

RICHIEDENTE: EFFEDUE SRL

OGGETTO: **PROGETTO PRELIMINARE
RIATTIVAZIONE DELLA CAVA DI PIETRA
ORNAMENTALE DENOMINATA "PONTE A COSCE"**

PROGETTISTI: dott. geol. Iacopo Parenti (coltivazione e geologia)
dott. for. Luca Ghezzi (vegetazione, paesaggio e recupero ambientale)
dott. chim. Eugenio Rietti (polvere e acque)
dott. bio. Alessandra Fregosi (fauna e ambiente)
dott. ing. Maurizio Lucchesi (viabilità)
dott. ing. Fabio Miniati (rumore)

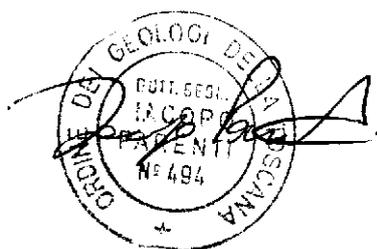
PROVINCIA: PISTOIA

COMUNE: PESCIA

LOCALITÀ: PONTE A COSCE – S.P. VAL DI FORFORA

PRESTAZIONE: **RELAZIONE GEOLOGICA - GEOTECNICA**

DATA E FIRME: AGOSTO 2012



EFFE DUE srl
Via Livornese, 767
LASTRA A SIGNA (FI)
C.F. e P. IVA 0212299 048 0

SOMMARIO

1	PREMESSA.....	3
1.1	L'INTERVENTO	3
1.2	ARTICOLAZIONE DELLE INDAGINI E DELLA RELAZIONE	4
2	RELAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA	5
2.1	INQUADRAMENTO E MORFOLOGIA.....	5
2.2	GEOLITOLOGIA	5
2.3	INQUADRAMENTO TETTONICO E SISMICO.....	6
2.4	GEOMECCANICA.....	8
2.5	GEOMORFOLOGIA	13
2.6	IDROLOGIA E IDRAULICA	15
2.7	IDROGEOLOGIA.....	20
3	ASPETTI GEOTECNICI.....	21
3.1	VOLUME SIGNIFICATIVO	21
3.2	INDAGINI EFFETTUATE O PROGRAMMATE.....	21
3.3	MODELLO GEOTECNICO	23
4	ASPETTI SISMICI.....	24
4.1	CLASSIFICAZIONE DEL TERRITORIO.....	24
4.2	CATEGORIA DEL SUOLO	24
4.3	CONDIZIONI TOPOGRAFICHE	25
4.4	AZIONE SISMICA	25
4.5	POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE	25
5	VALUTAZIONI E VERIFICHE	27
5.1	STABILITÀ DEI VERSANTI	27
5.2	REGIMAZIONE DELLE ACQUE.....	32
6	OSSERVAZIONI CONCLUSIVE	34
6.1	MODELLO GEOLOGICO DI SINTESI	34
6.2	VINCOLO IDROGEOLOGICO	34
6.3	FATTIBILITÀ DELL'INTERVENTO, LIMITAZIONI E PRESCRIZIONI	35

FIGURE A FONDO TESTO

1. Piano Regionale delle Attività Estrattive (PRAE), scala 1:25.000
2. Piano Regionale delle attività estrattive di recupero delle aree escavate e di riutilizzo dei residui recuperabili (PRAER), scala 1:25.000
3. Inquadramento cartografico, scala 1:25.000
4. Inquadramento cartografico, scala 1:10.000
5. Inquadramento geologico dell'area, scala 1:10.000
6. Perimetrazioni Autorità di Bacino, scala 1:10.000
7. Carta litologica di dettaglio, scala 1:1.000

APPENDICI A FONDO TESTO

- A. Dati geomeccanici
- B. Diagrammi stereografici
- C. Verifiche stabilità cinematiche - analisi programma *Kars*
- D. Verifiche stabilità metodo Janbu - analisi programma *Sted*
- E. Certificati laboratorio

1 PREMESSA

1.1 L'INTERVENTO

1.1.1 UBICAZIONE

L'intervento di progetto è rivolto alla riattivazione del sito estrattivo posto in località Ponte a Cosce, frazione di Vellano, comune di Pescia. Più di preciso, ci troviamo un paio di chilometri a nord di Vellano, nella parte bassa della cosiddetta Val di Forfora.

1.1.2 DESCRIZIONE

Il progetto prevede l'unificazione delle due cave esistenti in località Ponte a Cosce, intervenendo con una coltivazione per piani discendenti. I piazzali esistenti rimarranno in parte invariati e saranno impiegati come zone di servizio/accumulo/ripristino. Il terreno vergine tra le due cave sarà invece sede dell'attività estrattiva principale.

Così facendo sarà interessato un tratto della strada comunale Vellano - Ponte a Cosce, che andrà quindi preventivamente spostata. La nuova viabilità, realizzata a cura del richiedente, si innesterà sulla Strada Provinciale della Val di Forfora circa 400 m prima dell'attuale imbocco, rientrando sul tracciato esistente circa 200 m a nord-est di Pian di Forco.

1.1.3 CATEGORIA GEOTECNICA DELLE OPERE

Per le Norme Tecniche sulle costruzioni l'opera di progetto può essere classificata in base alla sua vita nominale (V_N) facendo riferimento ai seguenti raggruppamenti:

N°	TIPO DI COSTRUZIONE	V_N (anni)
1	Opere provvisorie, opere provvisionali, strutture in fase costruttiva	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

E può essere definita anche in base alla classe d'uso:

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

Classe II: costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

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

Classe IV: costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B e di tipo C quando appartenenti a itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non serviti da strade di ordine superiore (DM 6792/2001). Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e impianti idroelettrici.

Per le 4 classi suddette si definisce un coefficiente d'uso (C_U) 0,7 – 1,0 – 1,5 – 2,0.

Il periodo di riferimento per l'azione sismica si calcola mediante $V_R = V_N C_U$, ponendo come minimo $V_R = 35$ anni.

Nel nostro caso si considerano $V_N = 100$ anni, classe d'uso $C_U = 1,0$, periodo di riferimento $V_R = 100$ anni.

In riferimento al DPGR 36/R/09 l'opera di progetto appartiene alla classe di indagine 4 (in edilizia, volume lordo superiore a 6.000 m³ o altezza in gronda superiore a 20 m): la categoria di suolo di fondazione e le geometrie sepolte si determinano mediante prove sismiche in foro. In presenza di problematiche di versante sono altresì prodotte verifiche di stabilità del pendio e del complesso opera-pendio. La definizione dei parametri geotecnici è basata su sondaggi geognostici, attrezzati con inclinometri ove si ricada nella zona classificata dal piano strutturale o dal regolamento urbanistico di pericolosità geomorfologica molto elevata.

cod. R2GeologicoTecnicaPreliminare_QA09Cosce.doc

1.1.4 VINCOLI E CLASSIFICAZIONE DELL'AREA

L'area d'intervento è soggetta al vincolo idrogeologico.
Il comune di Pescia è classificato sismico di zona 3.

1.2 ARTICOLAZIONE DELLE INDAGINI E DELLA RELAZIONE

1.2.1 METODOLOGIA E CONTENUTI

La relazione è redatta con lo scopo di definire a livello preliminare i modelli geologico, geotecnico e sismico dell'area d'intervento e di valutare la fattibilità delle opere di progetto.

Sono quindi analizzate le componenti territoriali, morfologiche, geologiche, litologiche, geotecniche, stratigrafiche, tettoniche, sismiche, strutturali, geomeccaniche, geomorfologiche, idrologiche, idrauliche, idrogeologiche e di pericolosità geologica del territorio. Per la valutazione di fattibilità dell'intervento è stata analizzata la stabilità dei versanti nelle condizioni iniziali e di progetto.

1.2.2 INDAGINI ESEGUITE O REPERITE

Lo studio si è avvalso dei dati contenuti nelle indagini geologico-tecniche di supporto allo Strumento Urbanistico e nei Piani di settore dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno.

Sono state inoltre svolte le seguenti attività, giudicate sufficienti per la ricostruzione dei modelli geologico, geotecnico e sismico preliminari, anche in riferimento alla tipologia dell'opera di progetto e alla complessità geologica del sito d'interesse:

- rilevamento geologico, geomorfologico, geomeccanico, idrogeologico di campagna
- rilevamento topografico
- prove di laboratorio sui campioni di roccia presenti nelle cave esistenti

1.2.3 ESTENSIONE DELLE INDAGINI

L'ampiezza delle indagini geologiche, sia in superficie che in altezza, è stata estesa fino a comprendere:

- un intorno chilometrico per quanto riguarda l'inquadramento territoriale, geologico e idrologico;
- i versanti prospicienti, con particolare attenzione ed estensione per le zone interessate da dissesti o in condizioni di pericolosità geomorfologica da media a elevata;
- un ambito regionale per quanto riguarda gli aspetti tettonici;
- un intorno ettometrico per gli aspetti idrogeologici, litologici, geomeccanici e di microzonazione sismica;
- il volume significativo ai fini geotecnici per la stratigrafia e la classificazione dei terreni;
- l'ambito territoriale per l'analisi delle problematiche idrauliche.

1.2.4 QUADRO NORMATIVO

Lo studio è stato redatto in riferimento e conformità:

- al DM 11.03.1988 e Circ. n. 30483/1988, riportanti le norme tecniche e le istruzioni per le indagini sui terreni e sulle rocce
- alle Norme Tecniche per le Costruzioni, DM 14/01/2008, e relativa circolare applicativa, Cir.M. LLPP 02/02/2009
- al Piano di Indirizzo Territoriale (PIT) della Regione Toscana - DCR n. 12/2000 (ex DCR n. 230/1994), che definisce indirizzi e salvaguardie per la difesa del suolo e per i fenomeni alluvionali
- alla normativa dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno: il DPCM 6.05.2005 di approvazione del Piano stralcio Assetto Idrogeologico (PAI); il DPCM 226/1999 Piano stralcio per la Riduzione del Rischio Idraulico
- al RD 3267/1923, alla LR n. 39/2000 e al DPGR 48/R/2003, per quanto concerne il Vincolo Idrogeologico
- all'OPCM 3274/03, essendo il territorio comunale classificato sismico
- ai Regolamenti in attuazione della LR 1/05 e successive modificazioni: DPGR 26/R/07, DPGR 36/R/09, DelGR 387/09
- normativa regionale e nazionale in materia di cave
- allo Strumento Urbanistico Comunale

2 RELAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA

2.1 INQUADRAMENTO E MORFOLOGIA

<i>PLANIMETRIE</i>	Per l'inquadrimento della zona si può fare riferimento alle planimetrie a fondo testo, elaborate sulla base della Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 e della corografia IGM in scala 1:25.000
<i>MORFOLOGIA</i>	Collinare – pedemontana. L'intervento interessa un versante abbastanza uniforme delimitato a est da un impluvio e ad ovest da un crinale secondario
<i>QUOTA</i>	Compresa tra 320 e 400 m slm
<i>PENDENZE</i>	Nelle due cave esistenti vi sono fronti subverticali e piazzali suborizzontali. Nelle zone circostanti la pendenza del terreno varia tra 10° e 45°
<i>ESPOSIZIONE</i>	Nord
<i>USO DEL SUOLO</i>	Bosco ceduo. Nella carta di uso del suolo dello Strumento Urbanistico (da "informatizzazione delle carte tematiche") tutta l'area d'intervento è classificata come "bosco ceduo di latifoglie varie".

2.2 GEOLITOLOGIA

<i>CARTA GEOLOGICA</i>	La carta geologica a fondo testo è stata stralciata dalla Carta Geologica Regionale (CARG). Nel corso dei rilievi di campagna le condizioni geologiche presso il luogo d'intervento sono state verificate e confermate.
<i>SEZIONE</i>	La sezione geologica è per il momento omessa in quanto poco significativa per l'intervento di progetto. Presso la cava affiorano infatti le arenarie del Macigno, con spessori superiori alle centinaia di metri. Le uniche distinzioni utili possono riguardare le coperture detritiche, sul cui spessore non si conoscono tuttavia sufficienti dettagli ai fini di una fedele rappresentazione in sezione.
<i>CORPI DI FRANA SENZA INDIZI DI EVOLUZIONE</i>	Accumuli generalmente eterogenei ed eterometrici di materiali litici in matrice limoso-argillosa e assetto scompaginato; non sono riconoscibili indizi di evoluzione
<i>FORMAZIONE DEL MACIGNO</i>	Torbiditi arenacee e arenaceo-pelitiche quarzoso-feldspatiche grigie, da medio-fini a grossolane, in strati da spessi a molto spessi, talvolta amalgamati, in subordinate torbiditi pelitico-arenacee; gli intervalli pelitici sono spesso laminati e costituiti da siltiti, argilliti e argilliti siltose. Presso le cave esistenti il macigno mostra struttura arenacea massiva, con grana da media a grossa.
<i>SUOLO</i>	I suoli presenti derivano dal disfacimento del substrato della formazione del Macigno e dei relativi processi di accumulo. Si tratta di terreni limoso sabbiosi marroni chiari con abbondante ossatura detritica (arenarie), aventi spessore medio di pochi decimetri, nella zona d'intervento, con struttura e processi pedologici generalmente poco sviluppati.
<i>ALTERAZIONE</i>	La roccia del Macigno al taglio fresco è sostanzialmente inalterata. Dopo alcuni anni si forma una patina di ossidazione, accompagnata dallo sviluppo di licheni, che vira il colore della pietra affiorante da grigio a marrone scuro. I terreni di copertura sono per loro natura alterati.
<i>FRATTURAZIONE</i>	Il grado di fratturazione dell'ammasso roccioso è scarso, come meglio vedremo in seguito.
<i>DEGRADABILITÀ</i>	La roccia arenacea è poco degradabile. La roccia siltitica, marnosa e argillitica è parzialmente degradabile per la presenza di minerali argillosi soggetti al rigonfiamento nelle sue componenti argillose. Le coperture pedologiche sono degradate e degradabili, soprattutto per l'elevato contenuto organico.
<i>LITOLOGIA</i>	Arenarie prevalenti. In subordinate, siltiti, marne e argilliti. La carta litologica di figura 7 mostra l'estensione degli affioramenti rocciosi rispetto alle coperture detritiche naturali e antropiche.
<i>STRATIGRAFIA</i>	Gli affioramenti visibili nell'ambito della cava sono massivi, cioè privi di stratificazione. L'abbondanza delle coperture pedologiche e detritiche

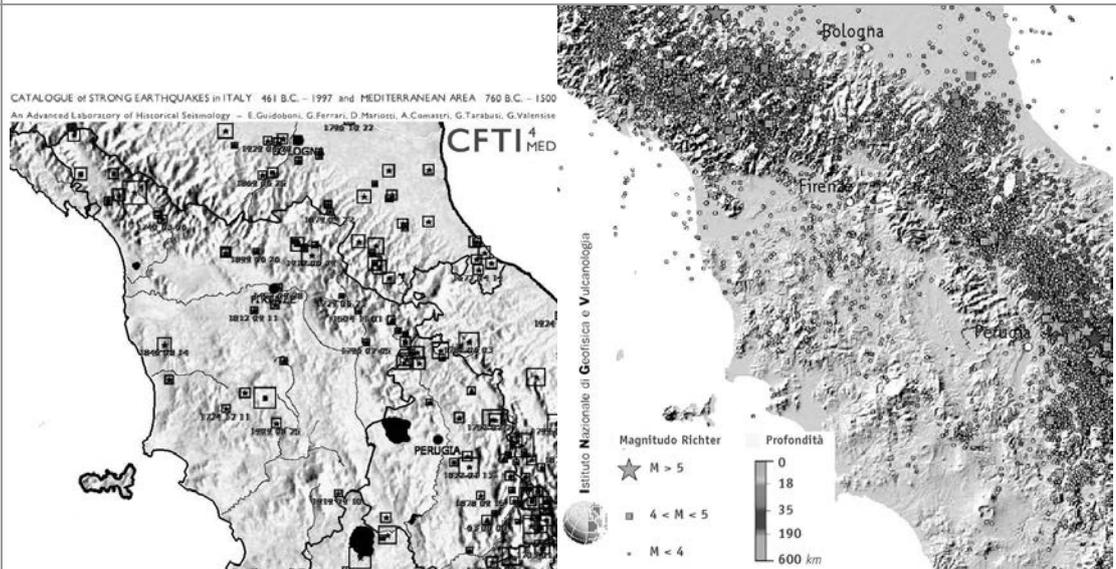
impedisce allo stato attuale la definizione di una precisa stratigrafia, pertanto l'ammasso roccioso può essere considerato, almeno per il momento, uniforme e isotropo.
Nella figura 7 è indicata la probabile giacitura degli strati di arenaria, così come deducibile da alcune superfici di sfaldatura, supposte essere parallele alla stratificazione.

2.3 INQUADRAMENTO TETTONICO E SISMICO

AREA VASTA

L'Appennino Settentrionale è una catena a falde strutturalmente complessa derivata dalla collisione tra la microplacca di Adria con la placca europea (Corso-Sarda). Alla fase compressiva è seguita, a partire dal Miocene medio, una fase tettonica distensiva, collegata all'apertura del Bacino Tirrenico, durante la quale si sono formati una serie di horst e graben orientati in direzione NW-SE, in seguito interessati da cicli di sedimentazione fluvio-lacustri o marini.

SISMICITÀ



Per la rappresentazione della sismicità dell'area d'interesse sono rappresentati nell'ordine:

- il catalogo dei principali eventi sismici storici stimati, elaborato dall'INGV;
- il catalogo degli eventi sismici registrati nel periodo 1981-2002, elaborato dall'INGV;
- la carta di probabilità di eccedenza di intensità, elaborata dal Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti / CNR (febbraio 1998).

Quest'ultima rappresenta la probabilità che in 50 anni, a partire dal 1981, si verifichi almeno un evento di intensità VIII, IX e X

grado della scala Mercalli-Cancani-Sieberg.

I valori di tutti i Comuni vengono suddivisi in 4 classi indicative di valori rappresentativi dei livelli di rischio: elevato; medio-elevato; medio-basso; basso. L'area d'interesse è sede di una moderata attività sismica, riconducibile alla media della dorsale appenninica.

LINEAMENTI LOCALI

Anche a causa delle coperture detritiche e pedologiche, localmente non si evidenziano faglie o lineamenti tettonici.

FAGLIE ATTIVE

Per l'individuazione delle possibili faglie attive abbiamo fatto riferimento alle banche dati dell'Istituto Superiore Per la Ricerca Ambientale (progetto ITaly HAZARD from CAPable faults) e dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (Database of

	Individual Seismogenetic Sources) e alla Carta Geologica Regionale. Non risultano segnalazioni per la zona d'interesse.		
SUPERFICI DISCONTINUITÀ	Le superfici di discontinuità individuabili nella zona sono la fratturazione e la stratificazione dell'ammasso roccioso.		
EFFETTI DI SITO	Le Norme Tecniche sulle Costruzioni hanno cercato di codificare gli effetti topografici e stratigrafici di amplificazione del segnale sismico. Le rispettive valutazioni quantitative saranno trattate nella relazione geotecnica. Di seguito saranno presi in considerazione, dal punto di vista qualitativo, gli elementi a carattere geologico che possono essere o meno associati a effetti di sito.		
	EFFETTO INDOTTO	PRESENZA	NOTE
	movimento di faglie che attraversano l'area d'intervento	NO	non è nota la presenza di faglie nella zona
	amplificazione per effetto cresta o ciglio scarpata	NO	forme arrotondate
	amplificazione per effetto catino (zone di bordo)	NO	assenza di depositi alluvionali o lacustri
	amplificazione per presenza di depositi poco addensati	NO	depositi soffici assenti
	amplificazione per la presenza di 5-20 m di depositi granulari sciolti (alluvioni, detrito, colluvio, conoidi) sul substrato resistente	NO	nella zona d'intervento le coperture sono molto più sottili
	amplificazione in roccia molto fratturata	NO	la fratturazione è bassa o medio-bassa
EFFETTI DI INSTABILITÀ	I terremoti più intensi possono determinare condizioni di instabilità a causa di frane, crolli, rottura del terreno, cedimenti assoluti e differenziali. Il verificarsi di determinate condizioni di rischio può incidere sulla valutazione di fattibilità dell'intervento e può orientare le indagini geotecniche e le scelte progettuali. Sono quindi presi in rassegna i principali effetti di instabilità del terreno causati da un sisma.		
	EFFETTO INDOTTO	PRESENZA	NOTE
	crollo di cavità sotto la zona d'intervento	NO	cavità mai segnalate nella zona
	caduta massi dall'alto (versanti con giacitura a franapoggio meno inclinata del pendio, versanti con giacitura a reggipoggio e intensa fratturazione degli strati, pendii con pendenza media >25% costituiti da sabbie sciolte, argille, limi soffici e/o detriti	SI	l'ammasso roccioso visibile è massivo; a monte delle cave esistenti si potrebbero però avere stratificazioni a franapoggio
	riattivazione frane quiescenti nell'area d'intervento o immediatamente a monte della stessa	SI	a monte della cava è segnalata una frana inattiva
	neoformazione di frane in zone ad elevata suscettibilità	NO	bassa suscettibilità per affioramento del substrato roccioso
	cedimento per addensamento terreni di fondazione (depositi soffici o poco addensati o scadenti)	NO	depositi soffici assenti
	cedimento differenziale per addensamento terreni di diverso spessore sotto alle fondazioni	NO	stratigrafia nel complesso uniforme
	cedimento differenziale per contatti tra litotipi a caratteristiche fisico-meccaniche significativamente differenti	NO	come sopra

	rottura dei terreni di fondazione per liquefazione sabbie sature (specialmente nei primi 5 m dal p.c.)	NO	sabbie sciolte in falda assenti
--	--	----	---------------------------------

2.4 GEOMECCANICA

<i>DISCONTINUITÀ RILEVATE</i>	<p>Nei principali affioramenti dell'area d'indagine sono stati eseguiti stendimenti geomeccanici, individuata la collocazione stratigrafica, eseguito il rilievo geologico e strutturale, scattate fotografie generali e di dettaglio.</p> <p>In appendice è riportata la scheda di caratterizzazione geomeccanica delle discontinuità contenente dati generali, geometria dell'affioramento e dello stendimento e caratteristiche di ogni superficie attraversata. Le caratteristiche sono posizione lungo lo stendimento, giacitura, presenza di strie, persistenza, apertura, rugosità, resistenza, alterazione, riempimento e filtrazione.</p> <p>La spaziatura è calcolata sulla perpendicolare della precedente discontinuità appartenente alla stessa famiglia. Gli altri dati sono tutti misurati o stimati.</p> <p>La posizione degli stendimenti è indicata in figura 7.</p>
<i>SINTESI DESCRITTIVA AMMASSO ROCCIOSO</i>	<p>Sempre in appendice sono contenute le tabelle di sintesi riferite ai singoli stendimenti e alle singole famiglie. Alcune indicazioni degli elaborati di sintesi sono riferite alla legenda delle singole schede di rilievo.</p> <p>Dalla scheda di sintesi degli stendimenti si evidenziano alcuni elementi salienti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • la famiglia di discontinuità 1 è sempre presente ed è caratterizzata da una spaziatura abbastanza uniforme delle fratture e una giacitura abbastanza disomogenea • la famiglia 1 dovrebbe rappresentare la stratificazione e le superfici di sfaldatura ad essa subparallele • salvo casi particolari, le altre famiglie di discontinuità mostrano spaziature generalmente comprese tra 1 e 3 m • le famiglie 2 e 3 sono ben rappresentate e uniformi come giacitura, mentre le famiglie 4 e 5 sono presenti solo localmente, con spaziatura e giacitura abbastanza variabili <p>Il numero di giunti per metro cubo calcolati per le diverse stazioni geomeccaniche variano da 3 a 5, con netta prevalenza dei giunti di stratificazione.</p> <p>I dati di spaziatura sono calcolati in riferimento alle discontinuità misurate lungo gli stendimenti. Le lunghezze maggiori dello stendimento sono ignorate, con la conseguenza che non entrano nel calcolo i valori più elevati di spaziatura. In considerazione di ciò, le spaziature indicate nelle tabelle sono abbastanza sovrastimate.</p> <p>La scheda di sintesi delle famiglie di discontinuità contiene elaborazioni statistiche sui dati aggregati appunto in base alla famiglia di appartenenza. L'ultima colonna è relativa all'angolo di attrito di picco, calcolato mediante la formula $\phi_p = \phi_b + JRC \cdot \log(JCS/\sigma_n)$. Con riferimento ad altri affioramenti di Macigno abbiamo per il momento considerato $JCS=20$ MPa. L'angolo di attrito di base è stato assunto $\phi_b = 30^\circ$ in riferimento ad alcune prove di scivolamento dei blocchi rocciosi presenti nelle vecchie cave.</p> <p>Dalla scheda di sintesi per le famiglie di discontinuità sono da evidenziare:</p> <ul style="list-style-type: none"> • generali condizioni di chiusura dei giunti per le famiglie 1 e 4, apertura millimetrica per le altre famiglie • rugosità moderata delle superfici • riempimento assente o raramente terroso granulare • resistenza di attrito media compresa per le diverse famiglie tra 33° e 36°
<i>RQD</i>	<p>La Rock Quality Designation è stata valutata con diverse metodologie:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) $RQD=100(0,1\lambda+1)\exp(-0,1\lambda)$, essendo λ il numero di giunti per metro di stendimento; 2) $RQD= \sum L_{(\geq 10 \text{ cm})}/L_{TOT}$, essendo $L_{(\geq 10 \text{ cm})}$ le spaziature maggiori a 10 cm e L_{TOT} la lunghezza totale dello stendimento;

	<p>3) $RQD=115-3,3J_v$, dove J_v è il numero di giunti per metro cubo $J_v=\Sigma(1/X_i)$ [$1/m^3$] ottenuto dalle spaziature medie X_i delle famiglie di discontinuità "i" che intercettano lo stendimento.</p> <p>4) su base visiva, come indicato nella scheda di stendimento Fissando come limite superiore $RQD=100$, si considera la media dei valori determinati con le tre suddette metodiche per gli stendimenti effettuati, ossia:</p> <ul style="list-style-type: none"> • per lo stendimento 1 abbiamo rispettivamente 89, 99, 98, 100 – in media 96 • per lo stendimento 2 abbiamo rispettivamente 94, 100, 99, 100 – in media 98 • per lo stendimento 3 abbiamo rispettivamente 87, 99, 100, 100 – in media 96 <p>Per la cava nel suo insieme possiamo assumere $RQD = 96 \%$.</p>
<p>GEOMETRIA DISCONTINUITÀ</p>	<p>In appendice sono riportati i diagrammi stereografici delle superfici di discontinuità misurate nelle stazioni geomeccaniche. In ogni figura sono illustrate le proiezioni dei poli e le curve di isodensità.</p> <p>Nel metodo di rilievo e nella prima interpretazione dei dati si rilevano alcune carenze che si ritiene debbano essere tenute in considerazione per la classificazione dell'ammasso e la definizione delle sue caratteristiche fisico-meccaniche. Tra queste si evidenzia:</p> <ul style="list-style-type: none"> • le sequenze marnose e siltitiche presentano un numero di giunti "macroscopici" molto minore (talvolta nessuno alla scala dell'affioramento) e una fitta maglia di piani di debolezza "microscopici" (principalmente giunti di strato, ma anche microfratturazione disposta con varia orientazione, responsabile delle disparate forme delle scaglie rocciose che si distaccano), solitamente non visibili fintanto che l'ammasso non si è allentato e degradato • la suddetta differenziazione tra arenarie e marne è principalmente dovuta al diverso comportamento dei materiali: rigido per le arenarie, plastico per le marne, intermedio per le siltiti • gli affioramenti naturali presentano quasi ovunque un numero di fratture molto più alto rispetto all'ammasso roccioso inalterato, con conseguente sottostima delle spaziature e sovrastima della densità di fratturazione; ciò è principalmente dovuto alle prolungate sollecitazioni a cui sono soggetti i terreni superficiali (degradazione chimico-fisica, alterazione, gelo e disgelo, infiltrazione di acqua, azione delle radici) e alla minore pressione di confinamento, in grado di determinare l'apertura di microfratture che nell'ammasso roccioso inalterato sono sostanzialmente chiuse e ininfluenti sulle condizioni di stabilità cinematica • in base alle considerazioni sopra esposte si ritiene che il numero di giunti per metro cubo dell'ammasso roccioso sia molto inferiore rispetto a quello riscontrato lungo gli stendimenti geomeccanici; per i livelli arenacei è da ritenere maggiormente rappresentativo J_v ricavato dalle spaziature massime rilevate • l'estensione degli affioramenti misurabili è limitata, quindi le considerazioni geomeccaniche andranno confermate e/o approfondite dopo le prime fasi di apertura della cava
<p>CRITERIO HOEK & BROWN</p>	<p>Per la valutazione delle condizioni geomeccaniche dell'ammasso roccioso si fa riferimento al modello empirico di Hoek & Brown, espresso dalla formula:</p> $\sigma_1 = \sigma_3 + \sigma_{ci} [m_b (\sigma_3/\sigma_{ci}) + s]^a$ <p>dove σ_1 e σ_3 sono gli sforzi effettivi massimo e minimo, σ_{ci} è la resistenza della roccia intatta alla compressione uniassiale, m_b, s, a sono parametri correlati alle condizioni geomeccaniche dell'ammasso. m_b, è collegato al grado di interbloccaggio delle particelle esistenti; s è in relazione al grado di fratturazione nel campione di roccia; a è 0,5 per $GSI > 25$.</p> <p>La resistenza della roccia intatta alla compressione uniassiale (σ_{ci}) si misura con prove di laboratorio su provini di roccia integra o si stima in base a tabelle empiriche basate sulla litologia e sulle osservazioni di campagna.</p>

	<p>I parametri della precedente formula si ricavano da alcune relazioni con delle costanti dipendenti dal tipo di roccia e dalle rispettive condizioni. La costante m_i varia con la litologia. Il Geological Strength Index (GSI) consente la riduzione della resistenza dell'ammasso roccioso nelle diverse condizioni. D è un fattore che dipende dal grado di disturbo determinato dalle modalità di scavo e può variare tra 0 (danneggiamento della roccia nullo) a 1 (elevato disturbo dell'ammasso).</p> <p>Per la valutazione dei parametri si rimanda alle tabelle e abachi seguenti.</p> <p>Il GSI può in alternativa essere stimato mediante la classificazione di Bieniawski: $GSI = RMR'_b - 5$. RMR'_b è dato dai primi 4 parametri di Bieniawski sommati a 15, equivalente alle condizioni a secco.</p> <p>Il criterio di rottura di Hoek & Brown può essere approssimato al criterio di Colulomb per un determinato campo di valori, nell'ambito dei quali i rapporti tra le tensioni principale e secondaria sono simili. I valori di coesione e angolo di attrito di Colulomb sono correlati ai parametri di Hoek & Brown mediante complesse formule. Altre relazioni servono inoltre alla stima del modulo elastico.</p>
<p>PARAMETRI HOEK & BROWN</p>	<p>Per la valutazione delle costanti e dei parametri sopra detti è stato utilizzato il programma RocLab della RocScience, ricavando la parametrizzazione seguente, riferita alle peggiori condizioni geomeccaniche attese, definite in base all'esame degli affioramenti rocciosi:</p> <p>PARAMETRI IMMESSI: $\sigma_{ci} = 130$ Mpa, $GSI = 50$, $m_i = 17$, $D = 0.7$.</p> <p>CRITERIO HOEK BROWN: $m_b = 1.090$, $s = 0.0007$, $a = 0.506$.</p> <p>CONDIZIONI: versante alto 80 m, $\sigma_{3max} = 1.880$ Mpa, $\gamma = 0.027$ MN/m³,</p> <p>CRITERIO MOHR-COULOMB: $c = 0.873$ MPa, $\phi = 50.29$ °.</p> <p>PARAMETRI AMMASSO ROCCIOSO: $\sigma_t = -0.085$ MPa (resistenza alla trazione), $\sigma_c = 3.329$ MPa (resistenza alla compressione uniassiale dell'ammasso roccioso, oltre la quale si verifica la rottura localizzata), $\sigma_{cm} = 17.811$ MPa (resistenza globale dell'ammasso roccioso, agente per collaborazione e incastro dei blocchi rocciosi), $E_m = 6500$ Mpa (modulo di deformazione).</p> <p>Per ulteriori indicazioni sui predetti parametri rimandiamo a Hoek, E., Carranza-Torres, C.T., and Corkum, B. (2002), Hoek-Brown failure criterion – 2002 edition. Proc. North American Rock Mechanics Society meeting in Toronto in July 2002.</p>
<p>CLASSIFICAZIONE DI BIENIAWSKI</p>	<p>Nella classificazione messa a punto da Bieniawski (1989) vengono considerati cinque parametri:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) resistenza a compressione uniassiale (UCS) o indice di point load (Is); 2) indice RQD (Rock Quality Designation); 3) spazature delle discontinuità; 4) condizioni delle discontinuità (persistenza, apertura, rugosità, riempimento, degradazioni pareti); 5) condizioni idrauliche. <p>Ogni parametro è suddiviso in cinque classi a cui è associato un determinato valore, detto indice parziale. La somma degli indici parziali fornisce l'indice RMR di base, compreso tra 0 e 100.</p> <p>Per l'attribuzione del valore di stima più appropriato alle condizioni delle discontinuità in merito al punto 4 Bieniawski ha presentato un'ulteriore tabella e alcuni grafici, di seguito riportati.</p> <p>L'indice RMR_b ottenuto è una misura della qualità dell'ammasso roccioso e dipende esclusivamente dalle caratteristiche di questo, essendo svincolato dal tipo di opera in progetto. L'indice RMR_c "corretto" tiene invece conto dell'orientazione del pendio rispetto ai sistemi di fratturazione (crf. tabella).</p> <p>In base alla classificazione di Bieniawski si possono stimare la coesione e l'angolo di attrito dell'ammasso roccioso mediante le relazioni $c = 5 RMR_b$ (kPa) e $\phi = 5 + RMR_b/2$. Si possono inoltre valutare le caratteristiche di deformabilità mediante le relazioni $E_d = 2 RMR_b - 100$ per $RMR_b > 50$ e $E_d = 10^{(RMR_b - 10)/40}$ per</p>

	RMR _b <50, nelle quali il modulo di elasticità è espresso in GPa.		
PARAMETRI BIENIAWSKI	I risultati esposti di seguito si riferiscono alle condizioni medie di fratturazione e stratificazione dell'ammasso roccioso, così come rilevate con le specifiche misure geomeccaniche precedentemente discusse.		
	Parametro	Valore	Indice
	Resistenza compressione uniassiale	130 MPa	11
	RQD	96 %	19
	Spaziatura	2 m	20
	Lunghezza	3-10 m	2
	Apertura	0-1 mm	4
	Rugosità	debolmente rugosa	3
	Riempimento	nessuno	6
	Alterazione	debole	5
	Acqua	umido	10
	TOTALE RMR_b		80
	<p>classe di appartenenza dell'ammasso è II - Buono. L'orientazione delle discontinuità rispetto alla geometria del pendio può essere considerata favorevole. Il parametro RMR_c (corretto) potrà quindi assumere un valore pari a 75. La coesione e l'angolo di attrito stimati sono $c = 400$ kPa e $\phi = 45^\circ$. Il modulo di elasticità $E_d = 60$ GPa.</p>		

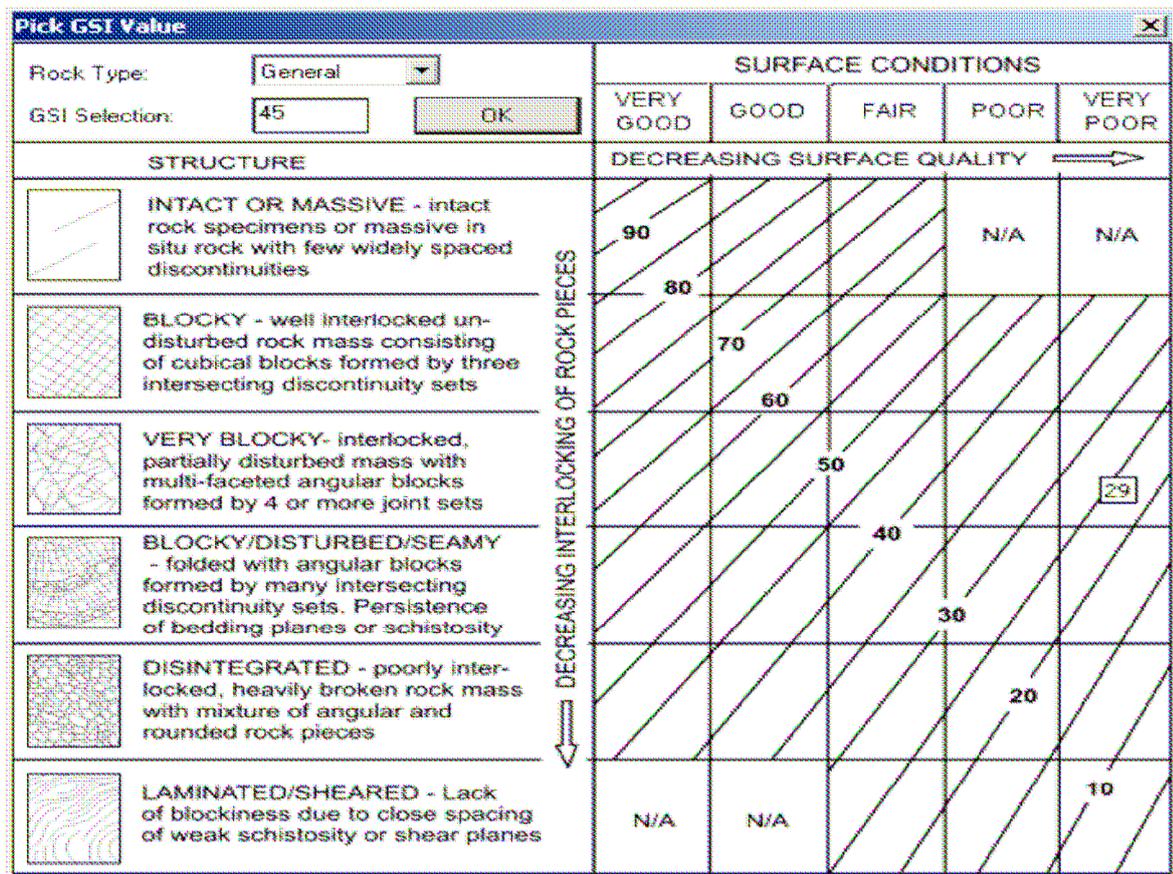
Resistenza alla compressione uniassiale

OSSERVAZIONI DI CAMPAGNA	LITOLOGIE	σ_{ci} MPa
i campioni richiedono molti colpi di martello geologico per rompersi	Anfibolite, arenaria, basalto, gabbro, gneiss, granodiorite, calcare, marmo, riolite, tufo	100-250
i campioni richiedono più di un colpo di martello geologico per rompersi	arenaria, calcare, marmo, fillite, scisto, argilloscisto	50-100
i campioni non possono essere grattati o pelati con un coltellino ma possono essere fratturati con un singolo colpo di martello geologico	siltite, scisto, argillite, argilloscisto, carbone, conglomerato	25-50
campioni pelati con un coltellino con difficoltà e incisi superficialmente con la punta del martello geologico	dolomite, gesso, farina fossile, salgemma	5-25
campioni pelati con un coltellino e sbriciolati con un colpo di martello	roccia molto alterata	1-5
campioni incisi da un unghia	riempimento non cementato	0,25-1

Costante m_i per alcuni tipi di roccia

LITOLOGIA	m_i	LITOLOGIA	m_i	LITOLOGIA	m_i
Argille	4 ±2	Dolomite	9 ±3	Arenaria	17 ±4
Marne	7 ±2	Gesso	10 ±2	Breccia	20 ±2
Argilloscisti	6 ±3	Scisti	10 ±3	Basalto	25 ±5
Siltiti	7 ±2	Calcare	12 ±3	Granito	32 ±3
Marmo	9 ±3	Tufo	13 ±5		

Abaco per la determinazione di GSI, basato sulla composizione e struttura della roccia e sulle condizioni delle superfici di discontinuità.



Parametri per il calcolo dell'indice RMRb (Bieniawski, 1989)

Parametro	Indici parziali							
Resistenza della roccia intatta	Indice di point load	>10 Mpa	4-10 Mpa	2-4 Mpa	1-2 Mpa	vedi UCS		
	UCS (Mpa)	>250 Mpa	100-250 Mpa	50-100 Mpa	25-50 Mpa	5-25 Mpa	1-5 Mpa	<1 Mpa
Valori classi		15	12	7	4	2	1	0
Indice RQD		90%-100%	75%-90%	50%-75%	25%-50%	<25%		
Valori classi		20	17	13	8	3		
Spaziatura delle discontinuità		>2 m	0.6-2 m	200-600 mm	60-200 mm	<60 mm		
Valori classi		20	15	10	8	5		
Condizione delle discontinuità		Superfici molto rugose non continue non aperte roccia non alterata	Superfici debolmente rugose Apertura <1 mm Pareti debolmente alterate	Superfici leggermente rugose Apertura <1 mm Pareti altamente alterate	Superficie a gradini oppure Riempimento <5 mm oppure Apertura 1-5 mm Continue	Riempimento >5 mm oppure Apertura > 5 mm Continue		
		30	25	20	10	0		
Condizioni dell'acqua sottosuolo	Afflusso per mezzo di 10 m di tunnel (l/min)	Nessuno	<10	10-25	25-125	>125		
	Pressione dell'acqua nel / Sforzo principale maggiore	0	<0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	>0.5		
	Condizioni generali	Completamente secco	umido	bagnato	gocciolante	flusso		
Valori classi		15	10	7	4	0		
Classi dell'ammasso roccioso determinate dalla somma degli indici parziali								
Indice		100-81	80-61	60-41	40-21	<20		
Classe		I	II	III	IV	V		
Descrizione		Molto buono	Buono	Medio	Scadent	Molto Scadente		

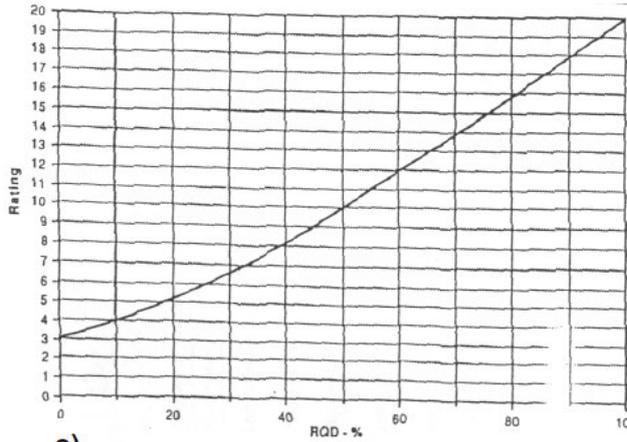
Parametri sulle condizioni delle discontinuità

Parametro	Valori delle classi				
Lunghezza delle discontinuità (persistenza/continuità)	< 1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	> 20m
	6	4	2	1	0

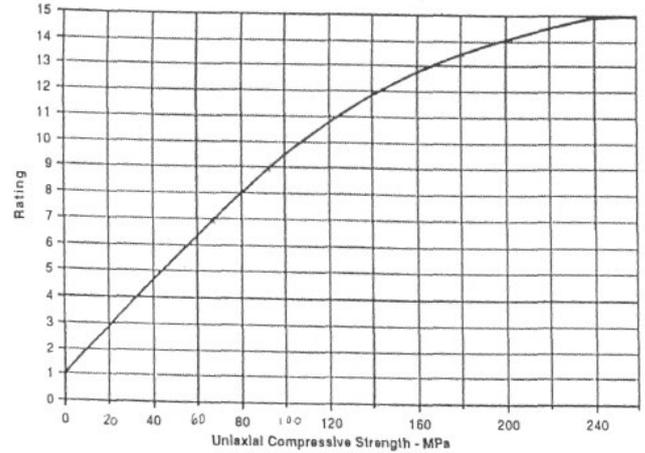
Apertura	Nessuno	<0,1 mm	0,1-1,0 mm	1-5 mm	> 5mm
	6	5	4	1	0
Rugosità	Fortemente rugosa	Rugosa	Debolmente rugosa	Liscia	Striata
	6	5	3	1	0
Riempimento	Riempimento competente		Riempimento coesivo		
	Nessuno	<5 mm	>5 mm	<5 mm	>5 mm
	6	5	2	2	0
Alterazione	Non alterato	Debolmente alterato	Moderatamente alterato	Fortemente alterato	Decomposto
	6	5	3	1	0

Aggiustamento parametri per l'orientazione delle discontinuità

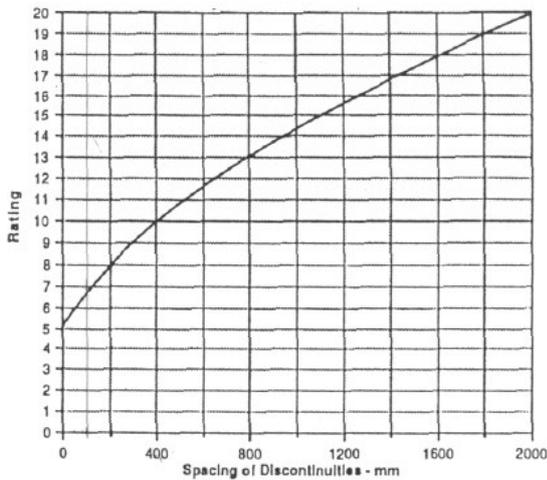
Immersione e inclinazione delle discontinuità		Molto favorevole	Favorevole	Discreta	Sfavorevole	Molto sfavorevole
Parametro R6	Tunnel e miniere	0	-2	-5	-10	-12
	Fondazioni	0	-2	-7	-15	-25
	Pendii	0	-5	-25	-50	-60



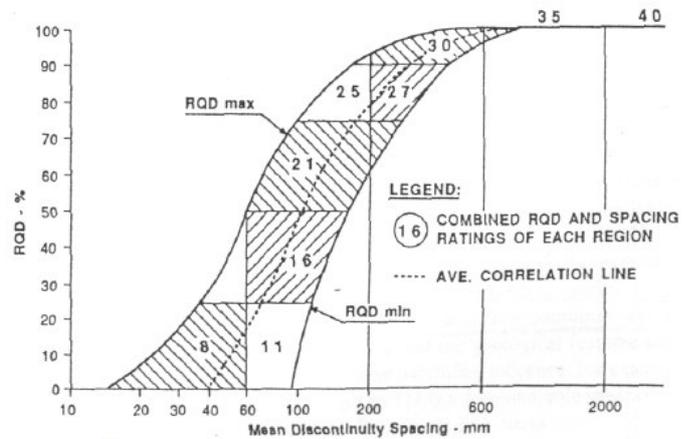
a)



b)



c)



d)

Correlazione degli indici di classe con a) RQD, b) resistenza a compressione uniaxiale, c) spaziatura delle discontinuità; d) correlazione tra spaziatura e indice RQD

2.5 GEOMORFOLOGIA

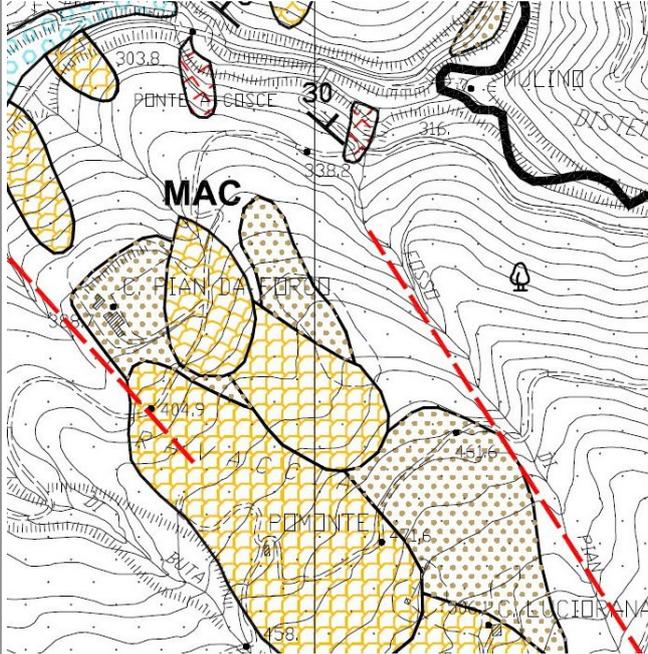
LINEAMENTI E FENOMENOLOGIE

Nell'area d'intervento e nelle zone immediatamente circostanti non si rilevano fenomeni di instabilità. Nella carta geologica regionale sono tuttavia segnalate alcune frane inattive che interessano parzialmente l'area estrattiva. Si ritiene che una parte dei fenomeni segnalati derivi da errori di fotointerpretazione, con segnalazione di corpi franosi laddove sono presenti le vecchie cave (fronti estrattivi abbandonati scambiati con cigli di frana, vecchie discariche detritiche scambiate con corpi di frana).

La piccola frana segnalata al centro della cava (parte superiore) potrebbe riguardare vecchi movimenti della coltre detritica, ad oggi stabilizzati.

È invece sicuramente presente la frana, tuttora attiva, a nord ovest dell'area

d'intervento. Questo fenomeno non interessa l'attività estrattiva. Nella fase di progettazione esecutiva le problematiche a carattere idrogeologico saranno opportunamente approfondite, tenuto conto anche delle perimetrazioni del Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno.



Riportiamo a fianco uno stralcio della carta geomorfologica del Piano Strutturale di Pescia. Le relative indicazioni sono molto simili a quelle della cartografia regionale (CARG). Confermiamo che l'intervento di progetto interesserà principalmente zone di affioramento del Macigno. I "depositi detritici di versante" verranno solamente lambiti dagli scavi, in una zona in cui gli spessori delle coperture dovrebbero essere modesti.

Le paleofrane segnalate non saranno interessate dall'intervento (cava e viabilità).

Forme geomorfologiche

- Frane indeterminate (attive/quiescenti/paleofrane/stabilizzate)
- Frane rotazionali o di scivolamento (attive/quiescenti/paleofrane/stabilizzate)
- Frane di colamento (attive/quiescenti/paleofrane/stabilizzate)
- Frane di crollo (attive/quiescenti/paleofrane/stabilizzate)
- Scarpate rocciose potenzialmente instabili
- Depositi detritici potenzialmente instabili
- Depositi detritici di versante

CARSISMO

Nell'area d'interesse non si rilevano fenomeni carsici (cavità, doline, condotti, ecc.) né sono presenti terreni o evidenze che possano fare temere la presenza di condizioni carsiche interferenti con le opere di progetto.

SUBSIDENZA

Non si notano evidenze o condizioni che possano fare supporre la presenza di fenomeni di subsidenza dannosi per le opere di progetto. In accordo con la specifica banca dati ISPRA, non sono conosciuti nella zona sinkholes. Evidenziamo inoltre che i fenomeni di subsidenza nel bacino del Fiume Arno sono stati studiati all'Autorità di Bacino tramite l'utilizzo della tecnica di interferometria satellitare PSInSAR. I risultati dello studio sono stati oggetto di varie pubblicazioni, tra cui sul supplemento speciale dedicato alla subsidenza di ARPA Rivista N. 1 – gennaio-febbraio 2008. L'area d'interesse risulta stabile per il periodo preso in considerazione.

STABILITÀ

Le condizioni di stabilità dell'area d'intervento sono nel complesso buone. Le uniche fenomenologie attese riguardano la caduta massi.

PERICOLOSITÀ PAI

La perimetrazione del Piano di Assetto Idrogeologico è riepilogata nella figura 6. L'area d'intervento è posta in zona a pericolosità da frana PF 3. Nelle aree PF3 sono consentiti, oltre agli interventi di cui all'articolo precedente e con le modalità ivi previste, gli ampliamenti volumetrici degli edifici esistenti esclusivamente finalizzati alla realizzazione di servizi igienici, volumi tecnici, autorimesse pertinenziali, rialzamento del sottotetto al fine di renderlo abitabile senza che si costituiscano nuove unità immobiliari, nonché manufatti che non siano qualificabili quali volumi edilizi, purché corredati da un adeguato studio geotecnico da cui risulti la compatibilità con le condizioni di pericolosità che gravano sull'area.

I nuovi interventi, gli interventi di ristrutturazione urbanistica nonché gli interventi

	di ristrutturazione edilizia diversi da quelli di cui all'art.10 sono consentiti a condizione che siano preventivamente realizzate le opere di consolidamento e di messa in sicurezza, con superamento delle condizioni di instabilità, relative al sito interessato dal nuovo intervento, previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla compatibilità di tali opere rispetto alle previsioni generali di sistemazione dell'area. Nel caso di frane quiescenti, qualora le opere di consolidamento e messa in sicurezza siano elemento strutturale sostanziale della nuova edificazione, è ammessa la contestualità.
<i>PERICOLOSITÀ S.U.</i>	Nella "carta della pericolosità idraulica e della pericolosità da frana" dello Strumento Urbanistico (informatizzazione delle carte tematiche) si richiamano le perimetrazioni di cui al Piano di Assetto Idrogeologico.
<i>RISCHIO GEOMORFOLOGICO</i>	Il rischio geomorfologico è a nostro avviso medio-basso nello stato attuale e medio-alto nelle condizioni di progetto, considerata la notevole incidenza sul versante dell'intervento estrattivo (al pari di qualsiasi cava del genere).
<i>RISCHIO SEPPELLIMENTO</i>	Moderato, legato ai movimenti di terra conseguenti al progetto.
<i>ACCORGIMENTI</i>	La conformazione della cava dovrà essere definita in riferimento alle caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso roccioso e delle verifiche di stabilità dei versanti.
<i>PROBLEMATICHE DI VERSANTE</i>	Si definiscono aree con "problematiche di versante": le frane attive, quiescenti, inattive (pericolosità geomorfologica G.2 del 26/R), altre aree classificate in pericolosità geomorfologica G.3 dai vigenti strumenti urbanistici, nonché quelle individuate dal geologo (presenza di dissesti gravitativi o erosivi) o da altri strumenti, quali PTCP o PAI. Per dette aree sono necessarie specifiche indagini geologiche, geofisiche e geotecniche, tenuto conto delle dimensioni delle opere di progetto e della rispettiva classe d'indagine. Nello specifico, questa valutazione sarà trattata nell'ambito della relazione geotecnica. Per il momento ci limitiamo a dire che nell'area d'intervento sono presenti problematiche di versante, come meglio argomentato nei precedenti paragrafi.

2.6 IDROLOGIA E IDRAULICA

<i>DATI METEOROLOGICI REGIONALI</i>	Per la definizione delle caratteristiche meteorologiche regionali abbiamo fatto riferimento all'Atlante Climatico del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare. Qui sono elaborati i dati climatici del periodo 1971-2000 per diverse stazioni, tra le quali abbiamo preso in considerazione Pisa San Giusto, Firenze Peretola e Arezzo.
-------------------------------------	--

Stazione meteorologica di Pisa / S. Giusto (7 m slm)									
	Temperatura media mensile (°C)			Precipitazioni (mm)		Numero giorni piovosi			
	Media	Massima	Minima	Media mese	Max in 24h	>1mm	>5mm	>10mm	>50mm
Gen	6.8	11.4	2.2	63.4	76.0	8.1	4.0	2.3	0.1
Feb	7.6	12.6	2.5	57.5	47.6	7.2	3.6	1.7	0.0
Mar	9.8	15.2	4.4	59.8	43.6	7.6	3.9	2.1	0.0
Apr	12.5	17.8	7.2	89.1	50.8	9.7	5.4	3.3	0.0
Mag	16.4	22.2	10.7	61.5	129.6	7.3	3.8	2.0	0.1
Giu	20.0	26.0	14.1	47.8	45.2	5.2	2.8	1.5	0.0
Lug	23.1	29.4	16.7	25.4	165.8	2.5	1.1	0.6	0.1
Ago	23.4	29.5	17.2	49.4	71.4	3.6	2.6	1.7	0.1
Set	20.0	25.7	14.3	101.5	223.6	6.3	3.9	3.0	0.4
Ott	15.8	20.9	10.7	140.3	131.0	8.8	5.9	4.2	0.5
Nov	10.7	15.3	6.1	123.5	134.6	9.4	5.8	3.8	0.2
Dic	7.6	11.8	3.4	74.4	62.8	8.5	4.6	2.6	0.0
TOT o MED	14.5	19.8	9.1	893.6	98.5	84.2	47.4	28.8	1.5

Stazione meteorologica di Firenze / Peretola (38 m slm)									
	Temperatura media mensile (°C)			Precipitazioni (mm)		Numero giorni piovosi			
	Media	Massima	Minima	Media mese	Max in 24h	>1mm	>5mm	>10mm	>50mm
Gen	6.5	10.9	2.0	60.5	52.0	8.3	4.1	2.2	0.0
Feb	7.5	12.5	2.5	63.7	51.4	7.1	4.0	2.2	0.0
Mar	10.3	15.7	4.9	63.5	44.0	7.5	4.4	2.3	0.0
Apr	13.0	18.5	7.5	86.4	52.0	9.7	5.7	3.0	0.0
Mag	17.7	23.7	11.6	70.0	53.4	8.4	4.5	2.4	0.0
Giu	21.4	27.7	15.0	57.1	47.6	6.3	3.6	1.8	0.0
Lug	24.6	31.4	17.7	36.7	94.2	3.5	1.7	1.3	0.1
Ago	24.6	31.5	17.7	56.0	86.0	5.4	3.0	2.0	0.1
Set	20.5	26.7	14.4	79.6	61.4	6.2	4.3	2.7	0.2
Ott	15.5	20.9	10.1	104.2	95.6	8.5	5.5	3.5	0.2
Nov	9.9	14.7	5.1	113.6	65.6	9.0	5.8	3.9	0.2
Dic	6.8	11.1	2.6	81.3	55.0	8.3	4.8	2.7	0.1
TOT o MED	14.9	20.4	9.3	872.6	63.2	88.2	51.4	30.0	0.9

Stazione meteorologica Arezzo (249 m slm)									
	Temperatura media mensile (°C)			Precipitazioni (mm)		Numero giorni piovosi			
	Media	Massima	Minima	Media mese	Max in 24h	>1mm	>5mm	>10mm	>50mm
Gen	4.5	9.1	0.0	46.6	58.6	6.9	3.3	1.5	0.0
Feb	5.6	10.7	0.5	51.3	34.4	6.8	3.4	1.4	0.0
Mar	8.1	14.0	2.2	58.7	59.2	6.9	3.9	1.8	0.1
Apr	10.7	16.8	4.7	75.5	44.4	9.4	5.0	2.7	0.0
Mag	15.4	22.3	8.5	72.8	64.8	9.0	4.8	2.5	0.1
Giu	18.9	26.1	11.6	56.9	56.0	6.9	3.3	1.8	0.1
Lug	22.0	30.0	13.9	41.2	51.4	3.8	2.1	1.3	0.1
Ago	22.1	30.2	14.1	44.7	75.2	4.8	2.5	1.4	0.1
Set	18.2	25.4	11.1	81.1	85.0	6.6	4.1	2.8	0.2
Ott	13.5	19.4	7.6	95.5	74.8	8.3	5.4	3.2	0.2
Nov	8.2	13.1	3.3	106.6	58.6	9.0	6.0	3.7	0.2
Dic	5.2	9.5	1.0	70.6	67.0	7.6	4.3	2.4	0.1
TOT o MED	12.7	18.9	6.5	801.5	60.8	86.0	48.1	26.5	1.2

Per la zona d'interesse è atteso un clima maggiormente rigido, per effetto dell'esposizione a nord e della collocazione montana. Le precipitazioni medie dovrebbero ugualmente essere un po' più elevate per l'appartenenza alla catena appenninica.

PRECIPITAZIONI ESTREME

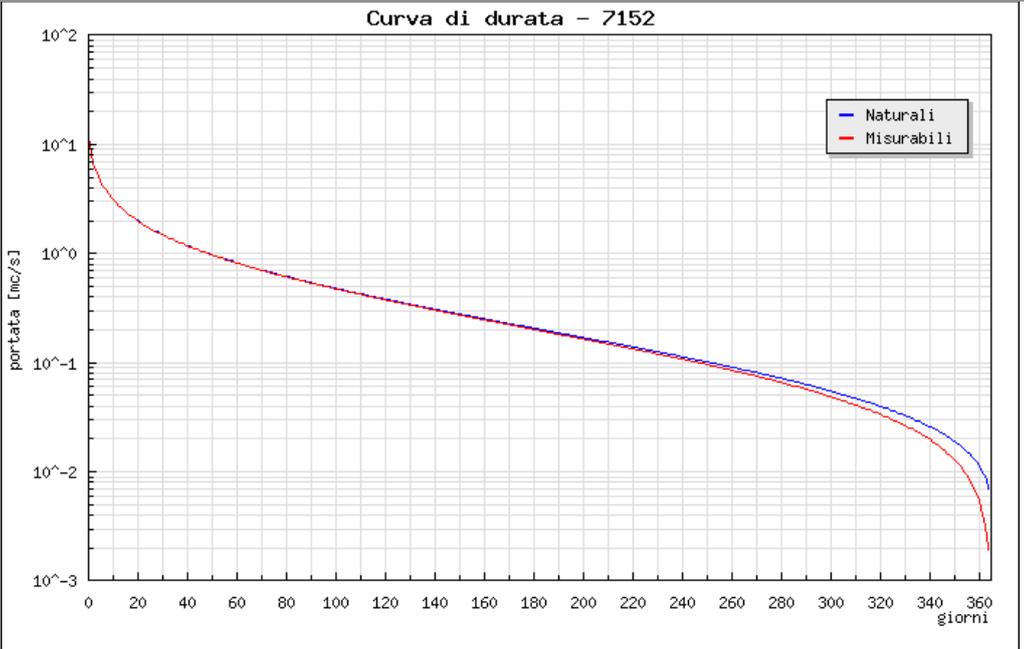
Le numerose stazioni meteorologiche della zona (ne sono state consultate 13 negli archivi dell'Ufficio Idrografico) sono caratterizzate da serie di dati riguardanti le precipitazioni estreme molto brevi e discontinue. Per questo motivo abbiamo deciso di non elaborare le informazioni disponibili ma piuttosto di fare riferimento agli studi condotti dall'Ufficio Idrografico e Mareografico di Pisa (aggiornamento Autorità di Bacino del Fiume Arno anno 2010), riguardanti le Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica. Per la stazione meteorologica di Vellano l'altezza massima della pioggia espressa in millimetri è stimata mediante $h=at^nT^m$, dove:

- $a = 25.018$ per piogge inferiori di 1 ora (23.799 per durate superiori)
- t è la durata della pioggia espressa in ore
- $n = 0.390$ per piogge inferiori di 1 ora (0.418 per durate superiori)
- T è il tempo di ritorno espresso in anni
- $m = 0.169$ per piogge inferiori di 1 ora (0.157 per durate superiori)

Per durata della pioggia di 0,05 ore (corrispondente al tempo di corruzione alla sezione di calcolo) e un tempo di ritorno di 100 anni si calcola un'altezza

	di pioggia 17 mm. Con tempo di ritorno 200 anni le precipitazioni salgono a 19 mm.																																																						
BACINO IDROGRAFICO	<p>Il luogo d'interesse è situato nel bacino idrografico del Torrente Pescia. Il corso d'acqua principale scorre a 40/50 m dall'area d'intervento (piazzale inferiore). A fianco della cava, a una decina di metri di distanza, scorre il Fosso di Pian del Lago. Presso la cava esistente, questo corso d'acqua è spostato rispetto alla posizione originaria, per effetto dei passati lavori estrattivi. Di conseguenza, adesso le acque passano per un tratto dentro una particella catastale indisponibile all'azienda richiedente. Per tale motivo non sono previsti interventi di sistemazione del fosso esistente né sono effettuati scarichi.</p> <p>Il sottobacino idrografico della cava, nella sua massima estensione (stato finale), è classificabile come piccolo bacino montano ed è caratterizzato dalle seguenti misure:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIZIONE</th> <th>DEFINIZIONE</th> <th>MISURA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>superficie</td> <td>A in pianta</td> <td>0,021 km²</td> </tr> <tr> <td>lunghezza</td> <td>L proiezione in pianta dell'asta principale</td> <td>0,19 km</td> </tr> <tr> <td>perimetro</td> <td>P in pianta</td> <td>0,71 km</td> </tr> <tr> <td>quota massima</td> <td>H_{max}</td> <td>425 m slm</td> </tr> <tr> <td>quota di chiusura</td> <td>H_{min}</td> <td>320 m slm</td> </tr> <tr> <td>altitudine media</td> <td>H_{med} = (H_{max} + H_{min}) / 2</td> <td>372 m slm</td> </tr> <tr> <td>rilievo</td> <td>ΔH_{bacino} = H_{max} - H_{min}</td> <td>105 m</td> </tr> <tr> <td>pendenza colmo - chiusura</td> <td>i_c = ΔH_{asta} / L</td> <td>0,35</td> </tr> <tr> <td>pendenza retta di compenso</td> <td>i_m regressione lineare del profilo longitudinale passante per la quota di chiusura</td> <td>0,26</td> </tr> <tr> <td>fattore di circolarità</td> <td>R_c = 4 π A/P²</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>fattore di forma</td> <td>F = A/L²</td> <td>0,04</td> </tr> <tr> <td>rapporto di allungamento</td> <td>E = 2 (radq A) / L (radq π)</td> <td>0,86</td> </tr> <tr> <td>densità di drenaggio</td> <td>D = Σl / A essendo Σl la somma di tutte le aste fluviali del bacino così come rappresentate nella CTR scala 1:10.000</td> <td>0 km⁻¹</td> </tr> <tr> <td>tempo di corrivazione</td> <td>t_c = (4 radq A + 1,5 L) / (0,8 radq (H_{med} - H_{min})) - formula di Giandotti</td> <td>0,02 ore</td> </tr> <tr> <td>"</td> <td>t_c = 0,1272 radq (A/i_m) - formula di Ventura</td> <td>0,04 ore</td> </tr> <tr> <td>"</td> <td>t_c = 0,108 (A L)^{1/3} / (radq i_m) - formula di Pasini</td> <td>0,03 ore</td> </tr> <tr> <td>"</td> <td>t_c = L / 3,6 V - formula di Viparelli, essendo V velocità scorrimento, normalmente posta 1,0-1,5 m/s</td> <td>0,04-0,05 ore</td> </tr> </tbody> </table> <p>Ritenendo le precedenti stime sottodimensionate, assumiamo per la cava di Ponte a Cosce un tempo di corrivazione di 0,05 ore (pari a 3 minuti).</p>	DESCRIZIONE	DEFINIZIONE	MISURA	superficie	A in pianta	0,021 km ²	lunghezza	L proiezione in pianta dell'asta principale	0,19 km	perimetro	P in pianta	0,71 km	quota massima	H _{max}	425 m slm	quota di chiusura	H _{min}	320 m slm	altitudine media	H _{med} = (H _{max} + H _{min}) / 2	372 m slm	rilievo	ΔH _{bacino} = H _{max} - H _{min}	105 m	pendenza colmo - chiusura	i _c = ΔH _{asta} / L	0,35	pendenza retta di compenso	i _m regressione lineare del profilo longitudinale passante per la quota di chiusura	0,26	fattore di circolarità	R _c = 4 π A/P ²	0,52	fattore di forma	F = A/L ²	0,04	rapporto di allungamento	E = 2 (radq A) / L (radq π)	0,86	densità di drenaggio	D = Σl / A essendo Σl la somma di tutte le aste fluviali del bacino così come rappresentate nella CTR scala 1:10.000	0 km ⁻¹	tempo di corrivazione	t _c = (4 radq A + 1,5 L) / (0,8 radq (H _{med} - H _{min})) - formula di Giandotti	0,02 ore	"	t _c = 0,1272 radq (A/i _m) - formula di Ventura	0,04 ore	"	t _c = 0,108 (A L) ^{1/3} / (radq i _m) - formula di Pasini	0,03 ore	"	t _c = L / 3,6 V - formula di Viparelli, essendo V velocità scorrimento, normalmente posta 1,0-1,5 m/s	0,04-0,05 ore
DESCRIZIONE	DEFINIZIONE	MISURA																																																					
superficie	A in pianta	0,021 km ²																																																					
lunghezza	L proiezione in pianta dell'asta principale	0,19 km																																																					
perimetro	P in pianta	0,71 km																																																					
quota massima	H _{max}	425 m slm																																																					
quota di chiusura	H _{min}	320 m slm																																																					
altitudine media	H _{med} = (H _{max} + H _{min}) / 2	372 m slm																																																					
rilievo	ΔH _{bacino} = H _{max} - H _{min}	105 m																																																					
pendenza colmo - chiusura	i _c = ΔH _{asta} / L	0,35																																																					
pendenza retta di compenso	i _m regressione lineare del profilo longitudinale passante per la quota di chiusura	0,26																																																					
fattore di circolarità	R _c = 4 π A/P ²	0,52																																																					
fattore di forma	F = A/L ²	0,04																																																					
rapporto di allungamento	E = 2 (radq A) / L (radq π)	0,86																																																					
densità di drenaggio	D = Σl / A essendo Σl la somma di tutte le aste fluviali del bacino così come rappresentate nella CTR scala 1:10.000	0 km ⁻¹																																																					
tempo di corrivazione	t _c = (4 radq A + 1,5 L) / (0,8 radq (H _{med} - H _{min})) - formula di Giandotti	0,02 ore																																																					
"	t _c = 0,1272 radq (A/i _m) - formula di Ventura	0,04 ore																																																					
"	t _c = 0,108 (A L) ^{1/3} / (radq i _m) - formula di Pasini	0,03 ore																																																					
"	t _c = L / 3,6 V - formula di Viparelli, essendo V velocità scorrimento, normalmente posta 1,0-1,5 m/s	0,04-0,05 ore																																																					
COEFFICIENTE DI AFFLUSSO	<p>Per la stima del coefficiente di afflusso si fa riferimento alla formula empirica di Rossi e Villani (1995) C_F=0,13 P_p + 0,60 (1 - P_p) dove P_p è la percentuale del bacino da considerare permeabile. Quest'ultimo valore è prossimo a zero per le piogge di lunga durata (dopo la saturazione delle coperture, il substrato è in grado di ricevere quantitativi d'acqua trascurabili rispetto al totale delle piogge) e molto più elevato (si ipotizza P_p=0,5) per le piogge di breve durata (le diffuse coperture pedologiche possono inizialmente trattenere un'elevata aliquota delle piogge).</p> <p>Per le piogge con durata analoga al tempo di corrivazione sopra stimato si</p>																																																						

	calcola quindi $C_F=0,36$.																																				
REGIME IDROLOGICO	<p>Il regime idrologico del sistema di drenaggio locale è occasionale per quanto riguarda il Fosso di Pian del Lago e torrentizio per quanto riguarda il Torrente Pesca. Entrambi i corsi d'acqua non sono interessati dal progetto, fatti salvi eventuali prelievi e scarichi idrici.</p> <p>Per la valutazione degli afflussi si potrà fare riferimento alla Decisione G.R. n. 18 del 29/12/1994 che fornisce il contributo unitario di piena "Q" per bacini inferiori a 30 km². Nella tabella sottostante si riportano la classificazione e i valori relativi.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Area "S" (km²)</th> <th>Contributo unitario di piena "Q" (m³/s x km²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0-5</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>5-10</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>10-20</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>20-30</td> <td>15</td> </tr> </tbody> </table>	Area "S" (km ²)	Contributo unitario di piena "Q" (m ³ /s x km ²)	0-5	30	5-10	22	10-20	18	20-30	15																										
Area "S" (km ²)	Contributo unitario di piena "Q" (m ³ /s x km ²)																																				
0-5	30																																				
5-10	22																																				
10-20	18																																				
20-30	15																																				
BILANCIO IDRICO	<p>Il Torrente Pesca di Pesca (o di Vellano) è formato da due rami principali, il torrente Pesca di Pontito e torrente Pesca di Calamecca. I rami si uniscono a Sorana. La Pesca si perde nel Padule di Altopascio e gran parte delle sue acque si immettono nel canale del Capannone.</p> <p>Dalla schedatura del Piano Stralcio Bilancio Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno (scheda 34 - Corso d'acqua Fiume Pesca di Pesca - Nome Usciana Alta - Affluente centrale) si ricavano le seguenti informazioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Area [kmq]: 98,2 • Elevazione media [m slm]: 471,6 • Pendenza media [%]: 36,7 • Indice di Funzionalità Fluviale: buono-mediocre • Stato Qualità: 5 (pessimo) • Deflusso minimo vitale: [mc/s] 0,050 - [Mmc/anno] 1,58 • Uso del Suolo Corine Land Cover: Classe 1 (Territori modellati artificialmente) [%] 4,0 - Classe 2 (Territori agricoli) [%] 21,2 - Classe 3 (Territori boscati e ambienti semi-naturali) [%] 74,4 - Classe 4 (Zone umide) [%] 0,4 - Classe 5 (Corpi idrici) [%] 0,0 • Prelievi medi per fonte di approvvigionamento: acque superficiali [mc/s] 0,145 - sorgenti [mc/s] 0,024 - subalveo [mc/s] 0,119 • Prelievo medio totale [mc/s]: 0,288 • Restituzione media da impianti di depurazione [mc/s]: -0,063 • Prelievo netto specifico [l/s/Kmq]: 2,28 • Prelievi per tipologia: idropotabile [mc/s] 0,062 - irriguo [mc/s] 0,119 - industriale+servizi [mc/s] 0,087 - venatorio [mc/s] 0,000 • Contributo prelievi netti interbacini di monte: Usciana Alta - Affluente di dx [mc/s] 0,460 • Classe di criticità bilancio idrico: 2 • Criticità max valle [classe]: 2 • Criticità sezioni/sottobacini di monte [classe]: Usciana Alta - Affluente di dx 1 <p>Le portate di riferimento per tale bacino sono riassunte nella seguente tabella:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>codice</th> <th>bacino</th> <th>Q10</th> <th>Q30</th> <th>Q60</th> <th>Q91</th> <th>Q135</th> <th>Q182</th> <th>Q274</th> <th>Q355</th> <th>Q7,2</th> <th>giorni</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>m³/s</td> <td>m³/s</td> <td>m³/s</td> <td>m³/s</td> <td>m³/s</td> <td>m³/s</td> <td>m³/s</td> <td>m³/s</td> <td>m³/s</td> <td>critici</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>8012</td> <td>usciana</td> <td>1.294</td> <td>0.184</td> <td>0.089</td> <td>0.076</td> <td>0.069</td> <td>0.066</td> <td>0.057</td> <td>0.04</td> <td>0.05</td> <td>22</td> </tr> </tbody> </table> <p>Si individuano inoltre le curve di durata, che mettono in relazione la portata media di deflusso superficiale con il numero di giorni all'anno in cui la stessa portata viene superata.</p>	codice	bacino	Q10	Q30	Q60	Q91	Q135	Q182	Q274	Q355	Q7,2	giorni			m ³ /s	critici	8012	usciana	1.294	0.184	0.089	0.076	0.069	0.066	0.057	0.04	0.05	22								
codice	bacino	Q10	Q30	Q60	Q91	Q135	Q182	Q274	Q355	Q7,2	giorni																										
		m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	critici																										
8012	usciana	1.294	0.184	0.089	0.076	0.069	0.066	0.057	0.04	0.05	22																										

	<p style="text-align: center;">Curva di durata - 7152</p>  <p>Il bacino in questione è caratterizzato da superficie di 24.1 km², deflusso minimo vitale $Q_{7,2} = 0.009 \text{ m}^3/\text{s}$ (portata minima per 7 giorni consecutivi e tempo di ritorno 2 anni) e $Q_{7,10} = 0.005 \text{ m}^3/\text{s}$ (portata minima per 7 giorni consecutivi e tempo di ritorno 10 anni). Il luogo d'interesse è quindi compreso in un interbacino a deficit medio (C2) in cui la portata alla sezione di chiusura è inferiore al DMV per un periodo compreso tra 30 e 0 giorni. L'obiettivo di riequilibrio è attuato dalle Autorità competenti, avvalendosi dei dati di bilancio riportati nelle Schede di sintesi e pianificando la gestione della risorsa idrica secondo le priorità di legge.</p>
<i>DINAMICA FLUVIALE</i>	Irrilevante per l'intervento di progetto.
<i>AMBITI FLUVIALI</i>	<p>Il Torrente Pescia di Vellano rientra tra i <i>Corsi d'acqua principali ai fini del corretto assetto idraulico</i> individuati dal Piano di Indirizzo Territoriale. Gli strumenti della pianificazione territoriale e gli atti di governo del territorio a non devono prevedere nuove edificazioni, manufatti di qualsiasi natura o trasformazioni morfologiche negli alvei, nelle golene, sugli argini e nelle aree comprendenti le due fasce della larghezza di m.10 dal piede esterno dell'argine o, in mancanza, dal ciglio di sponda dei corsi d'acqua principali ai fini del corretto assetto idraulico.</p>
<i>ACQUE PUBBLICHE</i>	<p>Il Torrente Pescia di Vellano e il Fosso di Pian del Lago sono classificabili come acque pubbliche poiché evidenziati da doppio tratto continuo catastale e individuati nella CTR. Trovano quindi applicazione le salvaguardie stabilite dal RD 534/1904:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ogni opera nell'alveo, sulle sponde o sugli argini dei fiumi, torrenti, rivi, scolatoi pubblici e canali di proprietà demaniale deve essere autorizzata dall'Autorità competente • sono vietate, tra l'altro, le piantagioni di alberi e siepi, le fabbriche, gli scavi e lo smovimento del terreno a distanza dal piede degli argini e loro accessori, minore di quella stabilita dalle discipline vigenti nelle diverse località, ed in mancanza di tali discipline, a distanza minore di metri quattro per le piantagioni e smovimento del terreno e di metri dieci per le fabbriche e per gli scavi
<i>SALVAGUARDIE DPCM 226/1999</i>	L'area d'interesse non rientra tra le "aree allagate", le "pertinenze fluviali dell'Arno e dei suoi affluenti", gli "interventi strutturali per la riduzione del rischio idraulico" definite dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno in base al cosiddetto "decreto Sarno".

<i>PERICOLOSITÀ PAI</i>	L'area d'interesse non rientra tra le quelle soggette a pericolosità idraulica.
<i>AREE SENSIBILI (art. 91 DLgs 152/06)</i>	Il luogo d'intervento, come gran parte del bacino dell'Arno (con esclusione della Val di Sieve e del Casentino) è definito sensibile. Trova quindi applicazione l'art. 106 del DLgs 152/06.
<i>ZONE VULNERABILI (artt. 92-93 DLgs 152/06)</i>	La zona d'interesse non è inclusa tra le zone vulnerabili da nitrati di origine agricola e le zone vulnerabili da prodotti fitosanitari e zone vulnerabili alla desertificazione.
<i>PERICOLOSITÀ S.U.</i>	Nella "carta della pericolosità idraulica e della pericolosità da frana" dello Strumento Urbanistico (informatizzazione delle carte tematiche) si richiamano le perimetrazioni di cui al Piano di Assetto Idrogeologico.
<i>RISCHIO IDRAULICO</i>	Assente, anche in considerazione dell'elevato dislivello tra la cava e il Torrente Pescia.
<i>TRASPORTO SOLIDO</i>	I locali corsi d'acqua sono caratterizzati da un trasporto solido modesto. Nell'ambito dell'attività estrattiva è invece prevedibile un discreto dilavamento delle polveri, con conseguente aumento del trasporto solido. Per tale ragione sono da prevedere sistemi di decantazione delle acque dilavanti.

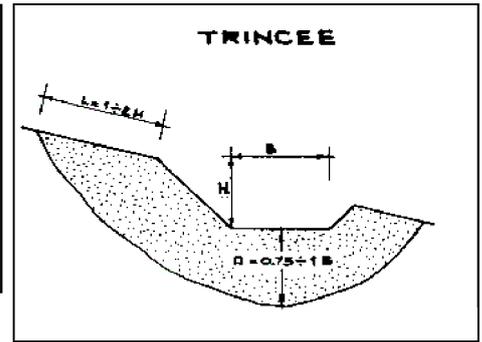
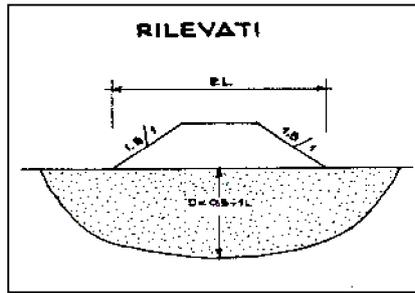
2.7 IDROGEOLOGIA

<i>QUADRO IDROGEOLOGICO</i>	La Formazione del Macigno ospita solo localmente acquiferi di tipo secondario, che talvolta possono assumere una discreta importanza. Nella zona d'intervento l'ammasso roccioso risulta particolarmente "chiuso", privo di importanti faglie e fratture e quindi caratterizzato da bassa permeabilità. Non sono inoltre rilevabili nella zona emergenze idriche significative.
<i>RAPPORTI FIUME-FALDA</i>	Nell'ambito della cava non si dovrebbero avere collegamenti tra falda (presumibilmente assente) e corsi d'acqua (il Torrente Pescia scorre a quote più basse).
<i>TERRENI DI COPERTURA</i>	Lo spessore e la natura terrosa delle coperture rende trascurabile la circolazione idrica al loro interno.
<i>ACQUIFERO SUPERFICIALE</i>	Per quanto riscontrato in campagna, non è presente un acquifero superficiale.
<i>ACQUIFERI PROFONDI</i>	A elevate profondità si possono avere corpi acquiferi, soprattutto nel caso di aumento della fratturazione dell'ammasso roccioso e collegamento con il Torrente Pescia.
<i>POZZI E SORGENTI CENSITI</i>	In base alle ricerche e ai rilievi eseguiti, nell'area d'interesse non risultano pozzi e sorgenti per acqua captate e regimate.
<i>PIEZOMETRIA</i>	Non rilevata. Si ritiene che l'ammasso roccioso interessato dal progetto possa essere considerato asciutto.
<i>VULNERABILITÀ ACQUIFERO</i>	Medio bassa, per la corrispondente permeabilità dell'ammasso roccioso. La carta della vulnerabilità degli acquiferi del Piano Strutturale assegna i locali affioramenti del Macigno alla classe 4a con vulnerabilità media; le coperture detritiche e le paleofrane (presenti a monte della cava) sono invece assegnate alla classe 2a con vulnerabilità medio-alta.
<i>AREE DI SALVAGUARDIA (art. 94 DLgs 152/06)</i>	L'area d'intervento non è sottoposta alle salvaguardie delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano. Si ricorda che tali salvaguardie sono disposte dalle Regioni su proposta delle Autorità di Ambito (ATO); in loro assenza vale una estensione di 200 metri di raggio rispetto al punto di captazione o di derivazione.

3 ASPETTI GEOTECNICI

3.1 VOLUME SIGNIFICATIVO

Per la definizione del volume significativo del terreno influenzato significativamente dall'opera di progetto si fa riferimento alle Raccomandazioni A.G.I. (1977), secondo gli schemi riprodotti a fianco. In presenza di terreni stratificati o di strati dalle scadenti caratteristiche in profondità, gli spessori da indagare devono essere incrementati.



Nel nostro caso lo scavo è complessivamente alto 75 m e i terreni presentano ottime caratteristiche geotecniche, per cui l'area d'influenza si estende circa 100 m a monte della cava e pochi metri verso valle. Lo spessore influenzato dall'opera è di circa 50 m rispetto alla base di scavo.

3.2 INDAGINI EFFETTUATE O PROGRAMMATE

3.2.1 PROGRAMMAZIONE DELLE INDAGINI

Le presenti indagini geotecniche completano la caratterizzazione del territorio e dei terreni di cui alla relazione geologica redatta dallo scrivente per il medesimo intervento. Non sono quindi ripetuti, ma semplicemente richiamati, i contenuti della relazione suddetta.

Tenuto conto delle problematiche evidenziate nella modellazione geologica, della documentazione disponibile, della complessità, dell'importanza, della rilevanza, dell'uso dell'opera in progetto e degli effetti sulle aree circostanti sono state programmate le seguenti indagini:

INDAGINE	FINALITÀ	MARGINI DI ERRORE	FASE
Reperimento di informazioni bibliografiche	Individuazione preliminare delle problematiche della zona	Medio-alto, considerato il dettaglio limitato delle informazioni reperite	Preliminare
Rilevamento geologico, geomorfologico e geomeccanico	Analisi iniziale delle condizioni di stabilità dei versanti e delle caratteristiche geolitologiche	Medio-basso (per errori interpretativi)	Preliminare
Rilevamento topografico	Formazione della base cartografica per i rilievi tematici e la progettazione	Basso per il sistema di coordinate locale, medio per il sistema di coordinate geografiche	Preliminare
Prove di compressione sui materiali	Verifica della qualità giacimentologica e geomeccanica dei materiali	Medio, considerata l'attendibilità delle prove ma anche la variabilità dei campioni	Preliminare
Misure sismiche	Valutazione dello spessore dei terreni di copertura, stima delle velocità sismiche	Medio alto per le ricostruzioni stratigrafiche; medio per la stima delle velocità delle onde Vs	Esecutivo

3.2.2 RILEVAMENTO TOPOGRAFICO

Il rilievo topografico è commentato nella relazione tecnica del progetto preliminare di coltivazione.

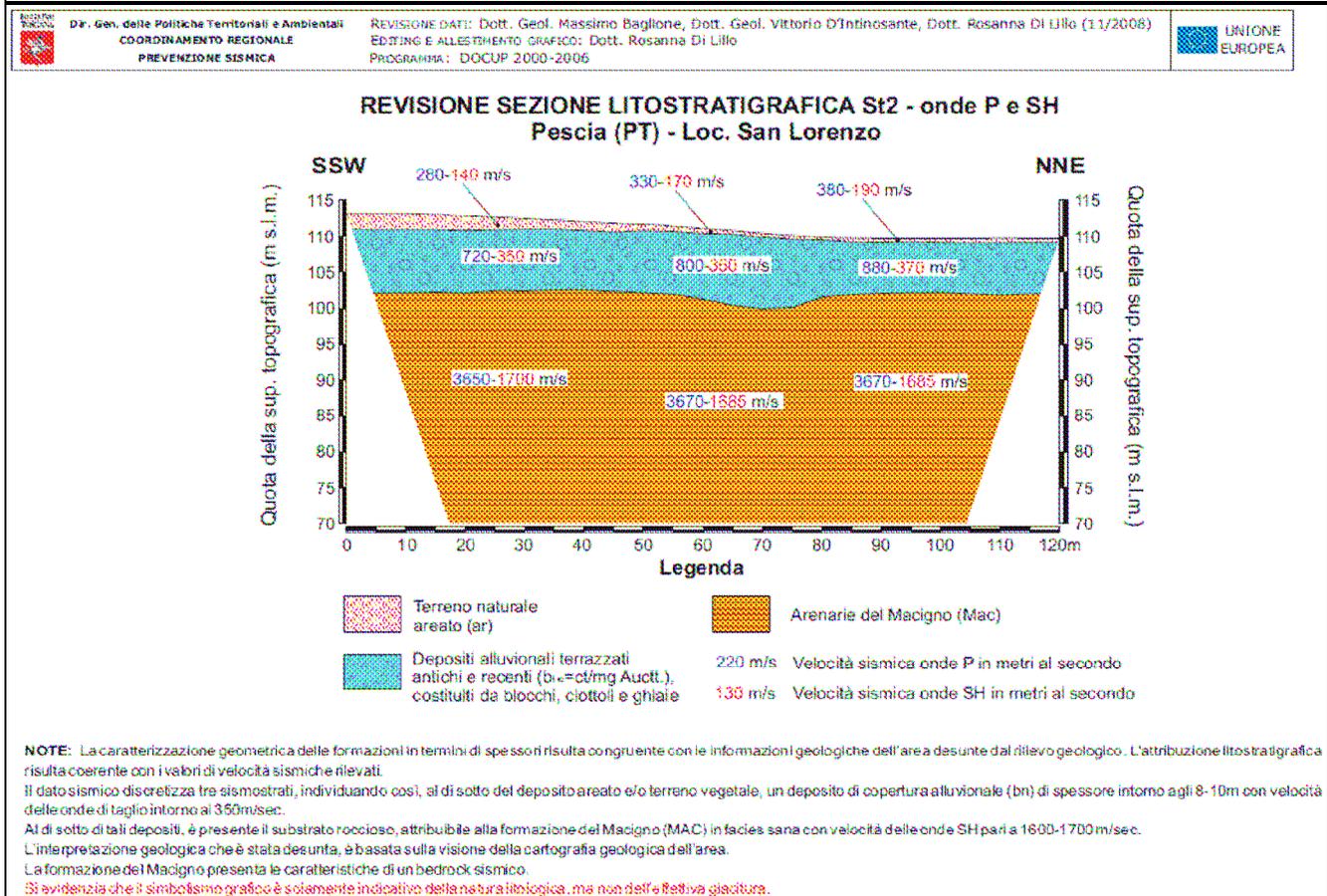
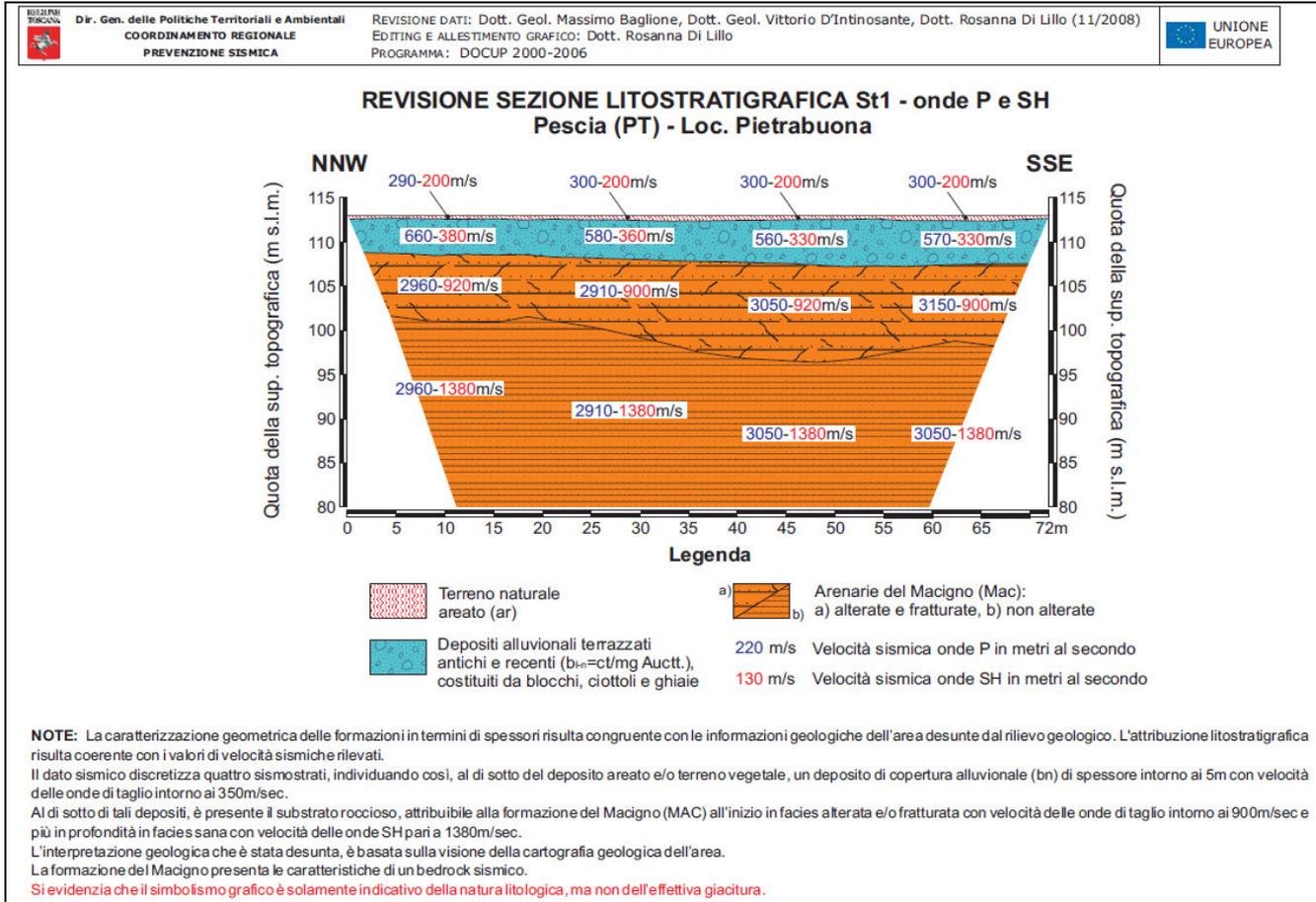
3.2.3 ANALISI DI LABORATORIO DELLE TERRE

A fondo testo sono riportate alcune prove di laboratorio delle terre effettuate per la definizione della resistenza alla compressione e all'usura della roccia integra. I valori ricavati sono serviti in prima analisi per una valutazione merceologica dei materiali provenienti dalla cava di ponte a Cosce e in seconda analisi per la classificazione geomeccanica.

3.2.4 SISMICA ATTIVA

Si prevede l'esecuzione di specifiche indagini sismiche nella fase esecutiva di progettazione. Per il momento sono state solamente reperite alcune informazioni in seno al programma DOCUP di cod. R2GeologicoTecnicaPreliminare_QA09Cosce.doc

riduzione del rischio sismico nelle aree produttive della Regione Toscana, riferibili al centro abitato di Pietrabuona.



Le due sezioni litostratigrafiche riportate derivano da altrettanti stendimenti sismici a rifrazione eseguiti nel fondovalle del Torrente Pesca. A parte i terreni alluvionali, le arenarie del substrato dovrebbero avere caratteristiche molto simili al macigno della cava Ponte a Cosce.

3.3 MODELLO GEOTECNICO

3.3.1 STRATIGRAFIA

In base alle informazioni precedentemente esposte per l'area d'intervento si consideri la seguente successione stratigrafica.

UNITÀ	BASE (m)	DESCRIZIONE
1	0-2 m	Detriti residuali della precedente attività estrattiva
2	0-2 m	Suolo e coperture detritiche naturali
3	>100 m	Formazione del Macigno, caratterizzata dalla prevalenza di arenaria

3.3.2 SCELTA DEI PARAMETRI

Dall'esame critico delle precedenti misurazioni, analisi e interpretazioni, tenuto conto dei valori di letteratura e delle problematiche specifiche della zona, si propongono i seguenti parametri caratteristici del terreno, da utilizzare per i dimensionamenti geotecnici preliminari:

unità	γ (kN/m ³)	γ_s (kN/m ³)	ϕ' (°)	ϕ_R' (°)	c' (kN/m ²)	c_R' (kN/m ²)	E (kN/m ²)	μ
	peso volume naturale	peso volume saturo	angolo attrito drenato	angolo attrito ridotto	coesione drenata	coesione ridotta	modulo elastico	coefficiente Poisson
1	17	20	30	25	0	0	1.000	0,40
2	18	19	25	20	0	0	1.000	0,40
3	27	27	45	39	400	323	650.000	0,25

I due parametri ridotti si riferiscono alle verifiche SLU approccio 1 combinazione 2 di cui alle nuove N.T.C.

Non sono indicati i parametri non drenati per i terreni che assicurano lo scarico delle pressioni neutre in ogni condizione di carico.

4 ASPETTI SISMICI

4.1 CLASSIFICAZIONE DEL TERRITORIO

La mappa illustra la classificazione sismica della Toscana ai sensi della Del. G.R. 431/2006. Il comune di Pescia ricade nella zona 3.

4.2 CATEGORIA DEL SUOLO

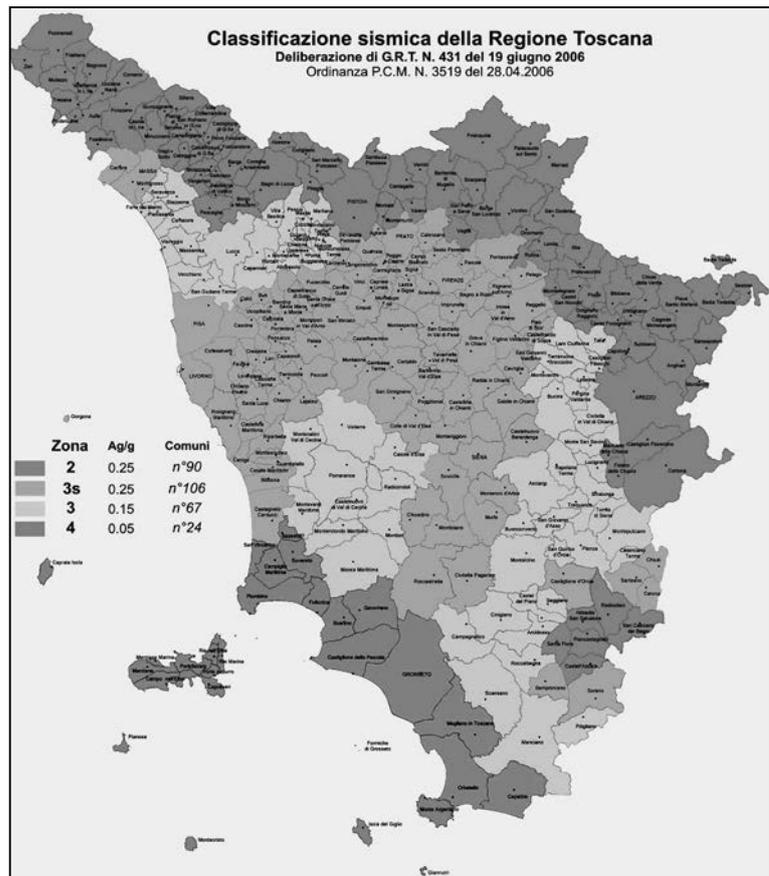
Per il calcolo delle azioni sismiche di progetto e la valutazione dell'amplificazione del moto sismico, il DM 14.09.2005 definisce le seguenti categorie di suolo di fondazione:

- A Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.
- B Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica $N_{SPT} > 50$, o coesione non drenata $c_u > 250$ kPa).
- C Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{s30} compresi tra 180 e 360 m/s ($15 < N_{SPT} < 50$, $70 < c_u < 250$ kPa).
- D Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 180$ m/s ($N_{SPT} < 15$, $c_u < 70$ kPa).
- E Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di V_{s30} simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con $V_{s30} > 800$ m/s.
- S1 Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($I_p > 40$) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 100$ m/s ($10 < c_u < 20$ kPa).
- S2 Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

Nella relazione geologica del Piano Strutturale si richiamano alcune misurazioni delle velocità sismiche per la zona di Vellano e per la vallata del Torrente Pescia di Pescia. Anche per le zone di affioramento roccioso, la V_{s30} determinata è principalmente riferibile alla categoria di suolo B; talvolta (Vellano) le velocità sismiche sono elevate e si passa alla categoria A.

Nel nostro caso, l'aspetto massivo del Macigno lascia pochi dubbi circa l'assegnazione alla categoria A. Tuttavia, le coperture presenti nella parte a monte di intervento potrebbero mascherare successioni marnose o siltitiche contraddistinte da minore velocità sismica e quindi potenzialmente attribuibili alla categoria B.

Le suddette incertezze potranno comunque essere sciolte con apposite indagini sismiche da effettuare in seno alla progettazione esecutiva della cava di Ponte a Cosce.



4.3 CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica	Coefficiente di amplificazione
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	1,0
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	1,2
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	1,2
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	1,4

Le suesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

Nel nostro caso siamo nella categoria topografica T4 (fronti di cava esistenti o di progetto).

4.4 AZIONE SISMICA

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione è espresso da una forma spettrale (normalizzata) riferita ad uno smorzamento convenzionale del 5%, moltiplicata per il valore della accelerazione orizzontale massima a_g su sito di riferimento rigido orizzontale. Sia la forma spettrale che il valore di a_g variano al variare della probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} .

Gli spettri così definiti possono essere utilizzati per strutture con periodo fondamentale minore o uguale a 4,0 s, esclusi i sottosuoli di categoria S1 o S2. Per caso in esame possiamo quindi procedere con la valutazione dello spettro sismico normalizzato.

I parametri sismici del luogo d'intervento sono stati ricavati utilizzando il software Geostru PS Parametri sismici. I dati immessi sono:

Latitudine	43,966796
Longitudine	10,733245
Classe dell'edificio	2
Vita nominale (anni)	100
Categoria sottosuolo	A
Categoria topografica	T4
Applicazione	fondazioni e pendii

Si calcolano:

COEFFICIENTI E PARAMETRI	SLO	SLD	SLV	SLC
Probabilità di superamento (%)	81	63	10	5
Tempo di ritorno (anni)	60	101	949	1950
Accelerazione orizzontale massima su sito di riferimento a_g (g)	0,075	0,096	0,222	0,277
Fattore di amplificazione spettrale massima su sito di riferimento rigido orizzontale F_0	2,461	2,424	2,402	2,403
Inizio del tratto a velocità costante dello spettro T_c (s)	0,262	0,268	0,290	0,310
Coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s	1,000	1,000	1,000	1,000
Coefficiente di categoria del sottosuolo C_c	1,000	1,000	1,000	1,000
Coefficiente di amplificazione topografica S_t	1,400	1,400	1,400	1,400
Coefficiente sismico orizzontale k_h	0,021	0,027	0,093	0,116
Coefficiente sismico verticale k_v	0,011	0,013	0,047	0,058
Accelerazione orizzontale massima attesa al sito a_{max} (m/s^2)	1,034	1,314	3,043	3,805
Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito β_s	0,200	0,200	0,300	0,300

4.5 POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

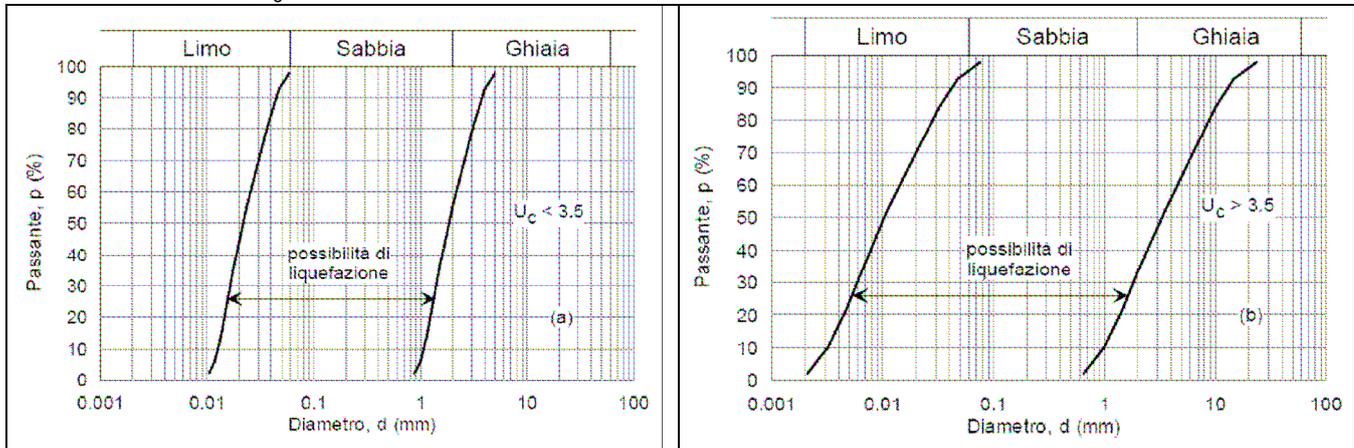
Il sito presso il quale è ubicato il manufatto deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate.

In prima analisi la liquefazione può verificarsi quando si manifestano tutte le seguenti condizioni:

cod. R2GeologicoTecnicaPreliminare_QA09Cosce.doc

25

1. eventi sismici attesi di magnitudo $M \geq 5$;
2. accelerazione massima attesa al piano campagna in assenza di manufatti $a_g \geq 0,1g$;
3. profondità media stagionale della falda inferiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica, normalizzata alla tensione efficace verticale di 100 kPa, $N_{SPT} \leq 30$ oppure $R_{pCPT} \leq 180$ kPa;
5. distribuzione granulometrica come da figure seguenti, differenziate in base al coefficiente di uniformità U_c .



In assenza di sabbie sciolte e falda si esclude la possibilità che si abbiano fenomeni di liquefazione.

5 VALUTAZIONI E VERIFICHE

Le verifiche a carattere geologico-geotecnico condotte consistono essenzialmente nelle verifiche di stabilità dei versanti e dei fronti estrattivi. Quanto segue è sviluppato a livello preliminare e verrà approfondito nell'ambito del progetto esecutivo di coltivazione, con particolare riferimento per le nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni.

5.1 STABILITÀ DEI VERSANTI

5.1.1 CONSIDERAZIONI GENERALI

Le condizioni di stabilità dei versanti nella zona d'intervento si giudicano buone. È infatti presente un substrato roccioso subaffiorante, molto resistente, composto da arenarie massive poco fratturate. Sono peraltro assenti dissesti.

La carta geologica regionale evidenzia delle paleofrane, che tuttavia sono collocate a quote superiori rispetto alla cava. Tali fenomeni inattivi hanno interessato la coltre detritica e colluviale presente in superficie, il cui spessore nella zona d'intervento risulta modesto.

L'intervento di progetto comporta l'asportazione dei materiali di copertura e il loro riutilizzo per il ripristino dei piazzali di cava. Nelle verifiche di stabilità si da quindi per scontata l'assenza del detrito, che sarà integralmente asportato nella zona di scavo e, in particolare, nella zona di coronamento, come prescritto dal DPR 128/59.

5.1.2 VERIFICHE DI STABILITÀ DEI VERSANTI – METODI PSEUDOSTATICI

Per effettuare le verifiche di stabilità è stato utilizzato il programma PCSTABL 5M. I dati immessi sono:

- la geometria del terreno (piano di campagna e contatti litologici) e della falda (nel nostro caso assente)
- le caratteristiche geotecniche dei terreni
- il metodo di calcolo (nel nostro caso Janbu con ricerca di superfici circolari, rivelatosi maggiormente appropriato dopo avere provato anche con gli altri metodi)
- le fasce di inizio e di fine dei cerchi (nei casi dubbi si opera per tentativi fino a trovare le posizioni maggiormente critiche)
- il numero dei punti di origine dei cerchi e il numero di cerchi da generare casualmente da ognuno di tali punti
- le condizioni sismiche

Ognuno dei cerchi generati viene automaticamente diviso in conci verticali, sui quali sono definite le varie componenti di spinta e calcolato il coefficiente di sicurezza. I dati ottenuti possono essere visualizzati mediante il disegno delle sezioni, dei cerchi e dei dati di sintesi e con completi tabulati di calcolo. Per evitare di appesantire troppo la relazione sono stati omessi i tabulati (che sono comunque disponibili).

Nelle figure dell'allegato D sono indicati i parametri geotecnici utilizzati, le caratteristiche geometriche, i 10 cerchi maggiormente critici e i rispettivi coefficienti di sicurezza. La superficie maggiormente critica ha elevato spessore ed è evidenziata da una freccia; gli altri cerchi sono individuati da una lettera in corrispondenza dell'estremo superiore.

L'aumento della pendenza del versante indotto dai lavori estrattivi porta a una riduzione del coefficiente di sicurezza, che si mantiene comunque adeguato rispetto alla normativa.

La verifica è stata condotta sulla sezione e nella fase maggiormente critica. Abbiamo quindi la certezza che nel resto della cava i coefficienti di sicurezza sono ancora più alti. Ulteriori e più precise verifiche saranno condotte nell'ambito del progetto esecutivo di coltivazione.

5.1.3 VERIFICHE DI STABILITÀ DEI VERSANTI – ANALISI CINEMATICA

L'analisi cinematica di stabilità risulta particolarmente indicata per gli ammassi rocciosi disomogenei, per i quali la presenza delle superfici di discontinuità esistenti gioca un ruolo fondamentale sugli equilibri tra forze destabilizzanti (peso dei corpi rocciosi delimitati dalle fratture) e forze stabilizzanti (attrito).

L'analisi cinematica, pur con le sue inevitabili semplificazioni, costituisce un efficace strumento per la comprensione del comportamento dell'ammasso roccioso e rappresenta un valido punto di raccordo fra la fase di rilevamento geologico tecnico e quella di progettazione.

L'analisi effettuata è di tipo statistico, dal momento che si basa su informazioni puntuali reperite in limitate parti dell'ammasso roccioso. Non è infatti possibile ricavare uno stato particolareggiato della fratturazione all'interno dell'ammasso roccioso oggetto di escavazione, bensì ci si deve accontentare di stimare, sulla base del campione rilevato, la probabilità che si verificano determinate condizioni strutturali.

Secondo tale ottica ha senso l'utilizzazione delle intersezioni tra tutte le fratture rilevate. Non si tratta di intersezioni reali, essendo relative a piani di discontinuità spesso molto lontani tra loro, ma di quelle che ci si possono aspettare all'interno dell'ammasso roccioso d'interesse date le attuali conoscenze.

MECCANISMI DI ROTTURA PER SCIVOLAMENTO

Sono stati verificati i meccanismi di scivolamento planare (SP) lungo le superfici di discontinuità e scivolamento di cunei (SC) delimitati da due fratture. Per ognuno viene definito un coefficiente di "pericolo cinematico" C espresso dal rapporto fra il numero dei poli (o intersezioni) che soddisfano le condizioni cinematiche ed il numero totale di poli (o intersezioni). Se il numero di dati di orientazione è sufficientemente elevato da rappresentare un campione casuale non sbilanciato della popolazione di discontinuità dell'ammasso roccioso, il coefficiente C fornisce una stima della probabilità che un determinato meccanismo di rottura avvenga in un dato punto, in base alle condizioni cinematiche al contorno.

L'analisi cinematica può essere effettuata in termini di relazioni geometriche fra i piani di discontinuità, le linee d'intersezione fra piani diversi ed il fronte di scavo. Essendo α l'azimut e β l'inclinazione sull'orizzontale, i piani di discontinuità sono identificati dai versori delle linee di massima pendenza $\mathbf{p} = (\alpha_p; \beta_p)$, oppure delle loro normali $\mathbf{n} = (\alpha_n; \beta_n)$ o poli; le linee di intersezione fra coppie di piani vengono identificate da versori $\mathbf{i} = (\alpha_i; \beta_i)$, mentre il fronte di scavo dal versore della linea di massima pendenza $\mathbf{f} = (\alpha_f; \beta_f)$. Per convenzione tutti i versori sono considerati con l'estremo nel semispazio inferiore del piano orizzontale.

SCIVOLAMENTO PLANARE

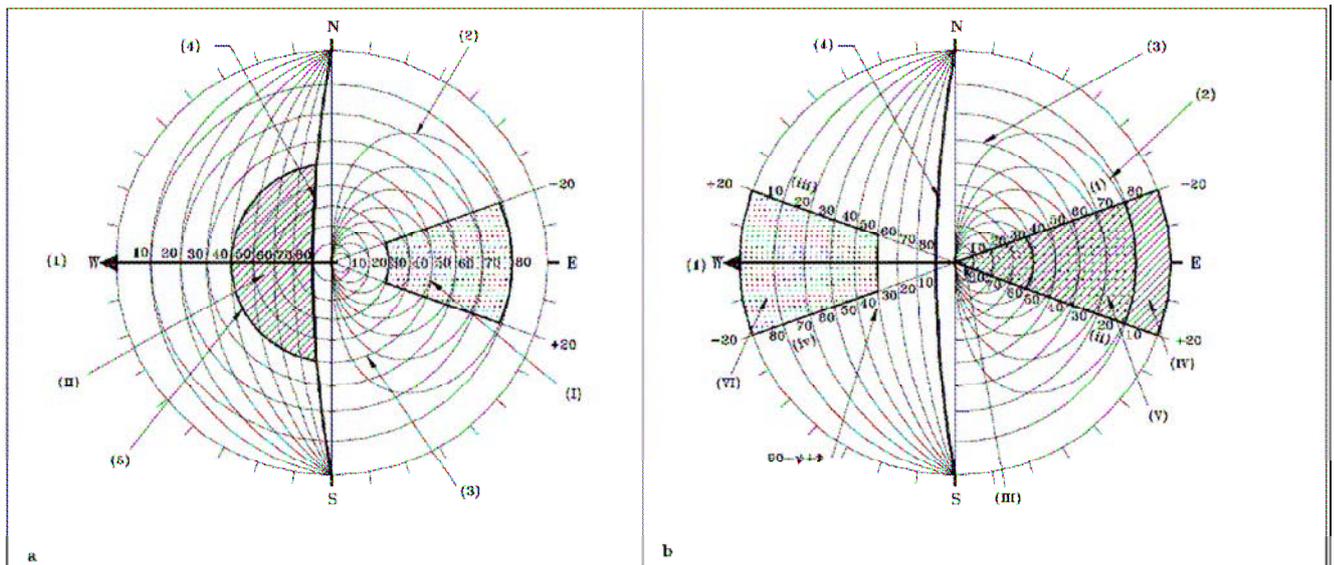
Lo scivolamento lungo la direzione di massima pendenza di un singolo piano di discontinuità è cinematicamente possibile se l'estremo del versore \mathbf{p} giace nel semispazio superiore del piano identificato da \mathbf{f} , preferibilmente con azimut entro $\pm 20^\circ$ dalla direzione di \mathbf{f} . L'inclinazione β_p di \mathbf{p} deve inoltre superare l'angolo di attrito ϕ_p sul piano stesso. Tali condizioni possono essere rappresentate in proiezione stereografica come relazioni sui poli dei piani: i poli che ricadono nella zona critica (zona I) identificano i piani lungo i quali lo scivolamento è cinematicamente possibile.

Indicando con N_{sp} il numero dei poli che soddisfano le condizioni sopra indicate e con N il numero totale di poli, il coefficiente di pericolo cinematico per lo scivolamento planare è definito dal rapporto:

$$C_{sp} = \frac{N_{sp}}{N} (\%)$$

SCIVOLAMENTO DI CUNEI

Nella determinazione delle condizioni cinematiche per lo scivolamento di cunei formati dall'intersezione fra due piani di discontinuità si assume che il cuneo si muova lungo la linea di intersezione $\mathbf{i} = (\alpha_i; \beta_i)$.



Condizioni cinematiche in proiezione stereografica. (a) Meccanismi di scivolamento, (b) meccanismi di ribaltamento. **Zone critiche:** (I) poli dei piani per lo scivolamento planare; (II) intersezioni per lo scivolamento di cunei; (III) poli dei piani basali per il ribaltamento diretto (puntinato fine); (IV) intersezioni per il ribaltamento diretto ed il ribaltamento con scivolamento (rigato obliquo); (V) poli dei piani basali per il ribaltamento con scorrimento (puntinato grosso); (VI) poli dei piani per il ribaltamento di flessura. (i) Inclinazione piani basali; (ii) inclinazione intersezioni; (iii) inclinazione del versante; (iv) inclinazione piani di ribaltamento. (1) Direzione di immersione del versante; (2) involuppo dei poli dei piani uscenti dal versante; (3) cerchio di attrito dei piani di scorrimento; (4) piano del versante; (5) cerchio di attrito equivalente delle intersezioni.

La resistenza di attrito esercitata sulle due facce del cuneo è ovviamente maggiore rispetto al caso di scivolamento semplice. Per tenere conto di tale fatto ed equiparare il problema dello scivolamento del cuneo a quello di uno scivolamento planare su un piano con inclinazione uguale a quella della linea di intersezione è stato introdotto il concetto di angolo di attrito equivalente ϕ_{eq} , che può essere calcolato mediante le seguenti formule, proposte da HOEK & BRAY (1981).

$$\tan \phi_{eq} = K \tan \phi_i; \quad \tan \bar{\phi}_i = \left[\frac{1}{2} - \frac{\tan(\xi/2)}{2 \tan \chi} \right] \tan \phi_1 + \left[\frac{1}{2} + \frac{\tan(\xi/2)}{2 \tan \chi} \right] \tan \phi_2; \quad K = [\sin \chi / \sin(\xi/2)]$$

dove:

K è il fattore forma, ϕ_i è l'attrito medio sui due piani, ξ è l'angolo di apertura del cuneo, χ è l'angolo di obliquità del cuneo, ovvero l'angolo formato dalla bisettrice del cuneo con l'orizzontale, misurata nel piano normale all'intersezione, ϕ_1 e ϕ_2 gli angoli di attrito sulle due facce.

In definitiva, la condizione cinematica richiesta per lo scivolamento di cunei è che l'estremo del versore \mathbf{i} giaccia nel semispazio superiore del piano individuato da ϕ con un'inclinazione β_i maggiore dell'angolo di attrito equivalente lungo l'intersezione ϕ_{eq} . Questa condizione è rappresentata in proiezione stereografica nella precedente figura: le intersezioni che ricadono nella zona II sono quelle lungo le quali lo scivolamento è cinematicamente possibile. Il coefficiente di pericolo cinematico per lo scivolamento di cunei è definito da:

$$C_{SC} = \frac{I_{SC}}{I} (\%)$$

dove I_{SC} è il numero di intersezioni che soddisfano le condizioni cinematiche ed I il numero totale di intersezioni.

MECCANISMI DI ROTTURA PER RIBALTAMENTO

Sono stati individuati il ribaltamento diretto (di blocchi), il ribaltamento con scivolamento e il ribaltamento di flessura. Si tratta di meccanismi nei quali un singolo blocco roccioso ruota per effetto del proprio peso sulla sua base di appoggio. Nella comune teoria non si tiene conto della presenza dei vincoli laterali, che nella realtà determinano l'incastro sia in verticale che in orizzontale di un blocco sull'altro; inoltre si ammette una fratturazione "eccessiva" dell'ammasso roccioso per la presenza contemporanea di tutte le discontinuità misurate nel corso dei rilievi geomeccanici.

Per tali motivi, le classiche verifiche al ribaltamento non si ritengono nel nostro caso attendibili. Dalle prove effettuate è stato verificato che il pericolo massimo cinematico di ribaltamento viene raggiunto già con pochi gradi di inclinazione del fronte di scavo e ciò nella realtà non sembra plausibile.

cod. R2GeologicoTecnicaPreliminare_QA09Cosce.doc

Data la difficoltà di quantificare tutti i fattori che contribuiscono al verificarsi dei crolli, si può semplicemente affermare che il meccanismo di ribaltamento è sempre cinematicamente possibile per fronti di cava. Il rischio si limita ai corpi rocciosi liberi, ovvero a quelli che si affacciano direttamente sul versante e che non dispongono di solidi incastrati laterali e superiori.

RISULTATO DELLE ANALISI PER LE DISCONTINUITÀ RILEVATE

Sulla base delle impostazioni illustrate nei precedenti capitoli e dei dati geomeccanici rilevati sono state condotte le verifiche di stabilità cinematica per lo scivolamento di piani e cunei.

Per i calcoli è stato utilizzato il programma Kars (CASAGLI & PINI, 1993), che mediante l'impiego del coefficiente adimensionale di "pericolo cinematico" consente di ottenere informazioni di tipo quantitativo sulla stabilità. Mediante apposita funzione del programma sono stati determinati il numero e la percentuale di piani e cunei in condizioni di instabilità cinematica al variare dell'immersione media dei fronti di progetto.

Inclinazioni e percentuali di instabilità cinematica

FRONTE		$\alpha_1=16^\circ$	$\alpha_2=49^\circ$	$\alpha_3=140^\circ$	$\alpha_4=289^\circ$
Primi piani instabili (°)		40	35	65	40
Primi cunei instabili (°)		35	35	54	39
Inclinazione 67° (%)	piani	9	7	12	2
	cunei	10	11	11	5
Inclinazione 80° (%)	piani	9	7	21	5
	cunei	15	16	23	11
Inclinazione 90° (%)	piani	12	12	21	7
	cunei	18	22	27	13

Le percentuali sono arrotondate all'unità.

Evidenziamo che le inclinazioni di riferimento sono relative alla pendenza media del fronte estrattivo (67°), alla pendenza delle singole alzate (80°) e ad un ipotetica parete verticale.

La verifica sopra esposta è di tipo qualitativo e presenta, come detto, numerose approssimazioni e imprecisioni che non consentono di erigere il metodo a livello quantitativo o deterministico. Non è quindi possibile ricavare coefficienti di sicurezza, né stabilire precise soglie che garantiscano condizioni accettabili di rischio. Da ricordare a questo proposito che possono apparire uguali le condizioni di cave con problemi estremamente diversi. Valga, per assurdo, il seguente esempio: una cava avente una sola frattura in condizioni cinematicamente instabili può avere il coefficiente di pericolo pari a 100, con l'effettivo verificarsi di un crollo; una cava con 1.000 fratture di cui 100 cinematicamente instabili può avere il coefficiente di pericolo pari a 10, con l'effettivo verificarsi di 100 crolli. D'altra parte non è sufficiente considerare il solo numero totale di piani e cunei instabili (parte superiore dei grafici allegati), poiché questo dato è fortemente influenzato dal numero di dati disponibili: le cave meglio rilevate e meglio esposte risulterebbero molto peggiori delle cave coperte da detrito e suolo.

Il metodo cinematico si ritiene comunque di estrema utilità in abbinamento ad altri metodi e per il confronto con altre situazioni. A questo proposito si riportano alcune informazioni relative alle esperienze maturate nell'ambito delle cave di pietra serena di Firenzuola.

Casistica cave pietra serena di Firenzuola

CAVA	Fronte 67°				Fronte 80°				GIUDI-ZIO
	PIANI		CUNEI		PIANI		CUNEI		
	%MIN	%MAX	%MIN	%MAX	%MIN	%MAX	%MIN	%MAX	
Del Vecchio I	0	0	1	2	0	8	4	17	***
Brento Alto Peglio	0	1	2	3	3	15	12	28	***
Brento Alto Nanni	1		3		4		24		****
Brento Alta Calamini-Scalpellini	0	3	1	9	2	34	11	43	***
Bandita	0	20	0	30	0	40	4	50	*
Caprile	0	2	2	4	8	13	20	30	**
La Raccia	2	8	8	10	6	15	20	25	**
Brento Sercecchi-Casone	4	12	9	27	16	18	26	43	**

I valori immessi sono approssimati (rilevati dai grafici) e derivano dalle verifiche di stabilità di progetto. Nell'ultima colonna è immesso il giudizio sull'effettiva condizione di stabilità, pronunciato dallo scrivente su base percettiva (opinione personale), in riferimento alle reali casistiche di dissesto (distacco di cunei per disgregazione durante l'avanzamento dei lavori, evidente in alcuni fronti estrattivi, o veri e propri crolli) e in considerazione delle condizioni geomeccaniche (stato di fratturazione dell'ammasso roccioso) e geotecniche (alterazione della roccia e rapporto arenaria/marna). Un asterisco è mediocre, quattro asterischi è ottimo.

Prima di tutto si osserva che il giudizio non sempre coincide con l'entità dei coefficienti di pericolo cinematico, sopra riportati per i diversi fronti di progetto. In secondo luogo si possono definire alcuni parametri di riferimento per le cave "migliori":

- percentuale massima di piani in condizioni cinematicamente instabili per l'intero fronte di cava 5 %;
- percentuale massima di cunei in condizioni cinematicamente instabili per l'intero fronte di cava 10 %;
- percentuale massima di piani e cunei in condizioni cinematicamente instabili per le alzate dei gradoni 35 e 45 %; questo parametro non è tuttavia discriminante rispetto ad alcune cave "peggiori".

Le percentuali suddette sono state arrotondate alla cinquina più vicina.

Considerato che il giudizio sulle condizioni di stabilità delle cave di Firenzuola espresso da più parti è sostanzialmente positivo, si ritiene corretto assumere come obiettivo quello di raggiungere le condizioni di stabilità delle "migliori" cave della zona.

La maggiore attendibilità di giudizio per la pendenza media del fronte piuttosto che per le singole alzate dei gradoni, risultata dalla precedente analisi, conferma quanto era logico aspettarsi. Il metodo è infatti di tipo statistico e non può che essere valido a livello generale dell'ammasso roccioso e del versante. Più sono localizzate le valutazioni e minore è la rispondenza del modello. Per intendersi, alla scala dell'intero versante troverò certamente, in una zona o nell'altra, le fratture che ho misurato nelle stazioni geomeccaniche; alla scala del singolo gradone è invece probabile non trovare la distribuzione media delle discontinuità (come invece è supposto nelle verifiche cinematiche) o addirittura è possibile non trovare alcuna frattura di sufficiente persistenza.

Relativamente al confronto tra la cava di Ponte a Cosce e le cave di Firenzuola preme evidenziare alcune differenze sostanziali:

- le Formazioni geologiche sono diverse, Macigno nel primo caso e Marnoso-Arenacea nell'altro
- a Firenzuola il grado di fratturazione è generalmente minore rispetto a Ponte a Cosce
- per contro, a Firenzuola sono molto abbondanti i giunti di strato, a differenza di Ponte a Cosce
- a Firenzuola si riconoscono 2 o 3 famiglie di discontinuità, abbastanza regolari e persistenti, mentre a Ponte a Cosce si registra una notevole dispersione geometrica delle discontinuità
- di conseguenza, nella cava di progetto è molto maggiore l'incastro dei cunei e molto più raro lo scorrimento dell'ammasso sui singoli piani di discontinuità
- i giunti di strato a Ponte a Cosce sono chiusi e generalmente non costituiscono superfici di discontinuità, a differenza di Firenzuola; a questo proposito osserviamo però che nelle verifiche cinematiche la stratificazione è stata considerata alla stregua delle altre fratture (questo ha ovviamente aumentato i coefficienti di instabilità cinematica).

In considerazione di ciò riteniamo che per Ponte a Cosce la soglia numerica degli indici di instabilità cinematica corrispondente alle condizioni critiche sia più elevata rispetto a Firenzuola.

Valutiamo in definitiva che le condizioni di stabilità cinematiche per la cava di Ponte a Cosce si possano considerare sufficienti, analoghe ad esempio alle cave di Firenzuola. Tale considerazione tuttavia dovrà essere ulteriormente avallata nella fase di progettazione esecutiva e, soprattutto, in corso d'opera, allorché saranno meglio esposte e rilevabili le superfici di discontinuità dell'ammasso roccioso oggetto di coltivazione.

Dobbiamo comunque dire che, a differenza delle citate cave di Firenzuola, a Ponte a Cosce risulta abbastanza bassa l'inclinazione dei primi piani e cunei instabili. Ciò dovrà indurre a una particolare attenzione durante l'avanzamento dei lavori, operando quando necessario con disgreggi mirati, protezioni e chiodature.

Nel progetto esecutivo di coltivazione verrà ulteriormente approfondita la valutazione delle condizioni di stabilità dei cunei rocciosi e saranno definite le possibili casistiche di instabilità da affrontare in corso d'opera e i relativi interventi di consolidamento e salvaguardia.

CADUTA MASSI

Come è stato evidenziato in precedenza, nella cava Ponte a Cosce, come in quasi tutte le cave di pietra, il meccanismo di ribaltamento dei blocchi è sempre cinematicamente possibile e interessa i corpi rocciosi privi di solidi incastri laterali e superiori che si affacciano sul fronte estrattivo.

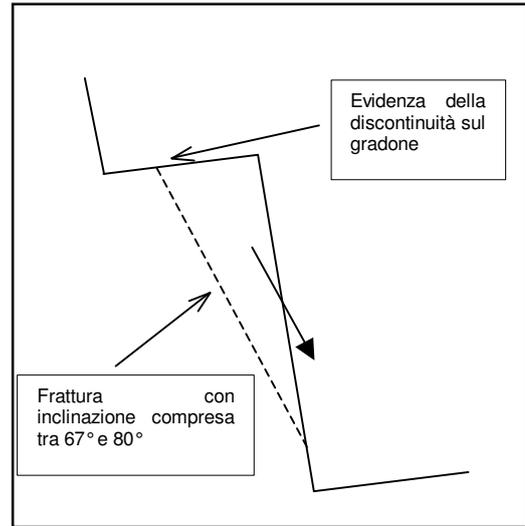
Tali blocchi instabili devono essere individuati nel corso dei lavori di coltivazione e disgiunti prima di procedere con l'abbassamento del piazzale di cava. Una simile precauzione è di fondamentale importanza per potere effettuare i lavori estrattivi in sicurezza.

Si evidenzia comunque che l'ampiezza e la frequenza dei gradoni e delle strade garantiscono l'arresto di buona parte degli eventuali massi staccatisi dalla parete, con riduzione dei relativi rischi.

SINGOLI GRADONI

In linea di massima si può affermare che, a parità di inclinazione media, un fronte piano è meno soggetto allo scivolamento lungo superfici di discontinuità rispetto a una parete gradonata. D'altra parte i gradoni consentono l'arresto dei massi in caduta, l'accessibilità del fronte e il suo ripristino.

L'utilizzo degli esplosivi aumenta lo svantaggio dei gradoni. La mina effettuata lungo l'allineamento esterno del gradone indebolisce infatti la resistenza della roccia nella zona di spigolo, creando fratture o microfessure che possono, anche in un secondo momento, aprirsi dando luogo a dissesti del tipo illustrato nel precedente disegno. Per contenere tale rischio è opportuno impostare il piano dei gradoni sopra agli strati di arenaria, piuttosto che sui livelli marnosi. In parete sarà comunque opportuno eseguire i tagli "ad acqua" o con filo o sega diamantata, meno distruttivi.



5.2 REGIMAZIONE DELLE ACQUE

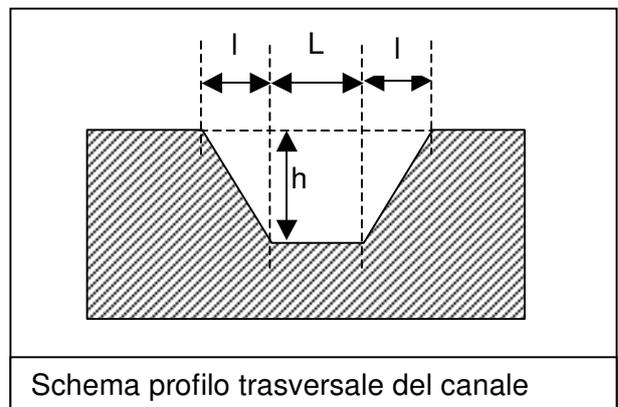
All'interno dell'area d'intervento sono assenti fossi e impluvi naturali. Saranno tuttavia realizzati, in tutte le fasi di lavoro, dei fossetti di drenaggio superficiale aventi lo scopo di evitare il ruscellamento incontrollato, fenomeni erosivi e scarico nei ricettori senza il passaggio dalle vasche di decantazione. Per il momento prenderemo in considerazione il segmento inferiore del bacino nella conformazione finale di progetto, trattandosi della situazione con massima portata. Come abbiamo precedentemente evidenziato, la superficie del bacino è 0,012 km², il coefficiente di afflusso è 0,36, la precipitazione di riferimento (pioggia di massima intensità con tempo di ritorno 200 anni) è 19 mm in 3 minuti. Da questo risulta un afflusso alla sezione di chiusura del bacino idrografico di cava $Q = 12.000 \text{ m}^2 \times 0,019 \text{ m} \times 0,36 / 180 \text{ s} = 0,46 \text{ m}^3/\text{s}$.

Facendo invece riferimento alla Decisione G.R. n. 18 del 29/12/1994 otteniamo una portata di afflusso $Q = 0,36 \text{ m}^3/\text{s}$.

La portata massima di un canale del tipo qui illustrato è calcolata in riferimento ai seguenti fattori:

- raggio medio del canale $R = \frac{\text{Area}}{\text{Perimetro}_{\text{bagnato}}}$

$$= \frac{(L+l) \cdot h}{L + 2\sqrt{l^2 + h^2}}$$
- pendenza media del canale i ;
- coefficiente di scabrosità $\gamma = 2,3$ per canali in terra in abbandono, con sezioni quasi interamente ostruite da vegetazione o corsi naturali con alveo in ghiaia;



Schema profilo trasversale del canale

- coefficiente di attrito secondo la Formula di *Bazin* $c = 87 / \left(1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}} \right)$;
- velocità media raggiunta dall'acqua (Formula di *Chèzy-Tadin*) $v = c \sqrt{R \cdot i}$;
- sezione del canale $A = (L+l) \cdot h$;
- portata massima ammissibile $Q_{MAX} = A \cdot v$.

In base alla metodologia suddetta si calcola per il fosso oggetto di dimensionamento:

DESCRIZIONE	L	l	h	i	Q _{deflusso}	Q _{afflusso}
Fosso di chiusura	0,5	0,5	0,5	0,02	0,57	0,46

Il fosso risulta adeguatamente dimensionato per la precipitazione di massima intensità con tempo di ritorno 200 anni.

Nel progetto esecutivo e in corso d'opera verranno dimensionati con lo stesso criterio gli altri fossetti di cava.

6 OSSERVAZIONI CONCLUSIVE

6.1 MODELLO GEOLOGICO DI SINTESI

<i>TERRENI PRESENTI</i>	Nell'area d'interesse affiora la Formazione del Macigno, in facies arenacea massiva, coperta da sottili ma estese coperture pedologiche e detritiche.
<i>ACQUE SOTTERRANEE</i>	Non individuate e presumibilmente assenti nel volume di interesse geotecnico.
<i>SOLLECITAZIONI PREVISTE</i>	Oltre alle sollecitazioni indotte dagli scavi e riporti di progetto, sono da considerare le sollecitazioni sismiche.
<i>PERICOLOSITÀ SISMICA</i>	L'area d'interesse è classificata sismica. Per quanto verificabile nell'ambito delle indagini geologiche, non sussistono condizioni per effetti di sito. La pendenza del versante e la segnalazione di frane possono tuttavia determinare l'amplificazione sismica per effetti morfologici e l'incremento delle condizioni di instabilità, legate in particolare alla caduta massi e all'ipotetica riattivazione delle frane quiescenti. In relazione a questo, negli studi del progetto esecutivo di coltivazione andranno approfondite le indagini sismiche ed eseguite le verifiche di stabilità tenendo conto dell'azione sismica.
<i>PERICOLOSITÀ VULCANICA</i>	Assente.
<i>PERICOLOSITÀ DI MOVIMENTI VERTICALI DEL TERRENO</i>	Non sono conosciuti fenomeni di subsidenza, bradisismo o carsismo profondo.
<i>PERICOLOSITÀ DI FRANA</i>	Presso la cava non si individuano condizioni di pericolosità geomorfologica. La presenza di frane nei terreni immediatamente a monte impone tuttavia la massima attenzione nella progettazione esecutiva e nella realizzazione dell'intervento.
<i>PERICOLOSITÀ DI EROSIONE</i>	Assente.
<i>PERICOLOSITÀ IDRAULICA</i>	Trascurabile.
<i>PERICOLOSITÀ DI INQUINAMENTO</i>	Trascurabile, anche in considerazione della tipologia d'intervento.

6.2 VINCOLO IDROGEOLOGICO

Le argomentazioni richieste dal vigente Regolamento Forestale della Toscana sono contenute nei vari capitoli che precedono. In aggiunta e in riferimento agli articoli 74, 75, 76, 77, 78 del DPGR 48R/2003 si precisa quanto segue.

<i>ACQUE INTERCETTATE</i>	Le opere di progetto non interferiscono con le direttrici riconoscibili di circolazione delle acque superficiali e sotterranee.
<i>OSTACOLI AL DEFLUSSO IDRICO</i>	Nella zone d'intervento sono assenti fossi e compluvi.
<i>MODIFICA RETICOLO IDRICO</i>	All'interno della cava il reticolo idrico sarà interamente ricostruito, con particolare riguardo per la decantazione delle acque e la protezione dall'erosione.
<i>RISTAGNI</i>	Assenti, considerata la posizione collinare e la corretta regimazione delle acque. Saranno comunque realizzate zone di decantazione per la sedimentazione dei solidi sospesi prima del loro scarico verso i ricettori esterni.
<i>EROSIONE</i>	Per il contrasto dei fenomeni erosivi, che potranno interessare soprattutto i riempimenti al termine dell'attività estrattiva in senso stretto, si prevede la realizzazione di un adeguato numero di fossetti, inerbimenti e piantumazioni.
<i>FOSSI DI GUARDIA</i>	Nelle prime fasi di scavo sul ciglio esterno d'intervento saranno realizzati fossi di guardia, atti a deviare le acque di ruscellamento provenienti da monte. Evidenziamo comunque che la cava si colloca su una zona di crinale secondario, per la quale gli apporti meteorici di monte sono molto limitati.
<i>ALTRE OPERE DI REGIMAZIONE</i>	Per ulteriori indicazioni si rimanda al progetto di recupero ambientale.
<i>SEMPLIFICAZIONI</i>	La presente relazione non gode del regime di semplificazione di cui all'art. 75 comma 9 del DPGR 48R/2003.

<i>VERIFICHE IN CORSO D'OPERA</i>	Durante l'esecuzione dei lavori deve essere accertata in loco la rispondenza delle indagini geologiche e delle previsioni di progetto con lo stato effettivo dei terreni e adottato di conseguenza ogni ulteriore accorgimento necessario ad assicurare la stabilità dei terreni stessi e la regimazione delle acque.
<i>ACCORGIMENTI</i>	Oltre agli accorgimenti definiti nei precedenti capitoli, si rimanda al progetto esecutivo di coltivazione.
<i>RIPORTI</i>	In base a quanto evidenziato durante le indagini, i terreni oggetto di scavo dovrebbero essere idonei, in quanto a tessitura, fertilità e qualità, per uso agricolo-forestale e quindi per il riempimento dei vuoti di estrazione della stessa cava Ponte a Cosce. Gli ulteriori materiali di rinterro provenienti dall'esterno dovranno altresì avere caratteristiche adeguate in riferimento ai requisiti geotecnici e ambientali richiesti dal progetto e dalle normative vigenti. I materiali lapidei di maggiori dimensioni non dovranno essere lasciati sulla superficie dei rinterro.

6.3 FATTIBILITÀ DELL'INTERVENTO, LIMITAZIONI E PRESCRIZIONI

L'intervento di progetto si giudica fattibile senza particolari limitazioni. Per le prescrizioni si rimanda ai capitoli precedenti.

Durante l'esecuzione dei lavori deve essere accertata in loco la rispondenza delle indagini geologiche con lo stato effettivo dei terreni e adottato di conseguenza ogni ulteriore accorgimento necessario ad assicurare la stabilità dei terreni stessi e la regimazione delle acque.

Figura 1 - Piano Regionale delle Attività Estrattive (PRAE)

Carta delle risorse

Scala 1:25.000

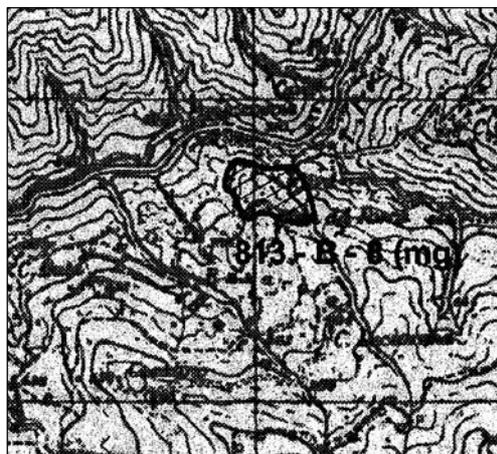


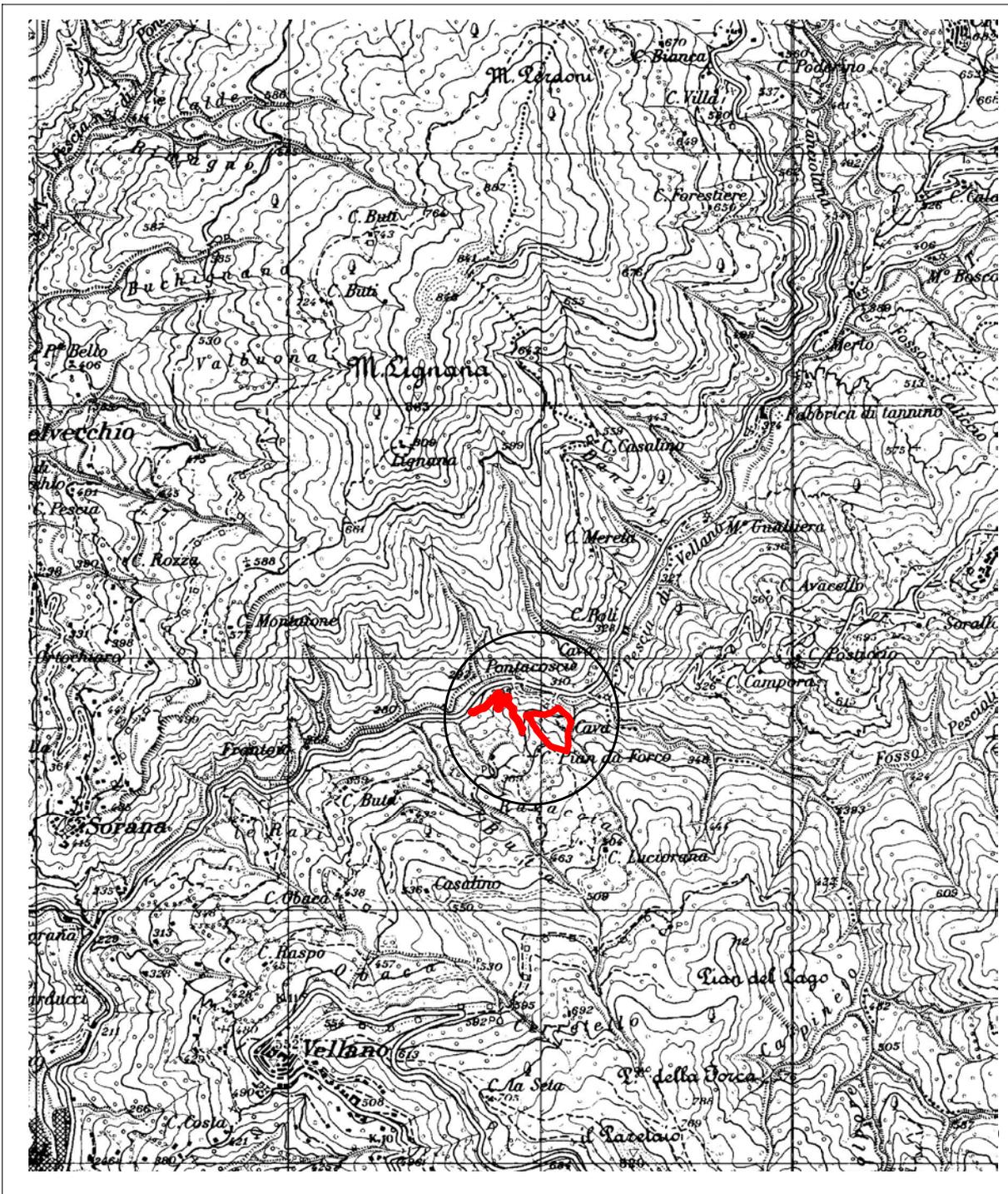
Figura 2 - Piano Regionale delle attività estrattive di recupero delle aree scavate e di riutilizzo dei residui recuperabili (PRAER)

Carta dei giacimenti

Scala 1:25.000



Figura 3 - Inquadramento cartografico

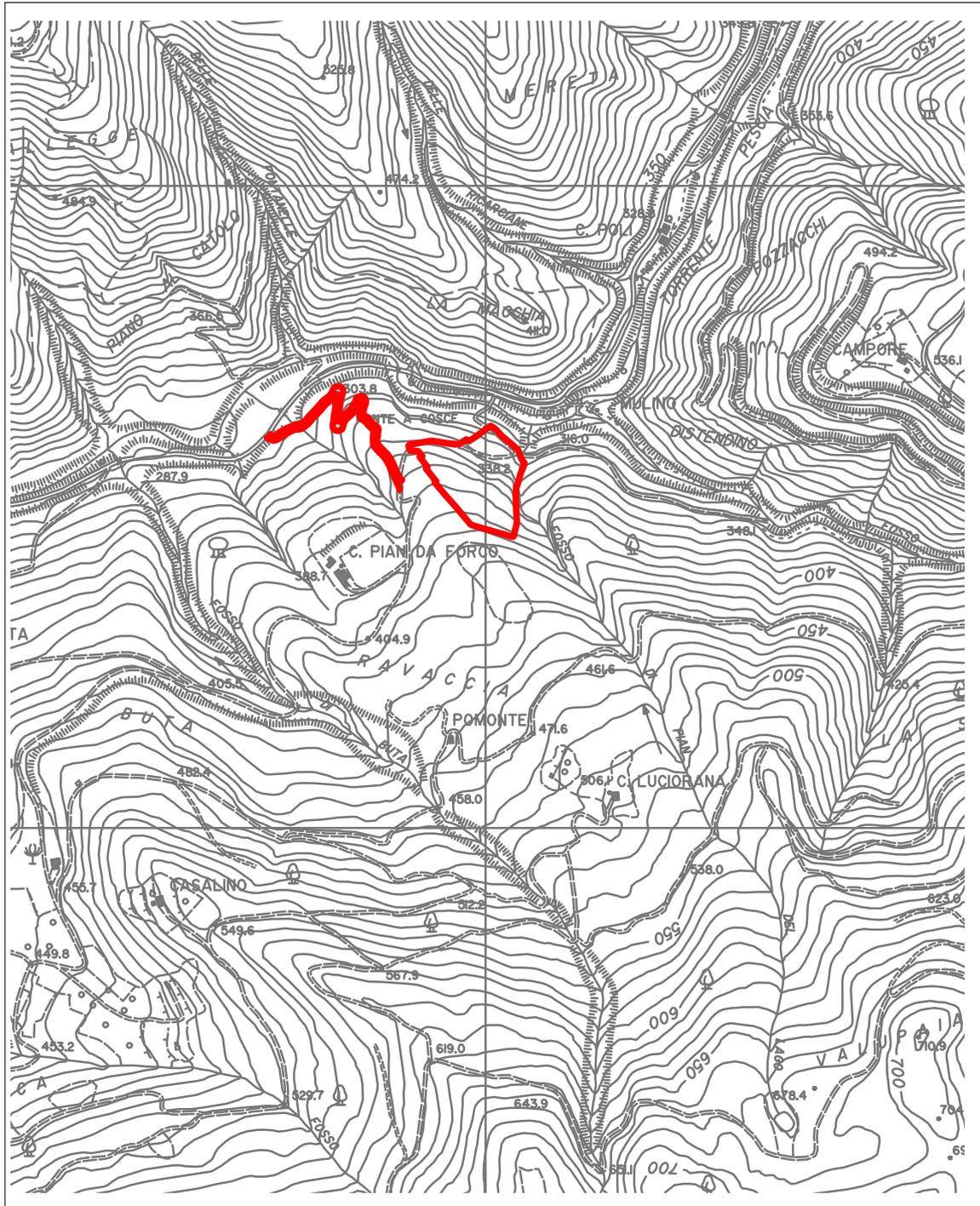


Scala 1:25.000



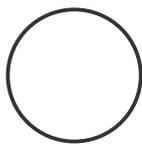
Area d'intervento

Figura 4 - Inquadramento cartografico



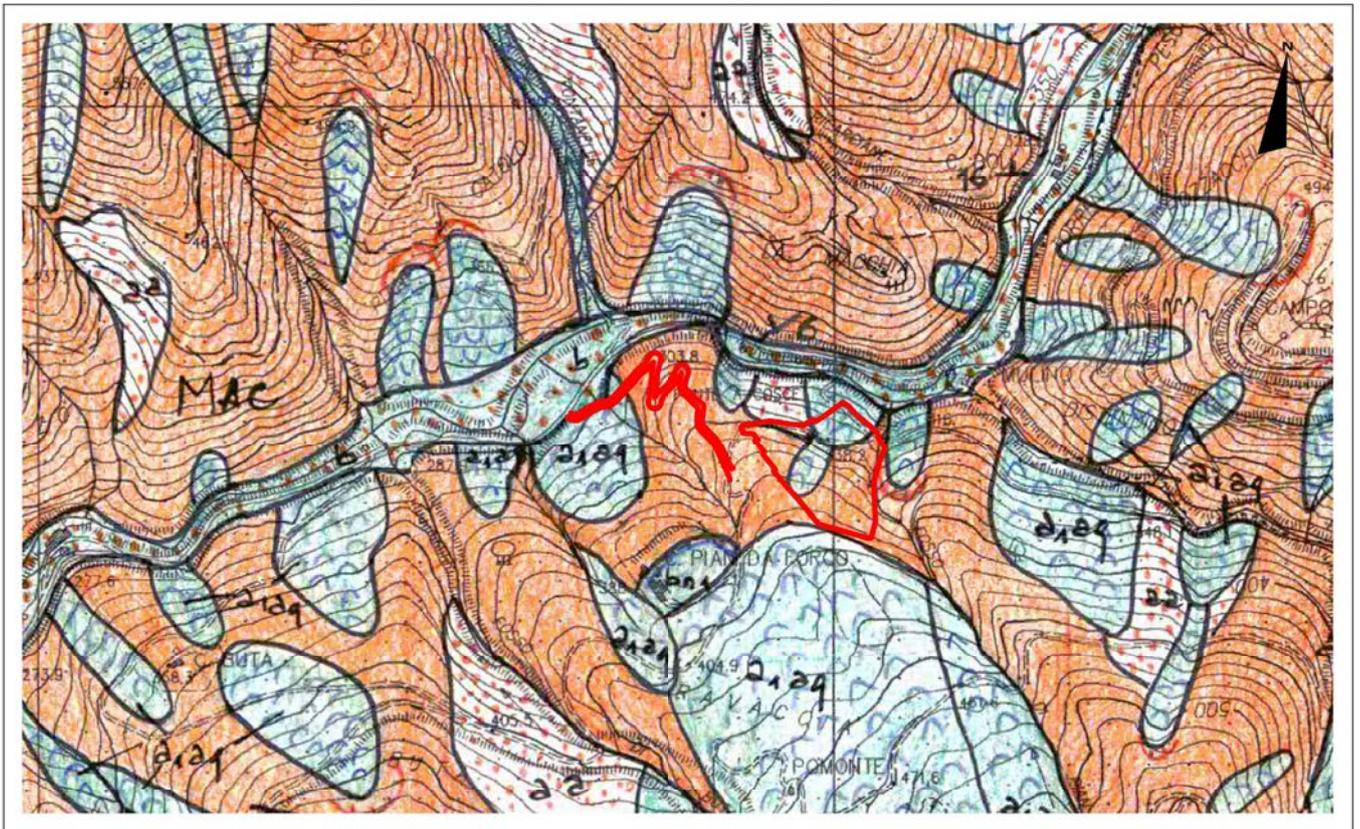
Base cartografica CTR 1:10000, Foglio 262010

Scala 1:10.000



Area di intervento

Figura 5 - Inquadramento geologico dell'area



Stralcio Rilievo CARG - Foglio 262010

Scala 1:10000

LEGENDA

DEPOSITI QUATERNARI

- Depositi alluvionali attuali e recenti**
Ghiaie eterometriche, sabbie e limi di composizione generalmente poligenica (b).
OLOCENE
- Depositi detritici**
Accumuli di frammenti litici eterometrici, frequentemente monogenici, con matrice sabbiosa o sabbioso-limoso in quantità variabile (a₁).
OLOCENE
- Corpi di frana senza indizi di evoluzione**
Accumuli generalmente eterogenei ed eterometrici di materiali litici in matrice limoso-argillosa e assetto scompaginato (a₁), non sono riconoscibili indizi di evoluzione.
?PLEISTOCENE MEDIO/SUP. - OLOCENE
- Depositi alluvionali terrazzati**
Ghiaie, sabbie e limi di composizione poligenica, ghiaie monogeniche a ciottoli di arenaria Macigno in matrice sabbiosa, localmente prevalente, di colore rosso ocre in più ordini di terrazzi (bn).
?PLEISTOCENE MEDIO/SUP.-OLOCENE
- Depositi lacustri, lagunari, palustri, torbosi e di colmata indifferenziati**
Sedimenti prevalentemente limosi e argillosi, con torbe in quantità variabile (ea).
PLEISTOCENE SUP. - OLOCENE

DOMINIO LIGURE

UNITA' MORELLO

- FORMAZIONE DI SILLANO (SIL)**
Depositi clastici grossolani polimitici, matrice-sostenuti, di colore grigio scuro, grigio verde, ocre se alterati, con clasti da subangolosi a subarrotondati di diametro fino a qualche metro, costituiti da calcari silicei, calcari marnosi, marne, arenarie, radiolariti, ofioliti. A luoghi, sono intercalate lenti di breccie clasto-sostenute, oligomitiche a prevalenti elementi ofiolitici e di torbiditi arenaceo-pelitiche da medie a grossolane, costituite da arenarie quarzoso calcaree di colore grigio, la cui base a volte è rappresentata da brecciole, cui si intercalano argilliti e argilliti silteose nere (Pietraforte, Turoniano-Senoniano); sono presenti anche olistoliti di serpentiniti.
CRETACEO SUP.-EOCENE INF.

FALDA TOSCANA

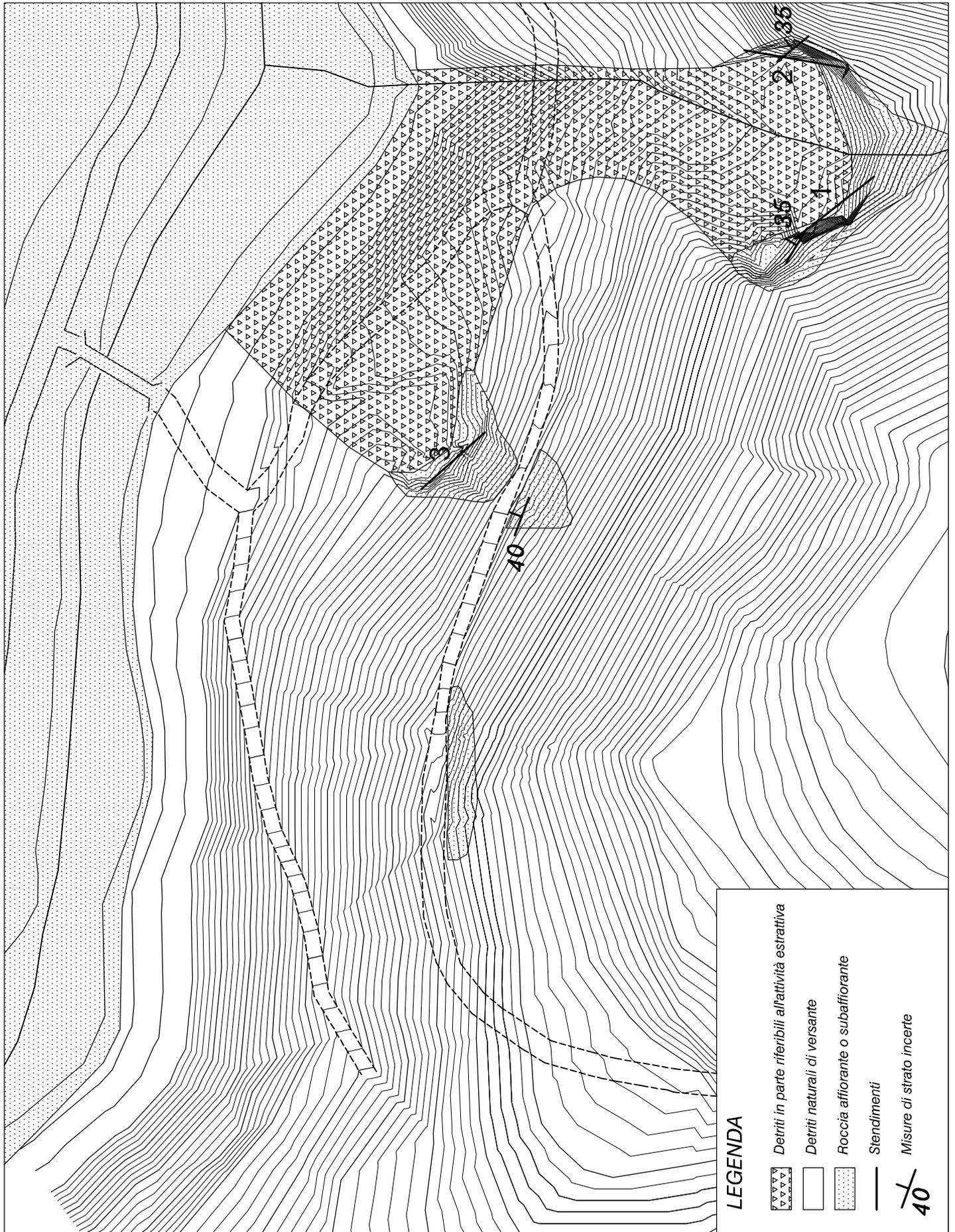
DOMINIO TOSCANO

- MACIGNO (MAC)**
Torbiditi arenacee e arenaceo-pelitiche quarzoso-feldspatiche grigie o grigio-verdi, da medio-fini a grossolane, in strati da spessi a molto spessi, talvolta amalgamati, in subordine torbiditi pelitico-arenacee; gli intervalli pelitici spesso laminati sono costituiti da siltiti, argilliti e argilliti silteose; a luoghi la formazione è caratterizzata dalla presenza a vari livelli di rare torbiditi calcaree a base calcarenitica, talvolta ricca di bioclasti, torbiditi sottili con interstrati di marne silteose.
OLIGOCENE SUP.-MIOCENE INF.
- SCAGLIA TOSCANA (STO)**
Questa formazione comprende varie litofacies, senza un preciso ordine stratigrafico: una litofacies pelitica (prevalente) costituita da argilliti ed argilliti silicee con rare intercalazioni di calcilutiti e calcareniti fini ed una calcareo-pelitica caratterizzata invece da una percentuale di intercalazioni calcaree (calcilutiti e calcareniti) talvolta predominanti; una litofacies calcareo-clastica grossolana, le Breccie calcareo-silicee, rappresentata da breccie clasto-sostenute con clasti spigolosi di calcilutiti silicee e diaspri, con subordinate argilliti silicee rosse e calcareniti fini, a luoghi con liste e noduli di selce nera; una litofacies calcarea, rappresentata dai Calcari di Puglianella, costituita da calcilutiti e calcilutiti marnose in strati sottili e medi, a cui si intercalano strati sottili di argilliti calcaree e rare calcareniti silicee. Localmente, nella parte sommitale della formazione, può essere presente una successione marnoso-siltosa (non cartografata), riferibile alle Marne di Rovaggio *Auctt.*
APTIANO INF.-OLIGOCENE SUP.

SEGNI CONVENZIONALI

- contatto stratigrafico
- superficie di strato
- stratificazione orizzontale
- faglia diretta
- faglia con prevalente componente trascorrente
- sovrascorrimento di primo ordine tra unità strutturali
- orlo di terrazzo
- deformazione gravitativa profonda di versante
- orlo di scarpata di frana o di deformazione gravitativa profonda
- sorgente

Figura 7 - Carta litologica di dettaglio
Combinazione rilievo celerimetrico e Carta Tecnica Regionale
Scala 1:1.000



APPENDICE A

Dati geomeccanici

- Scheda di caratterizzazione geomeccanica delle discontinuità – stazione 1
- Scheda di caratterizzazione geomeccanica delle discontinuità – stazione 2
- Scheda di caratterizzazione geomeccanica delle discontinuità – stazione 3
- Scheda di sintesi degli stendimenti
- Scheda di sintesi delle famiglie di discontinuità
- Elenco completo delle discontinuità

SCHEDA DI CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DELLE DISCONTINUITA'

dati generali		affioramento (scarpata)			ammasso			roccia			stendimento	
Località:	Ponte a Cosce	Tipo (1):	1		Misura di strato:	31/35		Colore:	Grigio		Immersione (°):	75
Stazione:	1	Immersione (°):	80		Struttura (2):	B		Condizioni (6):	2		Inclinazione (°):	15
Rilevatore:	Iacopo Parenti	Inclinazione (°):	85		Dimens. blocchi (3):	1		Indice m _i (7):	17		Lunghezza (m):	20
Data rilievi:	07/02/2008	Altezza (m):	15		Stima RQD (4):	100%		Resistenza comp.				
N. Foto:	342	Geolitologia:	Arenaria		Indice GSI (5):	50		(Mpa)(8):		100		

intersezione			orientazione			famiglia	spaziatura	persistenza		apertura	rugosità			resistenza			riempim.	filtrazione	
N.	x	tipo	α	β	stria			termin.	traccia	e	tipo	JRC	tilt test	stima	sclerometro	degrad.	tipo	tipo	
	(m)	(9)	(°)	(°)	s/n		(m)	(10)	(m)	mm	(11)	1-20	(°)	(12)	orient.	R (nc)	(13)	(14)	(15)
1	0.1	BG	31	25	N	1		xd	0.8	0	S1	2		S5			W1	0	U1
2	1.5	BG	31	40	N	1	0.43	dd	1	0	S1	2		S5			W1	0	U1
3	1.8	JN	134	65	N	2		xx	4	2	S1	5		S5			W2	3	U2
4	1.9	JN	175	70	N	2	0.01	rd	0.6	4	N2	15		S3			W2	3	U4
5	3	JN	355	40	N	1	0.11	rd	0.6	0	S1	3		S4			W2	0	U1
6	3.5	JN	130	65	N	2	0.70	dd	4	0	S1	3		S5			W1	0	U1
7	4.4	BG	35	45	N	1	0.54	xd	5	0	S1	3		S5			W1	0	U1
8	5.2	JN	135	65	N	2	0.65	xd	7	0	S1	2		S5			W1	0	U1
9	7.7	JN	355	75	N	5		dd	0.5	0	S1	4		S5			W1	0	U1
10	8.2	JN	180	75	N	2	0.67	dd	2.5	0	S1	5		S4			W2	0	U1
11	8.3	JN	135	80	N	2	0.05	dd	2	0	S1	4		S4			W2	0	U1
12	10.7	JN	130	65	N	2	1.05	dd	8	2	S1	2		S5			W2	0	U3
13	12.6	JN	130	70	N	2	0.89	dd	1.5	0	S1	5		S5			W1	0	U1
14	15.7	BG	260	30	N	4		dd	3	0	S1	2		S5			W1	0	U1
15	18.1	JN	155	65	N	2	0.73	xd	2	0	S1	2		S5			W2	0	U1
16	18.7	JN	125	70	N	2	0.32	xd	6	4	S1	5		S4			W2	3	U3
17	19.2	JN	270	40	N	4	1.43	dd	0.5	0	S1	6		S5			W1	0	U1
18	19.4	JN	95	70	N	3		xd	4	2	S1	4		S4			W2	3	U3

Note:

(1) tipo 1 - naturale 2 - scavo sup. 3 - scavo sotterraneo	3 - medi (0.2-0.6m) 4 - piccoli (0.06-0.2m) 5 - molto piccoli (<0.06m)	(6) condizioni <i>da tabella Terzaghi</i> 1. Compatta e intatta 2. Compatta stratificata o scistosa 3. Massiccia, moderatam. frantumata 4. Moderatam.sbloccettata e fram. m. 5. Molto sbloccettata e frammentata 6. Disgregata - chimicamente intatta	JN - giunto FL - faglia FR - fessura FS - fissilità ST - stilolite SC - scistosità CL - clivaggio FO - foliazione VN - vena SH - zona di taglio	(11) tipo rugosità S - a gradini U - ondulato P - planare 1 - liscio 2 - scabro 3 - striato	S6 estem.cons.(>500kPa) <i>roccia</i> R0 estem.debole (<1MPa) R1 molto debole (1-5MPa) R2 debole (5-25MPa) R3 moder.resist.(25-50MPa) R4 resistente (50-100MPa) R5 molto res.(100-250MPa) R6 estem.res.(>250MPa)	W5 - completam. alterata (14) riempimento 0 - assente 1 - coloraz. superficiale 2 - terra coesiva 3 - terra granulare 4 - cementazione 7 - calcite 8 - clorite, talco, gesso 9 - altro (specificare)	U3 aper.tracce flusso U4 aperta umida U5 aperta bagnata U6 flusso continuo <i>Riempimento</i> F1 asciutto F2 umido F3 bagnato F4 tracce dilavamento F5 localmente dilavato F6 complet. dilavato
(2) struttura B - a blocchi L - lastriforme C - colonnare I - irregolare F - frantumato	(4) stima RQD % frammenti >10 cm su un generico allineamento (5) indice GSI individuare da grafico (7) indice m_i individuare da tabella	6a. Sabbia e ciottoli 7. Roccia strizzata, profond.moderata 8. Roccia strizzata, profondità elevata 9. Roccia rigonfiante	(10) terminaz. x - oltre affioram. r - contro roccia d - contro discon.	(12) resistenza <i>con significat.riempimento</i> S1 molto molle (<25kPa) S2 molle (25-50kPa) S3 moder.cons.(50-100kPa) S4 consistente (100-250kPa) S5 molto cons.(250-500kPa)	(13) degradazione W1 - inalterata W2 - decolorata W3 - moder. altrer. (<50%) W4 - fortem. alterata (>50%)	(15) filtrazione <i>Senza riempimento</i> U1 chiusa/secca U2 aperta asciutta	
(3) dimens.blocchi <i>dimensione max :</i> 1 - molto grandi (>2m) 2 - grandi (0.6-2m)	(8) resist.compress. individuare da tabella o prove laboratorio	(9) tipo discont. BG - stratificazione					

SCHEDA DI CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DELLE DISCONTINUITA'

dati generali		affioramento (scarpata)			ammasso		roccia			stendimento		
Località:	Ponte a Cosce	Tipo (1):	1		Misura di strato:	50/35		Colore:	Grigio		Immersione (°):	175
Stazione:	2	Immersione (°):	90		Struttura (2):	3		Condizioni (6):	2		Inclinazione (°):	15
Rilevatore:	Iacopo Parenti	Inclinazione (°):	80		Dimens. blocchi (3):	1		Indice m _i (7):	17		Lunghezza (m):	20
Data rilievi:	07/02/2008	Altezza (m):	12		Stima RQD (4):	100%		Resistenza comp.				
N. Foto:	345	Geolitologia:	Arenaria		Indice GSI (5):	50		(Mpa)(8):	100			

intersezione			orientazione			famiglia	spaziatura	persistenza		apertura	rugosità			resistenza			riempim.	filtrazione	
N.	x	tipo	α	β	stria			termin.	traccia	e	tipo	JRC	tilt test	stima	sclerometro	degrad.	tipo	tipo	
	(m)	(9)	(°)	(°)	s/n		(m)	(10)	(m)	mm	(11)	1-20	(°)	(12)	orient.	R (nc)	(13)	(14)	(15)
1	0.7	JN	310	60	N	5		DD	0.5	1	S1	5		S4			W2	3	U2
2	1.1	JN	140	75	N	2		DD	0.5	3	S1	5		S3			W2	3	U3
3	2.8	JN	320	70	N	5	1.41	XX	2	0	S1	3		S5			W2	0	U1
4	4.1	JN	325	70	N	5	0.92	DD	1.5	2	S1	5		S4			W2	3	U3
5	6.1	BG	50	35	N	1		XD	2	0	S1	5		S5			W1	0	U1
6	11.8	BG	60	25	N	1	0.42	XD	3	0	S1	2		S5			W1	0	U1
7	14.6	JN	230	40	N	4	6.03	DD	3	0	S1	2		S5			W1	0	U1
8	16.5	JN	260	40	N	4	0.07	DR	1	0	S1	3		S5			W1	0	U1
9	19.2	JN	0	85	N	5	14.14	DD	1	0	S1	7		S5			W1	0	U1
10	19.9	JN	80	85	N	3	3.44	DD	1	0	S1	5		S5			W1	0	U1

Note:

(1) tipo 1 - naturale 2 - scavo sup. 3 - scavo sotterraneo	3 - medi (0.2-0.6m) 4 - piccoli (0.06-0.2m) 5 - molto piccoli (<0.06m)	(6) condizioni <i>da tabella Terzaghi</i> 1. Compatta e intatta 2. Compatta stratificata o scistosa 3. Massiccia, moderatam. fratturata 4. Moderatam.sbloccettata e fram. m. 5. Molto sbloccettata e frammentata 6. Disgregata - chimicamente intatta 6a. Sabbia e ciottoli 7. Roccia strizzata, profond.moderata 8. Roccia strizzata, profondità elevata 9. Roccia rigonfiante	JN - giunto FL - faglia FR - fessura FS - fissilità ST - stilolite SC - scistosità CL - clivaggio FO - foliazione VN - vena SH - zona di taglio	(11) tipo rugosità S - a gradini U - ondulato P - planare 1 - liscio 2 - scabro 3 - striato	S6 estem.cons.(>500kPa) <i>roccia</i> R0 estrem.debole (<1MPa) R1 molto debole (1-5MPa) R2 debole (5-25MPa) R3 moder.resist.(25-50MPa) R4 resistente (50-100MPa) R5 molto res.(100-250MPa) R6 estrem.res.(>250MPa)	W5 - completam. alterata (14) riempimento 0 - assente 1 - coloraz. superficiale 2 - terra coesiva 3 - terra granulare 4 - cementazione 7 - calcite 8 - clorite, talco, gesso 9 - altro (specificare)	U3 aper.tracce flusso U4 aperta umida U5 aperta bagnata U6 flusso continuo <i>Riempimento</i> F1 asciutto F2 umido F3 bagnato F4 tracce dilavamento F5 localmente dilavato F6 complet. dilavato
(2) struttura B - a blocchi L - lastriforme C - colonnare I - irregolare F - frantumato	% frammenti >10 cm su un generico allineamento (5) indice GSI individuare da grafico (7) indice m_i individuare da tabella	(9) tipo discont. BG - stratificazione	x - oltre affioram. r - contro roccia d - contro discon.	(12) resistenza <i>con significat.riempimento</i> S1 molto molle (<25kPa) S2 molle (25-50kPa) S3 moder.cons.(50-100kPa) S4 consistente (100-250kPa) S5 molto cons.(250-500kPa)	(13) degradazione W1 - inalterata W2 - decolorata W3 - moder. altrer. (<50%) W4 - fortem. alterata (>50%)	(15) filtrazione <i>Senza riempimento</i> U1 chiusa/secca U2 aperta asciutta	

SCHEDA DI CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DELLE DISCONTINUITA'

dati generali		affioramento (scarpata)			ammasso			roccia			stendimento	
Località:	Ponte a Cosce	Tipo (1):	2	Misura di strato:	n.d.	Colore:	Grigio acciaio	Immersione (°):	330			
Stazione:	3	Immersione (°):	45	Struttura (2):	I	Condizioni (6):	3	Inclinazione (°):	20			
Rilevatore:	Iacopo Parenti	Inclinazione (°):	70	Dimens. blocchi (3):	1	Indice m _i (7):	17	Lunghezza (m):	17			
Data rilievi:	13/11/2007	Altezza (m):	10	Stima RQD (4):	100%	Resistenza comp.						
N. Foto:	168/169/170	Geolitologia:	Arenaria massiva – MG	Indice GSI (5):	50	(Mpa)(8):	100					

intersezione			orientazione			famiglia	spaziatura	persistenza		apertura	rugosità			resistenza			riempim.	filtrazione	
N.	x	tipo	α	β	stria			termin.	traccia	e	tipo	JRC	tilt test	stima	sclerometro	degrad.	tipo	tipo	
							(m)	(10)	(m)	mm	(11)	1-20	(°)	(12)	orient.	R (nc)	(13)	(14)	(15)
1	0.0	BG	330	38	N	1		XX	1	0	P	3		R5			W2	0	U1
2	0.5	JN	323	70	N	2		XD	2	0	U	4		R5			W2	0	U1
3	1.2	JN	25	40	N	1	0.2	RR	4	0	S	10		R5			W2	0	U1
4	2.4	JN	285	75	N	3		XD	3	0.5	U	10		R5			W2	0	U2
5	2.5	JN	80	90	N	3	0.0	XD	1	0	U	10		R5			W2	0	U1
6	3.6	JN	55	90	N	3	0.1	XD	1	0	P	3		R5			W2	0	U1
7	4.2	JN	50	90	N	3	0.1	XX	2	0	U	3		R5			W2	0	U1
8	5.2	BG	8	42	N	1	1.2	XR	2	0	U	2		R5			W2	0	U1
9	6.7	JN	177	66	N	2	4.0	XR	4	0	S	4		R5			W2	0	U1
10	7.2	JN	70	65	N	3	0.4	RX	2	1	U	5		R5			W2	0	U2
11	7.4	JN	170	70	N	2	0.5	RX	2	0	U	5		R5			W2	0	U1
12	7.7	JN	162	65	N	2	0.2	XR	3	0	U	6		R5			W2	0	U1
13	9.2	JN	166	80	N	2	1.2	XX	5	0.5	S	4		R5			W2	0	U2
14	9.6	JN	77	69	N	3	0.5	XX	5	0.5	S	8		R5			W2	0	U2
15	13.5	JN	270	85	N	3	1.8	XX	8	0.5	U	4		R5			W2	0	U4
16	14.0	BG	330	18	N	1	0.3	RR	1	0	U	6		R3			W1	0	U1
17	17.0	JN	113	88	N	2	5.8	XX	10	0.5	U	2		R5			W2	0	U4

Note:

(1) tipo 1 - naturale 2 - scavo sup. 3 - scavo sotterraneo	3 - medi (0.2-0.6m) 4 - piccoli (0.06-0.2m) 5 - molto piccoli (<0.06m)	(6) condizioni <i>da tabella Terzaghi</i> 1. Compatta e intatta 2. Compatta stratificata o scistosa 3. Massiccia, moderatam. fratturata 4. Moderatam.sbloccettata e framm. 5. Molto sbloccettata e frammentata 6. Disgregata - chimicamente intatta 6a. Sabbia e ciottoli 7. Roccia strizzata, profund.moderata 8. Roccia strizzata, profondità elevata 9. Roccia rigonfiante	JN - giunto FL - faglia FR - fessura FS - fissilità ST - stilolite SC - scistosità CL - clivaggio FO - foliazione VN - vena SH - zona di taglio	(11) tipo rugosità S - a gradini U - ondulato P - planare 1 - liscio 2 - scabro 3 - striato	S6 estem.cons.(>500kPa) <i>roccia</i> R0 estem.debole (<1MPa) R1 molto debole (1-5MPa) R2 debole (5-25MPa) R3 moder.resist.(25-50MPa) R4 resistente (50-100MPa) R5 molto res.(100-250MPa) R6 estem.res.(>250MPa)	(12) resistenza <i>con significat.riempimento</i> S1 molto molle (<25kPa) S2 molle (25-50kPa) S3 moder.cons.(50-100kPa) S4 consistente (100-250kPa) S5 molto cons.(250-500kPa)	(13) degradazione W1 - inalterata W2 - decolorata W3 - moder. altrer. (<50%) W4 - fortem. alterata (>50%)	(14) riempimento 0 - assente 1 - coloraz. superficiale 2 - terra coesiva 3 - terra granulare 4 - cementazione 7 - calcite 8 - clorite, talco, gesso 9 - altro (specificare)	(15) filtrazione <i>Senza riempimento</i> U1 chiusa/secca U2 aperta asciutta	U3 aper.tracce flusso U4 aperta umida U5 aperta bagnata U6 flusso continuo <i>Riempimento</i> F1 asciutto F2 umido F3 bagnato F4 tracce dilavamento F5 localmente dilavato F6 complet. dilavato
(2) struttura B - a blocchi L - lastriforme C - colonnare I - irregolare F - frantumato	(4) stima RQD % frammenti >10 cm su un generico allineamento	(7) indice m_i individuare da tabella	(10) terminaz. x - oltre affioram. r - contro roccia d - contro discon.	(8) resist.compress. individuare da tabella o prove laboratorio	(9) tipo discont. BG - stratificazione					

SCHEDA DI SINTESI STENDIMENTI

STENDIMENTO	1	2	3
Affioramento			
Tipo (1)	1	1	2
Immersione (°)	80	90	45
Inclinazione (°)	85	80	70
Altezza (m)	15	12	10
Geolitologia	Macigno	Macigno	Macigno
Ammasso			
Misura di strato	31/35	50/35	n.d.
Struttura (2)	B	B	B
Dimens. blocchi (3)	1	1	1
Stima RQD (4)	100%	100%	100%
Indice GSI (5)	50	50	50
Roccia			
Colore	grigio	grigio	acciaio
Condizioni (6)	2	2	2
Indice mi (7)	17	17	17
Resistenza comp. (Mpa)(8)	100	100	100
Stendimento			
Immersione (°)	75	175	330
Inclinazione (°)	15	15	20
Lunghezza (m)	20	20	17
Spaziatura media			
Famiglia 1	0.4	0.4	0.6
Famiglia 2	0.6	n.d.	2.3
Famiglia 3	n.d.	3.4	0.5
Famiglia 4	1.4	3.1	n.d.
Famiglia 5	n.d.	5.5	n.d.
Giacitura media famiglie			
Famiglia 1 - α	23	55	353
Famiglia 1 - β	38	30	35
Famiglia 2 - α	143	140	155
Famiglia 2 - β	69	75	80
Famiglia 3 - α	95	80	75
Famiglia 3 - β	70	85	86
Famiglia 4 - α	265	245	
Famiglia 4 - β	35	40	
Famiglia 5 - α	355	329	
Famiglia 5 - β	75	71	
Giunti per metro cubo	5.3	3.2	4.3

SCHEMA SINTESI FAMIGLIE DI DISCONTINUITA'

famiglia	numero discontinuità	valore	orientazione		spaziatura (m)	apertura e mm	rugosità JRC 1-20	riempim. tipo (14)	φpicco (°)
			α (°)	β (°)					
1	10	minimo	-30	18	0.11	0	2	0	32
		medio	18	35	0.46	0	4	0	34
		massimo	60	45	1.18	0	10	0	40
		deviazione st.	31	9	0.35	0	3	0	3
2	17	minimo	113	65	0.01	0	2	0	32
		medio	147	73	1.20	1	5	1	35
		massimo	360	70	5.78	4	15	3	45
		deviazione st.	21	12	1.64	1	3	1	3
3	9	minimo	50	65	0.03	0	3	0	33
		medio	78	84	0.90	1	6	0	36
		massimo	285	75	3.44	2	10	3	40
		deviazione st.	18	13	1.27	1	3	1	3
4	4	minimo	230	30	0.07	0	2	0	32
		medio	255	38	2.51	0	3	0	33
		massimo	270	40	6.03	0	6	0	36
		deviazione st.	17	5	3.12	0	2	0	2
5	5	minimo	310	60	0.92	0	3	0	33
		medio	334	72	5.49	1	5	1	35
		massimo	360	85	14.14	2	7	3	37
		deviazione st.	22	9	7.49	1	1	2	1

ELENCO COMPLETO DISCONTINUITA'

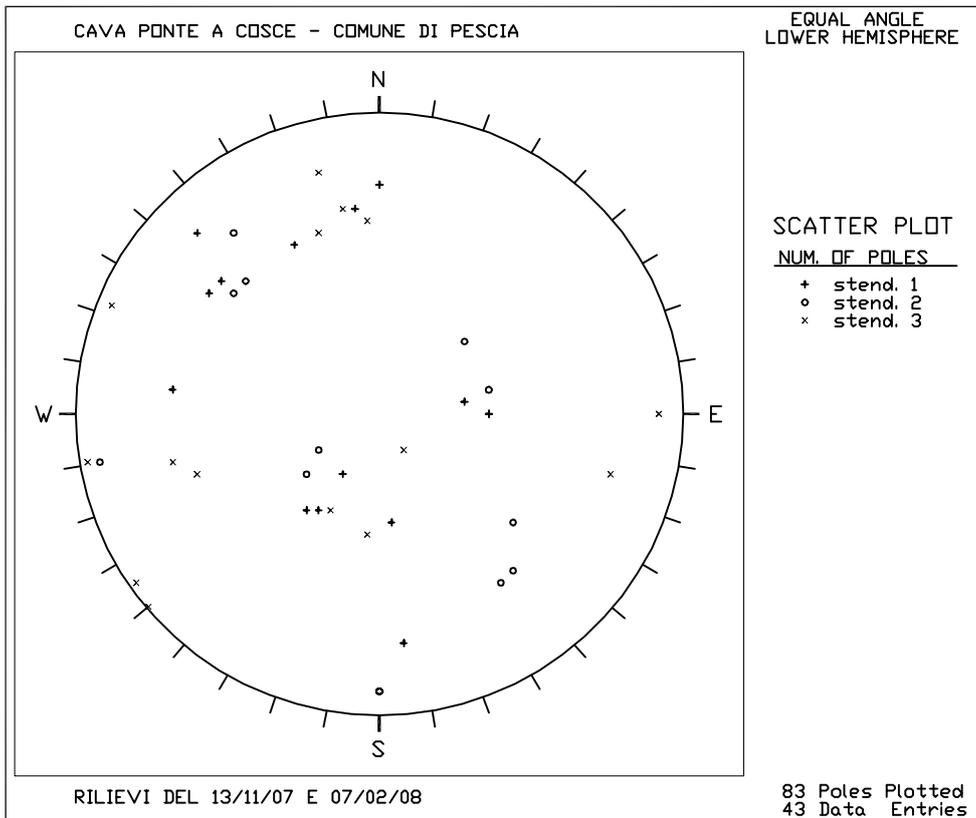
stendimento	orientazione		famiglia	spaziatura	apertura	rugosità	riempim.	φpicco
	α	β						
	(°)	(°)						
				(m)	e mm	JRC 1-20	tipo (14)	(°)
1	31	25	1		0	2	0	32
1	31	40	1	0.43	0	2	0	32
1	-5	40	1	0.11	0	3	0	33
1	35	45	1	0.54	0	3	0	33
2	50	35	1		0	5	0	35
2	60	25	1	0.42	0	2	0	32
3	-30	38	1		0	3	0	33
3	25	40	1	0.24	0	10	0	40
3	8	42	1	1.18	0	2	0	32
3	-30	18	1	0.31	0	6	0	36
1	134	65	2		2	5	3	35
1	175	70	2	0.01	4	15	3	45
1	130	65	2	0.70	0	3	0	33
1	135	65	2	0.65	0	2	0	32
1	180	75	2	0.67	0	5	0	35
1	135	80	2	0.05	0	4	0	34
1	130	65	2	1.05	2	2	0	32
1	130	70	2	0.89	0	5	0	35
1	155	65	2	0.73	0	2	0	32
1	125	70	2	0.32	4	5	3	35
2	140	75	2		3	5	3	35
3	143	110	2		0	4	0	34
3	177	66	2	3.97	0	4	0	34
3	170	70	2	0.50	0	5	0	35
3	162	65	2	0.21	0	6	0	36
3	166	80	2	1.25	0.5	4	0	34
3	113	88	2	5.78	0.5	2	0	32
1	95	70	3		2	4	3	34
2	80	85	3	3.44	0	5	0	35
3	105	105	3		0.5	10	0	40
3	80	90	3	0.03	0	10	0	40
3	55	90	3	0.09	0	3	0	33
3	50	90	3	0.10	0	3	0	33
3	70	65	3	0.37	1	5	0	35
3	77	69	3	0.53	0.5	8	0	38
3	90	95	3	1.77	0.5	4	0	34
1	260	30	4		0	2	0	32
1	270	40	4	1.43	0	6	0	36
2	230	40	4	6.03	0	2	0	32
2	260	40	4	0.07	0	3	0	33
1	355	75	5		0	4	0	34
2	310	60	5		1	5	3	35
2	320	70	5	1.41	0	3	0	33
2	325	70	5	0.92	2	5	3	35
2	360	85	5	14.14	0	7	0	37

APPENDICE B

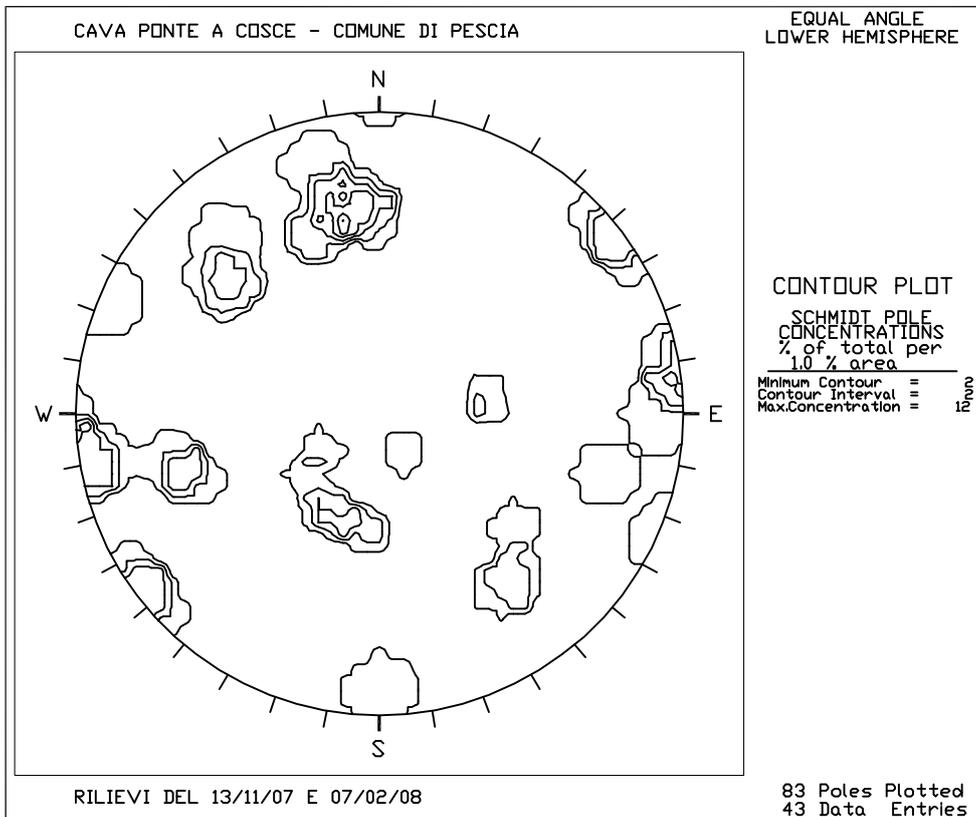
Diagrammi stereografici

- Campo totale delle discontinuità
- Stendimento 1
- Stendimento 2
- Stendimento 3
- Campo totale delle intersezioni

FIG. B1 CAMPO TOTALE DELLE DISCONTINUITA'

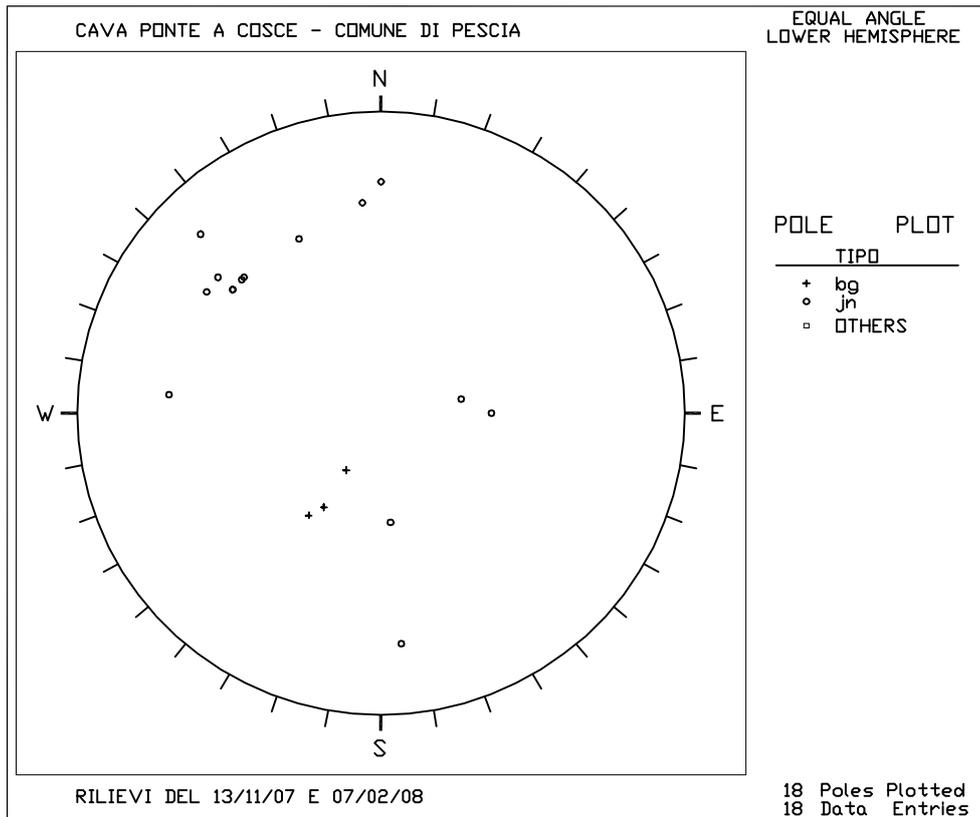


Poli dei piani di discontinuita'

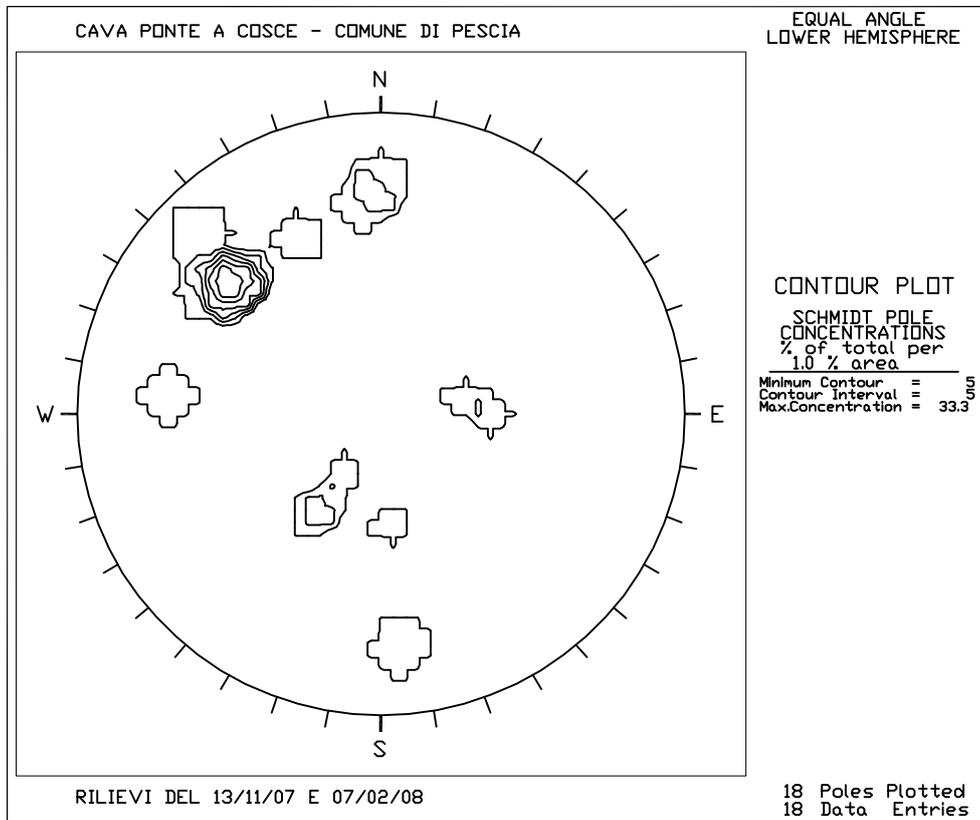


Densita' dei poli e piani principali

FIG. B2 DIAGRAMMA GEOMECCANICO STEND. 1

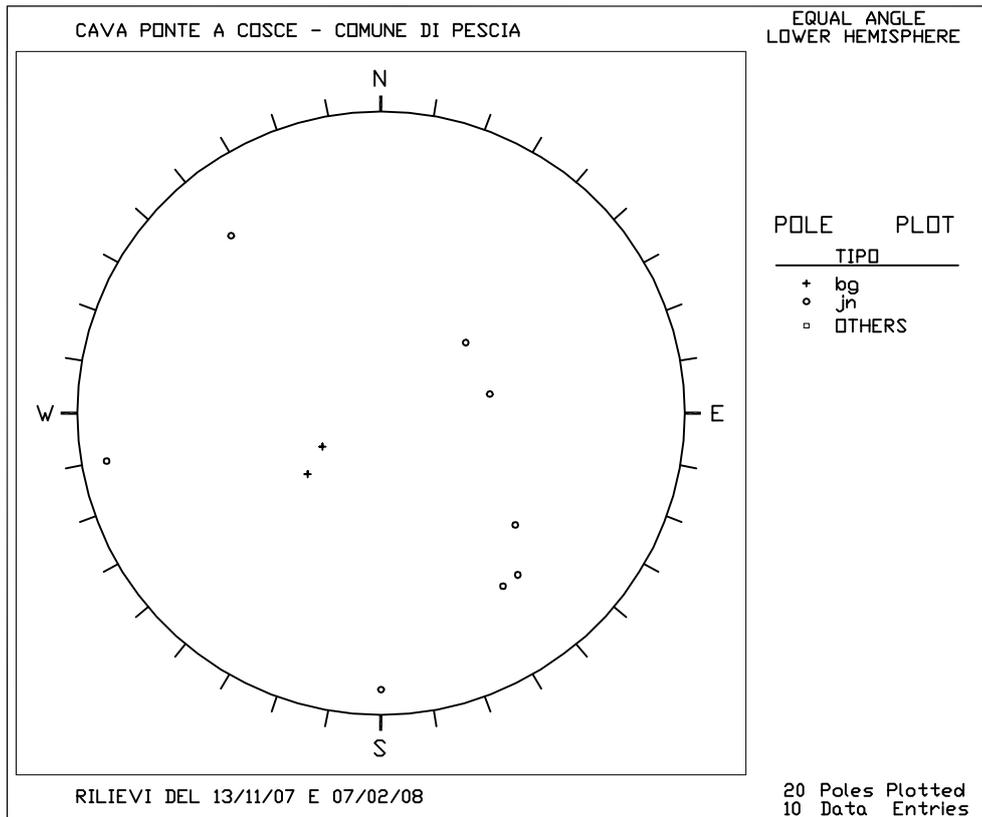


Poli dei piani di discontinuita'

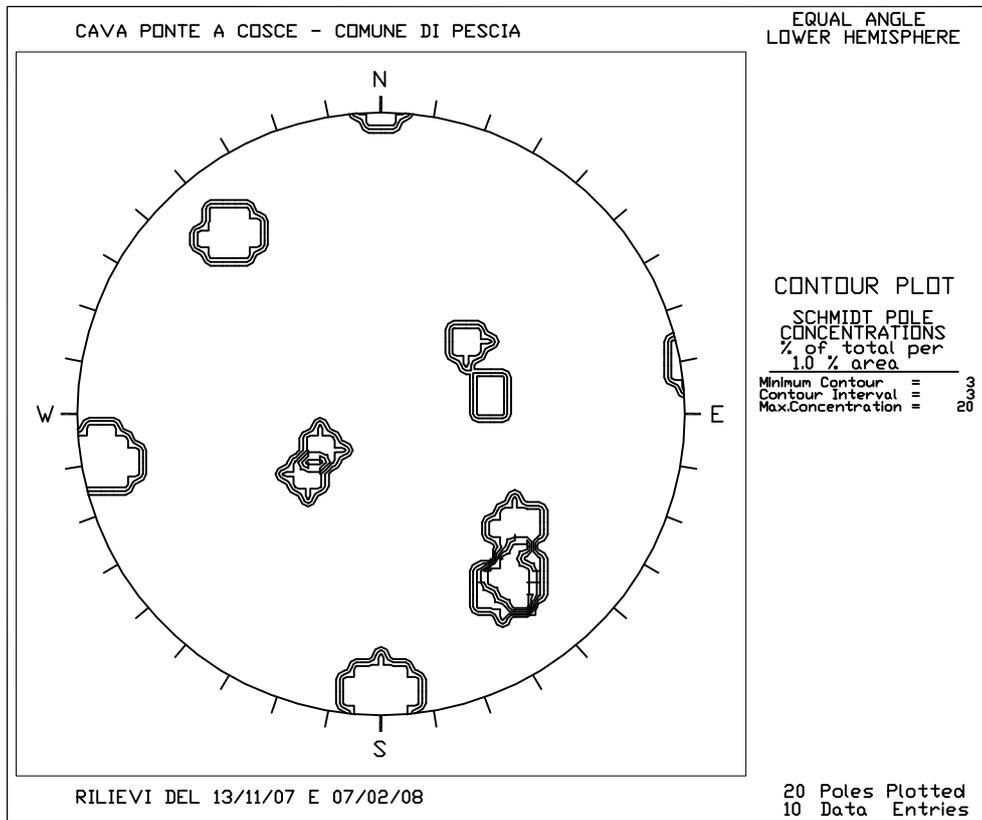


Densita' dei poli e piani principali

FIG. B3 DIAGRAMMA GEOMECCANICO STEND. 2

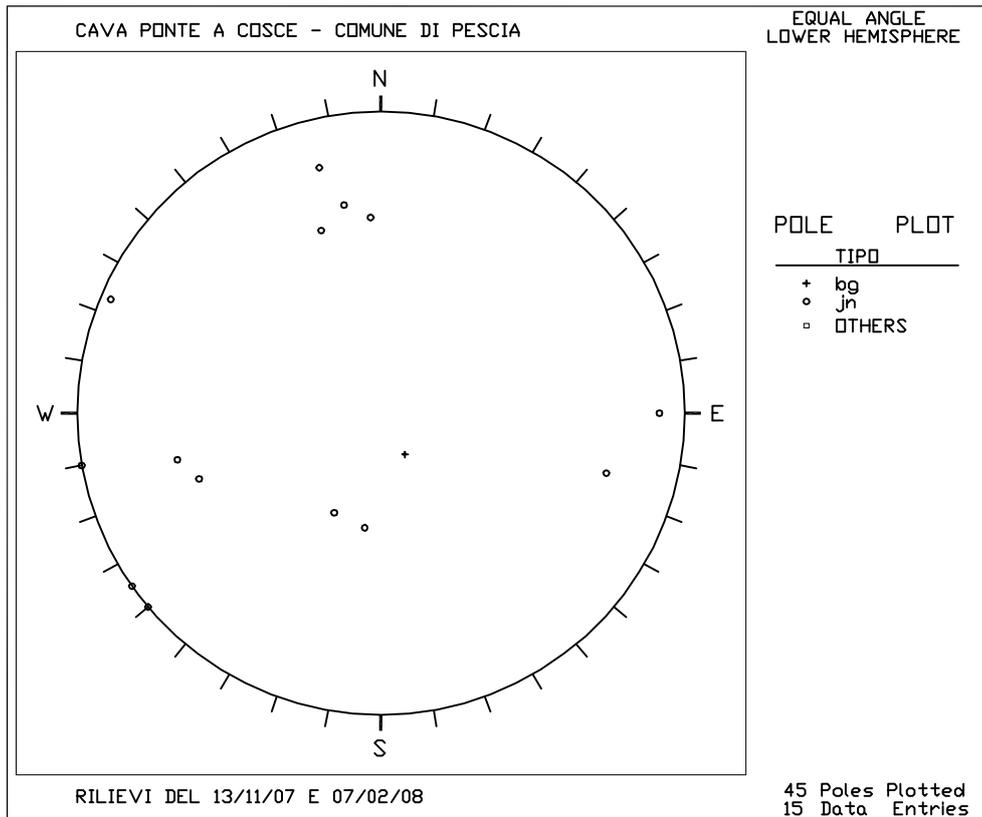


Poli dei piani di discontinuita'

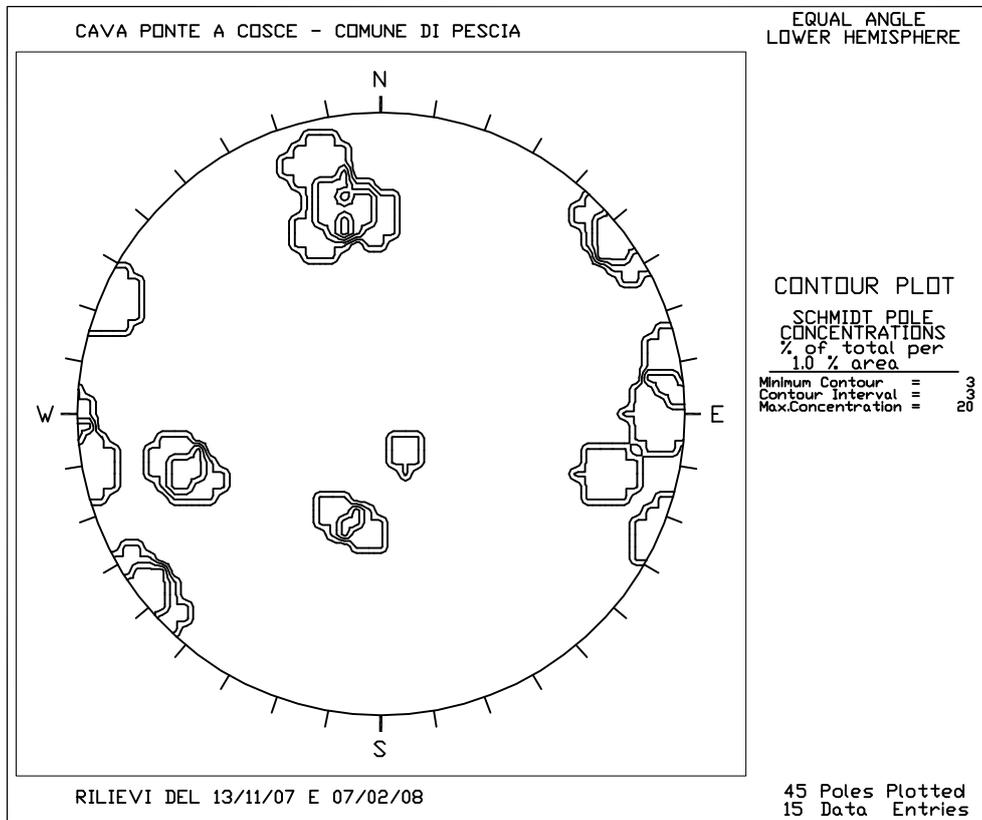


Densita' dei poli e piani principali

FIG. B4 DIAGRAMMA GEOMECCANICO STEND. 3

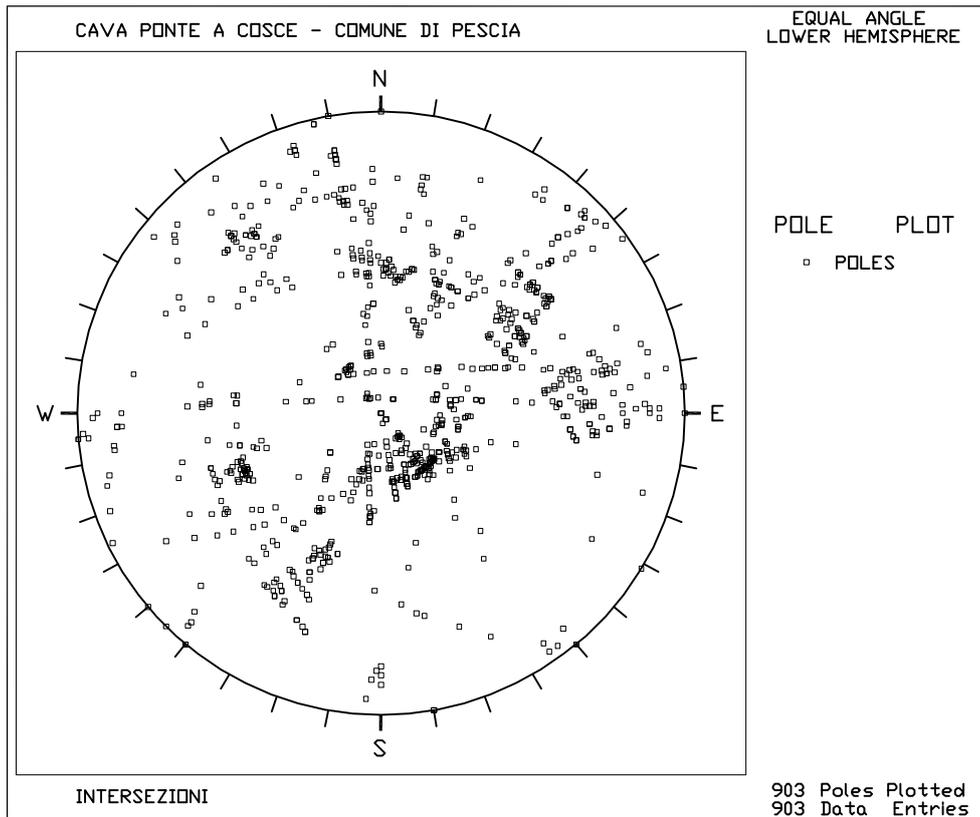


Poli dei piani di discontinuita'

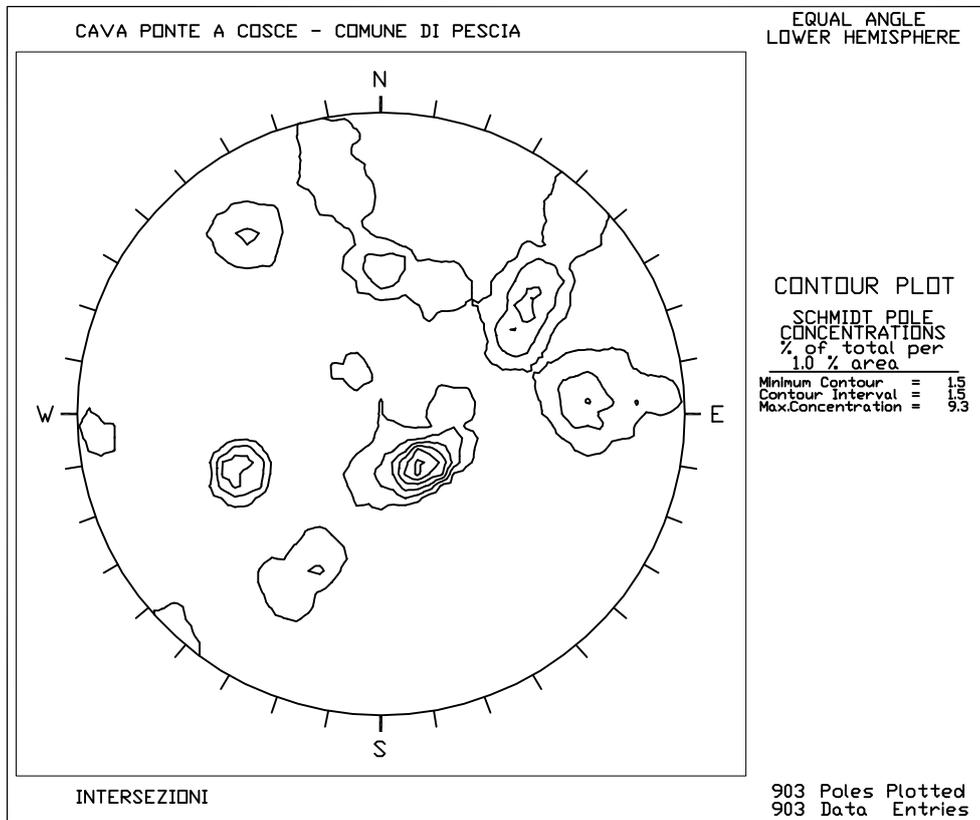


Densita' dei poli e piani principali

FIG. B5 CAMPO TOTALE DELLE INTERSEZIONI



Poli dei piani di discontinuita'



Densita' dei poli e piani principali

APPENDICE C

Verifiche stabilità cinematiche analisi programma Kars

- Fronte con immersione 16°
- Fronte con immersione 49°
- Fronte con immersione 140°
- Fronte con immersione 289°

FIG. C1 - VERIFICA DI STABILITA' CINEMATICA

CAVA PONTE A COSCE - PENDIO AVENTE IMMERSIONE DI 16° E INCLINAZIONE VARIABILE

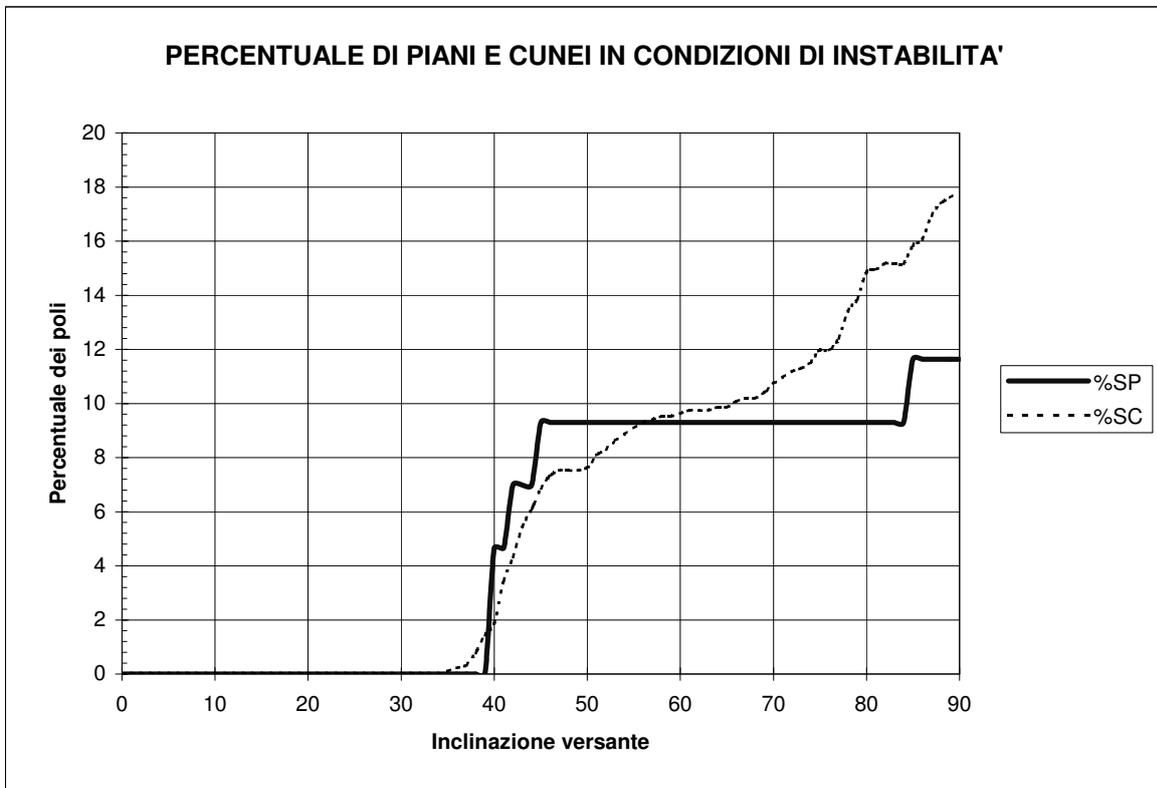
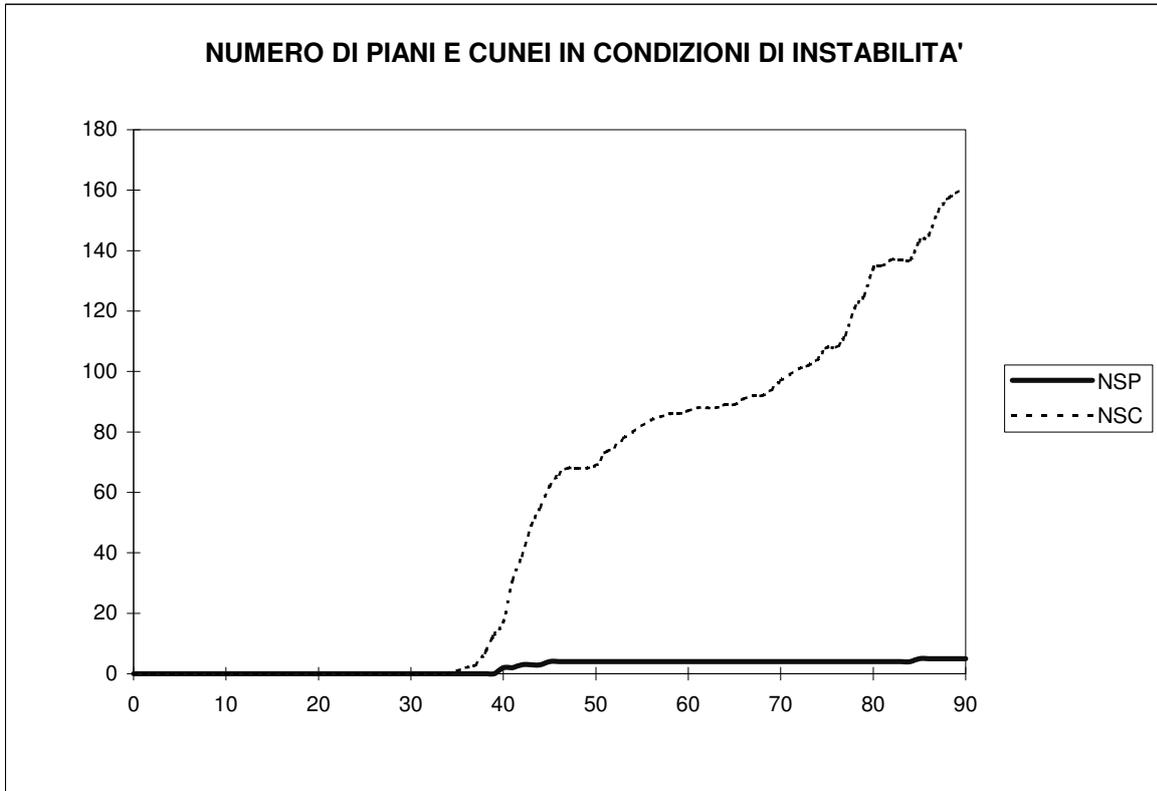


FIG. C2 - VERIFICA DI STABILITA' CINEMATICA

CAVA PONTE A COSCE - PENDIO AVENTE IMMERSIONE DI 49° E INCLINAZIONE VARIABILE

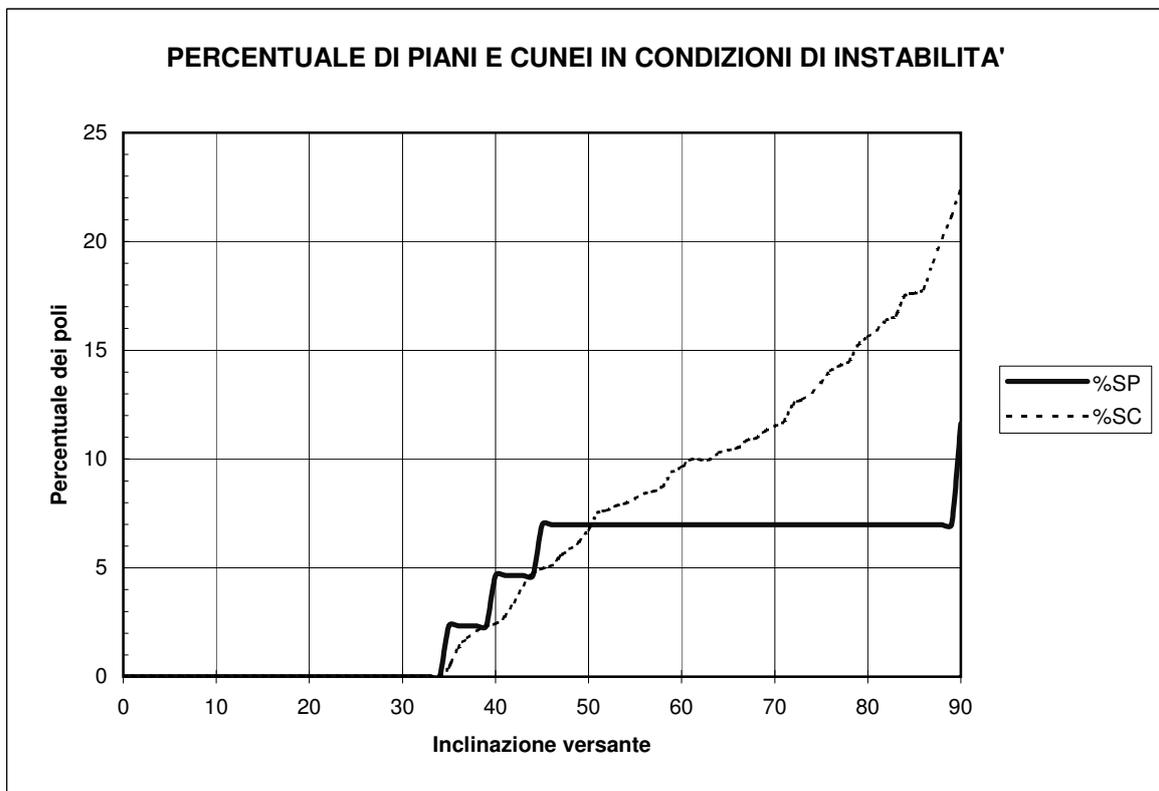
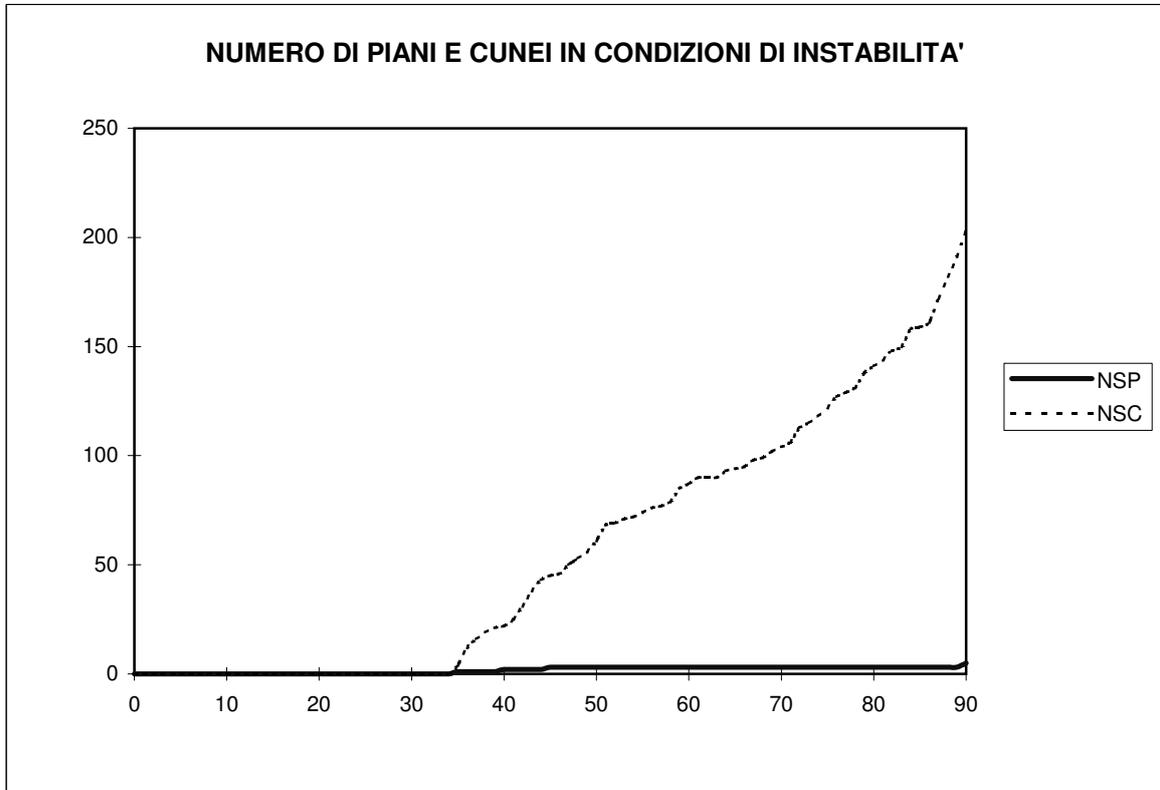


FIG. C3 - VERIFICA DI STABILITA' CINEMATICA

CAVA PONTE A COSCE - PENDIO AVENTE IMMERSIONE DI 140° E INCLINAZIONE VARIABILE

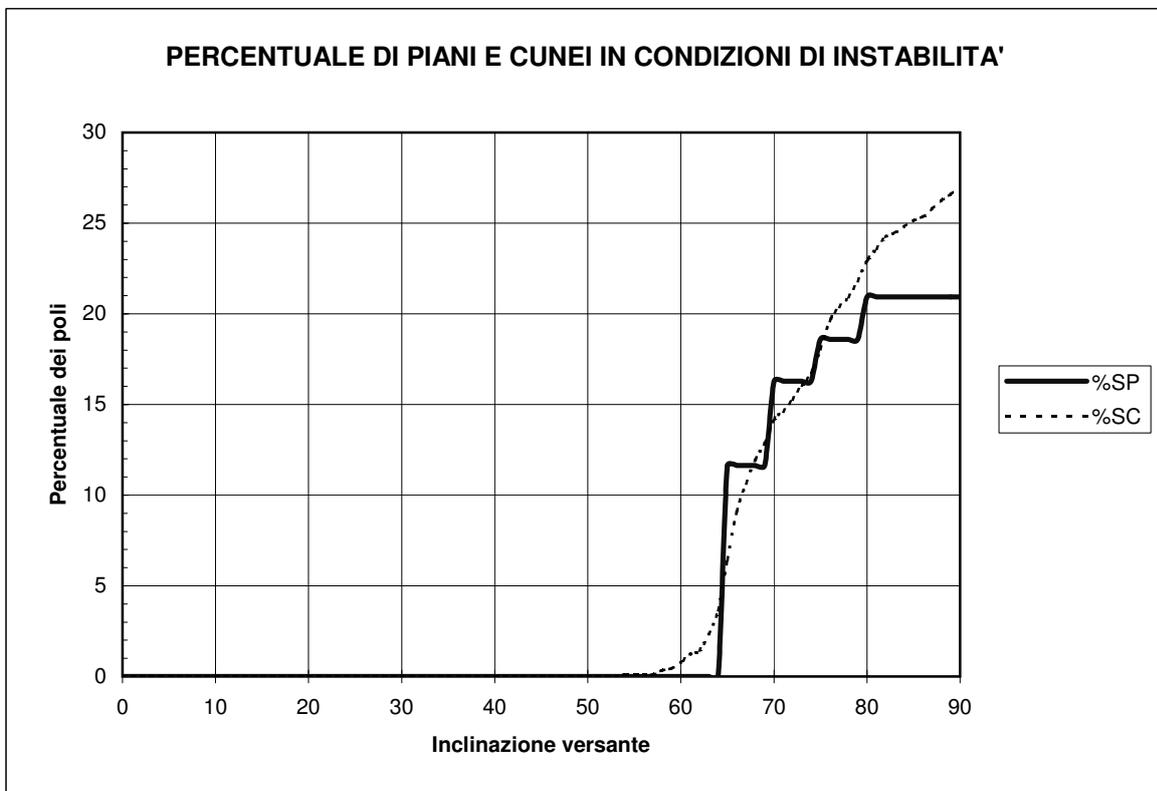
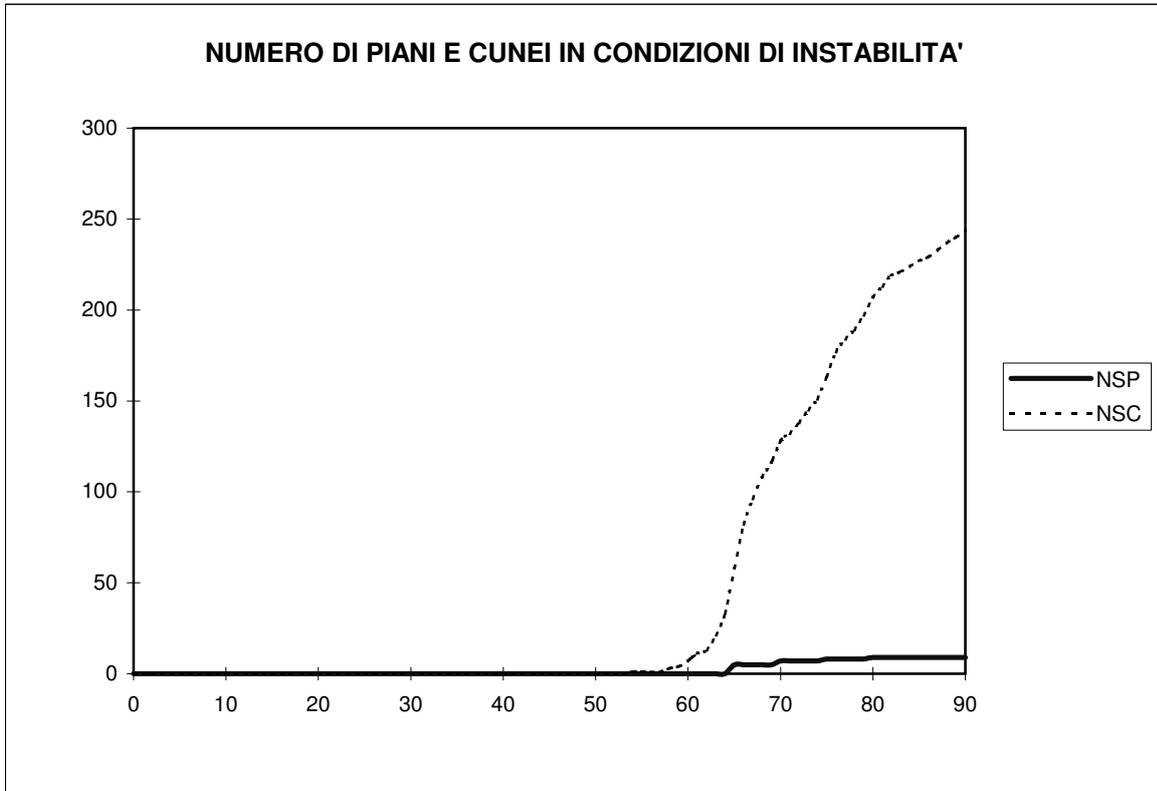
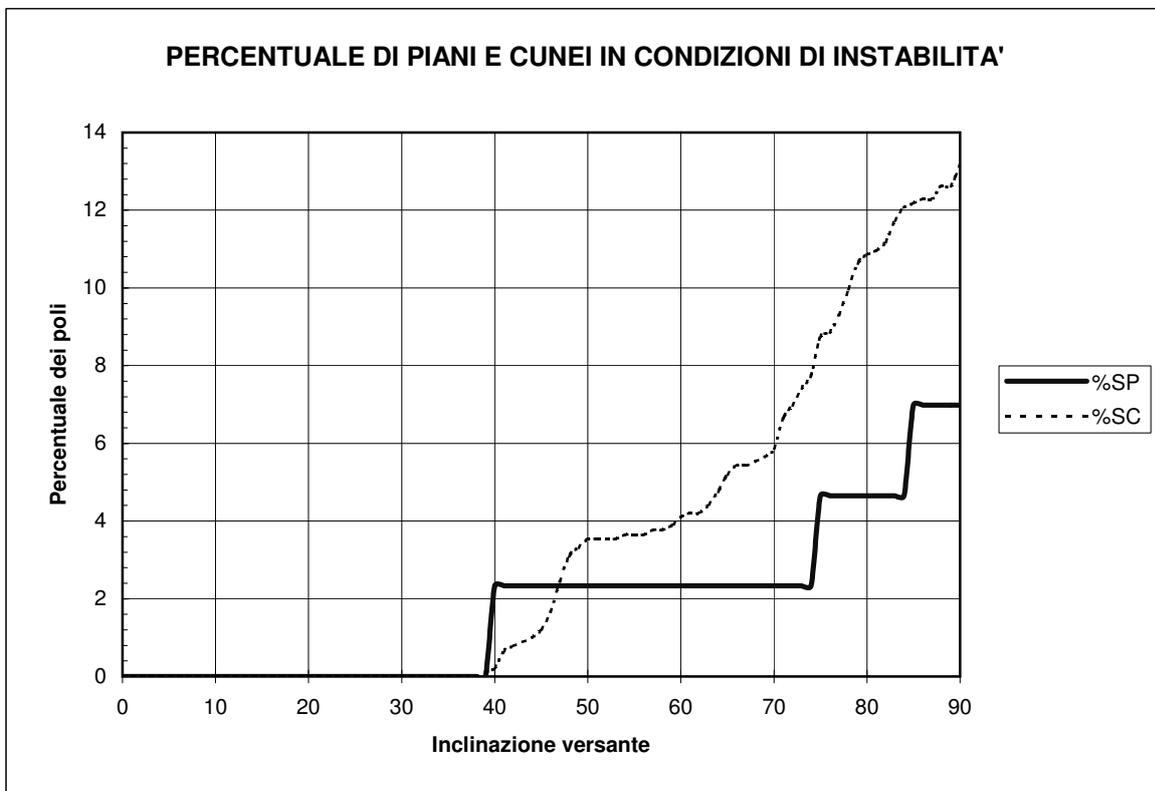
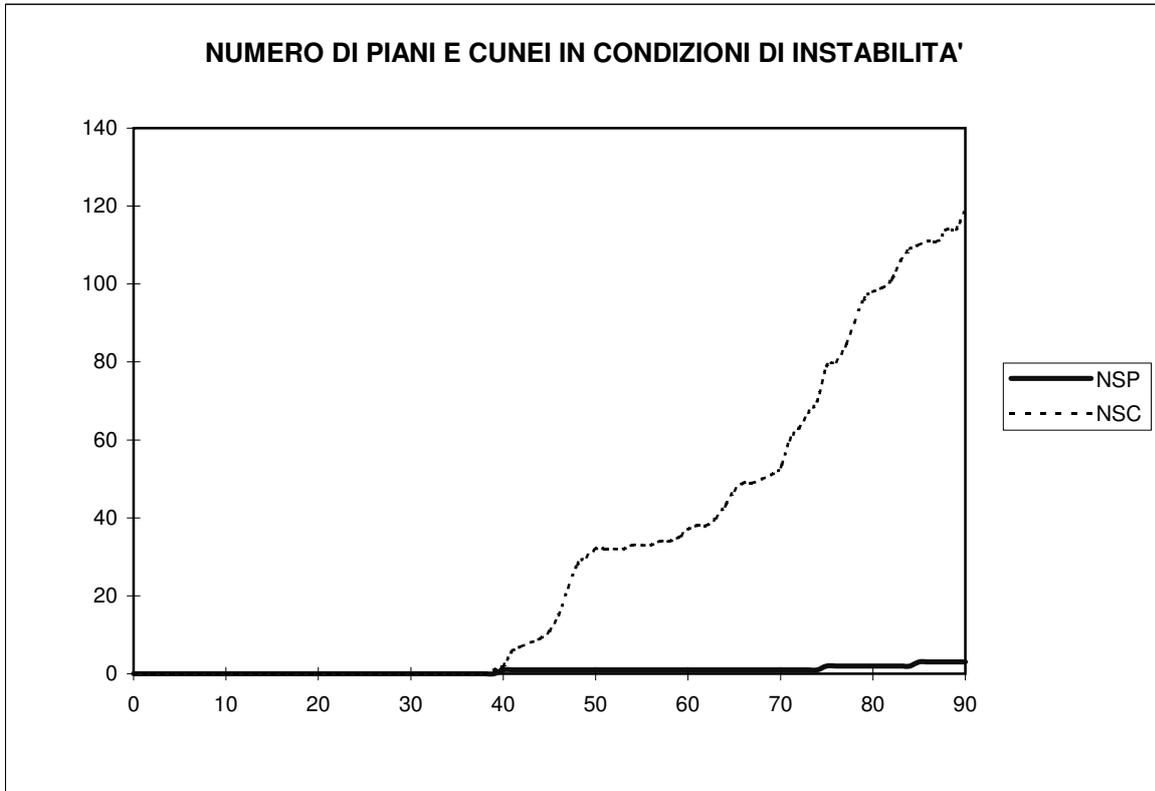


FIG. C4 - VERIFICA DI STABILITA' CINEMATICA

CAVA PONTE A COSCE - PENDIO AVENTE IMMERSIONE DI 289° E INCLINAZIONE VARIABILE

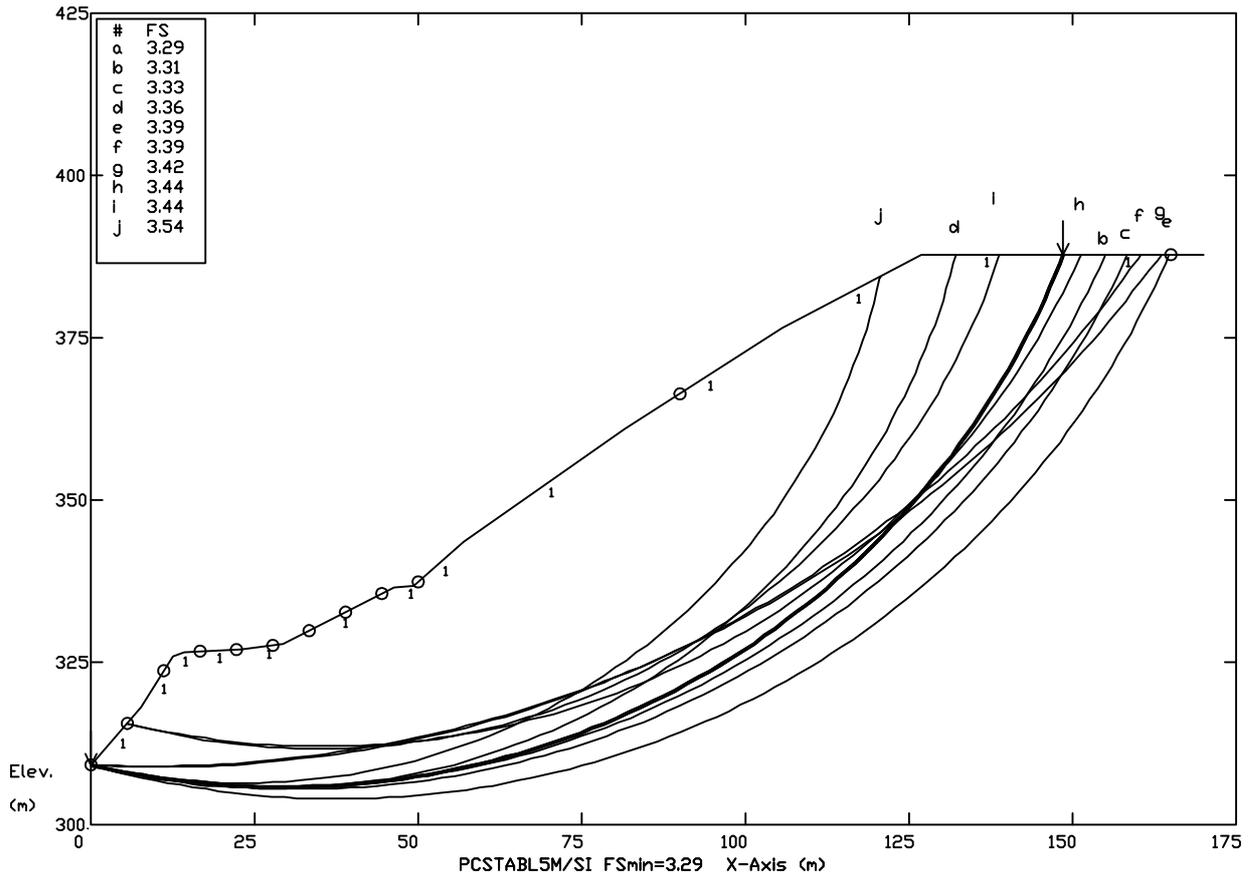


APPENDICE D

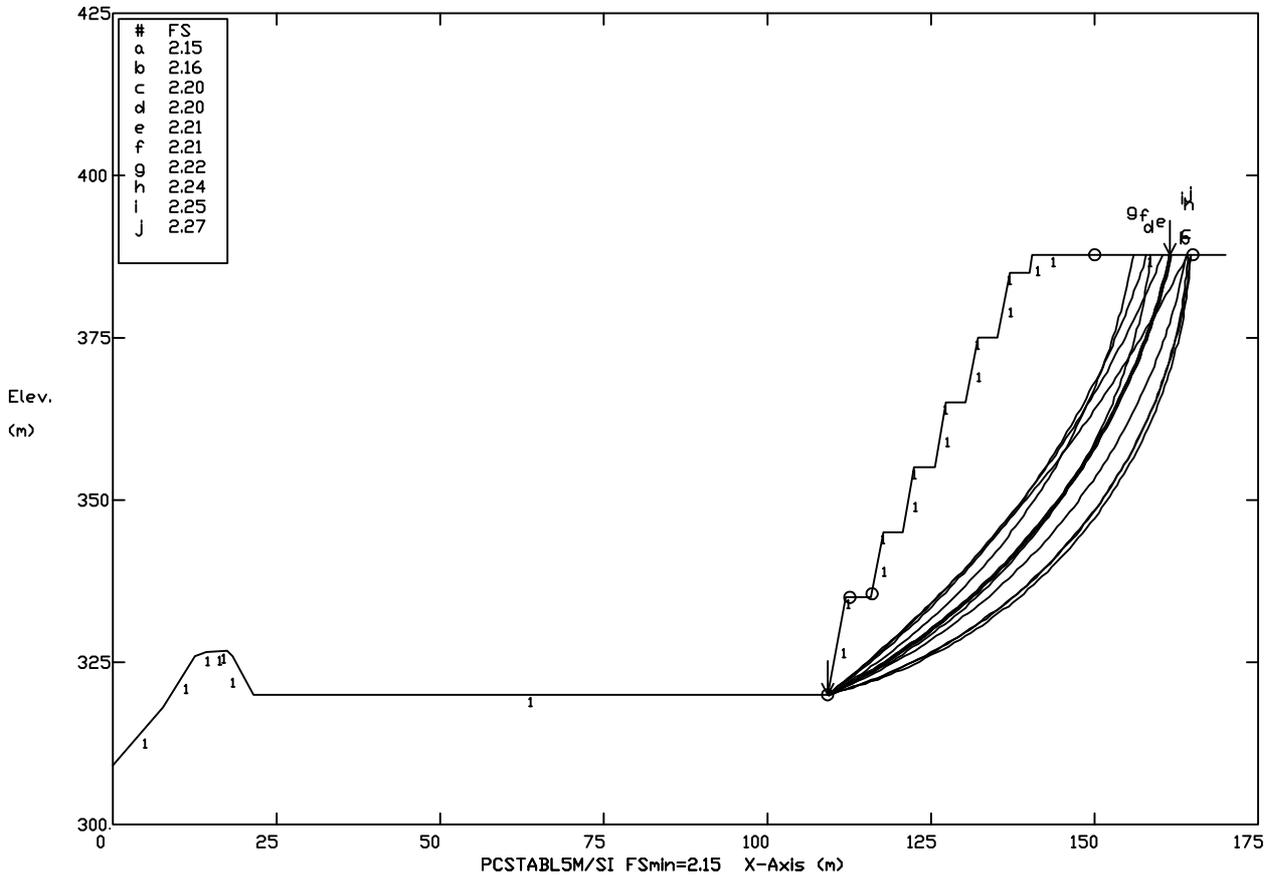
Verifiche stabilità metodo Janbu analisi programma Sted

- Sezione C-C' stato attuale
- Sezione C-C' massimo scavo

CAVA PONTE A COSCE - SEZIONE C-C' VERIFICA STABILITA' STATO ATTUALE
 Ten Most Critical, C:\COSCE-AT.PLT By: Iacopo Parenti 04-02-09 4:30pm



CAVA PONTE A COSCE - SEZIONE C-C' VERIFICA STABILITA' STATO VARIATO
 Ten Most Critical, C:\COSCE-AT.PLT By: Iacopo Parenti 04-02-09 4:30pm



Soil Type No. Label	Total Unit Wt. (KN/m3)	Saturated Unit Wt. (KN/m3)	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1 ROCCIA	27	27	380	43	0	0	

APPENDICE E

Certificati laboratorio

- Certificato Sigma 13447
- Certificato Sigma 13449
- Certificato Sigma 14656



Laboratorio SIGMA s.r.l.

Per esperienze su materiali - Aut. Min. LL. PP. D. M. 8-11-75 n°14105 (art. 20 legge 1086/71)
Riconoscimento R.I.N.A. - Associato A.L.I. - Associato A.L.G.I.

Certificato n. 13447 del 12/10/2000

Rif. V.A.4138 del 10/10/2000

Il presente certificato è costituito di n. 1 pagina

Committente : IMPRESA FROSINI PIETRE SRL

Indirizzo : Via Livornese 769 - Lastra a Signa (FI)

Esperienza effettuata : Prova di compressione

Cantiere : Cava di Vellano

RELAZIONE

Il giorno 10/10/2000 sono stati consegnati al Laboratorio 4 provini cubici di circa 10cm di spigolo provenienti dalla suddetta Cava e indicati come Grana fine.

I provini sono stati sottoposti alla determinazione della resistenza a compressione eseguita secondo C.N.R. n.4.

L'esperienza ha permesso di ottenere i seguenti valori:

RESISTENZA A COMPRESSIONE

Provino	Resistenza a compressione
n.	N/mm ²
1	124,8
2	123,9
3	131,7
4	140,7
media	130,3

Lo Sperimentatore
Ing. A. Manuelli

Il Direttore del Laboratorio
Ing. M. Mancini



Laboratorio SIGMA s.r.l.

Per esperienze su materiali - Aut. Min. LL. PP. D. M. 8-11-75 n°14105 (art. 20 legge 1086/71)
Riconoscimento R.I.N.A. - Associato A.L.I. - Associato A.L.G.I.

Certificato n. 13449 del 12/10/2000

Rif. V.A.4138 del 10/10/2000

Il presente certificato è costituito di n. 1 pagina

Committente : IMPRESA FROSINI PIETRE SRL
Indirizzo : Via Livornese 769 - Lastra a Signa (FI)
Esperienza effettuata : Prova di usura
Cantiere : Cava di Vellano

RELAZIONE

Il giorno 10/10/2000 sono stati consegnati al Laboratorio 4 provini di 7x7x3,5cm provenienti dalla suddetta Cava e indicati come Grana grossa.

I provini sono stati sottoposti alla prova di usura per attrito radente eseguita mediante tribometro secondo C.N.R. n.4 sia nel senso della falda che perpendicolarmente alla falda.

L'esperienza ha permesso di ottenere i seguenti valori:

Resistenza all'usura

- Parallela alla falda = 0,84
- Perpendicolarmente alla falda = 0,78

Lo Sperimentatore
Ing. A. Manuelli

Il Direttore del Laboratorio
Ing. M. Mancini



Laboratorio SIGMA s.r.l.

Per esperienze su materiali - Aut. Min. LL. PP. D. M. 8-11-75 n°14105 (art. 20 legge 1086/71)
Riconoscimento R.I.NA.

Certificato n. 14656 del 3/11/2000

Rif. V.A.4138 del 10/10/2000

Il presente certificato è costituito di n. 1 pagina

Committente : IMPRESA FROSINI PIETRE SRL

Indirizzo : Via Livornese 769 - Lastra a Signa (FI)

Esperienza effettuata : Prova di compressione

Cantiere : Cava di Vellano

RELAZIONE

Il giorno 10/10/2000 sono stati consegnati al Laboratorio 4 provini cubici di circa 10cm di spigolo provenienti dalla suddetta Cava e indicati come Grana fine.

I provini sono stati sottoposti alla determinazione della resistenza a compressione eseguita secondo C.N.R. n.4 dopo aver sottoposto i provini a 20 cicli termici fra -10°C e 35°C.

L'esperienza ha permesso di ottenere i seguenti valori:

RESISTENZA A COMPRESSIONE

Provino	Resistenza a compressione
n.	N/mm ²
1	131,4
2	128,5
3	144,4
4	142,1
media	136,6

Lo Sperimentatore
Ing. A. Manuelli

Il Direttore del Laboratorio
Ing. M. Mancini