0,28	32,7	0,33	1167,65	21,02	10,51	0,01	35,0	0,0	975,6	641,8
30	0,28	33,0	0,33	1225,45	22,06	11,03	0,01	35,0	0,0	1024,4	672,5
31	0,28	41,2	0,37	1286,05	23,15	11,57	0,01	35,0	0,0	1084,5	713,7
32	0,28	33,6	0,33	1305,56	23,5	11,75	0,01	35,0	0,0	1092,2	715,3
33	0,28	42,0	0,37	1358,63	24,46	12,23	0,01	35,0	0,0	1148,9	754,5
34	0,28	34,4	0,34	1376,42	24,78	12,39	0,01	35,0	0,0	1152,3	753,3
35	0,28	42,8	0,38	1426,38	25,67	12,84	0,01	35,0	0,0	1209,7	793,1
36	0,28	43,2	0,38	1439,42	25,91	12,95	0,01	35,0	0,0	1222,4	801,3
37	0,28	35,7	0,34	1485,4	26,74	13,37	0,01	35,0	0,0	1245,5	812,2
38	0,28	44,1	0,39	1576,51	28,38	14,19	0,01	35,0	0,0	1344,4	878,3
39	0,28	44,7	0,39	1580,84	28,46	14,23	0,01	35,0	0,0	1350,4	882,5
40	0,28	45,3	0,39	1579,34	28,43	14,21	0,01	35,0	0,0	1352,0	883,8
41	0,28	45,8	0,4	1549,74	27,9	13,95	0,01	35,0	0,0	1328,6	869,5
42	0,28	46,4	0,4	1510,28	27,19	13,59	0,01	35,0	0,0	1297,5	850,3
43	0,28	53,4	0,47	1427,13	25,69	12,84	0,01	35,0	0,0	1266,6	836,6
44	0,16	25,6	0,18	799,85	14,4	7,2	0,01	35,0	0,0	676,1	440,1
45	0,4	44,3	0,55	1783,44	32,1	16,05	0,01	35,0	0,0	1515,5	1000,7
46	0,28	55,1	0,49	959,6	17,27	8,64	0,01	35,0	0,0	850,3	577,2
47	0,28	49,9	0,43	758,06	13,65	6,82	0,01	35,0	0,0	648,0	445,2
48	0,28	56,8	0,51	511,86	9,21	4,61	0,1	20,0	0,0	159,7	507,3
49	0,28	57,8	0,52	336,49	6,06	3,03	0,1	20,0	0,0	-72,8	443,5
50	0,28	60,5	0,57	110,81	1,99	1,0	0,1	20,0	0,0	-425,0	367,8



SEZIONE 2 SISTEMAZIONE

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.

Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP

Numero di strati	4,0
Numero dei conci	50,0

Superficie di forma circolare

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	4501,38 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	1531,09 m
Ascissa vertice destro superiore xs	4520,96 m
Ordinata vertice destro superiore ys	1542,82 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

Descrizione:	
Latitudine:	44,56
Longitudine:	11,05
Tipo opera:	1 - Opere provvisorie
Classe d'uso:	Classe I
Vita nominale:	10,0 [anni]
Vita di riferimento:	7,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	4,0	0,49	2,48	0,26
S.L.D.	7,0	0,49	2,48	0,26
S.L.V.	66,0	0,69	2,49	0,28
S.L.C.	136,0	0,95	2,44	0,28

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,882	0,2	0,018	0,009

S.L.D.	0,882	0,2	0,018	0,009
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,71	0,2	0,0349	0,0174

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,018
 Coefficiente azione sismica verticale 0,009

Vertici profilo

N	X m	y m
1	4475,98	1523,2
2	4489,76	1523,24
3	4504,27	1523,29
4	4505,69	1523,29
5	4516,46	1529,4
6	4518,98	1529,39
7	4521,45	1529,39
8	4539,11	1529,39
9	4539,61	1528,89
10	4540,11	1528,89
11	4541,11	1529,89
12	4541,61	1529,89
13	4542,31	1529,39
14	4543,11	1529,39
15	4546,11	1531,39
16	4547,61	1531,39
17	4554,36	1535,89
18	4560,36	1535,89

Falda

Nr.	X m	y m
1	4476,24	1516,72
2	4560,36	1516,72

Vertici strato1

N	X m	y m
1	4475,98	1519,45
2	4488,71	1519,45
3	4496,35	1519,45
4	4498,56	1519,43
5	4508,45	1519,39
6	4510,45	1521,39
7	4513,45	1521,39
8	4521,45	1529,39
9	4539,11	1529,39
10	4539,61	1528,89
11	4540,11	1528,89
12	4541,11	1529,89
13	4541,61	1529,89
14	4542,31	1529,39
15	4543,11	1529,39
16	4546,11	1531,39
17	4547,61	1531,39
18	4554,36	1535,89
19	4560,36	1535,89

Vertici strato2

N	X m	y m
1	4475,98	1519,45
2	4488,71	1519,45
3	4488,71	1519,45
4	4496,35	1519,45
5	4498,56	1519,43
6	4508,45	1519,39
7	4510,45	1521,39
8	4513,45	1521,39
9	4521,45	1529,39
10	4539,11	1529,39
11	4539,61	1528,89
12	4540,11	1528,89
13	4541,11	1529,89
14	4541,61	1529,89
15	4542,31	1529,39
16	4543,11	1529,39
17	4560,36	1529,42

Vertici strato3

N	X m	y m
1	4475,98	1519,45
2	4488,71	1519,45
3	4488,71	1519,45
4	4496,35	1519,45
5	4498,56	1519,43
6	4508,45	1519,39
7	4510,45	1521,39
8	4513,45	1521,39
9	4520,33	1528,27
10	4560,36	1528,41

Stratigrafia

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

Strato	c (kg/cm ²)	Fi (°)	G (Kg/m ³)	Gs (Kg/m ³)	K (Kg/cm ³)	Litologia
1	0.43	18	2070	2200	0,00	
2	0	29.26	2000	2000	0,00	
3	0.1	20	1800	2100	0,00	
4	0.01	35	2200	2150	0,00	

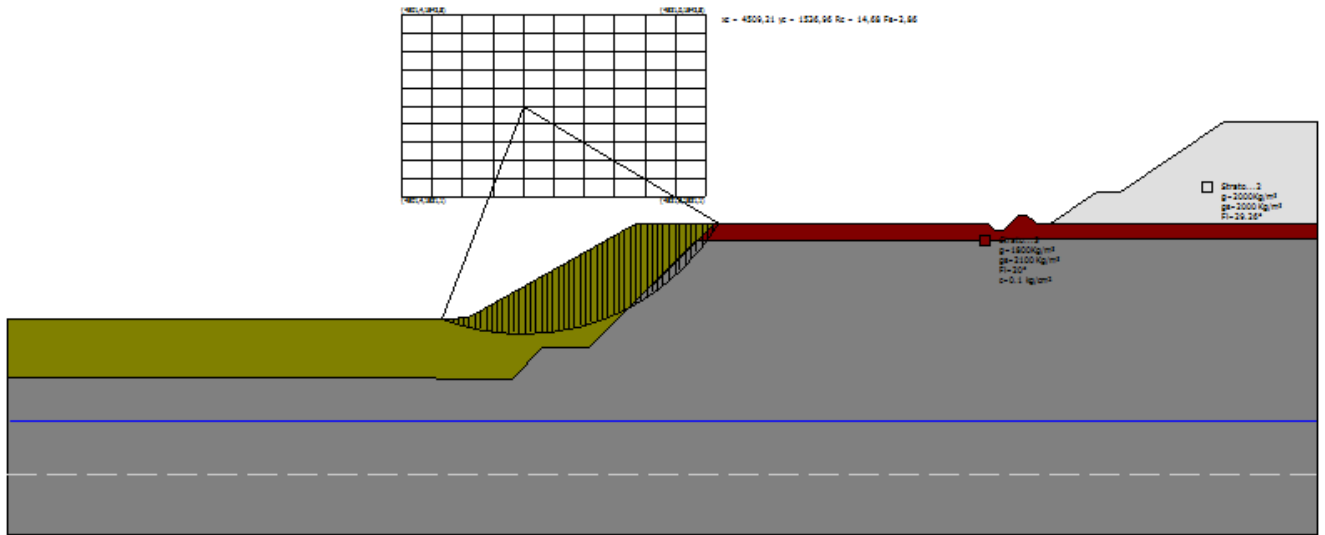
Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	2,86
Ascissa centro superficie	4509,21 m
Ordinata centro superficie	1536,96 m
Raggio superficie	14,68 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.

Analisi dei conchi. Superficie...xc = 4509,211 yc = 1536,957 Rc = 14,681 Fs=2,861

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0,31	-15,2	0,32	59,41	1,07	0,53	0,43	18,0	0,0	197,6	499,3
2	0,41	-19,6	0,43	140,8	2,53	1,27	0,43	18,0	0,0	396,2	693,8
3	0,36	-21,9	0,38	230,31	4,15	2,07	0,43	18,0	0,0	502,8	634,4
4	0,36	-21,7	0,38	336,14	6,05	3,03	0,43	18,0	0,0	618,9	646,8
5	0,31	-12,9	0,31	289,79	5,22	2,61	0,43	18,0	0,0	416,6	520,1
6	0,41	-9,8	0,41	599,7	10,79	5,4	0,43	18,0	0,0	729,5	702,4
7	0,36	0,0	0,36	787,47	14,17	7,09	0,43	18,0	0,0	787,5	624,4
8	0,36	-21,3	0,38	937,79	16,88	8,44	0,43	18,0	0,0	1287,6	721,2
9	0,36	-11,0	0,36	1189,0	21,4	10,7	0,43	18,0	0,0	1346,2	698,6
10	0,36	0,0	0,36	1388,86	25,0	12,5	0,43	18,0	0,0	1388,9	693,5
11	0,36	-10,9	0,36	1487,48	26,77	13,39	0,43	18,0	0,0	1656,0	733,6
12	0,36	-10,9	0,36	1687,35	30,37	15,19	0,43	18,0	0,0	1863,3	757,1
13	0,36	10,9	0,36	1937,11	34,87	17,43	0,43	18,0	0,0	1828,0	753,1
14	0,36	-10,9	0,36	1985,83	35,74	17,87	0,43	18,0	0,0	2174,0	792,4
15	0,36	-10,8	0,36	2185,33	39,34	19,67	0,43	18,0	0,0	2380,3	815,7
16	0,36	20,9	0,38	2284,23	41,12	20,56	0,43	18,0	0,0	2133,5	815,9
17	0,36	-10,9	0,36	2433,47	43,8	21,9	0,43	18,0	0,0	2639,9	845,3
18	0,36	0,0	0,36	2633,07	47,4	23,7	0,43	18,0	0,0	2633,1	834,8
19	0,36	10,9	0,36	2677,67	48,2	24,1	0,43	18,0	0,0	2566,0	836,2
20	0,36	0,0	0,36	2881,02	51,86	25,93	0,43	18,0	0,0	2881,0	862,9
21	0,36	21,1	0,38	3030,18	54,54	27,27	0,43	18,0	0,0	2899,3	903,5
22	0,36	11,0	0,36	3077,91	55,4	27,7	0,43	18,0	0,0	2964,1	882,4
23	0,36	0,0	0,36	3176,09	57,17	28,58	0,43	18,0	0,0	3176,1	896,4
24	0,36	21,4	0,38	3222,38	58,0	29,0	0,43	18,0	0,0	3097,6	927,2
25	0,36	11,2	0,36	3371,63	60,69	30,34	0,43	18,0	0,0	3255,9	915,8
26	0,36	0,0	0,36	3468,99	62,44	31,22	0,43	18,0	0,0	3469,0	929,7
27	0,36	30,9	0,42	3461,16	62,3	31,15	0,43	18,0	0,0	3426,8	1013,4
28	0,36	11,4	0,36	3557,53	64,04	32,02	0,43	18,0	0,0	3440,3	937,2
29	0,36	11,4	0,36	3653,54	65,76	32,88	0,43	18,0	0,0	3535,7	948,1
30	0,36	31,5	0,42	3641,47	65,55	32,77	0,43	18,0	0,0	3633,3	1041,1
31	0,36	22,5	0,39	3736,41	67,26	33,63	0,43	18,0	0,0	3633,3	992,6
32	0,36	32,3	0,42	3825,64	68,86	34,43	0,43	18,0	0,0	3848,9	1069,8
33	0,36	12,0	0,36	3758,56	67,65	33,83	0,43	18,0	0,0	3638,3	960,9
34	0,36	23,2	0,39	3851,69	69,33	34,67	0,43	18,0	0,0	3757,9	1009,7
35	0,38	31,5	0,45	4087,87	73,58	36,79	0,01	35,0	0,0	4161,2	1034,0
36	0,33	35,4	0,41	3567,71	64,22	32,11	0,01	35,0	0,0	3719,9	924,7
37	0,36	24,2	0,39	3641,07	65,54	32,77	0,01	35,0	0,0	3591,3	892,6
38	0,36	42,6	0,48	3401,42	61,23	30,61	0,01	35,0	0,0	3758,1	936,7
39	0,36	25,1	0,39	3286,68	59,16	29,58	0,01	35,0	0,0	3250,5	809,3
40	0,36	35,6	0,44	3170,03	57,06	28,53	0,01	35,0	0,0	3307,9	824,9
41	0,36	44,4	0,5	2847,09	51,25	25,62	0,01	35,0	0,0	3201,2	800,9
42	0,4	41,9	0,54	3067,75	55,22	27,61	0,01	35,0	0,0	3366,2	842,7
43	0,31	50,1	0,49	2083,03	37,49	18,75	0,01	35,0	0,0	2496,6	628,0
44	0,36	39,0	0,46	2174,82	39,15	19,57	0,01	35,0	0,0	2324,9	585,0
45	0,36	39,8	0,46	1967,28	35,41	17,71	0,01	35,0	0,0	2115,3	533,9
46	0,36	55,3	0,63	1589,54	28,61	14,31	0,01	35,0	0,0	2040,2	521,2
47	0,36	42,2	0,48	1330,51	23,95	11,97	0,01	35,0	0,0	1457,3	373,5
48	0,36	51,6	0,57	953,91	17,17	8,59	0,01	35,0	0,0	1153,8	302,4
49	0,36	59,2	0,7	515,85	9,29	4,64	0,1	20,0	0,0	494,0	305,9
50	0,36	55,2	0,63	179,28	3,23	1,61	0,1	20,0	0,0	-0,3	218,5



Portile, 27 Aprile 2015



SCRITTURA PRIVATA

da valere ad ogni effetto di ragione e di legge

Tra i Sig.ri

- **Collina Augusto**, nato a Modena il 15/01/1959 C.F. CLLGST59A15F257W, residente a Modena Via Vaciglio Sud n. 923, agente in questo atto sia in proprio sia in qualità di procuratore della sorella **Collina Biancarosa**, nata a Modena il 11/08/1963 C.F. CLLBCR63M51F257M, residente a Modena Via Vaciglio Sud n. 923 e sia in qualità di legale rappresentante della **VACIGLIO SRL** con sede in Modena Strada Collegarola n. 2/1 C.F. e P.IVA 01541610364;
- **Soragni Antonella**, nata a San Cesario S.P. il 10/03/1957 C.F. SRGNL57C50H794F, residente a Castelfranco Emilia Via Boldini n. 15;
- **Soragni Nicoletta**, nata a San Cesario S.P. il 05/02/1952 C.F. SRGNLT52B45H794Y, residente a San Cesario S.P. Via Don Monari n. 12

ed il Sig.

- **Donnini Giorgio**, nato a Marano Sul Panaro il 06/03/1943 C.F. DNNGRG43C06E905A, residente a Marano sul Panaro Via Pavullese n. 1819, agente in questo atto in qualità di legale rappresentante della **GRANULATI DONNINI SPA** con sede in S.Damaso di Modena Via Cave Montorsi n. 27/A C.F. e P.IVA 02242950364

PREMESSO

- che i Sig.ri Collina Augusto e Collina Biancarosa sono comproprietari del terreno in San Cesario S.P., Via Berlinguer, identificato al foglio 25 mappale 328;
- che la VACIGLIO SRL e le Sig.re Soragni Antonella e Nicoletta sono comproprietari del terreno in San Cesario S.P., Via Berlinguer, identificato al foglio 23 mappali 141,142,351 e foglio 25 mappali 370-371;
- che la GRANULATI DONNINI SRL, per esigenze di escavazione di terreni di sua proprietà posti nelle immediate vicinanze, necessita di transitare con automezzi pesanti sui terreni di proprietà di VACIGLIO SRL, Collina Augusto e Biancarosa, Soragni Antonella e Nicoletta, come meglio precedentemente specificati,

tutto ciò premesso si conviene quanto segue:

I Sig.ri Collina Augusto, anche in qualità di procuratore della sorella Collina Biancarosa ed in qualità di legale rappresentante di VACIGLIO SRL, Soragni Antonella e Soragni Nicoletta, ognuno per la relativa quota di proprietà

CONCEDONO

alla GRANULATI DONNINI SPA

diritto temporaneo di passaggio sui terreni in San Cesario S.P., Via Berlinguer, Foglio 23 mappali 141-351 e foglio 25 mappali 370-328, ai seguenti patti e condizioni:

- 1) La durata del passaggio è temporanea e dovrà concludersi entro 24 mesi dalla data di rilascio dell'autorizzazione comunale alla realizzazione del passaggio, che dovrà essere richiesta da GRANULATI DONNINI SPA a propria cura e spese, e comunque cesserà entro il mese di Dicembre 2017. La validità della presente scrittura privata e del diritto di passaggio temporaneo è subordinata al rilascio della suddetta autorizzazione comunale.

Nel caso di mancato rilascio della suddetta autorizzazione tutto il contenuto della presente scrittura privata è da ritenersi nullo.

- 2) Il passaggio viene concesso in fregio all'autostrada Milano-Bologna, parallelamente alla stessa per una larghezza di ml 12,00 dal confine autostradale, sino alla distanza di ml 10,00 dalla parete Est del fabbricato identificato con il mappale 141 del foglio 23 e di seguito in perpendicolare sino alla sede stradale di Via Berlinguer, attraversando il terreno di cui al foglio 23 mappale 351.
- 3) la GRANULATI DONNINI SPA si impegna ad eseguire, a propria cura e spese, tutte le opere necessarie per poter esercitare il diritto di passaggio temporaneo concesso, compreso l'inghiaimento di una zona di complessivi 4500 mq circa sino al livello attuale di Via Berlinguer, previa autorizzazione del Comune, sul terreno identificabile presumibilmente da parte dei mappali 141-351 del foglio 23 e parte del mappale 370 del foglio 25, di massima come indicato nella planimetria allegata, e come sarà meglio definita prima dell'inizio dei lavori.

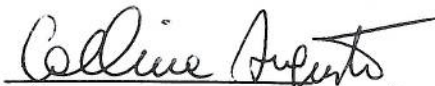
L'inghiaimento della suddetta zona dovrà avvenire all'inizio dei lavori per la realizzazione del passaggio e dovrà restare inalterata anche al termine del diritto di passaggio. La GRANULATI DONNINI SPA si impegna, sempre a propria cura e spese, al termine del diritto di passaggio, ad eseguire tutte le opere di ripristino dei luoghi che saranno richieste dagli enti pubblici preposti e dalla proprietà, con la sola esclusione della zona di cui sopra che dovrà restare inghiaata.

- 4) La GRANULATI DONNINI SPA si impegna a sollevare da qualsiasi responsabilità, sia civile che penale, qualsiasi spesa, sanzione o richiesta di danni da parte di terzi o Enti pubblici, che dovesse insorgere in capo ai proprietari del terreno relativamente al diritto di passaggio temporaneo concesso, anche proteggendo la zona di transito con adeguati sistemi di protezione nelle ore serali (sbarra manuale).
- 5) Esclusivamente nel caso di vendita a terzi dell'area di proprietà dei Sig.ri Collina Augusto e Biancarosa, Soragni Antonella e Nicoletta e VACIGLIO SRL, la GRANULATI DONNINI SPA si impegna a ridurre di mesi 6 il termine di durata del diritto di passaggio temporaneo concesso come meglio definito al punto 1.
- 6) Eventuali proroghe della durata del diritto di passaggio temporaneo, se effettivamente necessarie, dovranno essere concordate tra le parti prima della scadenza dei 24 mesi di cui al punto 1.
- 7) La concessione del diritto temporaneo di passaggio non preclude la possibilità per la proprietà delle aree, di presentare presso gli enti competenti richieste di autorizzazioni urbanistiche, piani particolareggiati, permessi di costruire, ecc., in conformità alle disposizioni legislative vigenti.

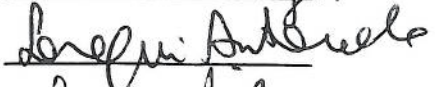
Le parti sottoscritte dichiarano di approvare specificatamente tutti i patti e le condizioni sopra riportati ed in particolare la clausola di nullità della presente scrittura in caso di mancato rilascio dell'autorizzazione comunale all'esecuzione delle opere relative al diritto di passaggio temporaneo.

San Cesario S.P. 27/03/2015

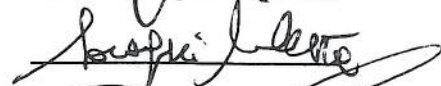
Collina Augusto



Soragni Antonella

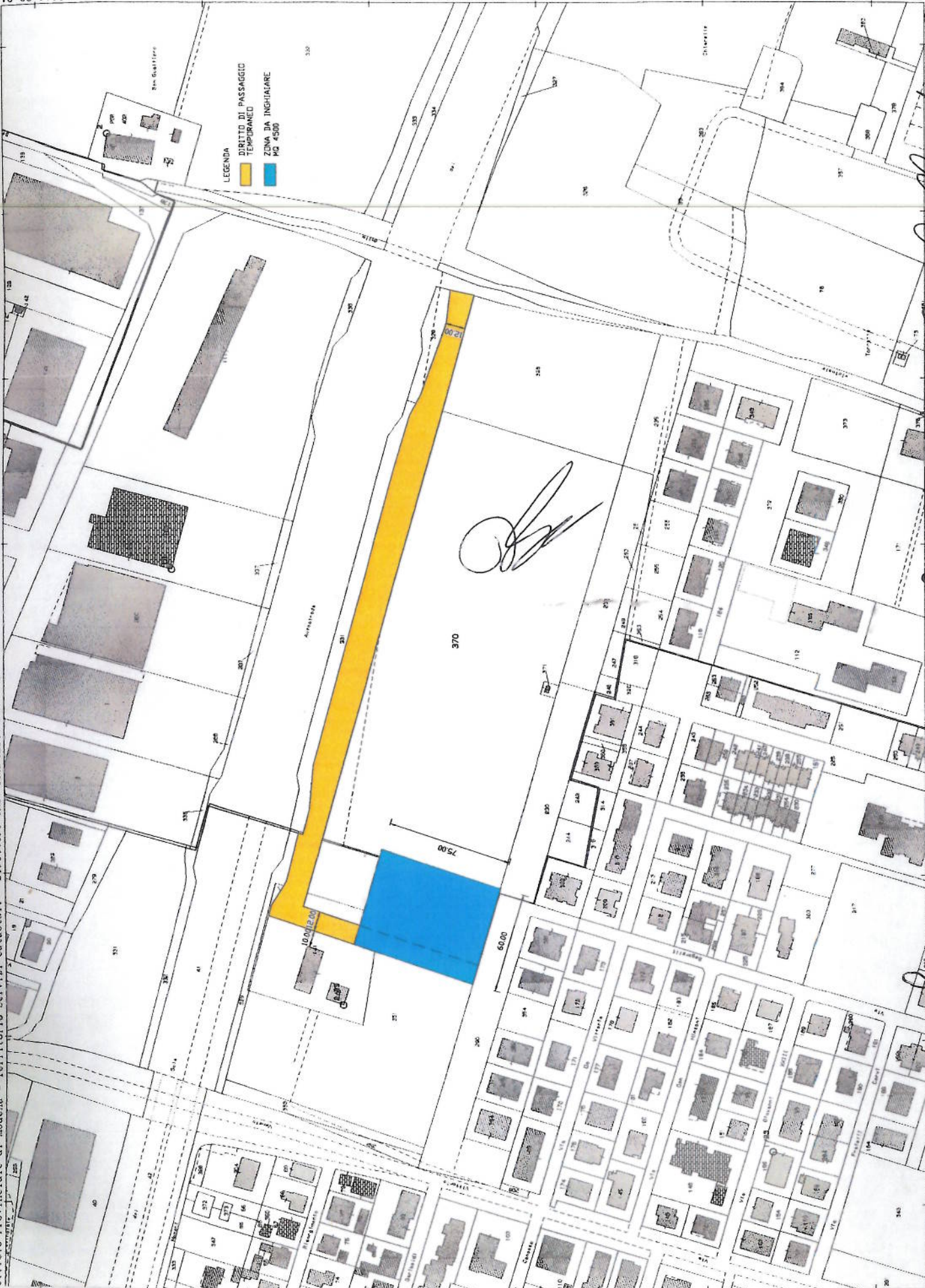


Soragni Nicoletta



Donnini Giorgio





LEGENDA
 DIRITTO DI PASSAGGIO
 TEMPORANEO
 ZONA DA INGHIAINARE
 MC 4500

Aspirante
Ing. Antonio Colli