COMUNE DI BORMIDA
PROVINCIA DI SAVONA
REGIONE LIGURIA

PROGETTO PER LA COLTIVAZIONE DELLA CAVA DI CALCARE DENOMINATA GIAMBRIGNE

RELAZIONE IDROGEOLOGICA E IDRAULICA

DI CUI ALLA RELAZIONE ISTRUTTORIA N° 387B DEL 13 LUGLIO 2010

IL COMMITTENTE: Airone S.a.s.

I TECNICI: Dott. Geologo Gino Piaggi
Dott. Geologo Luca Piaggi

- Settembre 2010 -

STUDIO GEOLOGICO PIAGGI
Via Genova n. 442 -19123 La Spezia
Tel-Fax: 0187 –716658
www.sgeop.com
lucapiaggi@gmail.com
gino.piaggi@fastwebnet.it

CAVA GIAMBRIGNE

PREMESSA

La presente relazione idrogeologica e idraulica si riferisce alle osservazioni riportate nella Relazione Istruttoria n° 378b del 13 Luglio 2010 – Procedura di Screening art. 10 L.R. 38/98, allegata al Decreto del Dirigente del Settore V.I.A. relativa al progetto di autorizzazione della Cava denominata Giambrigne in comune di Bormida, di proprietà della Soc. Immobiliare Airone sas.

Nello specifico, si fa riferimento solo a questioni di competenza dei sottoscritti, con particolare riferimento alle tematiche relative all'aspetto idraulico e idrogeologico, lasciando la redazione degli altri aspetti ai professionisti espressamente incaricati, seppur in un contesto di lavoro interdisciplinare e con sopralluoghi congiunti.

Facendo riferimento alla citata Relazione Istruttoria, per quanto di competenza si riporta:

- "Il sito di cava è limitrofo al rio Cavazzoli e al rio delle Verne, suo affluente di destra idrografica. Il rio Verne appare completamente naturale, mentre il rio Cavazzoli rivela tracce della passata attività di escavazione nel rilevato che ne costituisce una sorta di copertura in materiale naturale. L'intervento non prevede opere direttamente incidenti sull'alveo del rio Cavazzoli, ma lo scavo in fossa programmato determinerà verosimilmente il drenaggio del rio, in quanto la quota del fondo scavo è approssimativamente prevista a – 10 m rispetto al fondo alveo, con modifica del reticolo idrografico naturale. Il progetto non analizza tale problema con specifiche analisi idrogeologiche, sia per la fase di coltivazione che per la fase di ripristino ambientale, né propone interventi di mitigazione/compensazione, in discrepanza, tra l'altro con le indicazioni particolari di PTRAC che prescrivono di "indicare le metodologie da adottarsi per mitigare gli effetti che l'attività di cava produrrà nei confronti del torrente Cavazzoli" ".

Sulla base di quanto sopra riportato i sottoscritti hanno provveduto ad un ulteriore approfondimento del lavoro già svolto attraverso una analisi idrologica, idrogeologica e idraulica per affrontare e chiarire tematiche evidenziate nell'ottica di proporre un progetto in sintonia con quanto previsto dalla normativa vigente.

INQUADRAMENTO IDROLOGICO, CLIMATICO, IDROGRAFICO E VEGETAZIONALE

Il sito di cava in progetto si pone a circa 500 metri ad WNW in linea d'aria dall'abitato di Bormida all'interno di una valle allungata in direzione NW – SE, entro il quale scorre incassato il rio Cavazzoli affluente di sinistra del fiume Bormida di Pallare.

CAVA GIAMBRIGNE

Il fiume Bormida di Pallare, che assieme alla Bormida di Mallare formano la Bormida di Spigno, e dopo la confluenza con la Bormida di Millesimo formano la Bormida propriamente detta, che confluisce nel Tanaro e da qui al fiume Po.

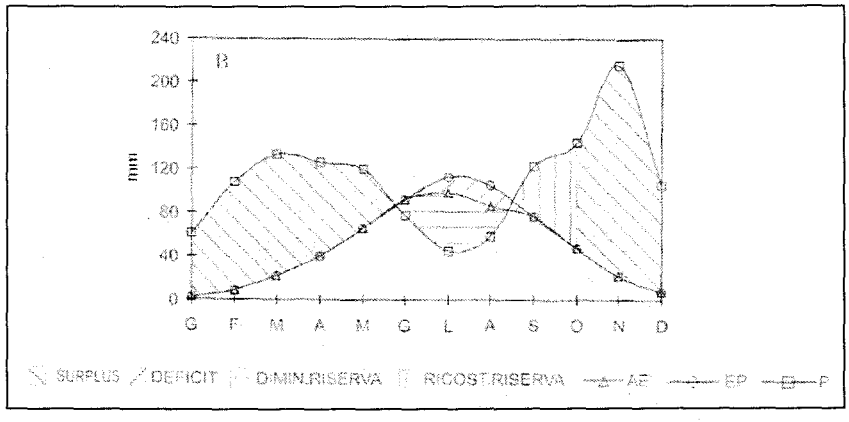
A livello generale il fiume Bormida, che nasce dal monte Settepani (1386 m) è classificabile come un corso d'acqua a regime pluviale in quanto dipendente prevalentemente dalle precipitazioni.

Tale caratteristica, come meglio illustrato più avanti, si mantiene (ed anzi si accentua) anche nei corsi d'acqua minori come nel caso del rio Cavazzoli.

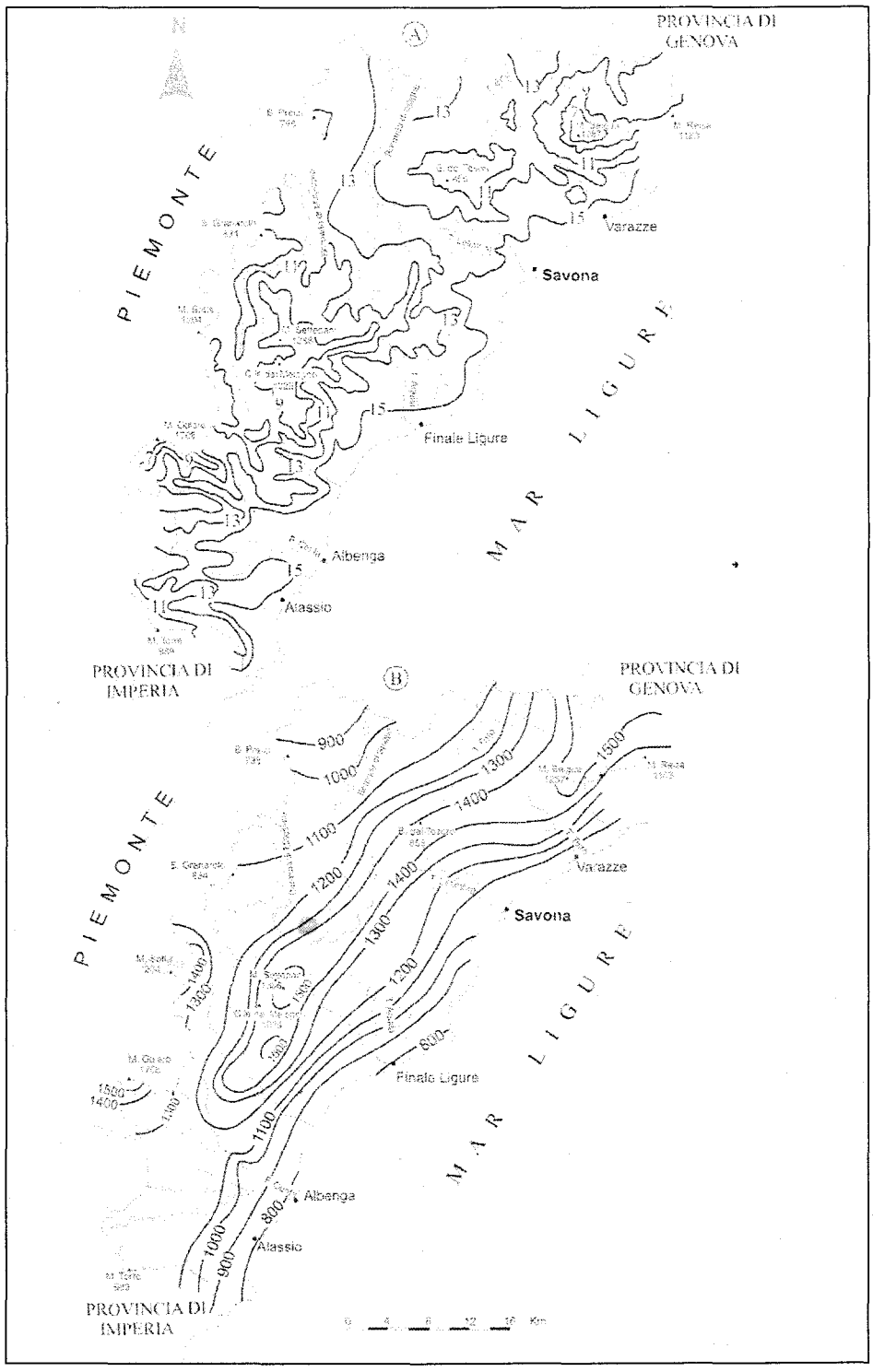
Il clima della zona di Bormida e quindi del bacino del rio Cavazzoli presenta una certa continentalità rispetto al versante marino, con discrete escursioni termiche giornaliere, modeste escursioni termiche stagionali e inverni complessivamente rigidi con medi e di gennaio che alle altitudini di 300 – 700 metri sono in genere comprese tra 0 e + 3°C, con gelate mattutine; le nevicate sono talvolta copiose e persistenti. Le estati spesso calde con massime diurne in Luglio e Agosto.

Le isoterme dell'area indicano un valore medio della temperatura di Gennaio pari a 7°, mentre in Luglio si attesta sui 24°.

In sostanza, la zona segna la transizione tra i regimi a carattere mediterraneo a quelli più continentali presenti nella Pianura Padana.



Regime mensile del bilancio idrico – climatico al Colle del Melogno.



Carta della temperatura dell'area (A) e delle precipitazioni medie annue (B) nella Provincia di Savona (ridisegnata da Potenti e Vittoriani, 1995)

Per quanto concerne le precipitazioni si deve rilevare che una distribuzione dipendente dalla distanza dal mare, dall'altimetria e soprattutto dall'orientamento del rilievo rispetto alla direzione di provenienza delle perturbazioni occidentali e delle depressioni dinamiche che si originano nel Golfo di Genova.

Per quanto riguarda la piovosità si deve evidenziare una sostanziale equivalenza tra le precipitazioni invernali e quelle primaverili, con valori di pioggia P = 1300 mm/anno (elaborazione anni 1921 - 1989) nell'area del bacino del rio Cavazzoli.

Si deve precisare che il modesto valore del gradiente pluviometrico verticale, la scarsa densità e omogeneità della rete di rilevamento pluviometrica e la complessa distribuzione planoaltimetrica delle precipitazioni rendono talvolta di difficile interpretazione i dati a disposizione.

L'andamento medio delle piogge evidenzia un massimo assoluto nei mesi autunnali (Ottobre e Novembre) e dai mesi Primaverili e Invernali; un minimo assoluto nei mesi estivi ed in particolare a Luglio.

Passando a livello locale, il rio Cavazzoli ha un bacino idrografico semplice, asimmetrico rispetto al corso d'acqua principale, con modesti affluenti tutti sulla destra idrografica, tra cui il rio delle Verne.

Detti corsi d'acqua lambiscono la zona di cava, ma non sono interessati dall'attività estrattiva, che resta all'interno di una fascia di rispetto di almeno 10 metri.

Il bacino inizia dal crinale spartiacque con il torrente Osiglietto che comprende il Bric della Croce (902 m) e il M. Cime Ronco di Maglio e scende ripidamente lungo crinali secondario sino al Fiume Bormida.

La lunghezza complessiva del rio Cavazzoli alla confluenza con il fiume Bormida di Pallare è di 1400 m circa, mentre il tratto sotteso alla zona di cava è di 800 m circa; il bacino imbrifero complessivo è di 0,61 Kmq, e quello sotteso alla cava è di 0,49 Kmq.

Il dislivello tra il piazzale di cava e il Bric della Croce è di 287 m, e la pendenza media dell'asta fluviale è del 22 %.

Per quanto riguarda l'aspetto vegetazionale nell'ambito di bacino preso in esame vi è prevalenza di area boscata salvo alcune aree coltive terrazzate in buona parte abbandonate e macchie di prato - pascolo.

DEFLUSSI DEL RIO CAVAZZOLI

Come risulta dai vari sopralluoghi, le portate del corso d'acqua sono molto modeste (alcuni litri al secondo) o assenti e lo scorrimento in alveo è legato esclusivamente agli eventi meteoclimatici.

Per fare una valutazione sulle portate superficiali del rio Cavazzoli alla sezione di chiusura della cava sono stati considerati i dati della stazione idrografica del fiume Bormida (Dati Ufficio Idrografico del Po) con un bacino sotteso di 49,5 Kmq.

Dall'analisi di questi dati è stato possibile definire la portata unitaria "q" (l/sec/Kmq) del bacino sotteso, che estrapolata al bacino del rio Cavazzoli fornisce i dati riportati di seguito.

Portata media mensile in l/s del rio Cavazzoli:

- Gennaio 15,5 l/s
- Febbraio 20,3 l/s
- Marzo 27,1 l/s
- Aprile 20,6 l/s
- Maggio 22,2 l/s
- Giugno 9,9 l/s
- Luglio 2,9 l/s
- Agosto 2,0 l/s
- Settembre 6,4 l/s
- Ottobre 9,8 l/s
- Novembre 24,5 l/s
- Dicembre 18,8 l/s.

Media annua 30,7 l/s.

Mentre i valori di portata minima media mensile in l/s sono:

- Gennaio 3,4 l/s
- Febbraio 3,6 l/s
- Marzo 6,0 l/s
- Aprile 5,2 l/s
- Maggio 3,4 l/s
- Giugno 2,4 l/s
- Luglio 0,6 l/s
- Agosto 0,6 l/s
- Settembre 0,6 l/s
- Ottobre 0,6 l/s
- Novembre 1,6 l/s
- Dicembre 3,6 l/s.

Media annua 0,6 l/s.

Da questi dati, seppur estrapolati da un bacino più grande, mettono in evidenza le scarse portate superficiali medie del rio in questione.

Preme ribadire che dette portate sono medie mensili ricavate dai dati di un bacino più grande e quindi i valori di cui sopra sono certamente più elevati della realtà del sito.

Infatti, le portate del rio, a parte i periodi di pioggia prolungata e/o intensa, sono estremamente ridotte come è confermato dai dati delle misure speditive di portata istantanea rilevate direttamente sul corso d'acqua in occasione dei numerosi sopralluoghi effettuati.

I valori che si ricavano sono:

data	portata istantanea in l/s

- 15/03/2008	0,30 l/s
- 05/05/2008	0,25 l/s
- 20/07/2008	0,16 l/s
- 28/08/2008	0,08 l/s
- 18/01/2009	0,60 l/s
- 23/02/2009	0,55 l/s
- 16/03/2009	0,60 l/s
- 10/08/2009	0,05 l/s
- 12/01/2010	0,30 l/s.

La portata media istantanea delle misure fatte è di Q_{mi} = 0,32 l/s (pari a 19,2 l/min).

In alcuni casi i sopralluoghi sono stati eseguiti in periodo coperto o piovoso ed altri in presenza di neve.

Il rio delle Verne ha portate molto ridotte (dell'ordine di qualche litro al minuto) e spesso è risultato asciutto.

In sintesi, dall'esame di tutti questi dati emerge che le portate del rio Cavazzoli in genere sono molto ridotte, a carattere torrentizio, e legate quasi esclusivamente alle piogge.

Nell'ambito del bacino imbrifero, infatti, le sorgenti di un certo rilievo sono solo due, e captate per acquedotto.

Per quanto riguarda direttamente l'areale di escavazione in progetto l'idrografia superficiale è assente e le acque meteoriche che non s'infiltrano scorrono a valle in forma laminare senza ristagni ed erosioni.

CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DELLE ROCCE

la situazione geologica della zona di cava e dintorni è complessa a seguito dei vari eventi geologici e soprattutto delle spinte tettoniche che hanno generato grandi piegamenti con accavallamento delle varie unità.

Tutto ciò ha condizionato fortemente i successivi processi idrogeologici della regione in quanto, la normale successione Basamento – Tegumento - Coperture venne completamente disarticolata con la conseguenza di trovare rocce più antiche sovrapposte ad altre più recenti.

Nell'areale investigato i terreni che affiorano sono prevalentemente metamorfici (Scisti di Gorra e metavulcanici Formazione di Eze) entro i quali sono presenti scaglie di terreni sedimentari calcarei della Copertura.

La cava, infatti, comprende proprio una di queste "scaglie calcaree" la cui estensione laterale non supera i 150 metri ed ha uno spessore medio stimato di 30 metri.

In riferimento alla permeabilità dei terreni sulla base delle condizioni

geologiche sopra esposte si ha:

- Calcari di Val Tanarello: Si tratta di rocce calcaree cristalline ceroidi, aventi buona permeabilità per fratturazione e limitato carsismo;

- Scisti di Gorra: Sono rocce metamorfiche (calcescisti, quarzoscisti, scisti gneissici e micascisti) prevalentemente impermeabili o scarsamente permeabili per fratturazione;

Lo schema della circolazione è caratterizzato dalla percolazione idrica nelle discontinuità della roccia dei Calcari con drenaggio verso il basso sino agli Scisti.

Occorre ribadire che l'affioramento calcareo in questione è una "lente" all'interno degli Scisti di Gorra e pertanto la circolazione idrica profonda è molto limitata e "confinata" prevalentemente al solo litotipo permeabile.

Il tratto di affioramento calcareo che viene attraversato dal fosso principale, il Rio Cavazzoli, è di soli 100 metri mentre lungo il rio delle Verne e di circa 200 metri.

In considerazione delle scarse portate del rio si ritiene che la quantità di acqua fluviale che alimenta la circolazione idrica sotterranea nei calcari sia molto contenuta e che il maggior apporto sotterraneo sia dovuto all'infiltrazione delle acque piovane che cadono sulla pendice calcarea.

Tenuto conto di quanto sopra si ritiene poco probabile l'esistenza di falde acquifere perenni nei livelli superficiali raggiunti dalla cava poiché la circolazione idrica è veloce ed è di tipo anisotropo, prevalentemente lungo la stratificazione.

E' opportuno specificare che la permeabilità di una roccia sedimentaria assume valori diversi se considerata lungo i giunti di stratificazione o lungo le altre discontinuità; infatti, in assenza di fratture la superficie di strato (discontinuità primaria) rappresenta la via naturale di scorrimento delle acque.

Nel caso in questione, come risulta ben evidente dalle sezioni geologiche, la roccia presenta una generale immersione verso Est, ponendosi quindi con le superfici di strato parallele al corso d'acqua.

Questa particolare situazione, di fatto limita la permeabilità della roccia verso l'interno (a meno della presenza di zone intensamente fratturate che però non sono state rilevate) poiché le acque infiltrate tendono naturalmente a scorrere verso valle lungo le superfici di strato.

Tale affermazione trova riscontro anche nell'assenza di falda acquifera nei fori dei carotaggi effettuati in zona, di cui due posizionati in sponda destra del rio Cavazzoli.

FENOMENI CARSICI

Per quanto riguarda il carsismo, è noto che l'esistenza di caverne e fenomeni carsici in genere, avvengono solo in determinate rocce e più precisamente le rocce calcaree sono quelle che maggiormente si presentano permeate di cavità a seguito dell'azione solvente che l'acqua esercita sul carbonato di calcio.

La solubilità delle rocce carbonatiche decresce con il contenuto in argilla o in dolomite, che condiziona quindi lo sviluppo del carsismo.

Le acque piovane arricchite di CO2 danno luogo alla corrosione dei carbonati e percolando all'interno delle fratture e dei piani di stratificazione (discontinuità che rendono permeabile in "grande" la massa rocciosa) esercita un processo corrosivo che progressivamente allarga le discontinuità dando origine alle cavità.

Nell'ambito esaminato, ed in particolare sui terreni di cava, si deve rilevare la presenza di fenomeni di scarso interesse, legati soprattutto all'erosione superficiale, ed infatti, l'areale di cava non è inserito nella perimetrazione delle aree carsiche d'interesse regionale, ai sensi della L.R. 14/90.

I rilievi di dettaglio effettuati sulla zona non hanno messo in luce alcuna cavità carsica, né sono conosciute e/o censite grotte.

Aree tutelate di particolare interesse carsico e idrogeologico sono invece rilevabili in affioramenti calcarei più estesi, come nella valle Bormida di Millesimo, tra la stessa località e Calizzano, a notevole distanza dal sito in questione.

Pertanto l'attività estrattiva non compromette il regime carsico, tuttavia se fossero individuate cavità durante gli scavi, la Ditta esercente s'impegna a tutelare il fenomeno adottando tutte le misure necessarie alla loro salvaguardia, così come previsto dall'art. 13 della l.r. 3/4/90 n. 14 e l.r. 14/12/93 n. 54.

VALUTAZIONE DELLA PERMEABILITA' DELL'AMMASSO ROCCIOSO

In questo paragrafo vengono esaminate le grandezze che descrivono le modalità di scorrimento dell'acqua ipotizzando solo le discontinuità del corpo roccioso senza carsismo.

Per determinare la conducibilità idraulica di un mezzo fratturato a partire dal rilevamento delle discontinuità presenti nell'ammasso roccioso, è stata utilizzata la formulazione di Snow, nella forma $k = \gamma * e^3 * N / 12 \mu$ dove:

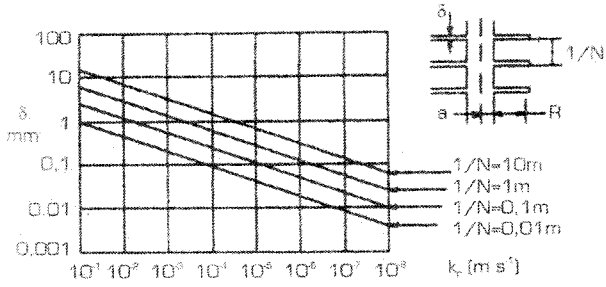
CAVA GIAMBRIGNE

e rappresenta l'apertura media delle discontinuità

N rappresenta la frequenza della singola famiglia di discontinuità

γ il peso specifico dell'acqua

μ la sua viscosità dinamica



Kr ms^{-1}	1 / N = 10 m	1 / N = 1 m	1 / N = 0,1 m	1 / N = 10 mm
10^{-1}	11,5	5,3	2,5	1,15
10^{-2}	5,3	2,5	1,15	0,53
10^{-3}	2,5	1,15	0,53	0,25
10^{-4}	1,15	0,53	0,25	0,115
10^{-5}	0,53	0,25	0,115	0,053
10^{-6}	0,25	0,115	0,053	0,025
10^{-7}	0,115	0,053	0,025	0,011
10^{-8}	0,053	0,025	0,011	0,005

Grafico per la determinazione della permeabilità a partire dall'apertura e dalla spaziatura delle discontinuità, e tabella per la valutazione dell'apertura (mm) delle fratture al variare della spaziatura e della permeabilità (Snow).

Operativamente, per ogni famiglia di discontinuità è stato ricavato il valore di permeabilità equivalente: $k_e = (k_1\ k_2\ k_3)^{1/3}$

Successivamente, secondo le ipotesi dell'autore, è stato possibile ricavare la velocità di scorrimento dell'acqua: V = k grad(J), dove J è il gradiente idraulico.

Dall'elaborazione dei dati ha fornito i seguenti valori di permeabilità per ciascuna famiglia di discontinuità:

K_{s0}	K_{k1}	K_{k2}	K_e	V
$8x10^{-7}$ m/s	$4x10^{-7}$m/s	$2x10^{-5}$ m/s	$2x10^{-6}$ m/s	$1x10^{-4}$ m/s

La velocità teorica di scorrimento delle acque (V) lungo i giunti di stratificazione rientra nella media dei valori per le rocce calcaree e risulta pari a circa 8,6 m/giorno.

INTERFERENZE TRA LO SCAVO A FOSSA ED IL RIO CAVAZZOLI

Il progetto della cava, prevede nella fase finale di scavo, l'abbassamento del piazzale e la creazione di una fossa a quota di base 598 m slm, circa 15 metri più bassa rispetto all'attraversamento attuale del rio.

Per giungere a tale livello viene creato un piano intermedio a quota di 610 m slm, il tutto collegato con piste di arroccamento.

Terminata la fase di scavo la fossa sarà immediatamente riempita con terre e rocce da scavo e dal materiale di risulta dall'attività estrattiva in un periodo relativamente breve, cui farà seguito la ricomposizione e ripristino morfologico - vegetazionale dell'intera area di cava.

Una volta completata questa fase si procederà ad eliminare l'attuale riporto di materiale presente inalveo del rio Cavazzoli e a riprofilare il thalweg secondo l'originario assetto fluviale.

Tale operazione comporterà la movimentazione anche dell'accumulo fluviale ad oggi esistente a monte del rilevato con conseguente abbassamento del profilo nel tratto tra la confluenza con il rio delle Verne e il tratto a valle dell'attuale rilevato a quota 598 metri.

La fascia di rispetto del bordo scavo rispetto alla sponda del rio viene mantenuta in 10 metri, all'interno della quale il tutto viene lasciato allo stato attuale.

Facendo riferimento alle sezioni di progetto e a quelle geologiche risulta che la distanza (in piano) tra il letto del rio e la fossa varia tra i 20 metri (sez. 2/2) e i 50 m (sez. 5/5) ed il dislivello tra l'attuale thalveg del rio Cavazzoli e il fondo scavo si aggira sui 10 metri.

A seguito delle operazioni di ripristino fluviale la differenza di livello tra il fondo scavo e il thalweg del rio si riduce mediamente a 5 metri.

Con queste condizioni geometriche e da quanto precedentemente affermato circa la permeabilità, il carsismo e le portate del corso d'acqua, si ritiene alquanto improbabile l'interferenza tra lo scavo a fossa e il regime idrogeologico della zona, con particolare riferimento ad un ipotetico drenaggio del rio Cavazzoli.

Tale affermazione trae origine dalle seguenti considerazioni:

- Le acque che scorrono nel rio sono molto ridotte salvo i periodi di pioggia;
- La possibilità di drenaggio da parte della fossa è limitata dalla stratificazione che di fatto fa scorrere le eventuali acque

ossia: $K_e < K_{riempi}$ $\Rightarrow$ ↑ la conducibilità relativa

d'infiltrazione verso valle con una velocità di pochi metri al giorno;
- L'assenza di una falda acquifera perenne nella roccia;
- L'abbassamento previsto del rio riduce fortemente il gradiente idraulico tra lo stesso e la fossa;
- Lo scavo a fossa è temporaneo, legato solo all'ultima fase di scavo, della durata di alcuni mesi, e la stessa sarà subito riempita;
- Il materiale di riempimento, trattandosi di terra e rocce da scavo e materiale risultante dalla attività estrattiva ha una permeabilità (per porosità) non elevata valutabile in K = 10E-3, tanto che nell'ambito del riempimento per la ricomposizione ambientale sono previsti drenaggi ai vari livelli per smaltire le eventuali acque di infiltrazione; tale materiale pertanto non può costituire una sorta di drenaggio del rio.

ma $K_e = 2 \cdot 10^{-6}$ m/s

REGIMAZIONE IDRICA DELLE ACQUE SUPERFICIALI DI PIOGGIA CHE CADONO NELL'AREALE DI CAVA

Come meglio riportato nelle relazioni e tavole di progetto tutte le acque meteoriche che cadono nell'ambito dell'area di cava sono regimate sia nella fase di scavo che di ricomposizione ambientale.

Tale regimazione si attuerà attraverso la realizzazione di canali, canalette, deviatori, pendenze e contropendenze in modo che le acque piovane siano addotte alle vasche di sedimentazione previste e da qui, una volta chiarificate, riversate nel rio Cavazzoli.

Anche durante la fase di scavo a fossa le acque saranno raccolte in una vasca di sedimentazione che sarà scavata progressivamente con l'abbassamento del piano di lavoro.

In questo caso, le acque ivi sedimentate saranno fatte defluire al rio tramite motopompa appositamente predisposta.

Nella fase di riempimento le acque saranno raccolte progressivamente sul rilevato ed anche in questo caso addotte alle vasche di sedimentazione prima dell'immissione nel rio.

Tali canalizzazioni sono state oggetto di progettazione come riportato nelle tavole di progetto.

In definitiva si può affermare che in tutta la durata dell'attività estrattiva e di sistemazione le acque saranno oggetto di idonea regimazione con deflusso direttamente al rio Cavazzoli come avviene tuttora e pertanto, nell'ambito del bacino considerato non vi sono modifiche globali della idrografia superficiale.

Una volta sistemata e restituita all'ambiente la zona di cava sarà perfettamente integrata anche dal punto di vista idraulico – idrogeologico.

CAVA GIAMBRIGNE

TECNICA DI COLTIVAZIONE E CONSIDERAZIONI SULL'USO DELLE MINE

La cava verrà coltivata dall'alto verso il basso adottando il metodo del gradone discendente.

Tale metodo consente di poter attuare contemporaneamente sia i lavori di estrazione che di recupero ambientale, dato che una volta esaurito un gradone si inizia quello sottostante e si può procedere al recupero.

In questo modo si ottiene una drastica riduzione della superficie non ancora ripristinata limitandosi, nel peggiore dei casi, ad una striscia avente l'altezza pari a quella di un singolo gradone e larghezza pari a quella del fronte di cava.

La tecnica di abbattimento del materiale prevede l'uso di esplosivo e di mezzi meccanici.

L'uso di mine sarà necessario soprattutto per creare una maggiore fratturazione in quelle bancate calcaree che dovessero presentarsi compatte e non cavabili con i soli mezzi meccanici.

Le volate di mine saranno sempre di modesta entità, impiegando microritardi o meglio ancora i sistemi di innesco della volata tipo Nonel o Primadet, e dimensionate in modo tale da rompere la coesione della roccia sfruttando stratificazioni e anomalie tettoniche.

In particolare, l'utilizzo degli inneschi Nonel o Primadet sul sistema di brillamento delle mine permette di eliminare lo sparo dei detonatori in quanto l'esplosivo viene innescato in fondo al foro, progressivamente per i vari fori.

Pertanto non vengono più uditi gli spari dei detonatori (che sono quelli che maggiormente disturbano) e la carica istantanea (e quindi le vibrazioni) viene ridotta drasticamente rispetto al sistema tradizionale.

Il numero delle mine e la loro distribuzione saranno determinati di volta in volta in funzione delle caratteristiche del massiccio da abbattere, dalla pezzatura che si intende ottenere.

E' comunque evidente che, in considerazione del limitato fronte di cava che sarà in coltivazione, dello spazio a disposizione, del tipo di roccia e della sua giacitura, le cariche saranno sempre alquanto

modeste (dell'ordine di 8 – 12 Kg al massimo per foro).

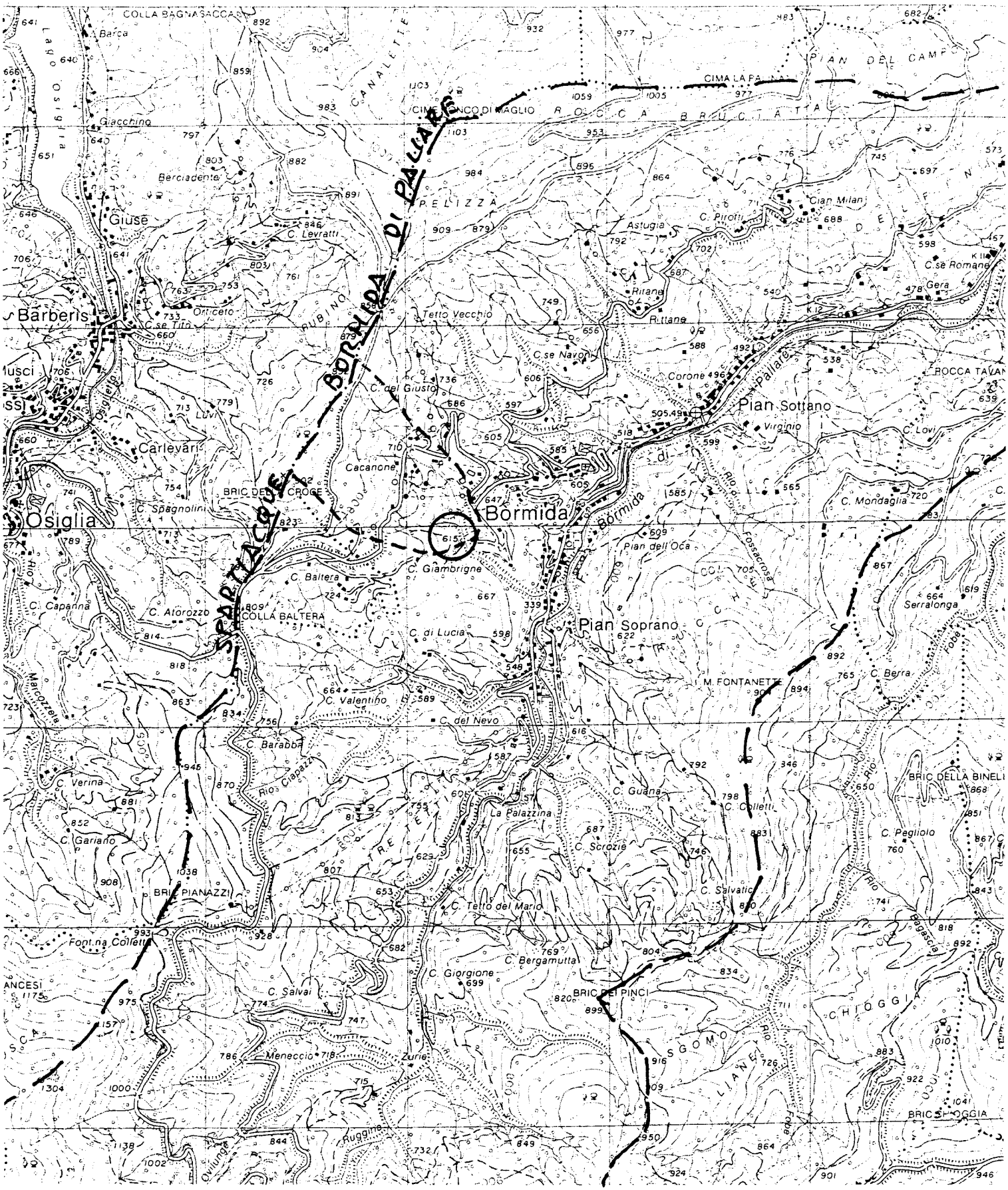
Sarà compito della Direzione Lavori, sulla base delle reali condizioni di operatività, di sicurezza, e dei parametri vibrometrici a dare le direttive esecutive.

In linea di massima la distribuzione dei fori di mina sarà di tipo rettangolare con interasse di circa 3 - 3,5 m ed una spalla di 3 m circa in modo da ottenere una pezzatura accettabile.

Si fa presente che in base alla normativa vigente sull'uso degli esplosivi di cava, tutte le volate di mina sono monitorate con sismografo e pertanto si ha la costante verifica sulle vibrazioni indotte.

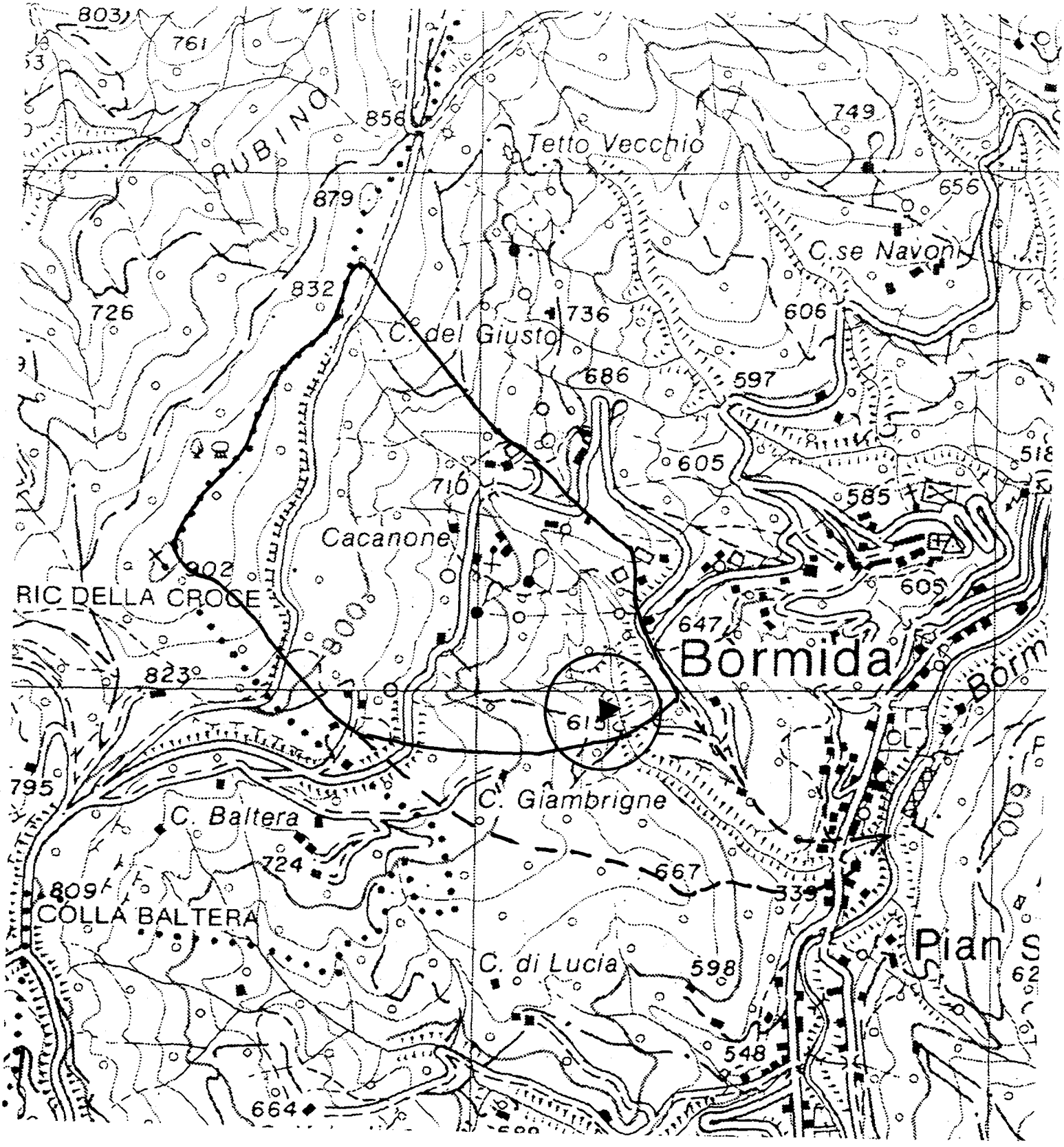
Sulla base di risultati delle misure vibrometriche effettuate su cave di calcare nella zona dello Spezzino dal Dipartimento di Ingegneria Strutturale dell'Università degli Studi di Pisa, è emerso che con volate fatte utilizzando quantità di esplosivo dell'ordine di 15 Kg a foro le accelerazioni e le velocità indotte sono ampiamente al di sotto dei limiti normativi tollerabili per gli edifici ad uso abitazione e sono da escludere fenomeni di risonanza delle strutture.

I tecnici incaricati
Dott. Geologo Gino Piaggi
Dott. Geologo Luca Piaggi



UBICAZIONE DELLA CAVA E IDROGRAFIA SUPERFICIALE DEL COMPRENSORIO DI BORMIDA

Scala 1:25.000



CARTA DEL BACINO IMBRIFERO

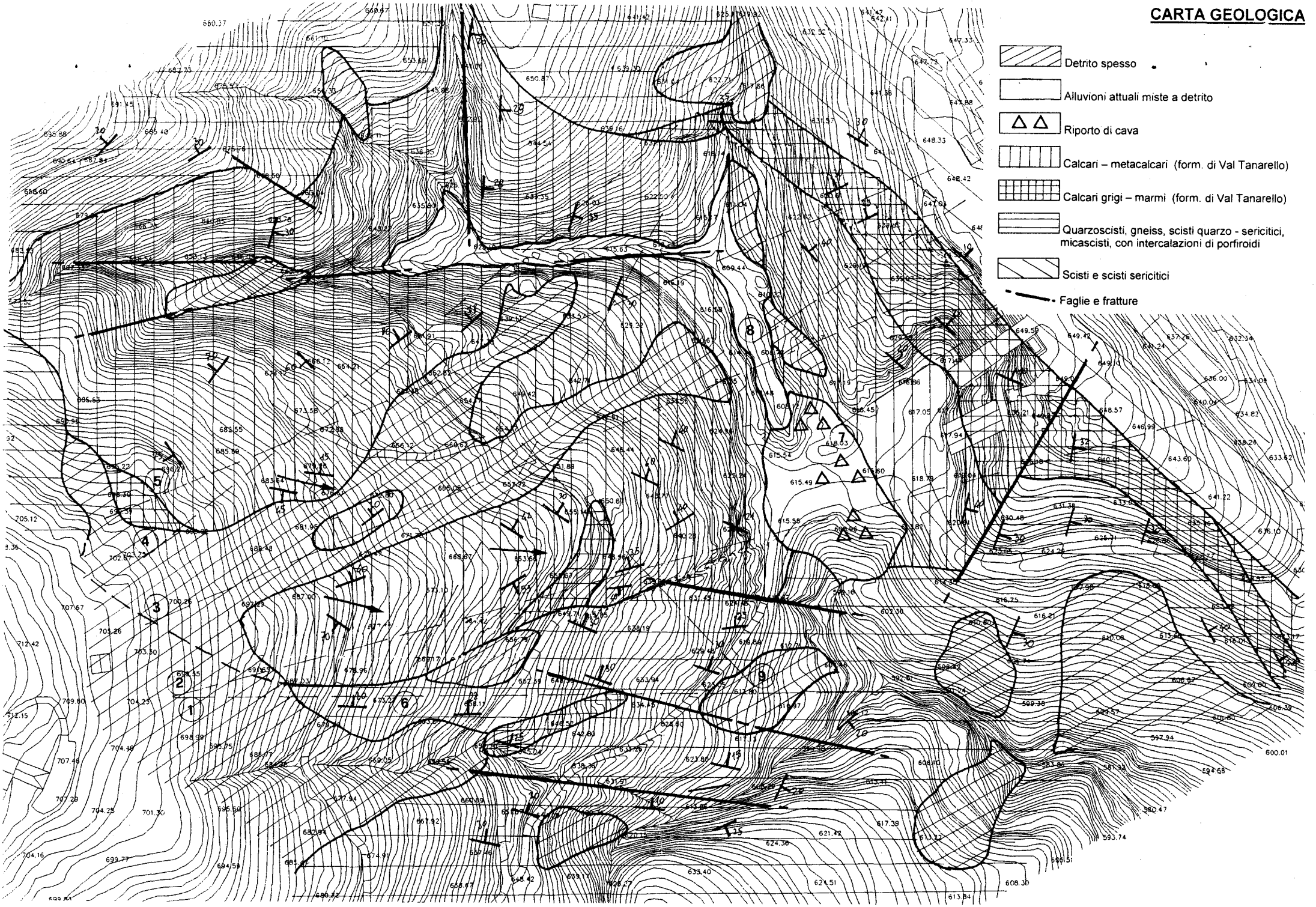
Scala 1:10.000

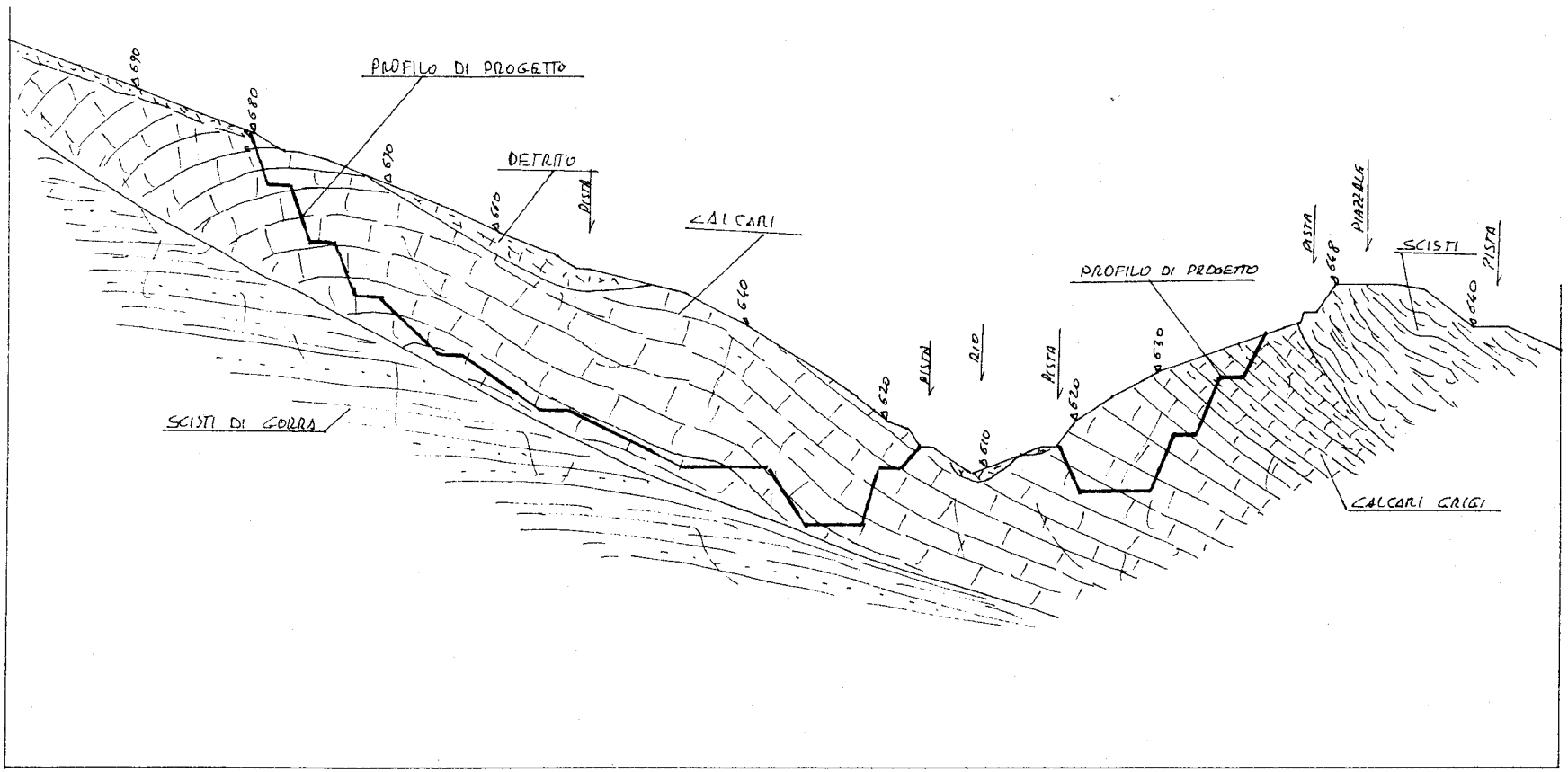
Bacino imbrifero sotteso alla chiusura della cava

Ubicazione misure di portata

Areale di cava

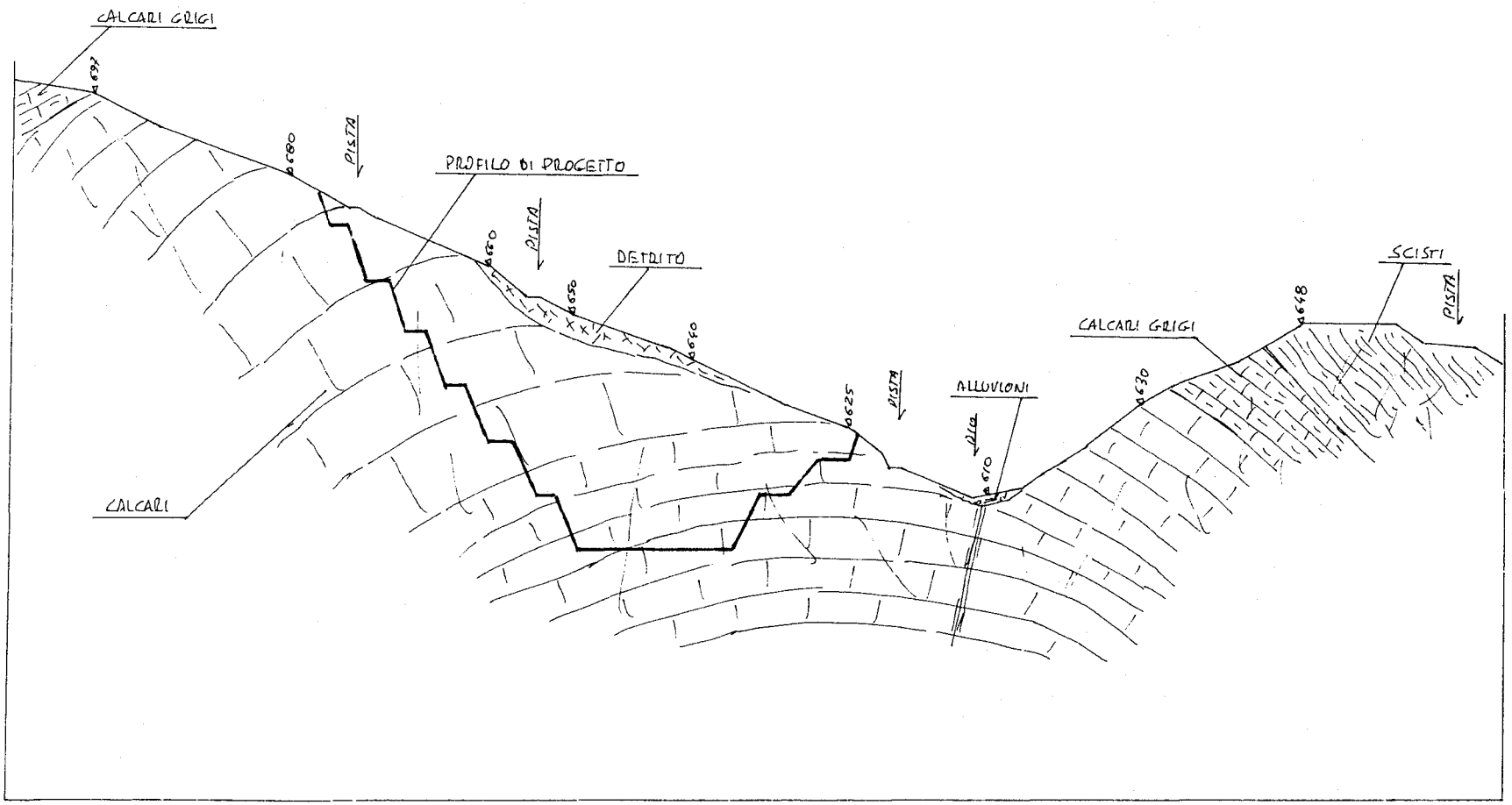
CARTA GEOLOGICA





SEZIONE GEOLOGICA RIFERITA A QUELLA DI PROGETTO 3 - 3

Scala 1:1.000



SEZIONE GEOLOGICA RIFERITA A QUELLA DI PROGETTO 5 - 5

Scala 1:1.000