COMMITTENTE:

RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

ALTA SORVEGLIANZA:

ITALFERR
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

:

GENERAL CONTRACTOR:

Consorzio Collegamenti Integrati Veloci

INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI
PROGETTO ESECUTIVO

CAVA VECCHIE FORNACI (EX CAVA BUZZI) RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE
Relazione geologica-geomorfologica-idrogeologica

GENERAL CONTRACTOR	ITALFERR S.p.A.	
Consorzio Cociv Project Manager (Ing. Malvagna) Data: 26/03/2012		

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
A301	00	D	CV	RG	DP9100	002	E

Progettazione :

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Emissione	M.Enotarpi	16/03//2012	F.Colla	20/03//2012	E. Pagani	23/03//2012	Dott. Geol. E. De Mattei ORDINE DEI GEOLOGI DELLA LOMBARDIA DE MATTEI EMILIO MARIA N° 412 Data: 26/03/2012

	n. Elab.:	File: A301-00-D-CV-RGDP9100004

CUP: F81H92000000008

INDICE

INDICE **2**
1. PREMESSA **3**
2. NORMATIVA E STRUMENTI TERRITORIALI DI RIFERIMENTO **4**
3. FASI DELLO STUDIO E INDAGINI ESEGUITE **5**
4. RIFERIMENTI ALLA GEOLOGIA REGIONALE **6**
5. QUADRO GEOLOGICO RILEVATO E INTERPRETATO **10**
6. GEOMORFOLOGIA **14**
7. IDROGEOLOGIA **16**
8. CONCLUSIONI **19**
9. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI PRINCIPALI **20**
10. ALLEGATI **21**

ALLEGATI IN RELAZIONE

- Allegato 1: Atlante fotografico
- Allegato 2: Proiezione stereografiche principali discontinuità geologiche

ELABORATI GRAFICI DI RIFERIMENTO FUORI RELAZIONE

- " Carta degli affioramenti" (Elab. A301-00-D-CV-G7DP9100001)
- " Carta geologica" (Elab. A301-00-D-CV-G7DP9100002)
- " Carta geomorfologica" (Elab. A301-00-D-CV-G7DP9100003)
- "Carta idrogeologica" (Elab A301-00-D-CV-G7DP9100004)

1. PREMESSA

Il progetto in esame riguarda la riqualificazione ambientale della “Cava Vecchie Fornaci” (ex Cava Buzzi) sita in prossimità del Monte Gazzo in Sestri Ponente Comune di Genova; la riqualificazione viene realizzata mediante l’abbancamento di smarino di galleria con sistemazione finale a verde (si rimanda agli elaborati di progetto specifici per i dettagli del progetto).

Nell’ambito del progetto di riqualificazione è prevista inoltre la realizzazione di una galleria mineraria che avrà lo scopo di garantire, per i mezzi pesanti di trasporto dello smarino, un collegamento veloce alla cava, non interferente con la viabilità del quartiere di Sestri Ponente.

La galleria, avente uno sviluppo totale di circa 875 ml, imbocca, circa alla quota 73 m s.l.m., nella Cava Unicalce in Val Chiaravagna e fuoriesce, circa alla quota 173 m s.l.m., nella Cava Vecchie Fornaci.

Il tracciato è composto sostanzialmente da due tratti rettilinei con una curva di raccordo e una curva finale di sbocco nella cava; la copertura litostatica massima viene raggiunta in corrispondenza della curva di raccordo dove assume un valore di circa 220 m.

Sul lato Chiaravagna l’imbocco della galleria viene raggiunto dalla strada comunale mediante un breve tratto di strada all’aperto che si sviluppa all’interno dell’area di cava.

Il presente documento analizza le caratteristiche geologiche-geomorfologiche-idrogeologiche dell’area interessata dal progetto di riqualificazione, e cioè la Cava Vecchie Fornaci, e di realizzazione della galleria, verificandone la fattibilità geologica ai sensi della normativa vigente in materia.

Si rimanda invece alle relazioni geotecniche-di calcolo specialistiche e relative tavole collegate per quanto riguarda gli aspetti della caratterizzazione e stabilità del corpo in terra di abbancamento della cava, della stabilità delle scarpate rocciose della cava, della caratterizzazione degli ammassi rocciosi e relativo progetto per le opere degli imbocchi e di sostegno del fornice.

2. NORMATIVA E STRUMENTI TERRITORIALI DI RIFERIMENTO

Per il presente lavoro sono state prese a riferimento le normative di legge vigenti in materia e più in particolare:

- D.M. 11.03.1988 e s.m.i. “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e le scarpate, i criteri generali, e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”
- Circ. LL.PP. 24 settembre 1988 n. 30483 “Norme tecniche per terreni e fondazioni – Istruzioni applicative”
- OPCM 3274 del 20.03.2003
- “Piano di Bacino Stralcio del T.Chiaravagna” approvato con D.C.P. n. 311 del 29/09/98 e successivi D.C.P. di modifica e “Piano di Bacino Stralcio Ambiti 12 e 13” approvato con D.G.P. n. 171 del 28/11/2011
- Zonizzazione geologica PUC di Genova
- R.D. 3267 del 1923 e L.R. 4 del 22.01.’99.

L’analisi delle diverse documentazioni ha evidenziato quanto segue:

- dal punto di vista sismico il territorio del Comune di Genova rientra, secondo la classificazione dell’Ordinanza n. 3274 del 20/03/2003, in una zona 4 per la quale il DMLP 16/01/1996 “*Norme tecniche relative alle costruzioni in zona sismica” attribuisce un coefficiente* S=6.
- sul versante del T. Chiaravagna il Piano di Bacino classifica l’area di intervento come zona “CVD - Area di cava e discarica” e come VNI-MA nel tratto più prossimo al Santuario del Monte Gazzo
- sul versante degli Ambiti 12 e 13 il Piano di Bacino classifica l’area di intervento come zona “Aree Speciali – Cave attive, miniere attive e discariche in esercizio”
- tutta l’area interessata dal progetto (cava+galleria) rientra nelle zone sottoposte a vincolo idrogeologico

3. FASI DELLO STUDIO E INDAGINI ESEGUITE

Per la definizione del quadro geologico-geotecnico della zona del progetto è stata eseguito uno studio articolato nelle seguenti fasi:

- ricerca e raccolta del materiale bibliografico, cartografico e tecnico già esistente circa le caratteristiche geologiche-geomorfologiche-idrogeologiche della zona in esame; più in particolare questa fase ha compreso le seguenti sottofasi:
  - ricerca, presso il Dipartimento Territorio e Risorse dell'Universita di Genova, del materiale bibliografico esistente relativo alle caratteristiche geologiche della zona;
  - ricerca presso gli uffici tecnici degli Enti locali competenti sul territorio di studi geologico-tecnici di pianificazione; tra questi sono stati presi a riferimento il Piano di Bacino Stralcio del T.Chiaravagna e il Piano di Bacino Stralcio Ambiti 12 e 13
  - ricerca del materiale geologico già allegato al Progetto Definitivo della linea AV GE-MI
- rilevamento di superficie di tipo geologico e geomorfologico
- elaborazione dell'insieme dei dati raccolti e conseguente redazione della presente relazione e degli elaborati grafici di supporto.

4. RIFERIMENTI ALLA GEOLOGIA REGIONALE

Litostratigrafia

L'area in esame rientra, dal punto di vista geologico, nella cosiddetta "Zona Sestri-Voltaggio" che comprende alcune unità strutturali mostranti tra loro complessi rapporti tettonici, limitate ad ovest dalle unità di metaofioliti del "Gruppo di Voltri" e ad est dall'Unità dei Flysch ad Helmintoidi del M.Antola.

Dal punto di vista dell'inquadramento geologico di bibliografia sono state prese a riferimento le carte geologiche che, dal punto di vista bibliografico, sono state ritenute, ad oggi, quelle più rappresentative della Zona sopra citata:

- "Carta geologica della Zona della Sestri Voltaggio" (M.Marini – 1975/77)
- "Carta geologica della Val Polcevera" (M.Marini – 1987)
- "Foglio Genova" del Progetto CARG (2010)

Nell'area rilevata e studiata per il progetto di riqualificazione della cava e di realizzazione della galleria sono presenti le seguenti due formazioni:

- Formazione delle "Dolomie del Monte Gazzo" (Carnico sup.-Norico) dell'Unità tettonometamorfica "Gazzo-Isoverde": metadolomie e subordinati metacalcari dolomitici con frequenti brecce intraclastiche sinsedimentarie
- Formazione dei "Metagabbri di Carpenara" (Malm) dell'Unità tettonometamorfica "Palmaro-Caffarella" del Gruppo di Voltri: metagabbri e meta-olivin-gabbri a grana da fine a pegmatoide; la tessitura è localmente occhiadina.

Tettonica

Le unità costituenti la Zona Sestri-Voltaggio, mostrano tra loro complessi rapporti tettonici e risultano limitate ad ovest dalle unità metaofiolitiche del Gruppo di Voltri, su cui sono sovrascorse, e a est dall'Unità del Flysch dell'Antola, sotto cui immergono.

Ne deriva quindi una struttura a falde sovrapposte la cui evoluzione tettogenetica è stata definita polifasica e sincrona.

Più in particolare la complessa strutturazione tettonica della Zona Sestri-Voltaggio è dovuta alla sovrapposizione di tre fasi plicative sviluppate, sia pur a diverse condizioni metamorfiche, in tutte le unità.

La prima classe di deformazioni, con assi a direzione circa E-W, comprende almeno due generazioni di pieghe isoclinali/subisoclinali, che nelle unità maggiormente metamorfiche o nelle litologie argillose hanno spesso il carattere di pieghe intrafoliari con una scistosità pervasiva a spaziatura millimetrica; in questa fase, attraverso fasi di taglio e sovrascorrimento, si realizza l'appilamento dell'Antola sulle unità della Sestri-Voltaggio e di queste sul Gruppo di Voltri.

La seconda fase deformativa è caratterizzata da pieghe più o meno aperte a cerniere acute e fianchi piatti associate a una scistosità di frattura e assi circa N-S circa ortogonali a quelli della catena. Le strutture di questa fase deformano i contatti tettonici di sovrascorrimento di prima fase e hanno il controllo più appariscente sull'orografia.

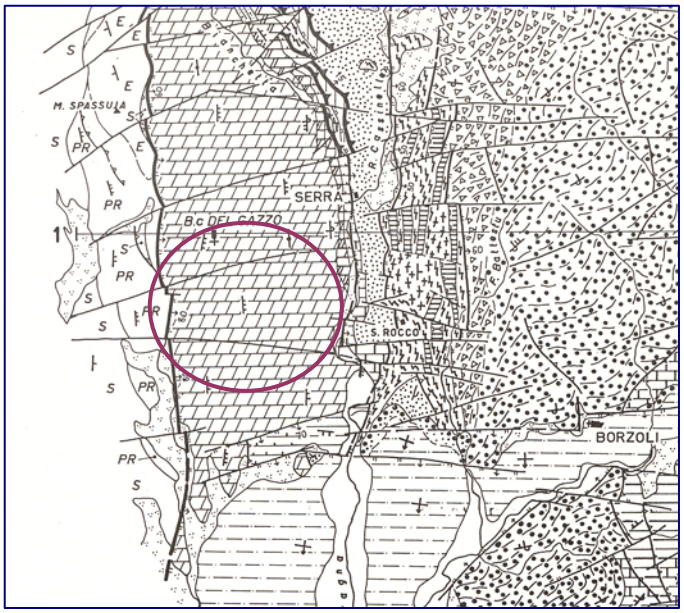
Con questa fase tutto l'edificio strutturale, costituito dal settore orientale del Gruppo di Voltri e dalle Unità della Sestri Voltaggio, acquisisce l'attuale immersione pressochè verticale ad andamento N-S.

La superficie di contatto tettonico tra il Gruppo di Voltri e le Unità della Sestri-Voltaggio, verticalizzata durante questa fase deformativa e ripresa da dislocazioni rigide di minore importanza, costituisce la nota faglia denominata "linea Sestri-Voltaggio"; tale linea si segue per circa 24 km in direzione circa N-S ed ha una immersione prevalente a est mai inferiore a 60°, normalmente intorno agli 80°.

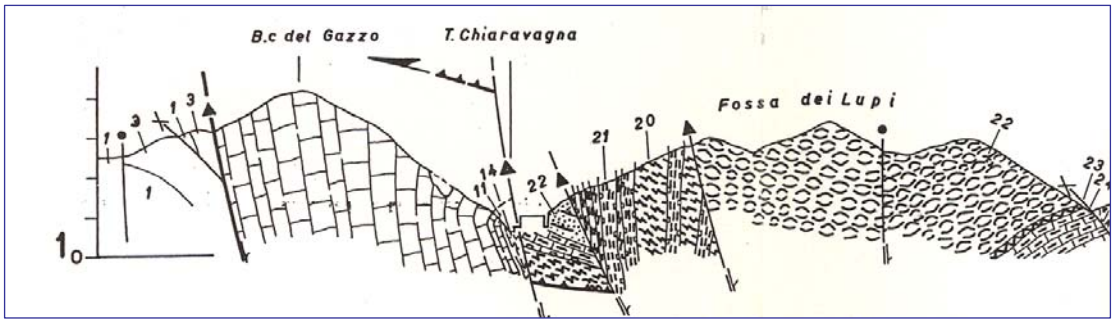
La terza fase deformativa è definita da bombamenti a grande raggio ad asse circa E-W parallelo alla catena.

Nella zona di studio, compresa tra la Cava Unicalce in Val Chiaravagna e la Cava Vecchie Fornaci sul lato Sestri Ponente, la struttura tettonica rilevabile è riconducibile alla seconda fase deformativa ed è caratterizzata dal contatto per faglia verticalizzato, avente direzione circa N-S, tra le Dolomie del Monte Gazzo ed i Metagabbri di Carpenara.

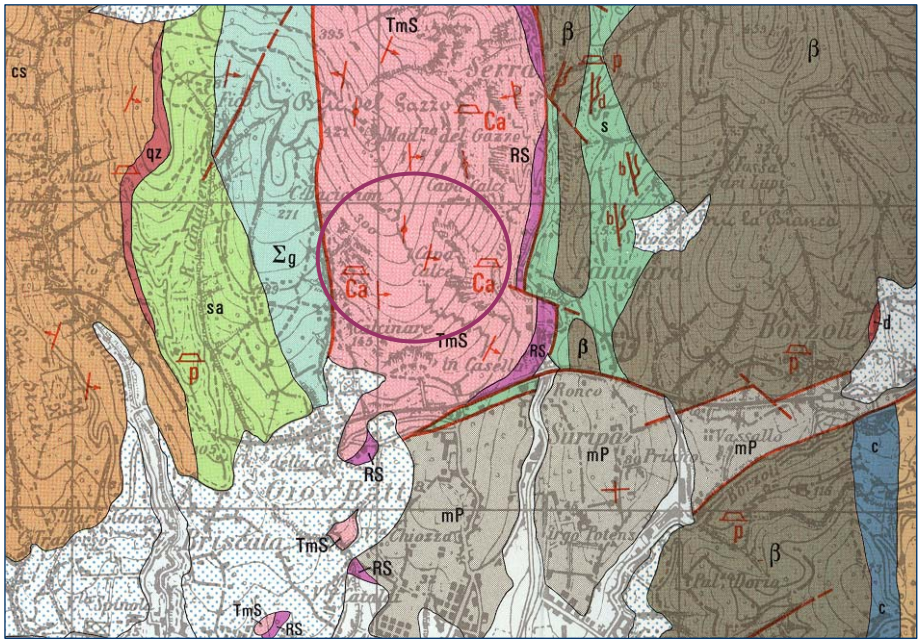
Si riportano di seguito gli estratti delle carte geologiche di bibliografia sopra citate in cui sono evidenziati i rapporti tettonici delle due formazioni nell'area di studio:



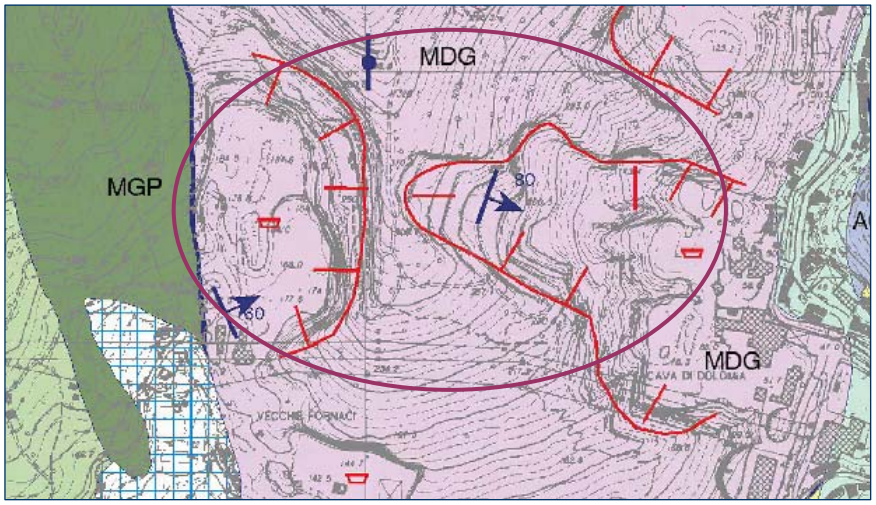
Estratto carta geologica
M.Marini – 1975/77



Estratto sezione geologica M.Marini – 1975/77



Estratto carta geologica M.Marini – 1987



Estratto carta geologica CARG – 2010

Dalla visione delle tre carte si desume una omogeneità interpretativa dei rapporti tettonici tra le due formazioni nell'area in esame, secondo lo schema verticalizzato prima descritto.

Alle fasi di corrugamento alpino è seguito, nel Pliocene-Quaternario, un'attività neotettonica di natura fragile in ambiente distensivo, correlata alla formazione e sviluppo di sistemi di faglie probabilmente già impostati con le fasi di piegamento alpino-appenninico.

Tali sistemi di faglie hanno smembrato l'edificio alpino secondo blocchi in movimento relativo tra loro con fenomeni importanti di basculamento; questi eventi hanno condizionato e guidato i fenomeni geologici del ponente ligure, dalla trasgressione e sedimentazioni plioceniche fino al raggiungimento dell'assetto strutturale odierno dal quale è derivato la posizione della costa e del reticolo idrografico più recente.

Si evidenzia, per quanto riguarda questo aspetto della tettonica fragile, che la carta di Marini 1975/77 riporta, nell'area in esame, la presenza di due faglie a direzione circa E-W con assetto sub-verticale che, come di seguito descritto; sono state effettivamente riscontrate sul terreno; tali lineazioni rappresentano due elementi importanti caratterizzanti il modello geologico dell'area in esame.

5. QUADRO GEOLOGICO RILEVATO E INTERPRETATO

Il rilevamento sul terreno della zona di interesse del progetto ha permesso la ricostruzione del modello geologico di seguito descritto (rif. elabb. “Carta degli affioramenti” A301-00-D-CV-G7DP9100001 e “Carta geologica” A301-00-D-CV-G7DP9100002).

Nell’area rilevata e studiata per il progetto di riqualificazione della cava e di realizzazione della galleria sono presenti le seguenti due formazioni:

- Formazione delle “*Dolomie del Monte Gazzo*” (Carnico sup.-Norico) dell’Unità tettonometamorfica “Gazzo-Isoverde”: metadolomie e subordinati metacalcari dolomitici con frequenti brecce intraclastiche sinsedimentarie; colore della roccia sana: grigio, grigio chiaro
- Formazione dei “*Metagabbri di Carpenara*” (Malm) dell’Unità tettonometamorfica “Palmaro-Caffarella” del Gruppo di Voltri: metagabbri e meta-olivin-gabbri a grana da fine a pegmatoide; la tessitura è localmente occhiadina; colore della roccia sana: verde di differenti tonalità.

Il contatto tra le due formazioni è di tipo tettonico e più precisamente secondo una faglia verticalizzata, avente direzione circa N-S e immergenza verso Est; tale faglia è riconducibile all’allineamento tettonico denominato Sestri-Voltaggio.

Sulla base degli affioramenti è stato possibile localizzare questo contatto circa lungo l’impluvio del Rio Maltempo che dall’area antropizzata, sede degli ex impianti della cava, risale verso nord (foto 52); più a sud il contatto è mascherato dai riporti dell’area appena citata e dall’accumulo detritico rilevato sul versante in destra al rio (foto 51 e 53).

Lungo il contatto, nel tratto rilevato, sono stati rilevati due sottotratti con diverse caratteristiche degli ammassi rocciosi:

- nel primo, meno in quota e circa compreso tra il pozzo P1 e la sorgente S (rif. Carta geomorfologica), i metagabbri hanno un tessitura da molto fratturata a cataclastica (foto 59) ed affiorano sul pendio in maniera molto discontinua (foto 55 e 57) in genere intervallati da “sacche di terra mista clasti-blocchetti lapidei (foto 56). In questo tratto le dolomie si presentano da fratturate a molto fratturate e solo localmente assumono l’aspetto di una breccia di faglia in genere ricementata
- nel secondo sottotratto, a monte della sorgente S, gli ammassi risultano ancora più scadenti a causa della tettonizzazione più intensa e dell’alterazione spinta delle rocce; l’alterazione sembra essere stata favorita dalla tessitura scistosa dei metagabbri e brecciata delle dolomie e dalla presenza idrogeologica di acque circolanti che emergono in più punti lungo l’impluvio favorendo la crescita di vegetazione idrofila (foto 61). Sulla sponda destra dell’impluvio i metagabbri presentano una scistosità traspositiva di faglia spesso includente “occhi” più resistenti preservati dall’azione di taglio tettonico (foto 69 $\rightarrow$73); la consistenza del materiale varia da semilitoide (foto 70 e 71) a quella di una terra che si sfalda con la forza della mano (foto 73 e 74). Sulla sponda sinistra le dolomie appaiono brecciate e spesso alterate (foto 75).

Sempre sulla zona del contatto si evidenzia in ultimo che i dati geologici-geomorfologici raccolti hanno permesso di individuare e perimetrare un settore di risentimento tettonico a cavallo del contatto stesso, allungato circa N-S.

Le scadenti caratteristiche geologiche e geomorfologiche (rif. descrizione dissesti nel paragrafo "Geomorfologia") di questo settore di contatto tettonico hanno portato a scartare l'ipotesi iniziale di posizionamento in questo settore dello sbocco della galleria nella Cava Vecchie Fornaci.

Si illustra, ora di seguito, il quadro geologico rilevato nell'*area di affioramento della formazione delle Dolomie del Monte Gazzo*, ad est del contatto, all'interno della quale sono localizzati la Cava Vecchie Fornaci e la galleria in progetto.

In questa area l'assetto della formazione si mantiene coerente con quello del contatto tettonico; *la stratificazione*, quando visibile, si mantiene infatti sub-verticale con una immergenza media circa verso est; gli strati sono in genere da metrici a plurimetrici.

Rispetto alla galleria la stratificazione risulta quindi sempre da molto inclinata a verticalizzata con direzione dei banchi che passa da circa diagonale nel primo tratto rettilineo a circa parallelo all'asse della galleria nel secondo tratto rettilineo sotto alla parete est della cava.

Rispetto alle pareti della cava la stratificazione è sulla parete ovest di ugual direzione ma con maggiore inclinazione, a traverpoggio molto inclinato sulla parete nord-est e a reggipoggio molto inclinato sulla parete est.

Altro aspetto geologico importante caratterizzante lo stato di fratturazione e conservazione degli ammassi rocciosi nell'area di affioramento delle dolomie è la presenza di tre settori più o meno tettonizzati a cavallo di altrettante *linee di faglia sub-verticali orientate circa E-W*; le due più importanti saranno chiamate, in base alla loro posizione, "faglia nord" e "faglia sud" mentre quella centrale, caratterizzata da un settore più limitato di risentimento tettonico, sarà chiamata "faglia intermedia".

Le caratteristiche in sito che hanno guidato il riconoscimento e la delimitazione di questi settori di faglia, sono stati:

- l'evidenza di superfici di scorrimento, in genere ripetute più volte all'interno del settore di faglia; queste superfici, con aspetto levigato e traslucido e caratterizzate dalla presenza delle tipiche striature da scorrimento e frizionamento (foto 8,9,41 e 42), in genere includono, "a sandwich", un "pacchetto" di dolomie molto brecciate (queste superfici di scorrimento sono a volte riconoscibili anche sulle superfici della stratificazione e sono riconducibili ai movimenti tettonici alpini della faglia Sestri-Voltaggio)
- la tessitura da brecciata a molto brecciata, spesso riorientata, della dolomia (foto 27,28,24,25,43,44,45 e 49)
- la colorazione color ruggine per alterazione della roccia (foto 6,7,13) che arriva ad essere marrone nei settori di maggiore presenza d'acqua (foto 46,47,48).

La faglia nord è allineata e limitata dalla parete nord della Cava Unicalce (foto 1,6,7,13); la larghezza del settore di risentimento tettonico della faglia (circa 60m) è stata rilevata sulla parete ovest della Cava dove, tra l'altro, l'acqua circolante lungo il contatto tettonico ha favorito l'alterazione spinta della breccia di faglia (foto 46,47 e 48)

Le evidenze della faglia sud sono meglio rilevabili nella Cava Unicalce dove l'allineamento corre lungo la parete sud della cava stessa (foto 1 e 17→22).

Anche la faglia intermedia è meglio rilevabile nella Cava Unicalce ed è caratterizzata da un settore di risentimento di circa 20-25 m (foto 27 e 28).

I settori di risentimento delle tre faglie citate intercettano la galleria circa tra la progr. 18 e la progr. 118 , tra la progr.535 e la progr. 585, tra la progr. 630 e la progr.650, tra la progr. 685 e la progr.745.

Nella Cava Vecchie Fornaci la faglia nord è caratterizzata da una tessitura prevalentemente brecciata; uno spaccato della breccia di faglia è ben visibile nel secondo gradone della parete nord-ovest della cava (foto 43,44 e 45).

Sulla parete est della stessa cava il settore corrispondente alla faglia sud (circa 60 m) la tettonizzazione si evidenzia invece con una fratturazione molto spinta dell'ammasso (tessitura cataclastica ma non brecciata).

Nell'allegato 2 sono rappresentate, mediante proiezioni stereografiche, le principali discontinuità geologiche rilevate sulle pareti della Cava e degli imbocchi della galleria.

Dal punto di vista geologico si segnala la presenza di *forme carsiche ipogee* all'interno delle Dolomie del Monte Gazzo.

Su questo argomento le note illustrative del nuovo Foglio Genova segnalano che: "le grotte riconosciute all'interno del rilievo del Monte Gazzo, spesso venute alla luce durante la coltivazione delle cave, presentano un andamento variabile. Si alternano pozzi verticali e gallerie sub-orizzontali che seguono due direzioni principali: una N-S e l'altra, meno frequente, E-W; queste due direzioni rispecchiano la direzione degli allineamenti fragili della zona. All'interno di questo corpo carbonatico non sono conosciuti sistemi freatici né corsi d'acqua importanti. Il carsimo sotterraneo, spesso senile o fossile, è caratterizzato da cavità sovente riempite da depositi di precipitazione chimica. Le acque drenate dal sistema fuoriescono probabilmente lungo l'alveo del rio Bianchetta."

Si rimanda alla "Carta Idrogeologica" per il posizionamento delle grotte della zona secondo le cartografie della Regione Liguria e della Delegazione Speleologica Ligure; si rimanda invece al paragrafo "Idrogeologia" per l'elencazione e le caratteristiche principali delle grotte ad oggi conosciute nella zona.

Sulla base dei posizionamenti appena citati l'area di maggiore possibile concentrazione delle grotte, lungo il tracciato della galleria, è localizzata, in direzione N-S, a cavallo circa del tratto tra i slarghi del primo rettilineo, partendo dal lato Chiaravagna; nella stesso tratto è stata vista sulla parete nord della Cava Unicalce una cavità con notevoli concrezioni carbonatiche (foto 13,15 e 16).

Sulla base delle conoscenze attuali della Delegazione lo sviluppo verticale di queste grotte è limitato (max 50 m) e comunque tale da non interferire con la galleria; è anche verosimile però pensare che non può essere esclusa la possibilità di ritrovamenti più profondi di cavità più o meno sviluppate.

Si evidenzia, in ultimo, che è stata rilevata la presenza di setti verticali molto arrossati, lungo la stratificazione o lungo la direzione di faglia, larghi in genere tra 1-3 m, di probabile origine mista tettonica-carsica (foto 7, 22,23,24, 79,80 e 81) .

Questi setti risultano a volte svuotati, a volte riempiti da depositi di precipitazione chimica; l'aspetto della roccia è in genere brecciato e fortemente alterato.

Sintetizzando i caratteri geologici descritti, ne deriva, nella omogeneità litologica generale, un modello di una zona tettonicamente complicata derivante dalla presenza, in un'area relativamente piccola, della faglia principale di contatto e delle tre ad essa circa ortogonali (questo quadro è peraltro coerente con la tipologia della coltivazione di queste cave in cui, sfruttando lo stato di fratturazione naturale dell'ammasso, si può ricavare più facilmente un prodotto di pezzatura idonea per la produzione della calce).

In galleria saranno in generale incontrate strutture di strato e faglia verticalizzate e diversamente orientate con tessiture di ammasso da molto fratturato a cataclasato, quando più massivo, oppure brecciato; la tessitura brecciata è apparsa in genere discretamente cementata con possibilità comunque di volumi meno coesivi specie nei settori di maggiore alterazione come le faglie.

I piani o le fasce di possibile maggiore debolezza, tutti verticalizzati, potrebbero essere rappresentati dalla superfici levigate e striate di scorrimento e dai setti verticali poco sopra descritti.

6. GEOMORFOLOGIA

Gli elementi geomorfologici dell'area in esame sono stati raccolti nella specifica tavola "Carta geomorfologica" (elab. A301-00-D-CV-G7DP9100003).

La lettura della tavola evidenzia che:

- la morfologia della zona in esame è stata nel tempo fortemente modificata dalle attività di coltivazione delle cave con formazione di grandi anfiteatri in genere gradonati (foto 1, 29 30)
- la quasi totalità dell'area in dolomie è caratterizzata da roccia affiorante o sub-affiorante; tale area è per buona parte occupata dalle cave in cui l'esposizione della formazione è, evidentemente, notevole
- nella Cava Unicalce sono stati rilevate due aree in cui la dolomia è mascherata. La prima è rappresentata da un accumulo di blocchi grossolani in parte residuali dell'attività di cava e in parte franati dalle pareti rocciose (foto 11 e 12); il piede di tale accumulo, non particolarmente sistemato, arriva sino al ciglio della scarpata. La seconda è costituita da un accumulo detritico medio-grossolano, localmente sistemato con palizzate (foto 3); nell'area detritica più prossima all'imbocco è impostato un canalino di erosione che tende a movimentare materiale verso l'area dell'imbocco (foto 10)
- nella Cava Vecchie Fornaci il piazzale è stato sede di abbancamenti detritici successivi sistemati a più livelli; inoltre è rilevabile un' "unghia" di detrito di cava misto blocchi appoggiata lungo lo sviluppo del primo gradone (foto 100 →104)
- alla base della zona del contatto tettonico è presente un accumulo detritico costituito da uno scheletro lapideo eterometrico (clasti sino a blocchi) in abbondante matrice limoso-argillosa deb. sabbiosa, colore bruno; spessore medio presunto 2-4 m. Questo accumulo è verosimilmente riconducibile ad un importante, ma antico, evento franoso nei metagabbri più a monte (foto 51,52,53 ,25,43,44,45 e 49).

In termini di forme di dissesto il rilevamento geomorfologico ha evidenziato quanto segue (per l'analisi e le verifiche di stabilità delle scarpate rocciose della cava, anche nei riguardi delle attività di abbancamento, si rimanda allo specifico elaborato geologico-geotecnico):

- ✓ nella zona del contatto, all'altezza del pozzo P2, sono state rilevate alcune fenditure (tension crack) o trincee di distacco (foto 63 e 64). Queste forme, accentuate in parte dall'erosione, potrebbero essere interpretate come indizi di movimento in atto o potenziale di parte o della totalità del setto in dolomie costituente il fronte ovest della cava; le cause di questo dissesto sono inquadrabili nella mancanza di un contrasto sul lato cava e di un adeguato "ponte di roccia" di collegamento con il pendio retrostante. Dietro al setto in dolomie sono presenti infatti i metagabbri scistosi di faglia spesso in condizioni di presenza d'acqua importante. L'intervento di abbancamento di questo fronte della cava rappresenta, senza ombra di dubbio, una stabilizzazione del fronte stesso e del pendio retrostante

- ✓ tutte le pareti della Cava possono potenzialmente essere sede di distacchi e rilasci di blocchi e lastre rocciose, come dimostrano i blocchi trovati a più livelli lungo i diversi gradoni (foto 91 → 97); lo stato di fratturazione e disarticolazione dell'ammasso è in generale tale da rendere possibili distacchi di materiale. All'interno di questo quadro generale sono state rilevate alcune situazioni in cui il fenomeno di distacco è più accentuato; esse sono il fronte sulla parete ovest in corrispondenza della faglia nord e quella sulla parete est in corrispondenza della faglia sud. Si evidenzia comunque che l'ispezione visiva della stradina che corre prossima ai cigli sommitali delle due cave non ha evidenziato, neppure dove il diaframma in roccia è più sottile, indizi di movimenti in atto (foto 99)
- ✓ le pareti di imbocco della galleria dovranno essere oggetto di un adeguato disgaggio dei volumi rocciosi potenzialmente instabili; in particolare ciò vale per l'imbocco lato Chiaravagna dove la massa potenzialmente instabile, ad oggi aggettante, può avere anche volumi significativi (foto 4 e 5). Le pareti di imbocco non evidenziano invece problematiche di stabilità generale. Si rimanda per il dettaglio delle lavorazioni di preparazione e realizzazione dell'imbocco, agli elaborati geotecnici e strutturali di progetto)

7. IDROGEOLOGIA

La “Carta idrogeologica” suddivide l’area di studio in base al tipo di permeabilità associabile ai terreni affioranti nell’area di studio.

Sono state sostanzialmente distinte le aree permeabili per porosità da quelle permeabili per fratturazione.

Tra le prime i volumi maggiori sono da ritrovare nei depositi detritici abbancati, a più livelli, sul piazzale di cava.

Le formazioni rocciose sono invece caratterizzate, seppur con grado sostanzialmente diverso, da una permeabilità secondaria per fratturazione.

I metagabbri possono essere considerati da poco permeabili a mediamente permeabili per fratturazione.

Le dolomie possono invece essere classificate da mediamente permeabili a molto permeabili per fratturazione e localmente per carsismo.

Nella zona del contatto tettonico le circolazioni stagionali d’acqua all’interno delle dolomie trovano una barriera pressochè impermeabile nei metagabbri scistosi con conseguente emergenza delle acque lungo l’incisione topografica dell’impluvio locale.

Sono inquadrabili in questo schema le sorgenti e i due pozzi superficiali, con circostante vegetazione idrofila (canne – foto 60, 61 e 62), che si rilevano lungo il contatto; le sorgenti hanno portata variabile con la piovosità stagionale con valori max, come indicato allo scrivente da persone del posto, dell’ordine di 0,35 l/min e con valori prossimi allo zero nella stagione estiva.

Le dolomie rappresentano sicuramente i materiali che riescono meglio a drenare, per infiltrazione, al loro interno le acque piovane; la rete delle fratture è sicuramente ben sviluppata ed allargata in molte situazioni dal carsismo.

Il rilevamento, alla data del marzo 2012, non ha evidenziato emergenze d’acqua dalle pareti in dolomie delle due cave, anche alle quote più basse di imbocco e sbocco della galleria.

Per quanto riguarda la presenza di *forme carsiche ipogee* all’interno delle Dolomie del Monte Gazzo, le note illustrative del nuovo Foglio Genova segnalano che, come già anticipato nel paragrafo della geologia, “le grotte riconosciute all’interno del rilievo del Monte Gazzo, spesso venute alla luce durante la coltivazione delle cave, presentano un andamento variabile. Si alternano pozzi verticali e gallerie sub-orizzontali che seguono due direzioni principali: una N-S e l’altra, meno frequente, E-W; queste due direzioni rispecchiano la direzione degli allineamenti fragili della zona. All’interno di questo corpo carbonatico non sono conosciuti sistemi freatici né corsi d’acqua importanti. Il carsimo sotterraneo, spesso senile o fossile, è caratterizzato da cavità sovente

riempite da depositi di precipitazione chimica. Le acque drenate dal sistema fuoriescono probabilmente lungo l'alveo del rio Bianchetta." (affluente del T.Chiaravagna a monte della Frazione Serra).

La "Carta Idrogeologica" riporta il posizionamento delle grotte della zona secondo le cartografie della Regione Liguria e della Delegazione Speleologica Ligure; tra queste quella più aggiornata ed affidabile, per quanto non ancora ufficiale,.dovrebbe essere quella della Delegazione.

La tabella seguente riassume le caratteristiche principali delle grotte ad oggi conosciute nella zona dalla Delegazione:

GROTTE CARSICHE CENSITE DA DELEGAZIONE SPELEOLOGICA LIGURE

	ID Grotta		Coordinate EST GaussBoaga			Coordinate NORD GaussBoaga			QUOTA	SVILUPPO	PROFONDITA'
			gradi	primi	secondi	gradi	primi	secondi	m	m	m
TANNA DO BRIGIDUN	128	82 II NE	3	36	22	44	26	14	170	36	2
GROTTA DEL MONTE GAZZO	401	82 II NE	3	36	7	44	26	29	295	40	-
GROTTA DEL FALCO	470	82 II NE	3	36	6	44	26	30	270	110	50
GROTTA ROSSA	471	82 II NE	3	36	6	44	26	31	270	30	4
TANA DEI FALCHI	473	82 II NE	3	36	6	44	26	31	270	10	2
TANA DELLO SCIVOLO	474	82 II NE	3	36	6	44	26	31	270	7	1
GROTTINA DEI CORALLI	475	82 II NE	3	36	6	44	26	28	200	8	-
POZZETTO MICROBO	953	82 II NE	3	36	20	44	26	17	280	8	5
ABISSO DO BRIGIDUN	954	82 II NE	3	36	16	44	26	14	250	90	80

Sulla base dei posizionamenti appena citati l'area di maggiore possibile concentrazione delle grotte, lungo il tracciato della galleria, è localizzata, in direzione N-S, a cavallo circa del tratto tra i slarghi del primo rettilineo, partendo dal lato Chiaravagna; nella stesso tratto è stata vista sulla parete nord della Cava Unicalce una cavità con notevoli concrezioni carbonatiche (foto 13,15 e 16).

In questa zona ricadono la Grotta Rossa, Grotta del Falco, la Tana dello Scivolo e la Tana dei Falchi.

Sulla base delle conoscenze attuali della Delegazione lo sviluppo verticale di queste grotte è limitato (max 50 m) e comunque tale da non interferire con la galleria; è anche verosimile però pensare che non può essere esclusa la possibilità di ritrovamenti più profondi di cavità più o meno sviluppate.

L'Abisso do Brigidun è localizzato nella zona dell'imbocco lato Cava Vecchie Fornaci; la profondità della cavità è di 80 m per cui potrebbe teoricamente raggiungere una quota prossima alla galleria.

Il rilevamento ha evidenziato cavità carsiche limitate caratterizzate o da concrezioni carbonatiche ben sviluppate (parete ovest cava Buzzi foto 82,83,84), o di setti verticali molto arrossati, lungo la stratificazione o lungo la direzione di faglia, larghi in genere tra 1-3 m, di probabile origine mista tettonica-carsica (foto 7, 22,23,24, 79,80 e 81).

Sulla base di quanto esposto, è verosimile attendersi, in termini di presenza d'acqua in galleria, arrivi sottoforma di stillicidi diffusi con possibili venute d'acqua in corrispondenza di tratte più fratturate e/o caratterizzate da forme carsiche (da rete di fratture allargate sino a cavità più o meno sviluppate).

Questi arrivi sono correlati sostanzialmente alla quantità d'acqua piovana che si infiltra e viene drenata, attraverso la rete delle fratture, dal massiccio carbonatico; l'entità di questi arrivi è quindi proporzionale alla piovosità stagionale.

8. CONCLUSIONI

L'elaborazione dei dati reperiti ha permesso la ricostruzione del modello geologico, geomorfologico ed idrogeologico della zona in cui dovranno inserirsi gli interventi in progetto (riqualificazione Cava Vecchie Fornaci e galleria mineraria).

Le caratteristiche rilevate non evidenziano pregiudiziali geologiche generali per la realizzazione delle opere in progetto; al contrario l'abbancamento della cava può invece stabilizzare, nel lungo termine, le pareti della cava ed in particolare alcune situazioni più localizzate in cui sono stati rilevati indizi di movimenti più importanti del fronte di cava (parete ovest).

Sono state comunque evidenziate alcune situazioni locali e circostanziate di dissesto (scarpate di imbocco galleria, distacchi di blocchi dalle pareti da evitare e controllare per la sicurezza delle maestranze durante le lavorazioni di abbancamento) che dovranno essere superate mediante opportune scelte progettuali e di corso d'opera (disgaggio preventivo delle scarpate, protezione con rete metallica, chiodature, rilevati in terra di protezione, opere di disciplina e regimazione delle acque, ecc.).

In conclusione quindi, per questa fase di progetto definitivo, si ritiene compatibile la fattibilità degli interventi in progetto con le caratteristiche geologiche dei luoghi; si rimandano comunque, alla fase di progetto esecutivo, gli approfondimenti geologici-geognostici del caso che permetteranno l'analisi e le verifiche geologiche di dettaglio del progetto in esame.

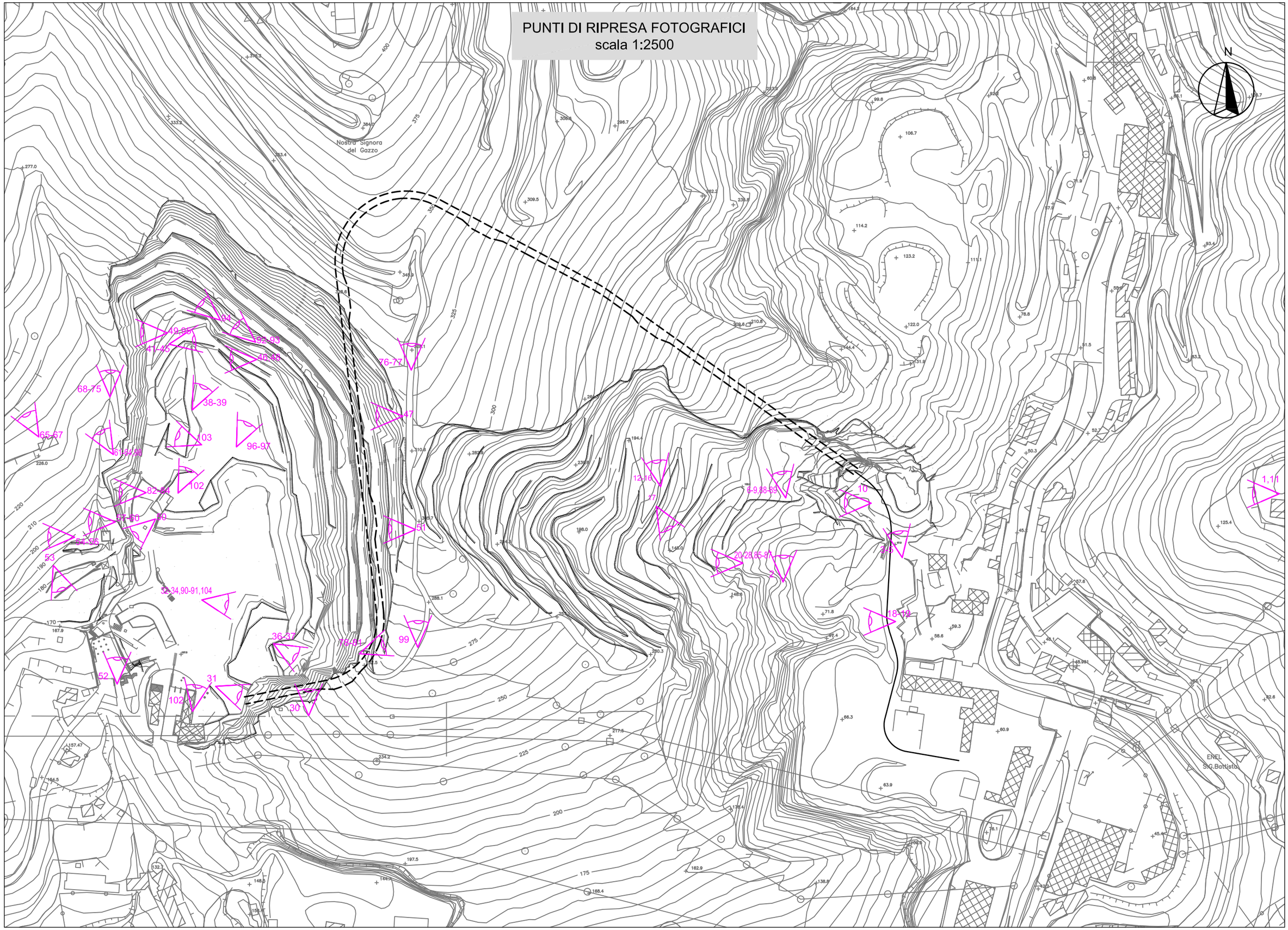
9. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI PRINCIPALI

- M. Marini - “Carta Geologica della Val Polcevera e zone limitrofe (Appennino settentrionale)” - Atti Tic. Sc. Terra, 40 - 1987
- M. Marini - “Note illustrative della Carta Geologica della Val Polcevera e zone limitrofe (Appennino settentrionale)” - Atti Tic. Sc. Terra, 40 1998
- L. Cortesogno, D.Haccard - “Carta Geologica della Zona Sestri-Voltaggio” – Mem. Soc. Geol. It - Volume XXVIII – 1984
- L. Cortesogno, D.Haccard - “Note illustrative alla Carta Geologica della Zona Sestri-Voltaggio” – Mem. Soc. Geol. It. - Volume XXVIII – 1984
- Regione Liguria-DIPTERIS Progetto CARG: “Foglio Genova”
- A. Boni – “Il Pliocene e la neotettonica nelle Alpi Liguri” - Mem. Soc. Geol. It - Volume XXVIII – 1984
- F.Fanucci – “Neotettonica dei margini continentali del Mar Ligure” – Mem. Soc. Geol. It. ,19 – 1978
- M.Marini – “Il quadro deformativo del settore ligure della Zona Sestri-Voltaggio con particolare riguardo alle strutture a grande scala” - Mem. Soc. Geol. It - Volume XXVIII – 1984
- L.Crispini, G. Capponi – “ Tectonic evolution of the voltri group and Sestri Voltaggio zone (Southern limit of the NW Alps): a review – Ofioliti, 26, 2001
- M. Marini – “Carta geologica del versante ligure della zona Sestri-Voltaggio” – Ofioliti, 2 - 1977
- M.Marini – “Litostratigrafia e assetto strutturale della Valpolcevera (Appennino Ligure): revisione, nuovi dati e prospettive” – Giornale di Geologia, Vol. 51,1 – 1989
- Regione Liguria-DIPTERIS GE - Foglio “Genova” Progetto CARG - 2010

10. ALLEGATI

ATLANTE FOTOGRAFICO
(Allegato1)
E
PROIEZIONI STEREOGRAFICHE PRINCIPALI DISCONTINUITA' GEOLOGICHE
(Allegato 2)

PUNTI DI RIPRESA FOTOGRAFICI
scala 1:2500



CAVA UNICALCE - LATO CHIARAVAGNA



Foto 1

PARETE LATO IMBOCCO GALLERIA



Foto 2



Foto 3



Foto 4



Foto 5



Foto 6



Foto 7



Foto 8



Foto 9



Foto 10



Foto 11



Foto 12



Foto 13



Foto 14



Foto 15



Foto 16

PARETE FAGLIA SUD



Foto 17



Foto 18



Foto 19



Foto 20



Foto 21



Foto 22



Foto 23



Foto 24



Foto 25



Foto 26



Foto 27



Foto 28

CAVA VECCHIE FORNACI (EX CAVA BUZZI) – LATO SESTRI PONENTE

PARETI GRADONATE DI CAVA



Foto 29



Foto 30



Foto 31



Foto 32



Foto 33



Foto 34



Foto 36

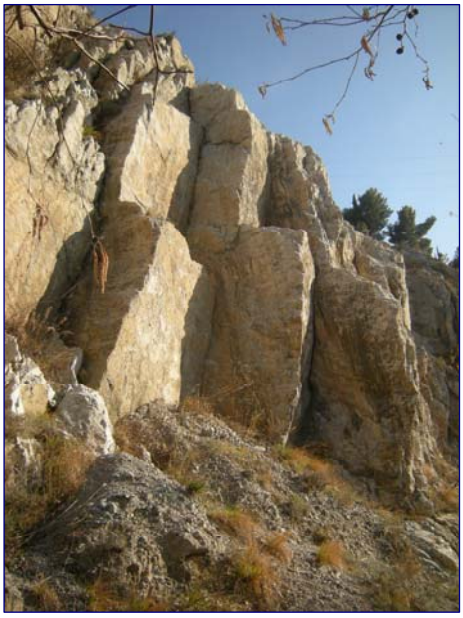


Foto 37



Foto 38



Foto 39



Foto 40



Foto 41



Foto 42



Foto 43

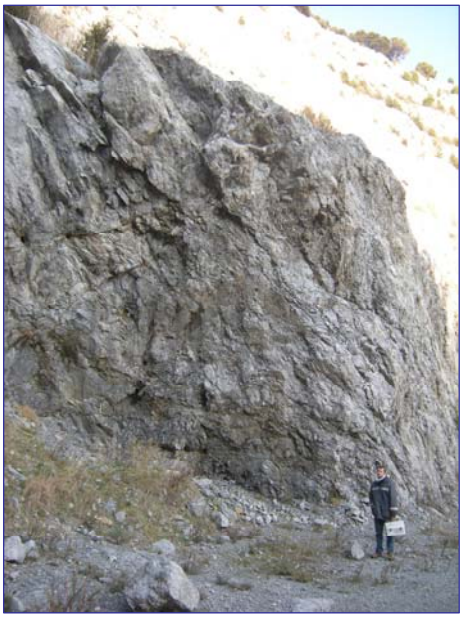


Foto 43



Foto 44



Foto 45



Foto 46



Foto 47



Foto 48



Foto 49



Foto 50

ZONA CONTATTO TETTONICO DOLOMIE-METAGABBRI



Foto 51



Foto 52



Foto 53



Foto 54



Foto 55



Foto 56



Foto 57



Foto 58



Foto 59



Foto 60



Foto 61



Foto 62



Foto 63

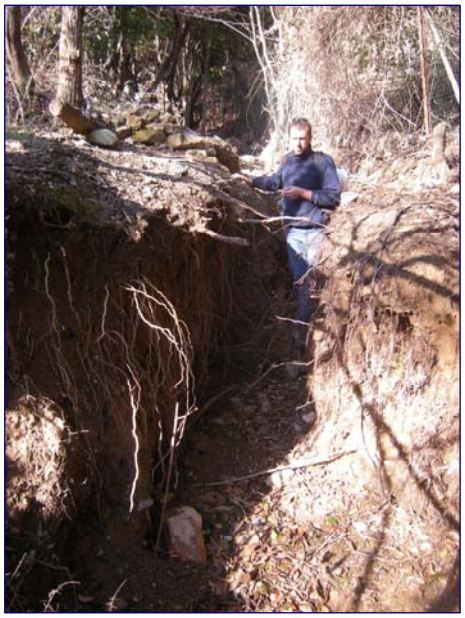


Foto 64



Foto 65



Foto 66



Foto 67



Foto 68



Foto 69



Foto 70



Foto 71



Foto 72



Foto 73



Foto 74



Foto 75

FORME CARSICHE EVIDENZIATE CON IL RILEVAMENTO



Foto 76



Foto 77



Foto 78



Foto 79



Foto 80



Foto 81



Foto 82



Foto 83



Foto 84



Foto 85



Foto 86



Foto 87



Foto 88

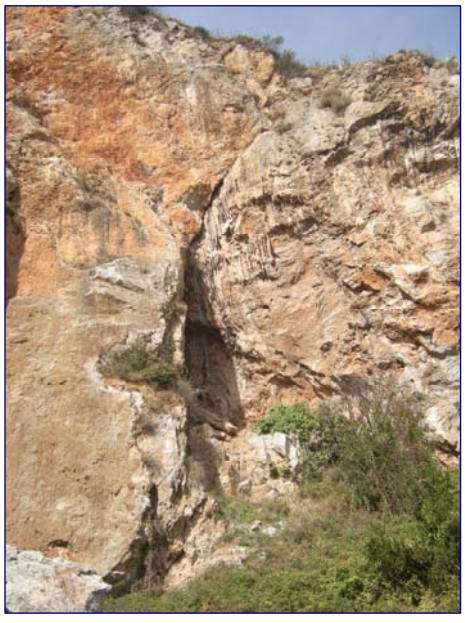


Foto 89

EVIDENZE FENOMENI DI DISSESTO



Foto 90

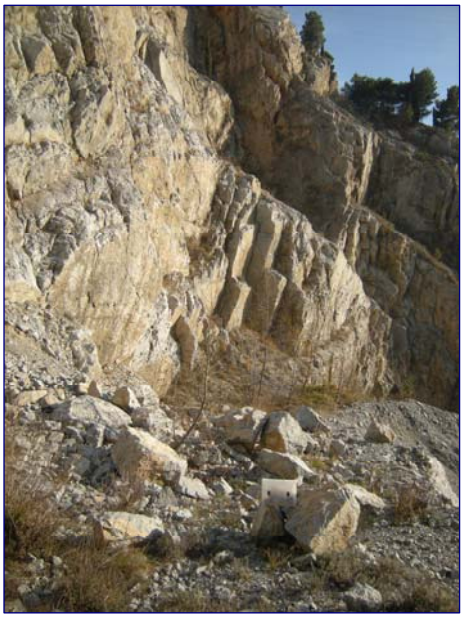


Foto 91

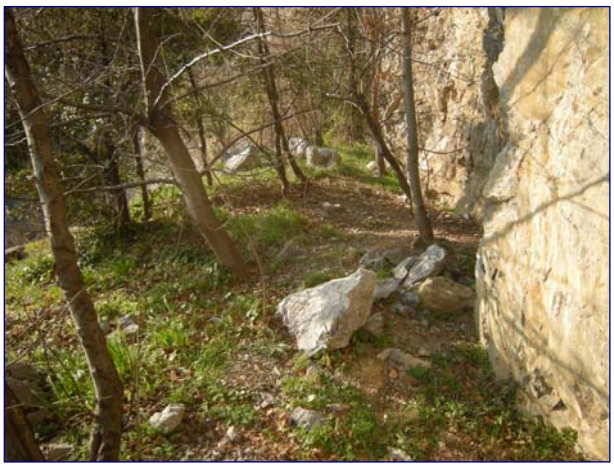


Foto 92



Foto 93



Foto 94



Foto 95



Foto 96



Foto 97

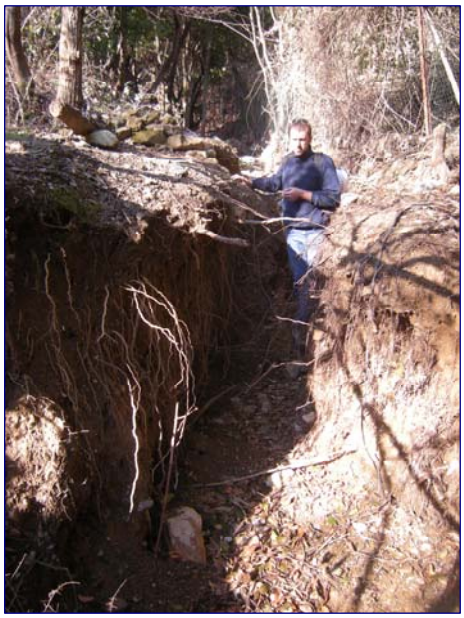


Foto 98



Foto 99

RIPORTI E DEPOSITI VARI



Foto 100



Foto 101



Foto 102

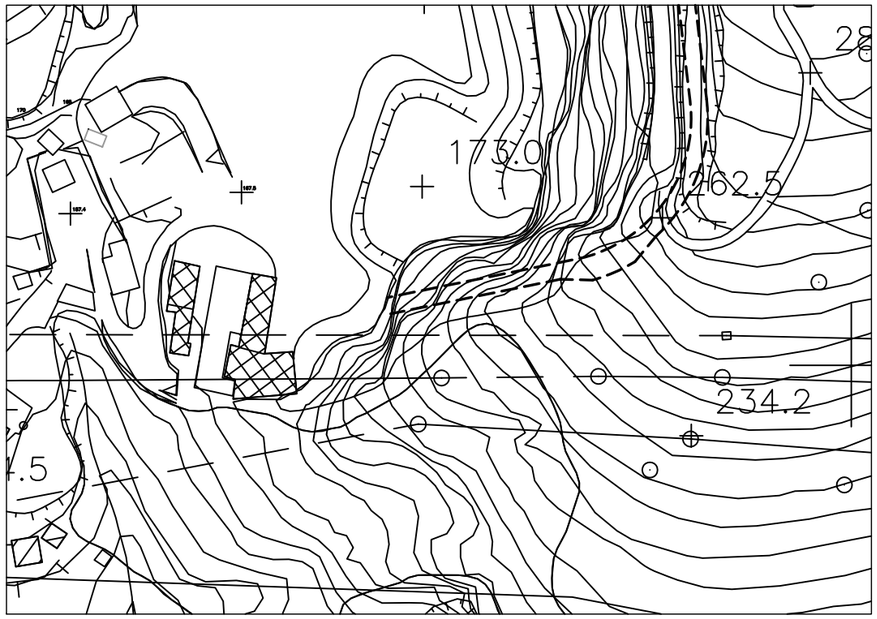


Foto 103

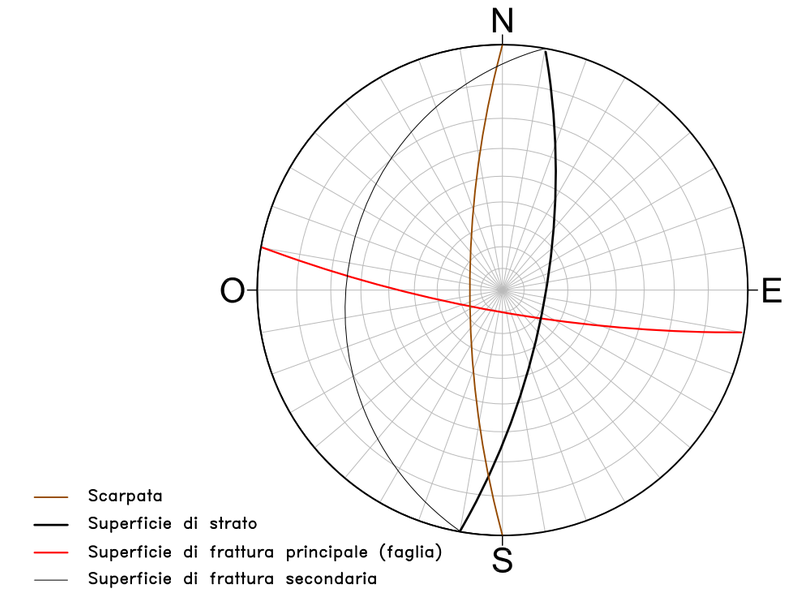


Foto 104

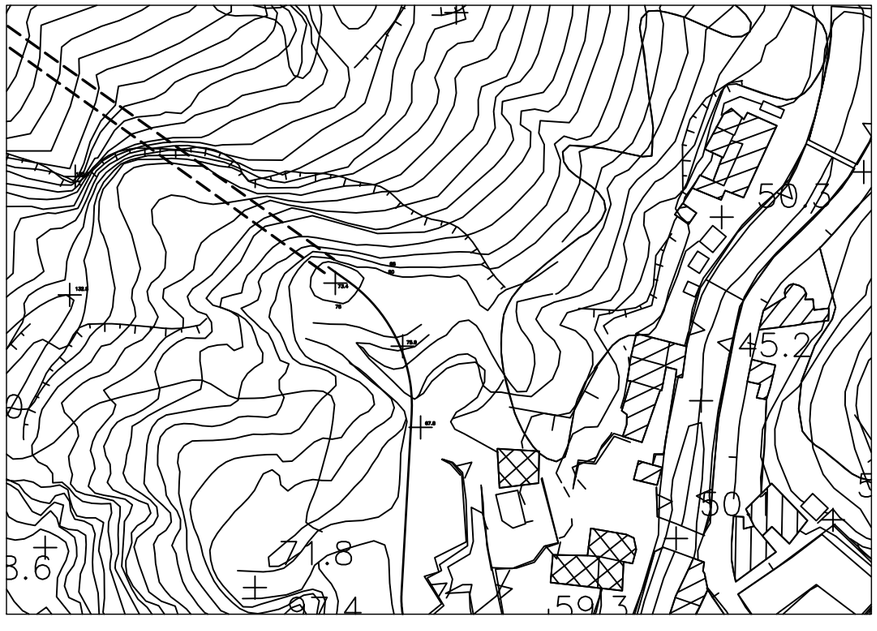
Imbocco Cava Vecchie Fornaci (ex Cava Buzzi)
Inquadramento planimetrico
scala 1:2000



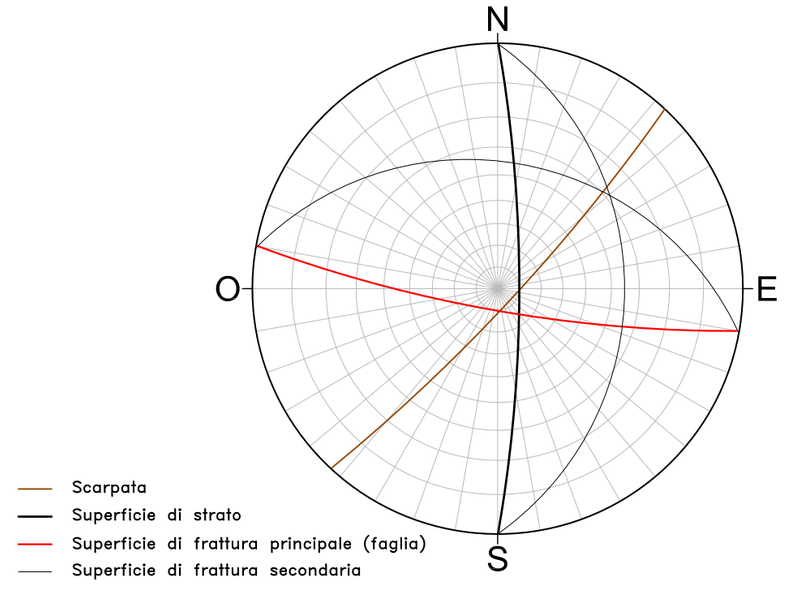
Imbocco Cava Vecchie Fornaci (ex Cava Buzzi)
Proiezione principali discontinuità geologiche



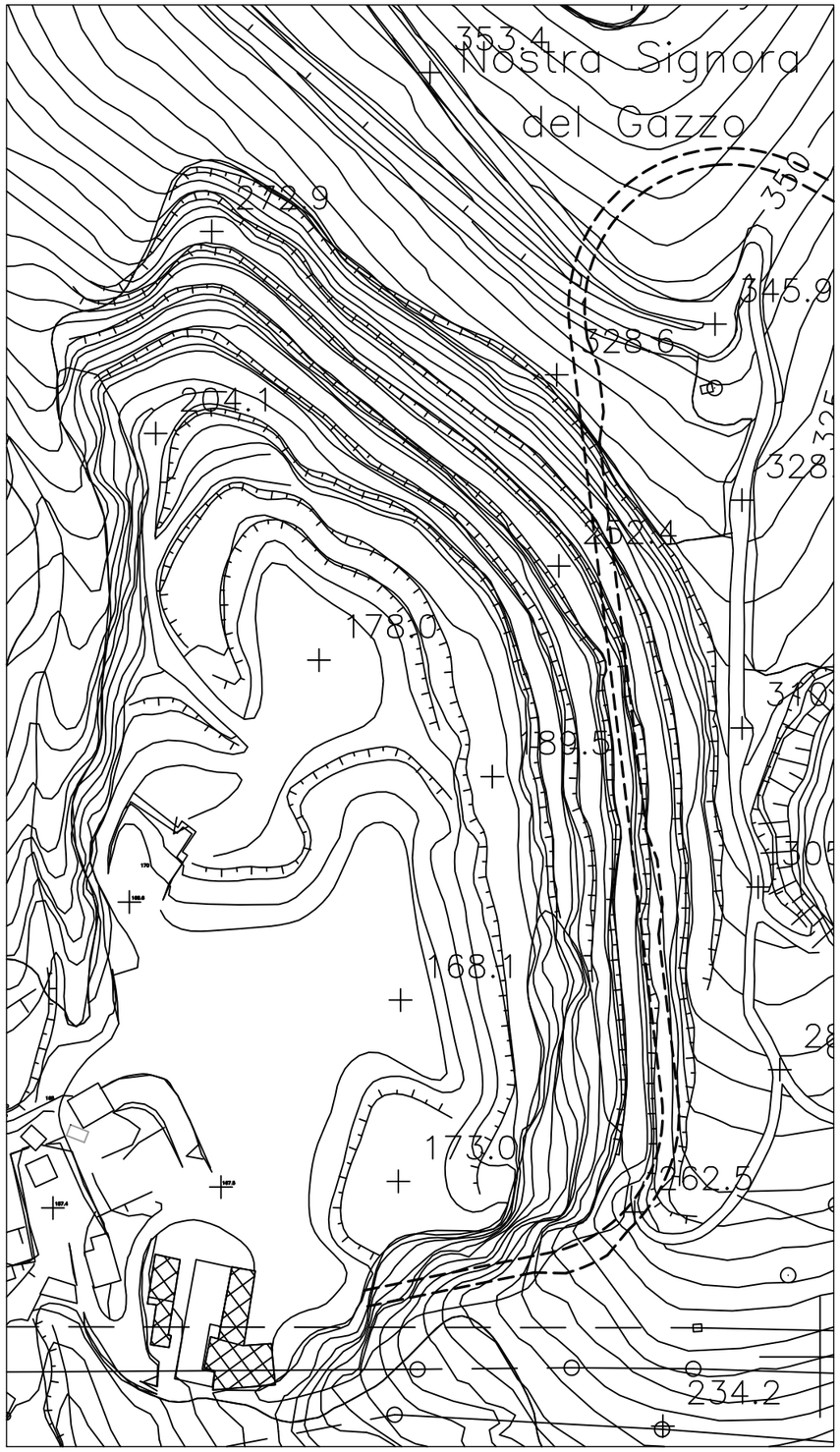
Imbocco Cava Unicalce
Inquadramento planimetrico
scala 1:2000



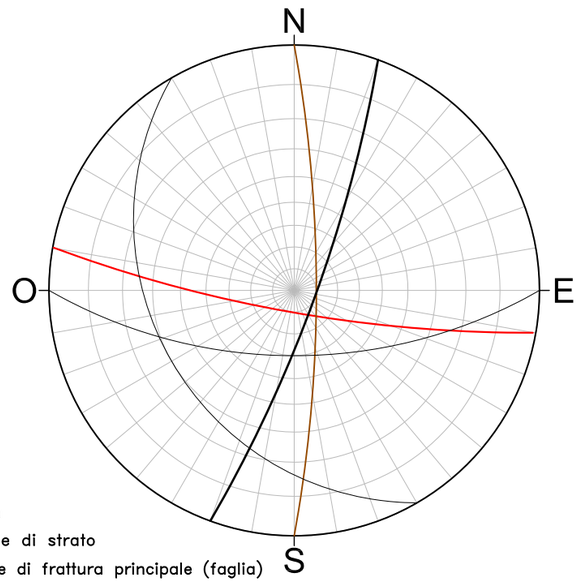
Imbocco Cava Unicalce
Proiezione principali discontinuità geologiche



Cava Vecchie Fornaci (ex Cava Buzzi)
Inquadramento planimetrico
scala 1:2000

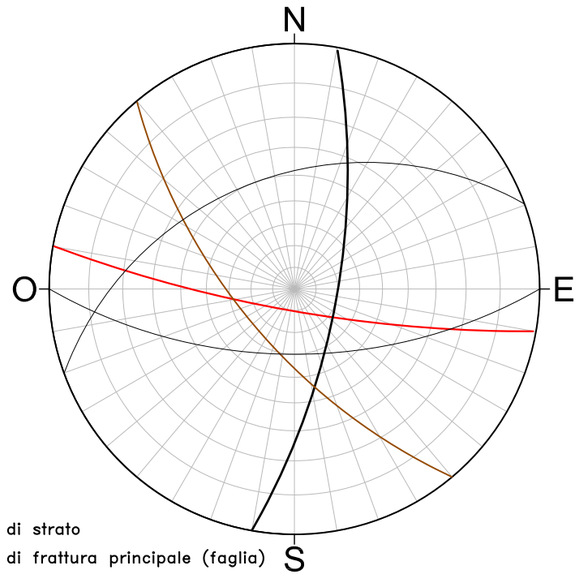


Parete Ovest
Proiezione principali discontinuità geologiche



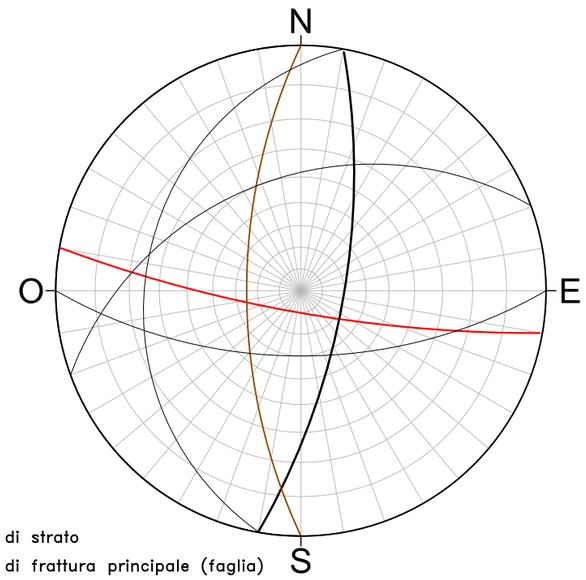
Scarpata
Superficie di strato
Superficie di frattura principale (faglia)
Superficie di frattura secondaria

Parete Nord–Est
Proiezione principali discontinuità geologiche



Scarpata
Superficie di strato
Superficie di frattura principale (faglia)
Superficie di frattura secondaria

Parete Est
Proiezione principali discontinuità geologiche



Scarpata
Superficie di strato
Superficie di frattura principale (faglia)
Superficie di frattura secondaria