# COMUNE DI FINALE LIGURE

## Provincia di Savona



# Riformulazione del progetto di P.U.O. del sub distretto di trasformazione DT1A - aree ex cava Ghigliazza a seguito del parere del Comitato VIA n.° 269/11

committente

**CAVA ARENE CANDIDE SRL**

*Sede legale:* Via Ferruccio Ferrari 4 - 42100 Reggio Emilia *Sede operativa:* Via Clementi 16 - 42100 Reggio Emilia
Tel. 0522.306086 Fax. 0522.935164 E.mail: melioli@intertechsrl.com
Presidente e legale rappresentante Giovanni MELIOLI


ARCHeT
SERVIZI PER ARCHITETTURA e TERRITORIO
SOCIETA' CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2000 CERTIFICATO R.I.N.A. n.° 10005/03/S

responsabile progettazione

arch. PierGiorgio CASTELLARI

Piazza del Popolo 3/8, 17100 Savona
tel 019 804597 - fax 019 8486939
e-mail archet@archet.it

arch. Valter CATTANEO
via Garibaldi 17, 17027 Pietra Ligure (SV)
tel 019 625320 - fax 019 629837
e-mail info@studiocattaneo.it

progetto
arch. Gabriella SARACCO

arch. Francesco CALDINI
arch. J.C. Mario WILCKE

Consulenza geologica
prof. geol. Pietro MAIFREDI
dott. geol. Giorgio CONTI

dott. geol. Francesco COSTI
dott. geol. Alessandro MAIFREDI
dott. geol. Fabrizio NICOSIA


oggetto

Integrazioni geologichea seguito di richiesta chiarimenti del Settore Via del 01/07/2013

## ORGANIZZAZIONE CANTIERI E MONITORAGGI

elaborato

**D.0.A**

data

settembre 2013

scala

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| cod. | 003003 | percorso file | | redatto | corretto | approvato |
| rev1 | agosto 2013 | motivo | Riformulazione PUO a seguito parere Comitato VIA | | | |
| rev2 | settembre 2013 | motivo | Integr. a seguito richiesta settore VIA del 01/07/2013 | Maifredi P. | | |
| rev3 | | motivo | | | | |
| rev4 | | motivo | | | | |
| rev5 | | motivo | | | | |

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
Prof. PIETRO MAIFREDI

**D.0.A - appendice-Tecniche di intervento ed accessibilità ai diversi cantieri**

**Premessa**

Gli Uffici hanno chiesto di chiarire meglio le modalità di esecuzione dei lavori, il loro ordine cronologico e come si intendono superare le difficoltà esecutive di cantiere che si prevedono per la messa in sicurezza e la sistemazione geologico-naturalistica dell'area.
Occorre sottolineare che gli interventi saranno suddivisi tra loro nello spazio anche e temporalmente non solo per non avere vicendevoli intralci, ma anche per la sicurezza dei diversi cantieri all'interno dell'area e per una maggior efficienza nei tempi di esecuzione.
Sarà redatto per il progetto esecutivo un dettagliato *"Piano di sicurezza e coordinamento*".
Le modalità di intervento sono riportate nelle tavole agli allegati D.3, D.4, D.5.

Occorre pertanto distinguere le diverse zone di intervento, verificando quelle che possono essere simultanee e quelle che invece devono rispettare una "scaletta".

Schematicamente le 12 principali aree di intervento la la messa in sicurezza e la ricomposizione naturalistica possono esser distinte come nella sintesi cartografica di figura D.0.1 che ripresa dalla tavola all'allegato D.5.

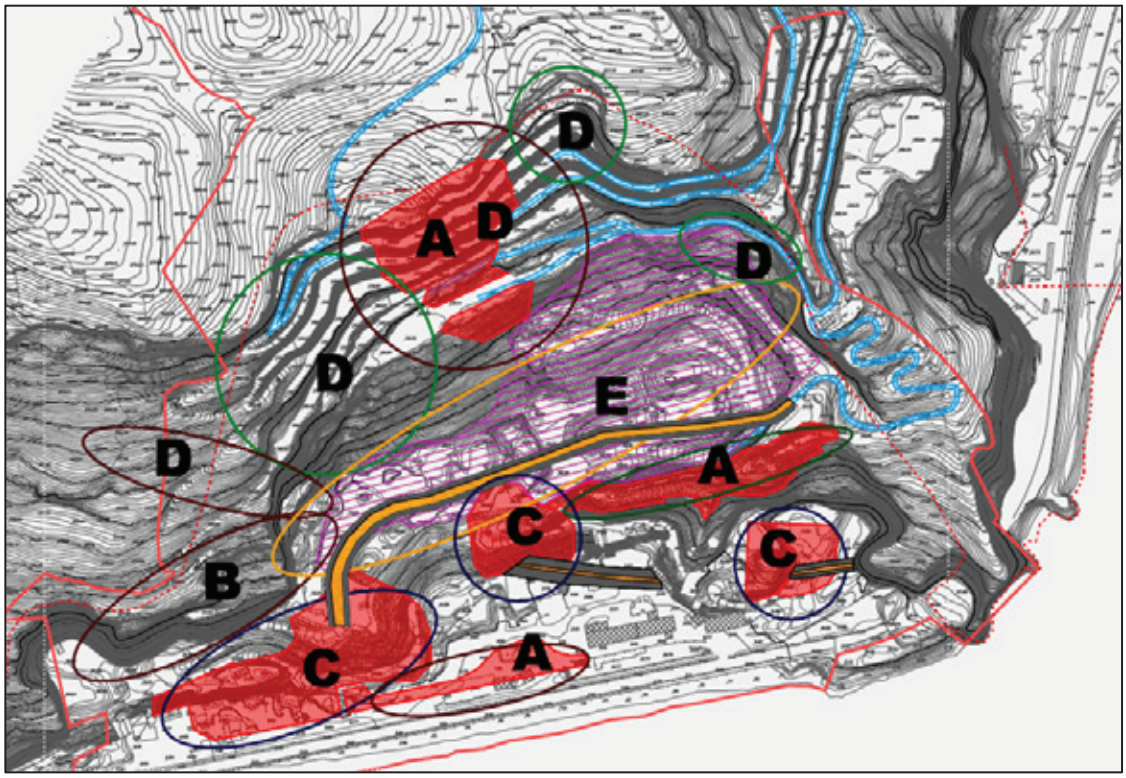



**Figura D.0.A.1** – localizzazione schematica dei diversi cantieri (vedi all. tav. D-5).

**D.0.A.1 Tipologie di cantiere**

I diversi cantieri vanno considerati in un ordine logico di esecuzione dei lavori, e soprattutto va verificata la possibilità di una loro contemporanea esecuzione.

**A)** cantieri che necessitano di uno sbancamento importante con scarico intenzionale di materiali verso le zone sottostanti che quindi devono essere libere sino al termine delle lavorazioni.

**B)** cantieri che necessitano di uno sbancamento ma che sono indipendenti dagli altri e possono quindi procedere autonomamente.

**C)** cantieri che necessitano di sbancamenti ma che devono concordare i tempi di lavorazione con quelli sovrastanti.

**D)** cantieri di rinaturalizzazione delle zone alte.

**E)** cantiere di ricomposizione del Glory-Hole.

**D.0.9.1.1 - I cantieri di tipo "A"**

sono molto importanti e sono:

i) **la riprofilatura dei gradoni sopra quota 132** che verrà dettagliatamente esaminata più avanti ed esposta nella tavola D.4.

Come vedremo si ha la necessità, oltre che l'inevitabilità, di sversare verso valle una gran parte del materiale scavato durante la riprofilatura che atterrerà nell'ampio spazio del Glory Hole, in complesso circa 110.000 metri cubi.

E' evidente che per motivi di sicurezza durante lo sviluppo di questo cantiere la zona del Glory-Hole dovrà essere sgombera da uomini e mezzi fatta salva la strada di accesso ai gradoni che però viaggerà su un rilevato provvisorio che verrà potenziato in progetto alzandolo già partendo dall'attuale area Uffici, in modo da costituire anche un enorme vallo di sicurezza, che non solo dia garanzie ma che consenta anche una rapida esecuzione dei lavori in contemporanea con lo "scapitozzatura" del diaframma a Sud.

Durante questa parte dei lavori si eseguiranno anche prove sulla traiettoria dei massi ed in particolare sul loro arresto a quota 132, filmandoli con postazioni fisse.

Questo consentirà di tarare le opere di messa in sicurezza per avere la tranquillità assoluta a fine lavori.

Sarebbe previsto di scendere con i gradoni già ricaricati degli inerti per la rinaturalizzazione per due ordini di motivi: il primo è che così, a lavoro finito si può accedere al cantiere di riempimento e rinaturalizzazione del Glory-Hole, il secondo che si

guadagnano due anni almeno per la rivegetazione che possono essere significativi per la cicatrizzazione dell'area.

ii) **la "scapitozzatura" del diaframma tra il Glory-Hole ed il mare.**

Per quest'area è previsto un abbassamento di circa 15 metri in media; il lavoro verrà eseguito accedendo dalla pista a monte e ricavando via via un ampio spazio di lavoro sulla sommità della cresta, con scarico dei materiali prevalentemente verso monte.

Potrà essere eseguito utilizzando escavatori di grande potenza e benna da roccia e, se necessario "martellone" o un pre-minaggio localizzato con cariche molto ridotte per disintegrare eventuali porzioni di roccia più resistente. Si avrà un'interferenza con alcune vecchie gallerie, come indicato nel capitolo **1**, ma senza problematiche di rilievo, poiché la roccia verrà asportata ed esse sono di modeste dimensioni.

iii) **lo scavo della piscina**

E' del tutto indipendente dagli altri, praticamente "senza storia", in terreni sciolti, sopra falda; si consiglia di attendere quasi la fine dei lavori per evitare intralci.

**D.0.A.1.2 - Il cantiere di tipo "B"**

E' la verifica e la sistemazione del versante e della falesia presso la grotta del Principe, eventuali disgaggi e posa in opera di reti in aderenza ove necessario.

Il sottostante cantiere deve essere sgombero, poiché qui mancherà il vallo provvisorio, ma non vi sono interferenze con i precedenti.

**D.0.A.1.3 - I cantieri di tipo "C"**

**i) Zona Occidentale**

E' la predisposizione del sedime per i fabbricati, con scavo in roccia con le cautele previste nel capitolo relativo ai rapporti con la galleria ferroviaria. Può essere sviluppato senza problemi non appena mesa in sicurezza la soprastante parete.

Per il resto è un normale cantiere di scavo in roccia.

**ii) Zona centrale**

Prevede uno scavo che interessa un accumulo di limi ormai consolidati per un volume di circa 80.000 metri cubi.

Non presenta difficoltà, ma deve attendere che la parte occidentale del diaframma sia già "capitozzata" perché non vi siano interferenze.

**iii) la zona del palazzetto dello Sport**

Sono da asportare complessivamente circa 40.000 metri cubi di materiale, di cui circa 1/3 in terreni sciolti ed il resto in roccia. Lo scavo asporterà le gallerie della scuderia sotterranea e per una quindicina di metri interferirà con una grande galleria che viene dal piazzale centrale.

Non vi sono problematiche di rilievo ma il taglio della galleria dovrà avvenire progressivamente, una volta ripulito il piazzale antistante perpendicolarmente al suo asse, per evitare spinte asimmetriche.

**D.0.A.1.4 - I cantieri di tipo "D"**

Sono quelli di sistemazione e rinaturalizzazione, che non prevedono gravi pericoli ma che comunque sono sottesi dal grande vallo provvisorio, durante la fase più critica, e, a regime, dai valli alla base delle pareti. Possono tutti iniziare a lavorare non appena predisposto il vallo provvisorio, solo il cantiere della riprofilatura richiederà più tempo in quanto vi è da abbattere e movimentare una discreta quantità di materiale.

**D.0.A.1.1.5 - Il cantiere di tipo "E"**

E' la sistemazione finale del Glory-Hole. Sarà un abbancamento di poco più di 600.000 metri cubi, da eseguirsi con particolare cura, compattando il materiale in strati sottili, con dreni in HDPE pesante "imballati" in pietrisco e telo di tessuto-non-tessuto o soluzioni similari, indicativamente ogni 10 metri di altezza con maglia da 15 metri.

Naturalmente tale spaziatura (mutuata dall'esperienza dello scrivente su discariche esistenti che non hanno presentato problemi), va meglio definita con prove sul campo in funzione della permeabilità effettiva dei materiali abbancati.

Nelle zone dove sono previsti fabbricati andranno anche effettuate, come prevedono le norme, prove puntuali di carico per verificare il corretto consolidamento dei materiali.

Sotto il profilo dell'interferenza con gli altri cantieri richiede, ovviamente, che quelli sovrastanti siano tutti portati a termine, salvo le finiture.

La pista provvisoria verrà via via demolita e sostituita dalla strada di accesso alla zona degli impianti sportivi mentre per la residua possibilità di contenute cadute di materiali verranno costituiti i grandi valli previsti, con o senza bacino lacustre.

**D.0.A.2 - gli accessi ai cantieri e le modalità di lavorazione**

Per l'accesso ai gradoni alti e la loro profilatura esiste già ora una serie di piste del tutto agibili (va solo eliminato l'ingombro di un masso), che verrà sostituita da una pista sopraelevata-barriera che sarà costruita a distanza più importante dalla parete Nord ma sempre significativa anche dalla parete Sud , in modo da avere una grande vallo a Nord e uno, più modesto ma sempre sicuro e funzionale, data l'altezza ridotta della parete del diaframma, a Sud.

Questo consentirà il libero

Sul lato invece del mare, esiste già per circa metà percorso un'ampia varice dove sorgerà il palazzetto dello Sport che può ricevere senza problemi il materiale.

Mentre per l'altra metà vi è la vecchia strada comunale della Cappelletta, interna alla cava, e poi gli impianti.

Si prevede, per la sicurezza dei cantieri, di mettere in opera due grandi rilevati provvisori, che impediscano comunque il rotolamento di materiale fuori dalla zona, con un ampio margine di sicurezza.

Il volume complessivo da movimentare per il diaframma sarà di poco meno di 60.000 metri cubi in banco.

**a) l'accesso ai gradoni più alti** per la riprofilatura avviene attraverso la pista esistente che passa dalla "casa dei minatori" e sale verso l'altopiano.

Lo schema di accesso ai diversi gradoni è quello riportato in figura D.0.3.1 e sfrutta tutti passaggi esistenti anche quando attraversa il Sito di Interesse Comunitario.

Si imposterà dapprima il gradone più alto secondo la planimetria e le sezioni proposte in progetto, scaricando il materiale lungo il versante, materiale che verrà ripreso via via, a scendere, dai gradoni successivi, verso quelli sui quali non sono previsti interventi sostanziali, salvo quelli di sistemazione finale.

Questa tecnica presenta il vantaggio, non solo di spostarsi verso valle con i gradoni finiti subito ma, per la selezione differenziale che si verifica naturalmente sui coni di detrito, all'interno del gradone si depositerà il materiale più fine e all'esterno quello più grossolano che verrà scaricato verso il basso.

Questa è una nota importante, poiché è evidente che per la sistemazione finale dei gradoni è necessaria una quantità non piccola di materiale fine che deve essere abbancato e distribuito ordinatamente gradoni stessi e inseminato o piantumato contestualmente.

Quanto più materiale fine rimarrà in loco, tanto meno dovrà essere portato sui gradoni.

L'accesso ai gradoni avviene da est nella parte mediana e bassa mentre avviene dall'alto, lato Ovest lungo la strada e la pista carrabile che risale sull'altopiano e che attualmente sostituisce la vecchia strada napoleonica.

Abbiamo verificato che le pendenze per l'accesso alla sommità dell'altopiano sono tutte agibili con un dumper o un mezzo d'opera.

Sui gradoni invece l'accessibilità sarà limitata a sonde, pale meccaniche gommate/cingolate, che sono mezzi idonei alle lavorazioni previste.

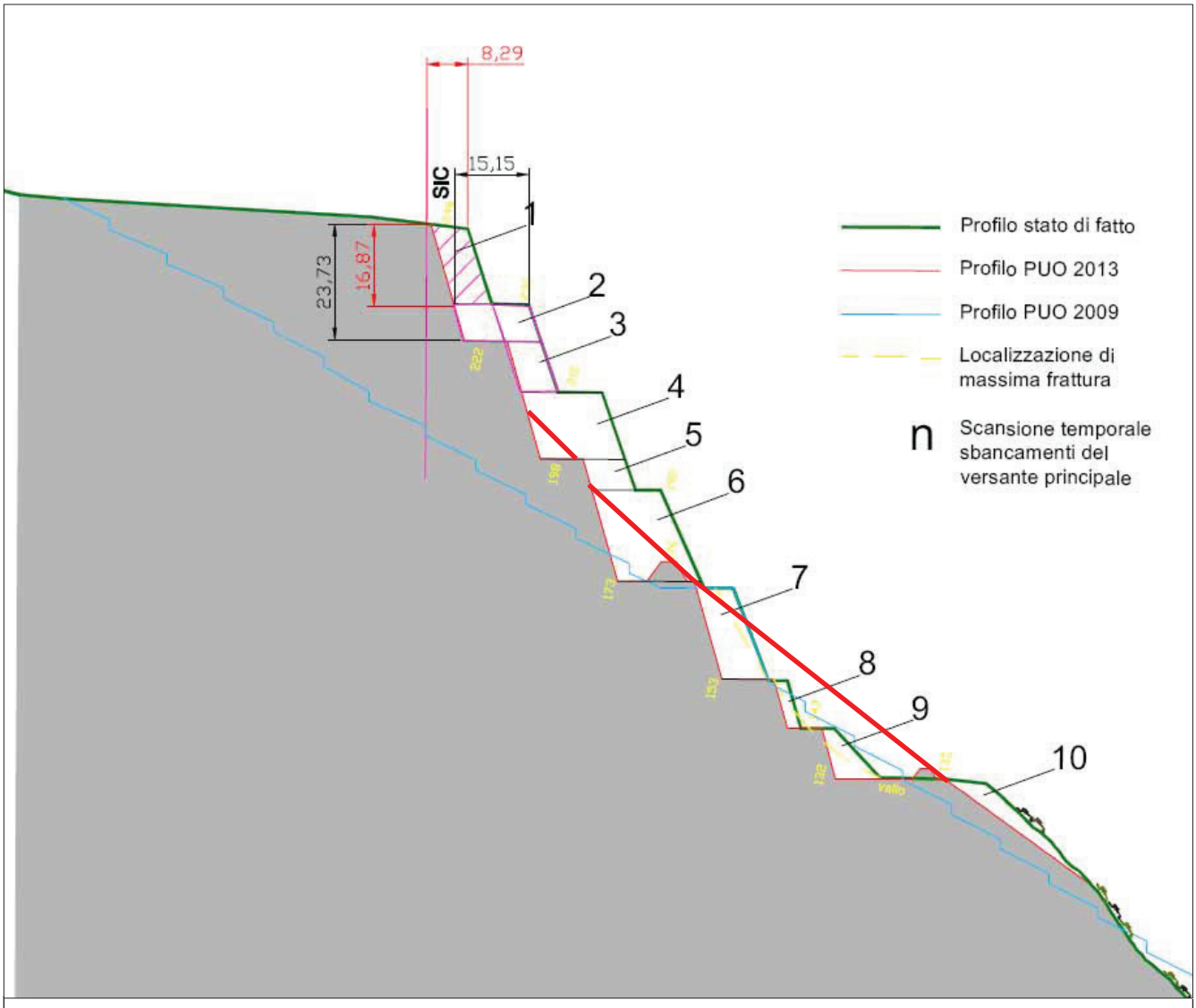



**Fig. D.0.A.2** - schema di sbancamento gradoni: si noti che si è studiato che vi sia lo spazio sufficiente per lavorare in tutta sicurezza, da 7 a 15 metri di pedata, con tiri mai superiori ai 1-16 metri. Le linee rosse sottolineano l'anglo con il quale i detriti tenderanno a depositarsi, attorno ai 40° che sono quelli dei normali coni di gettito in cava. Il materiale andrà poi lavorato e distribuito sui gradoni o spinto a valle dove, opportunamente compattato, servirà per il rimodellamento del Glory-Hole

-il gradone più alto verrà abbattuto tramite esplosivo con mine collegate con adeguati micro ritardi per ridurre al minimo le vibrazioni.

Esso verrà "ripulito", lungo la scarpata mediante disgaggio con escavatore a braccio lungo opportunamente attrezzato, in modo da mettere in sicurezza il cantiere.

Il materiale fine mancante per la copertura dei gradoni, verrà portato sopra l'ultimo gradone con dumper e sversato a gravità sul versante.

Dal margine estremo di ogni gradone verrà dapprima spianato con pala meccanica e successivamente sagomato "di ritorno" con escavatori di idonea potenza.

Per la riprofilatura del gradone andranno adottate alcune cautele elementari per ottenere una perfetta rifinitura della parete.

Uno dei problemi di una cava utilizzata per la produzione di materiale di piccola pezzatura, è che il tiro delle mine non cura particolarmente la rifinitura della parete e che quindi per alcuni metri, quando il fronte viene abbandonato si ha una zona di allentamento delle fratture che portano a fronti localmente instabili.

Quando invece si progetta già in partenza una riprofilatura definitiva si usano accorgimenti che consentono un taglio netto del gradone, con un minimo disturbo dell'ammasso roccioso, attraverso il "line drilling" e l'uso di mine di "smoothing" o smorzamento nell'ultima serie di mine.

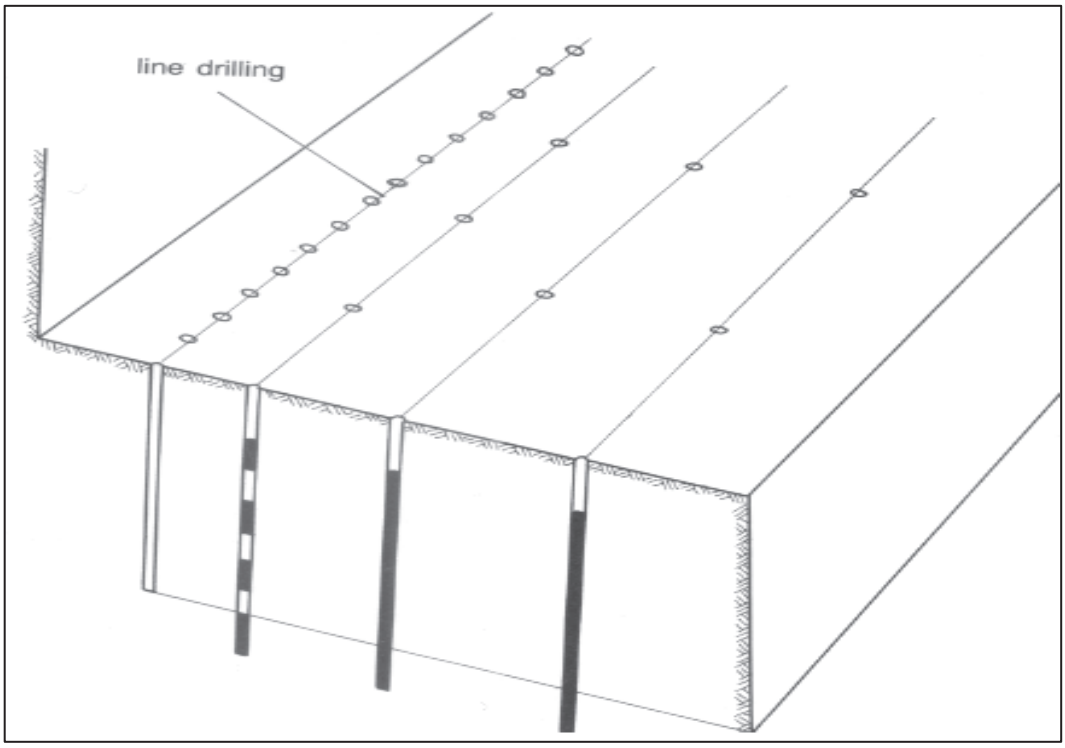



**Fig. D.0.A.3:** disposizione di una line-drilling, non caricata, a protezione-disgiunzione della zona da proteggere.può esssere preceduta o da linee molto fitte di pre-splitting o da una serie di cariche di smoothing, che, come in questo esempio (da Berta 1989), con poche vibrazioni provocano il distacco netto della roccia da abbattere.

Il line-drilling è una tecnica infatti che si esegue di solito per separare nettamente la parete definitiva dalla zona di coltivazione, per evitare cioè di avere pareti disgregate come purtroppo abbiamo nella nostra cava. Si tratta di una serie di fori molto ravvicinati (3-4 volte il loro diametro) che delimitano la zona di abbattimento del materiale. Di norma non vengono caricati, le ultime mine sono in genere sottocaricate in vicinanza della linea dei fori in modo tale che lo stacco sarà netto lungo la linea di taglio predefinita.
E' evidente che questa tecnica, che costa molto in perforazione, va usata quando si vuole un lavoro "pulito", ma non si usa normalmente con l'abbattimento "di produzione", che tende a frantumare la roccia quanto più possibile, on il minor consumo di esplosivo.

.

**L'ordine dei lavori sarà il seguente:**

Il materiale accumulato in questa fase verrà spinto per la parte più grossolana verso valle con una scarpata di gettito che via via lo porterà sino alla zona del Glory Hole che deve essere risistemata.
Per la rinaturalizzazione ed il rimodellamento a piccoli "valli" sui singoli gradoni, come si è detto, si lascerà in posto il materiale a pezzatura minore c e, ove necessario si integrerà con limi di cava e terre ammendate.

-A questo punto il gradone è pronto per essere "caricato" con i terreni di finitura che andranno disposti secondo lo schema proposto con un paramento di valle più ripido e quello di Monte inclinato verso il piede del Gradone per favorire il regolare deflusso delle acque e per eventuali accessi.
-Il sistema più semplice per portare sui gradoni grandi quantità di materiale sarà quello di portarlo per mezzo dumper sull'altopiano e scaricarlo lungo i versanti per poi sagomarlo e sistemarlo via via a scendere.
Si sottolinea che i mezzi transitano semplicemente su una pista già perfettamente carrabile attraverso la parte alta della cava che è stato posta in ambito SIC, escono dal Sito di Interesse Comunitario ed effettuano lo sversamento in ambito di cava, esterno al SIC.
In questo modo si eviterà di dover utilizzare piccoli mezzi per il trasporto lungo i gradoni e si otterrà come "sottoprodotto" il risultato di far trattenere una certa quantità terre sciolte fini lungo le scarpate, terre che sono preziose per l'instaurarsi di una vegetazione pioniera lungo la scarpata rocciosa stessa.
Abbiamo esempi molto significativi in tutte le cave abbandonate della Liguria e nella stessa cava Arene Candide nelle zone abbandonate da più tempo.



**Figg. D.0.A.5-6** esempio di vegetazione pioniera in terreno molto arido su gradoni e pareti di cava. Bastano quantità estremamente modeste di “fini” e di humus perché la vegetazione riprenda possesso del versante, su aree da circa un decennio abbandonate nella nostra cava.



È evidente che tutta questa operazione deve essere eseguita senza la presenza di maestranze nell'area a rischio sottostante, come dovrà prevedere il piano di coordinamento di sicurezza.
In alcuni punti verranno di proposito abbandonati massi di dimensioni significative, per poter collaudare i valli che via via verranno costruiti alle diverse quote. Prima dell'abbandono di quest'area essi saranno scaricati a valle per controllare l'efficacia dei valli di arresto.
L'ultimo gradone, quota 132, consentirà di effettuare lo stesso lavoro lungo il cosiddetto "liscione" accumulando tutto il materiale nella zona del glory Hole e nell'area a ovest ad esso adiacente sulla quale si dovrà costruire la strada definitiva verso le aree sportive.
Il materiale verrà progressivamente spostato verso l'area est e compattato, come si è detto poco sopra, secondo le normali specifiche tecniche per questo tipo di sistemazione, rullato e costipato ed eventualmente miscelato con leganti preferibilmente carbonatici, tenuto conto del contesto.
Sul lato verso monte verranno predisposti i valli di sicurezza con sezioni rivolte verso monte in modo tale da impedire il rimbalzo di eventuale materiale che però può cadere solo dal liscione stesso e quindi di pezzatura e velocità ridotta.

**c) La posa in opera delle reti in aderenza**

Su suggerimento anche degli Uffici, si sono privilegiate azioni di disgaggio e chiodatura, riducendo al massimo l'uso di reti in aderenza.
L'accesso alla sommità delle pareti sarà facile nella zona del Palazzetto e nelle parti inferiori della zona Ovest. Più complessa nella falesia sotto la grotta della Arene Candide, poiché manca completamente la viabilità di accesso.
Le due soluzioni più semplici per posizionare i rotoli di rete al ciglio della falesia sono l'uso dell'elicottero o, poiché abbiano una solida pista alla base delle pareti, l'uso di una gru a grande sbraccio. Il salto è di 60 metri e ne esistono da 70 metri e oltre, comandabili direttamente dal punto di consegna.
Lo scrivente ha avuto più occasioni di seguire lavori di questo tipo serviti da elicottero e ritiene che, con una buona organizzazione di cantiere, la soluzione potrebbe essere concorrenziale con l'altro metodo.
Per il loro ancoraggio,lungo la parete lo scrivente suggerisce di non ancorarle se non è indispensabile, perché in questo modo le reti "guidano" il materiale in caduta senza formare sacche. Dopo pochi mesi si opacizzano per ossidazione e non sono praticamente visibili dalle distanze di frequentazione che abbiamo nel nostro intervento.

Qualora, in sede esecutiva si ritenga invece opportuno ancorarle anche lungo la parete (ad esempio nella zona del Palazzetto), le maestranze, dopo aver fissato saldamente le reti sul ciglio con chiodature profonde, lavoreranno su fune sempre all'esterno delle reti, quindi senza alcuna minaccia di materiale che possa cadere dall'alto.

**D.0.A.3 i volumi da movimentare.**

I volumi complessivi da movimentare, con un calcolo di massima basato sui rilievi disponibili, sono riportati nella seguente tabella.

Per circa un terzo si tratta di terreni sciolti, l'approssimazione è soprattutto legata al fatto che lo scavo è calcolato in banco, mentre il olume di abbancamento sarà sensibilmente superiore, anche con il raggiungimento di un buon grado di compattazione.

| Sbancamenti | Quote sbancamento | Volumi |
|---|---|---|
| Gradoni | 230-246 | 6,800 |
| | 222-230 | 12,600 |
| | 212-230 | 7,000 |
| | 198-212 | 23,800 |
| | 192-198 | 4,700 |
| | 173-192 | 30,800 |
| | 153-173 | 14,250 |
| | 143-153 | 2,000 |
| | 133-143 | 5,850 |
| | 115-133 | 4,800 |
| | sommano | 112,600 |
| | | |
| Zona diaframma | 56 - 98 | 58,000 |
| | sommano | 170,600 |
| | | |
| Zona piscina | | 10,200 |
| Zona palazzetto | | 40,000 |
| Zona "limi" | | 80,000 |
| Area ovest | | 93,500 |
| | sommano | 223,700 |
| | | |
| | totale sommano | 506,900 |
| Riempimenti | | |
| Glory hole | | 615,000 |
| sistemazioni a verde sui gradoni, valli ecc. 2 metri circa su 30.000 mq | | 120,000 |
| | sommano | 735,000 |
| materiale da reperire c.a. | | 228,100 |

**D.0.A.4 - La progettazione dei sondaggi ed indagini integrative.**

E' evidente che per la progettazione esecutiva andranno approfondite alcune indagini in ambito geologico che sono state per ora finalizzate ad una progettazione urbanistica.
I sondaggi eseguiti sono serviti alla caratterizzazione dei terreni e hanno portato ad una migliore conoscenza del materiale sul versante.
Quasi ovunque affiora una roccia con buone caratteristiche di resistenza alla compressione che quindi non fa prevedere problematiche di fondazione, tuttavia, sia per quanto concerne le pareti rocciose che per le fondazioni, come sopra accennato, saranno necessari approfondimenti che andranno inseriti tra gli obblighi di chi realizzerà il progetto.

**D.0.A.4.1-Il rilievo con laser scanner**

Un recente passaggio verso la progettazione esecutiva è stato quello di acquisire per tutta l'area della cava un rilievo "laser scanner" di grande precisione che è in lavorazione e che dovrebbe essere consegnato entro la fine di Ottobre (Società Ad Hoc 3D Solutions).
Sarà fornito con un software proprietario caricabile sul numero necessario di PC con una password ma senza limitazioni, (e quindi anche per la Regione, se lo richiede) che consentirà di ottenere misure molto buone di morfologia 3D, giacitura strati, volumi coinvolti ecc. con un database che è praticamente un GIS 3D nel quale possono essere fatte confluire tutte le informazioni disponibili, quali misure interferometriche, dati sui sondaggi e sulla litologia e quant'altro può essere utile.

**D.0.A.4.2- I sondaggi meccanici**

Per il passaggio ad una fase esecutiva alcune zone dovranno avere approfondimenti con sondaggi tradizionali, secondo lo schema seguente:

**- Piazzali a quota 9-10:** su questi piazzali sono stati eseguiti numerosi sondaggi a distruzione di nucleo per accertare la profondità dei sedimenti, che può essere anche rilevante.
Sono necessari in corrispondenza del sedime di tutti i fabbricati sondaggi e prove penetrometriche che forniscano le caratteristiche geotecniche dei materiali per la progettazione esecutiva, secondo le buone regole dell'arte e la normativa vigente.

**- Zona del Glory Hole:** anche qui è necessario conoscere puntualmente l'esatta potenza delle coperture per poter passare alla progettazione esecutiva, con sondaggi e prove penetrometriche e, una volta eseguito il nuovo abbancamento, con prove di

carico.

- **Zona di abbancamento limi:** va accertata l'esatta posizione della roccia di substrato per il dimensionamento esecutivo delle opere di contenimento.

**D.0.A.4.3 - Approfondimenti su alcune pareti**

Le soluzioni previste in quasi tutta la cava sono di tipo passivo, modificandone la morfologia o con grandi valli. Quindi su gran parte delle pareti non vi saranno interventi significativi a parte un disgaggio puntuale ma esteso.
Ma vi sono tre importanti pareti che devono esser meglio studiate per una progettazione esecutiva delle opere di consolidamento si attivo che passivo:

- **Parete sotto la grotta del principe:**

E' costituita da calcare massiccio ma vi sono diversi punti problematici, anche se non ha mai dato problemi. Prima di porre in opera reti in aderenza andranno individuati eventuali consolidamenti con tiranti.

**- parete di valle del diaframma:**

Questa parete avrà bisogno di interventi di consolidamento o disgaggio notevoli poiché superficialmente è molto allentata. Lo studio delle gallerie che la attraversano è del tutto tranquillizzante poiché ha consentito di verificare "de visu" che la roccia è molto "sana" e che non si hanno allentamenti profondi neppure minimi.
Si è del tutto certi che la bonifica superficiale sarà sufficiente a mettere in sicurezza l'area.
Le considerazioni si estendono anche alla zona del "Palazzetto dello Sport".

**- parete Est del Glory-Hole:**

E' una parete che sarà sottesa da un grande vallo, a monte del palazzetto dello Sport, al confine con l'area SIC. Andrà però attentamente valutato con opportuni rilevamenti di dettaglio se sarà preferibile disgaggiare alcuni porzioni di roccia che presentano fessurazioni parallele alla parete o se sarà meglio tirantarle.
Con la presenza del vallo la parete non costituisce pericolo, ma è comunque preferibile eseguire gli approfondimenti suggeriti e per avere certezze.

**D.0.A.4.5 - Monitoraggio**

Un'azione molto importante per la sicurezza è quella di un monitoraggio approfondito, da iniziare prima dei cantieri appena sarà approvato di massima il progetto di PUO.
Data l'importanza delle pareti rocciose sarebbe preferibile agire in quattro direzioni:

**- controllo tradizionale** di alcuni punti trigonometrici fissi e ben individuati, appoggiata ovviamente a quelli già esistenti, con monografia depositata in luogo sicuro.

**- messa in opera** di un grande numero di "targets" fissi sulle pareti visibili da tre punti trigonometrici sui quali posare un "laserscanner" che rivede periodicamente la loro posizione ma rilevabili con qualsiasi strumento topografico. Essi vanno posizionati da esperti geologi su quelle porzioni di pareti che possano maggiormente essere oggetto di movimenti.
Se gli spostamenti saranno solo "termici" cosa inevitabile, nessun problema, ma se saranno diversi, si potranno affinare le soluzioni già in fase di cantiere.

**- monitoraggio con fessurimetri o distanziometri** di fratture importanti. E' possibile dotare di opportuna strumentazione alcune fessure, anche se l'esperienza dimostra, anche alla Caprazoppa, che poi facilmente vengono dimenticate o dismesse. Per questo motivo esclusion fatta per la galleria ferroviaria che però sarà monitorata solo durante i lavori in prossimità, lo scrivente suggerisce di porre in opera questo tipo di sensori solo dove si rinvengano fratture importanti sulle quali non si pensa di intervenire, in particolare sulla falesia più alta sopra la grotta del principe.

**- monitoraggio interferometrico,** sia da satellite, coordinandoci con la Regione Liguria, sia da laser scanner; è una tecnica che consente di avere in tempi e costi accettabili il controllo sistematico della situazione.

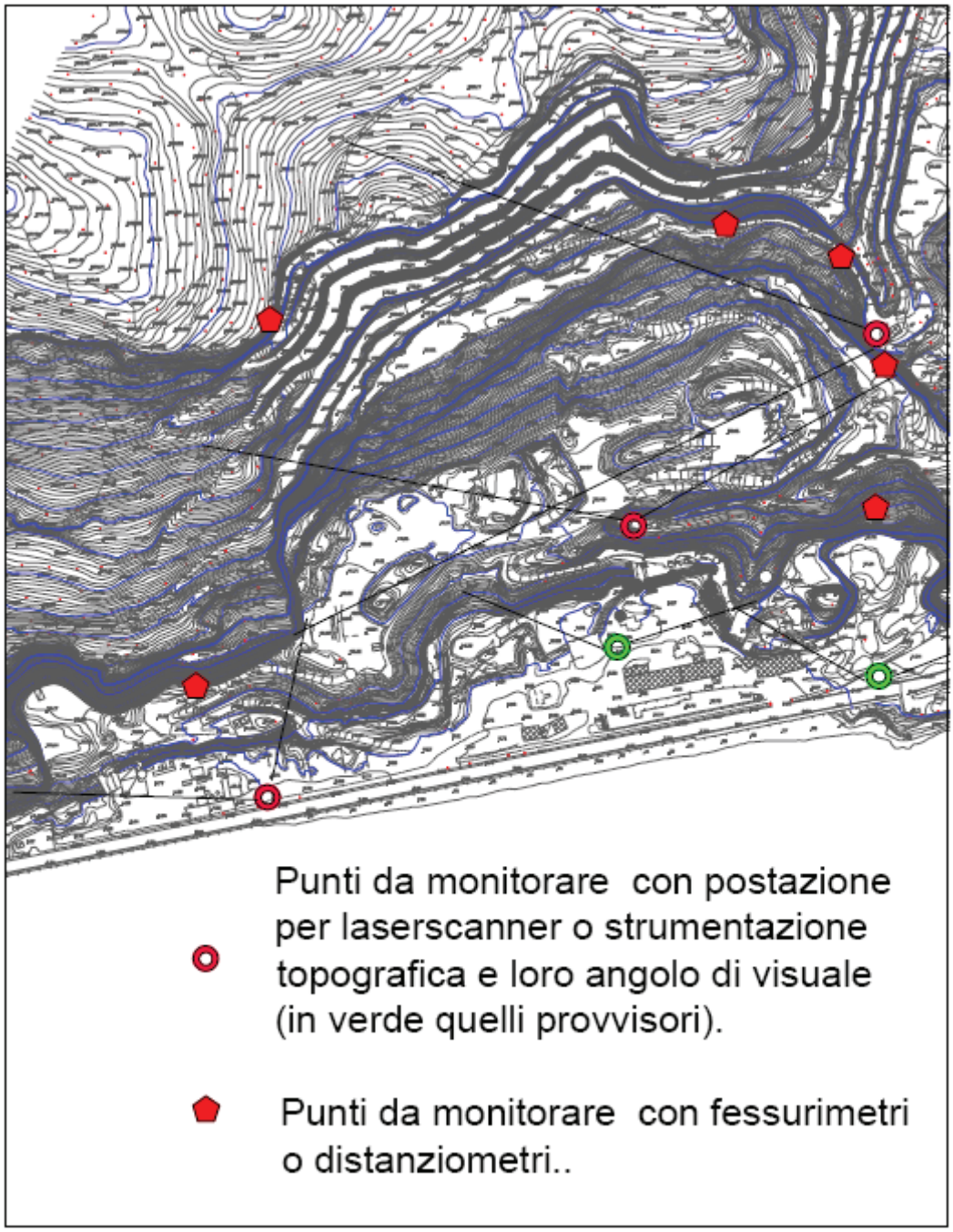



**Fig. D.0.A.7:** schema indicativo dei principali punti di controllo, da affinare in fase esecutiva.