# PROGETTO ESECUTIVO DI AMPLIAMENTO DELLA CAVA SOLVAY DI S. CARLO

## "Relazione C"

**Supervisione scientifica**

**Prof. Ing. Paolo Berry**

**RIFERIMENTO ALLE OSSERVAZIONI 1.8, 1.10**

**PROGETTO ESECUTIVO DI AMPLIAMENTO DELLA CAVA SOLVAY DI S. CARLO. 4**


1. IL MATERIALE CALCAREO DI SAN CARLO....4
2. CONSISTENZA DEL GIACIMENTO E DEI VOLUMI DEI MATERIALI MOVIMENTAT6
3. DESCRIZIONE DEL PIANO DI COLTIVAZIONE....10
*3.1 Stato d'avanzamento all'anno 2....11*
*3.2 Stato avanzamento all'anno 5....12*
*3.3 Stato d'avanzamento a 10 anni....14*
*3.4 Stato d'avanzamento all'anno 15....15*
*3.5 Stato d'avanzamento all'anno 20....17*
*3.6 Volumi totali estratti....19*
3.7 RECUPERO COMPLESSIVO QUALORA NON VENGA RICHIESTA LA PROSECUZIONE DELL'AUTORIZZAZIONE....20
3.8 TECNICHE DI COLTIVAZIONE E TECNOLOGIE IMPIEGATE....20
3.9 METODI DI COLTIVAZIONE....21
3.10 TECNOLOGIE DI ABBATTIMENTO....26
3.11 CALCOLO DELLA VOLATA....27
*3.11.1 Geometria della volata in fase di coltivazione....30*
*3.11.2 Geometria della volata in fase finale di rilascio della coltivazione....32*
3.12 ORGANIZZAZIONE DEL LAVORO....50
3.13 MACCHINE OPERATRICI (PERFORAZIONE, CARICAMENTO ED ASPORTO)....52
3.14 VIABILITÀ E NUOVE INFRASTRUTTURE....55
3.15 PROTEZIONE CONTRO GLI INCENDI....56
3.16 Aree di stoccaggio del prodotto secondario....57

# PROGETTO ESECUTIVO DI AMPLIAMENTO DELLA CAVA SOLVAY DI S. CARLO.

## 1. Il Materiale Calcareo di San Carlo

Come descritto nella Relazione Geologica, nella cava di San Carlo è presente una formazione calcarea cristallizzata nel Lias Inferiore (Calcare Massiccio) che possiede un tenore di carbonato di calcio estremamente elevato, superiore al 98% e per questo di rilevante importanza strategica.

La cava, attivata negli anni '30, è ancora in funzione per fornire materia prima per allo Stabilimento di Rosignano per la produzione, mediante il Processo Solvay, di carbonato di sodio, bicarbonato di sodio e cloruro di calcio.

Al giorno d'oggi le utilizzazioni dei prodotti della Solvay sono le seguenti:

- ✓ ***Carbonato di sodio***
  - Industria del vetro;
  - Industria chimica (preparazione di derivati sodici, regolazione di pH neutralizzazioni);
  - Industria metallurgica (desolfurazione della ghisa, trattamento di diversi minerali non ferrosi);
  - Industria di saponi e detergenti domestici ed industriali;
  - Industria tessile (lavaggi e trattamenti preliminari di lana, cotone e lino);
  - Industria delle argille, cementi, refrattari, ecc.(fluidificatore della paste ed agente fondente);
  - Trattamento delle acque (principale addolcente del processo calce-soda).

- ✓ ***Bicarbonato di sodio***
  - Industria dei coloranti chimici, cosmetici e profumi;
  - Industria farmaceutica;
  - Agente antincendio;
  - Saponi e prodotti detergenti, sali da bagno;
  - Zootecnia.

- ✓ ***Cloruro di calcio***

La cava di San Carlo comprende al suo interno un complesso di attrezzature di trasformazione e trasporto costituito da:

- impianto di trasformazione (frantumazione e vagliatura);
- servizi industriali (uffici, officine, servizi per il personale);
- collegamento alla rete ferroviaria a mezzo teleferica per il trasporto del prodotto finito;
- silos di stoccaggio e carico sui mezzi ferroviari.

Il calcare estratto dalla cava di San Carlo viene frantumato e vagliato al fine di produrre due classi granulometriche :

- la classe compresa tra 30 e 150 mm;
- la classe con granulometria inferiore a 30 mm.

La prima classe (granulometria 30 – 150 mm) costituisce la produzione primaria e viene utilizzata nei forni a calce degli stabilimenti Solvay di Rosignano per la produzione di carbonato di sodio. Il calcare, insieme al cloruro di sodio estratto a Ponteginori, è una materia prima insostituibile nel ciclo di fabbricazione della Soda. La granulometria 0 ÷ 30 mm e gli eventuali scarti di cava (cappellaccio di copertura, ecc.) vengono utilizzati sia per le operazioni e per gli interventi di recupero ambientale finalizzati alla rimodellazione delle fronti di rilascio della coltivazione, sia per la parte più consistente di inerte da costruzione (pietrisco per rilevati stradali o ferroviari, ecc.).
Il livello produttivo medio di cava è di circa 1.700.000 t/anno.. Di questo quantitativo, l'80% viene trattato come materia prima negli stabilimenti Solvay Chimica Italia S.p.A. di Rosignano.
Il calcare presenta delle variazioni sulla sua qualità per essere utilizzato nei forni. Infatti nel 1985 si verificò un incidente di marcia nei forni a calce dello stabilimento Solvay di Rosignano: durante la combustione del calcare ci fu un forte aumento della pressione nei forni con concomitante emissione all'esterno di materiale fine attraverso l'apertura della valvola di sicurezza dei forni stessi. Il calcare, responsabile del comportamento anomalo delle reazioni in forno, proveniva da un fronte denominato "cavetta" nell'area di estrazione della cava. Osservando questo tipo di calcare furono riscontrate immediatamente differenze macroscopiche rispetto a quello utilizzato normalmente. Il litotipo in esame presentava una facile disgregabilità caratteristica per la quale è derivato il nome di calcare farinoso. La formazione del filone di calcare farinoso fu attribuita all'azione sinergica di trasformazioni metamorfiche e presenza di faglie. Studi e prove di laboratorio hanno permesso di

dimostrare che il calcare è utilizzabile con una purezza non molto elevata di calcare farinoso. Pertanto, tenuto conto della percentuale di presenza di calcare sano e di calcare più o meno farinoso, è possibile utilizzare nei forni tutta la frazione > 30 mm prodotto mediante una miscelazione tra i vari tipi di tout – venant, previo un controllo di qualità.
Annesso all'impianto di frantumazione si trova un laboratorio per la verifica della qualità del calcare, sano o farinoso.

## 2. Consistenza del giacimento e dei volumi dei materiali movimentati

La consistenza del giacimento di materiale calcareo compreso nei terreni di proprietà Solvay è riportata nelle tabelle allegate (Tab. A, B, C) e derivano dal computo dei volumi effettuato con il metodo delle "sezioni ragguagliate"; qui di seguito è riportata la formula adottata per il calcolo del volume tra due generiche sezioni parallele orizzontali (platee) $A_j$, $A_{j+1}$ con spessore (altezza platea) $L_j$:

$$V(A_j, A_{j+1}) = \frac{L_j}{3} \cdot (A_j + A_{j+1} + \sqrt{A_j \cdot A_{j+1}})$$

dove:
$V(A_j, A_{j+1})$= volume tra due sezioni generiche.
$L_j$ = distanza tra due sezioni generiche.
$A_j$ = area contenuta tra il profilo originario (stato iniziale) e il profilo ottenuto alla fine dello scavo (stato finale) della sezione $A_j$:
$A_{j+1}$ = area contenuta tra il profilo originario (stato iniziale) e il profilo ottenuto alla fine dello scavo (stato iniziale) della sezione $A_{j+1}$.

I materiali soggetti a movimentazione saranno costituiti dai calcari massicci, dalle coperture e da inclusioni filoniane, ecc. (vedi Carta Geologica Tav 16 e Tav 17 – Sezione geologica )
Il presente progetto comprende:

1. espansione verso Est della Cava secondo un lotto (N°3);
2. approfondimento della cava attuale (lotto N°4);
3. esecuzione di un intervento di bonifica sulla parte Sud – Est dell'area di cava attuale esposta a visuali da punti panoramicamente significativi da un punto di vista della viabilità (Vedi Capitolo 6). L'intervento complessivo si svilupperà su di una

superficie di circa 11.165.000 $m^2$ (111.65.00 Ha) vedi figura 1, di cui circa 921.500 $m^2$ (92.15.00 Ha) rappresentano l'area attualmente autorizzata.

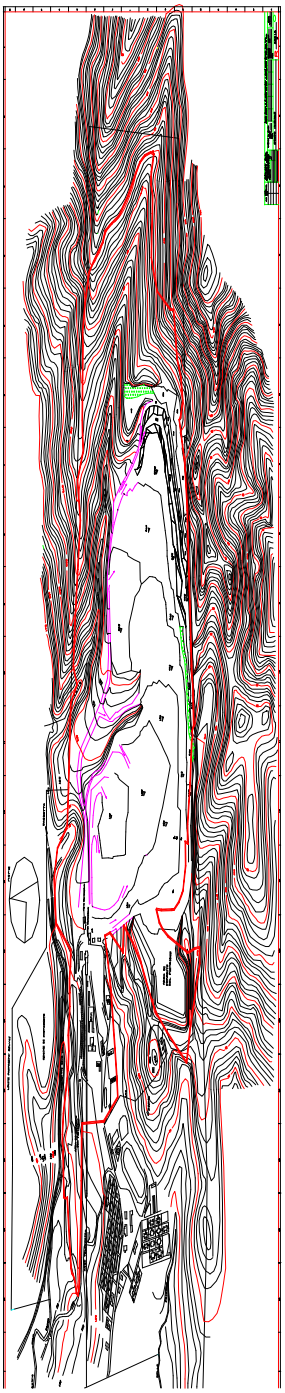


**Figura 1 Pianta dell'area di cava e delle arre coinvolte dalla concessione estrattiva**

Nelle tabelle seguenti sono riportati i volumi che saranno estratti nei 20 anni di coltivazione, per i quali viene richiesta l'autorizzazione con il presente progetto. I volumi sono stati espressi:

- nelle tabelle A, B, C in relazione al lotto di appartenenza ed alla quota della platea;

- nelle tabelle D, E, F, G ed H in relazione al piano di coltivazione ed alla quota della platea coltivata.
- La tabella I contiene il riassunto delle precedenti.

| Lotto N° 3 : VOLUMI COLTIVATI | | | |
|---|---|---|---|
| PLATEA | QUOTA base gradone | AREA | VOLUME |
| | m s.l.m. | $m^2$ | $m^3$ in posto |
| 0 | | | |
| 1 | 360 | | 190.000 |
| 2 | 345 | | 150.000 |
| | | TOTALE | 340.000 |

**Tabella A**

| Lotto N° 4 : VOLUMI COLTIVATI | | | |
|---|---|---|---|
| PLATEA | QUOTA base gradone | AREA | VOLUME |
| | m s.l.m. | $m^2$ | $m^3$ in posto |
| 1 | 240 | 10.719 | 160.789 |
| 2 | 225 | 52.664 | 789.962 |
| 3 | 210 | 83.761 | 1.159.971 |
| 4 | 195 | 154.878 | 2.235.131 |
| 5 | 180 | 126.016 | 1.830.304 |
| 6 | 165 | 149.166 | 2.237.496 |
| 7 | 150 | 161.661 | 2.424.909 |
| 8 | 135 | 66.577 | 998.652 |
| 9 | 120 | 14.597 | 218.961 |
| | | TOTALE | 12.056.175 |

**Tabella B**

| Intervento di bonifica : VOLUMI COLTIVATI |
|---|

| PLATEA | QUOTA base gradone | AREA | VOLUME |
|---|---|---|---|
| | m s.l.m. | $m^2$ | $m^3$ in posto |
| 0 | | | |
| 1 | 330 | 2.924 | 87.714 |
| 2 | 315 | 2.670 | 40.048 |
| 3 | 225 | 2.270 | 34.049 |
| 4 | 210 | 1.249 | 18.739 |
| | | TOTALE | 180.550 |

**Tabella C**

Il 20% del volume coltivato rappresenta la frazione < 30 mm e verrà utilizzato in parte per le operazioni di rimodellazione e recupero ambientale (vedi capitolo sull'argomento) secondi i seguenti quantitativi:

- al termine dei 20 anni di coltivazione 320.902 $m^3$

- dopo due anni successivi ai 20 anni di coltivazione 181.914 $m^3$

**Totale materiale frantumato < 30 mm 502.816 $m^3$**

Verrà utilizzato inoltre calcare frantumato per lo strato drenante con i seguenti quantitativi:

- al termine dei 20 anni di coltivazione 110.838 $m^3$

dopo due anni successivi ai 20 anni di coltivazione 62.832 $m^3$

Totale materiale strato drenante 173.670 $m^3$

***TOTALE 676.486 $m^3$***

## 3. Descrizione del piano di coltivazione

Con il presente progetto si intende richiedere, per la Cava di San Carlo, l'autorizzazione all'esercizio dell'attività estrattiva per la durata di venti anni.

Il calcare prodotto dalla cava viene utilizzato negli stabilimenti Solvay di Rosignano. Tali impianti devono essere alimentati da circa 1.700.000 tonnellate annue di calcare, il che

equivale a circa 630.000 $m^3$ di minerale in posto. Al termine dei venti anni di coltivazione saranno coltivati, quindi, circa 34.000.000 t, pari a 12.600.000 $m^3$ in posto, vedi Tabella J.

Al fine di descrivere il progetto nel modo più esauriente possibile, il piano di coltivazione adottato prevede la suddivisione dell'attività estrattiva in 5 fasi temporali, al termine di ciascuna di esse viene rappresentato, mediante le tavole allegate al progetto e con le tabelle D, E, F, G ed H seguenti, lo stato di avanzamento.

Ci si riferirà quindi a:

1. stato di avanzamento all'anno 2;
2. stato di avanzamento all'anno 5;
3. stato di avanzamento all'anno 10;
4. stato di avanzamento all'anno 15;
5. stato di avanzamento all'anno 20.

Nei primi cinque anni di attività, verrà costruita la rampa di arroccamento, fino a quota 360 m s.l.m., e la coltivazione si svilupperà quasi interamente nella zona di approfondimento, lotto N° 4. Dal quinto all'ultimo anno di coltivazione, invece l'estrazione procederà in parallelo nella zona di approfondimento, lotto N° 4 e nella zona est, lotto N° 3.
Il recupero, infine, sarà progressivo: dal primo all'ultimo anno di coltivazione. Nei primi cinque anni sarà portato a termine anche parte dell'intervento di bonifica della zona sud.
Le carte che descrivono le fasi di coltivazione della cava sono ruotate di circa 3 gradi verso EST.

## 3.1 Stato d'avanzamento all'anno 2

Durante i primi due anni di coltivazione verrà costruita la rampa di arroccamento da quota 250 m s.l.m. a quota 300 m s.l.m., per una lunghezza di 585,5 m ed una pendenza media del 10%.
L'attività estrattiva si svilupperà nella zona di approfondimento ed in particolare coinvolgerà le platee comprese tra quota 195 m s.l.m. e quota 255 m s.l.m. Si sottolinea che al termine del secondo anno sarà esaurita la platea più elevata.

Contemporaneamente all'estrazione sarà avviato l'intervento di recupero ambientale di una porzione di fronte a sud della cava compreso tra quota 210 e 240 m s.l.m., vedi Figura 2**.**
I volumi coltivati nei primi due anni sono riassunti nella seguente tabella:

| VOLUMI COLTIVATI AL TERMINE DEI PRIMI 2 ANNI DI COLTIVAZIONE | | | |
|---|---|---|---|
| **ZONA** | **QUOTA base gradone** | **AREA m $^2$** | **m $^3$ in posto** |
| Lotto N° 4 | 240 | 10.719 | ***160.789*** |
| Lotto N° 4 | 225 | 38.578 | ***578.672*** |
| Lotto N° 4 | 210 | 16.576 | ***152.206*** |
| Lotto N° 4 | 195 | 21.149 | ***317.239*** |
| Interv. Bonif. | 210 | 1.249 | ***18.739*** |
| Interv. Bonif. | 225 | 2.270 | ***34.049*** |
| ***Totale*** | | | ***1.261.693*** |

**Tabella D**

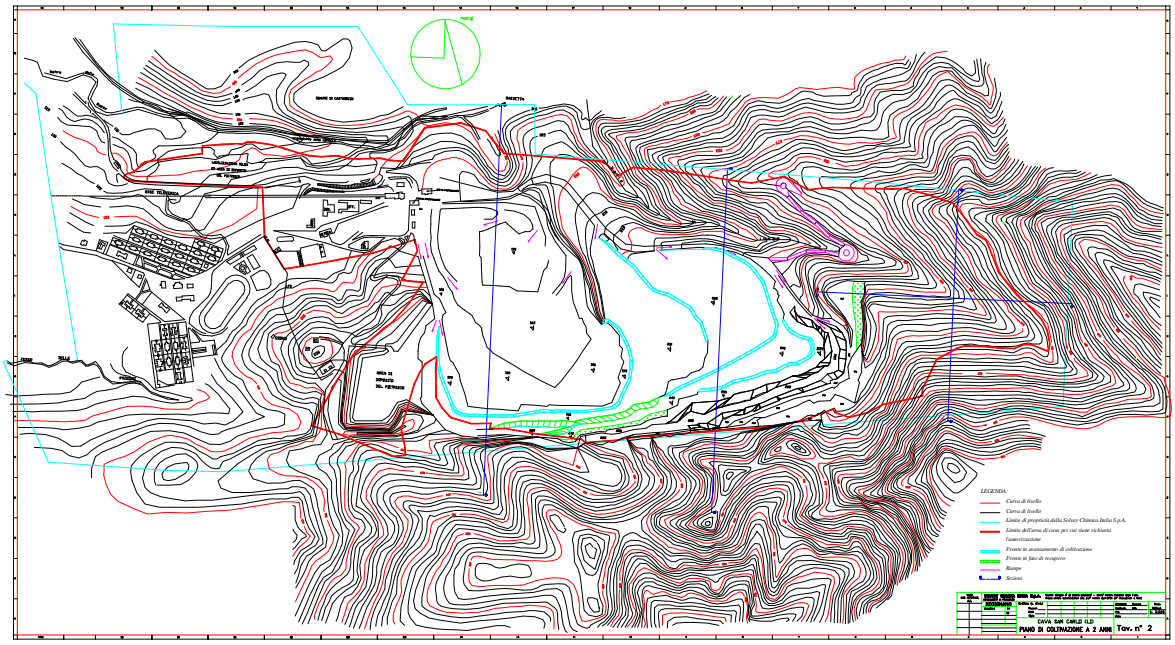



**Figura 2 Piano di coltivazione al termine dei due anni di coltivazione.**

## 3.2 Stato avanzamento all'anno 5

Al termine dei cinque anni di attività sarà ultimata la costruzione della rampa di arroccamento, che termina a quota 360 m s.l.m. ed, inoltre, sarà realizzata la rampa di servizio a quota 375 m s.l.m., la cui lunghezza è di circa 384 m.

Questo stato d'avanzamento è caratterizzato dall'inizio della coltivazione della platea compresa tra quota 375 m s.l.m. e 360 m s.l.m. nella zona est e dal proseguimento dell'approfondimento nel lotto N° 4. In particolare sarà ultimata la coltivazione della platea compresa tra quota 225 m e 240 m s.l.m.

In questi anni sarà proseguito, infine, l'intervento di bonifica dei vecchi fronti di cava abbandonati, localizzati a sud – est della cava, figura 3.2.a.

I volumi totalmente estratti in questa seconda fase sono di seguito riassunti:

| VOLUMI COLTIVATI AL TERMINE DEI PRIMI 5 ANNI DI COLTIVAZIONE | | | |
|---|---|---|---|
| **ZONA** | **QUOTA base gradone** | **AREA $m^2$** | **$m^3$ in posto** |
| Lotto N° 4 | 225 | 14.086 | ***211.290*** |
| Lotto N° 4 | 210 | 34.544 | ***518.165*** |
| Lotto N° 4 | 195 | 39.494 | ***504.370*** |
| Lotto N° 4 | 165 | 16.103 | ***241.542*** |
| Lotto N° 4 | 150 | 19.083 | ***286.248*** |
| Interv. Bonif. | 330 | 2.924 | ***87.714*** |
| Interv. Bonif. | 315 | 2.670 | ***40.049*** |
| | | ***Totale*** | ***1.889.378*** |

**Tabella E**

Lo stato d'avanzamento è riportato in Figura 3

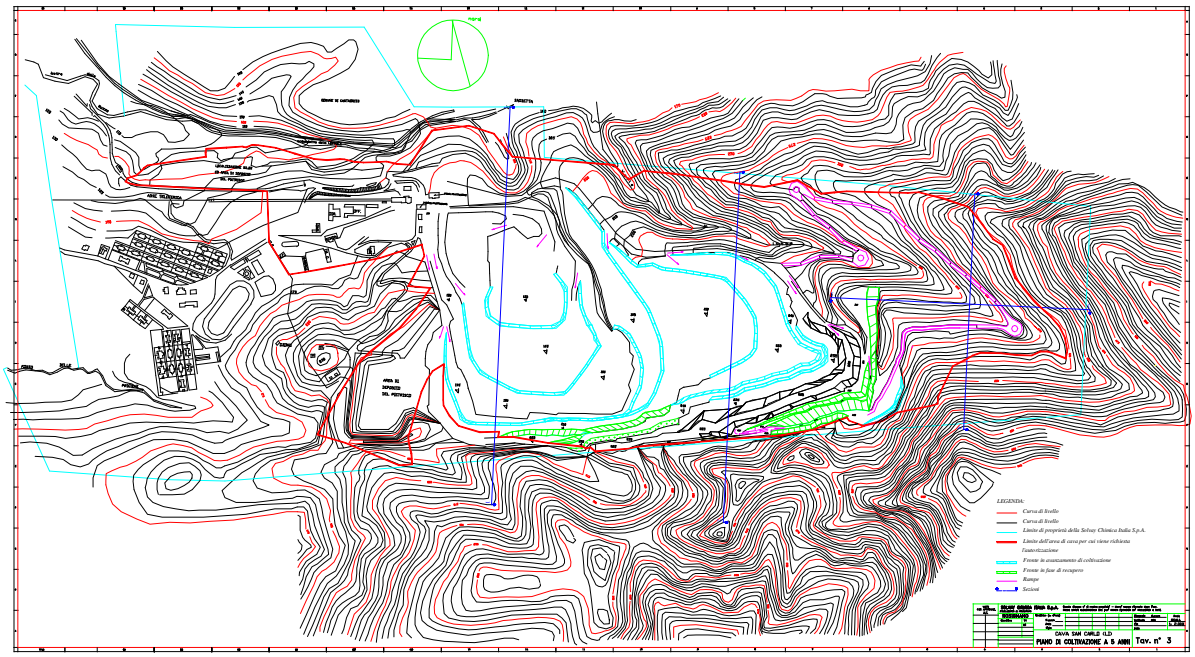



**Figura 3 Piano di coltivazione al termine dei cinque anni di coltivazione**

## 3.3 Stato d'avanzamento a 10 anni

La coltivazione prosegue portando in parallelo l'estrazione del materiale dalla platea a quota 375 m s.l.m., coltivazione a gradone unico per platee discendenti, e l'estrazione del calcare nella zona di approfondimento, coltivazione a fossa. Dopo dieci anni di attività sarà ultimata la coltivazione della platea compresa tra quota 210 m e 225 m s.l.m., figura 3.3.a.

I volumi estratti in questa terza fase sono riportati nella seguente tabella F.

| VOLUMI COLTIVATI AL TERMINE DEI PRIMI 10 ANNI DI COLTIVAZIONE | | | |
|---|---|---|---|
| **ZONA** | **QUOTA base gradone** | **AREA m $^2$** | **m $^3$ in posto** |
| Lotto N° 3 | 360 | | ***115.189*** |
| Lotto N° 4 | 210 | 32.640 | ***489.602*** |
| Lotto N° 4 | 195 | 57.971 | ***869.561*** |
| Lotto N° 4 | 180 | 72.547 | ***1.028.270*** |
| Lotto N° 4 | 165 | 12.780 | ***191.700*** |
| Interv. Bonif. | 150 | 30.385 | ***455.781*** |
| | | ***Totale*** | ***3.150.102*** |

**Tabella F**

Lo stato d'avanzamento è riportato in Figura 4

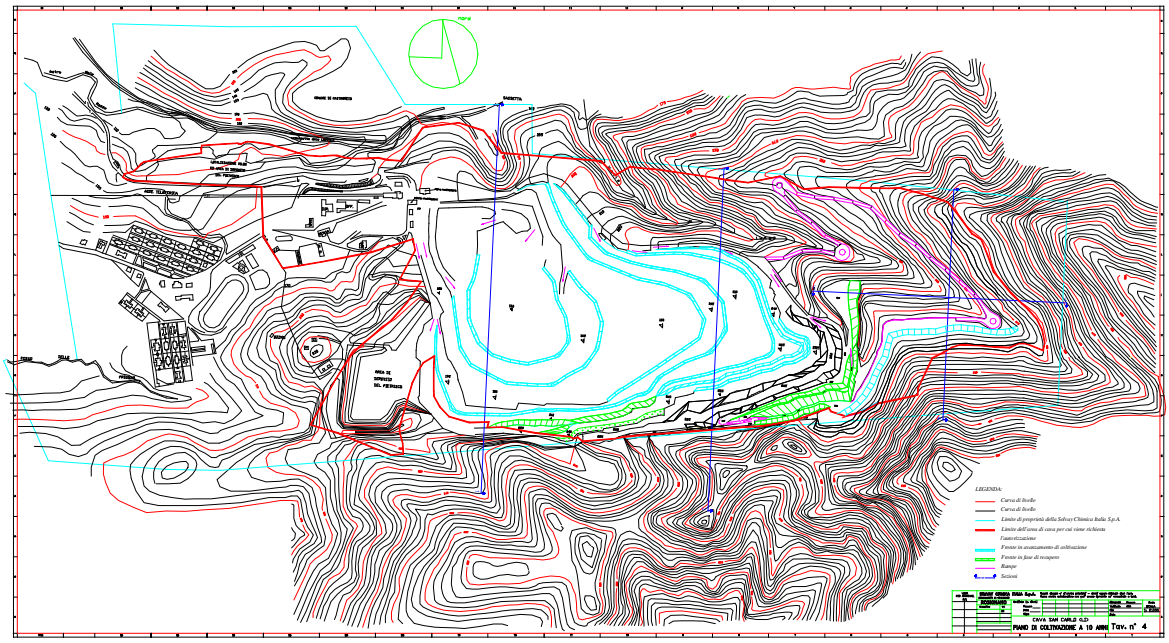



**Figura 4 Piano di coltivazione al termine dei dieci anni di coltivazione.**

## 3.4 Stato d'avanzamento all'anno 15

Dopo quindici anni d'attività lo stato d'avanzamento dei lavori sarà caratterizzato dai seguenti aspetti:

- fine della coltivazione della prima platea a quota 360 m s.l.m. nella zona est della cava;
- inizio della coltivazione della seconda platea a quota 345 m s.l.m., nella zona a est;
- proseguimento dell'estrazione nella zona di approfondimento, lotto N° 4;
- continuazione dei lavori di recupero nella zona sud – est della cava.

I volumi estratti in questa fase sono di seguito espressi:

| VOLUMI COLTIVATI AL TERMINE DEI PRIMI 15 ANNI DI COLTIVAZIONE | | | |
|---|---|---|---|
| **ZONA** | **QUOTA base gradone** | **AREA m $^2$** | **m $^3$ in posto** |
| Lotto N° 3 | 360 | | ***75.000*** |
| Lotto N° 3 | 345 | | ***77.000*** |
| Lotto N° 4 | 195 | 36.264 | ***543.962*** |
| Lotto N° 4 | 180 | 31.234 | ***468.513*** |
| Lotto N° 4 | 165 | 73.549 | ***1.103.238*** |
| Lotto N° 4 | 150 | 27.572 | ***413.579*** |
| Lotto N° 4 | 135 | 32.766 | ***491.495*** |
| | | ***Totale*** | **3.172.787** |

**Tabella G**

Lo stato d'avanzamento è riportato in fig. 5.

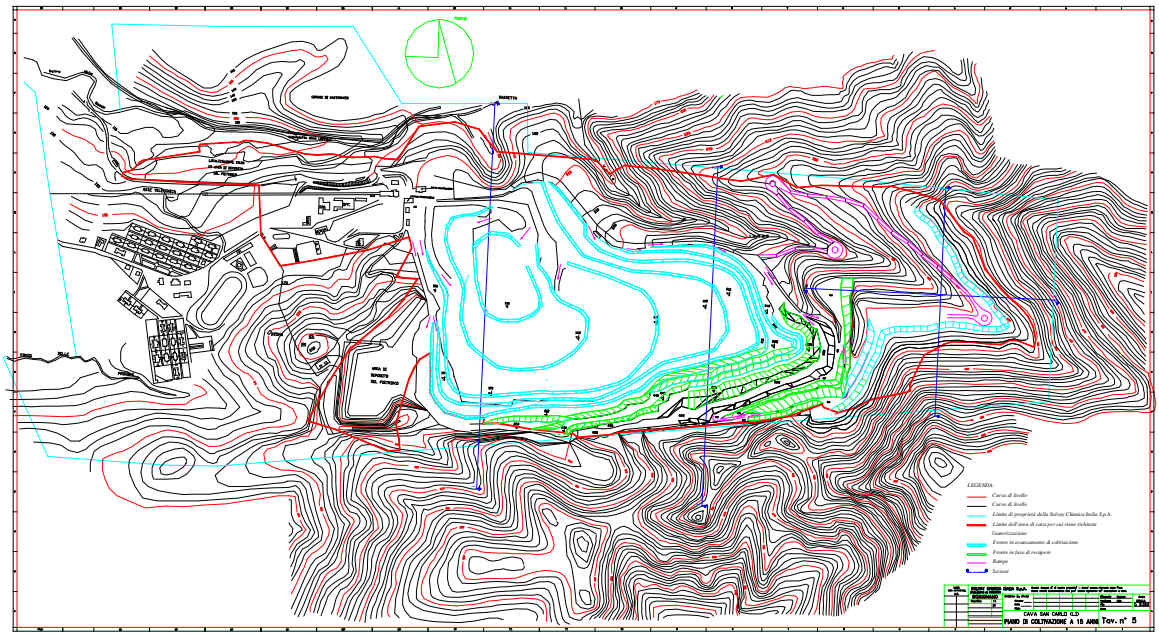



**Figura 5 Piano di coltivazione al termine dei quindici anni di coltivazione.**

## 3.5 Stato d'avanzamento all'anno 20

Al termine dei venti anni di coltivazione saranno recuperati i gradoni a quota 375 m e 360 m s.l.m. nella zona est e sarà ultimata la bonifica di tutte le fronti nella zona sud della cava, figura 3.5.a.

Per questa data le fronti restanti rimarranno da recuperare. Saranno, infatti, suscettibili di ulteriore ampliamento a seguito di una eventuale successiva autorizzazione, tempestivamente richiesta.

In questa quinta fase i volumi estratti sono riportati nella seguente tabella.

| VOLUMI COLTIVATI AL TERMINE DEI PRIMI 20 ANNI DI COLTIVAZIONE | | | |
|---|---|---|---|
| **ZONA** | **QUOTA base gradone** | **AREA m $^2$** | **m $^3$ in posto** |
| Lotto N° 3 | 345 | | ***73.000*** |
| Lotto N° 4 | 180 | 22.235 | ***333.521*** |
| Lotto N° 4 | 165 | 46.734 | ***701.016*** |
| Lotto N° 4 | 150 | 84.620 | ***1.269.302*** |
| Lotto N° 4 | 135 | 33.811 | ***507.158*** |
| Lotto N° 4 | 120 | 14.597 | **3.102.958** |
| | | ***Totale*** | ***3.162.731*** |

**Tabella H**

Lo stato d'avanzamento è riportato in .

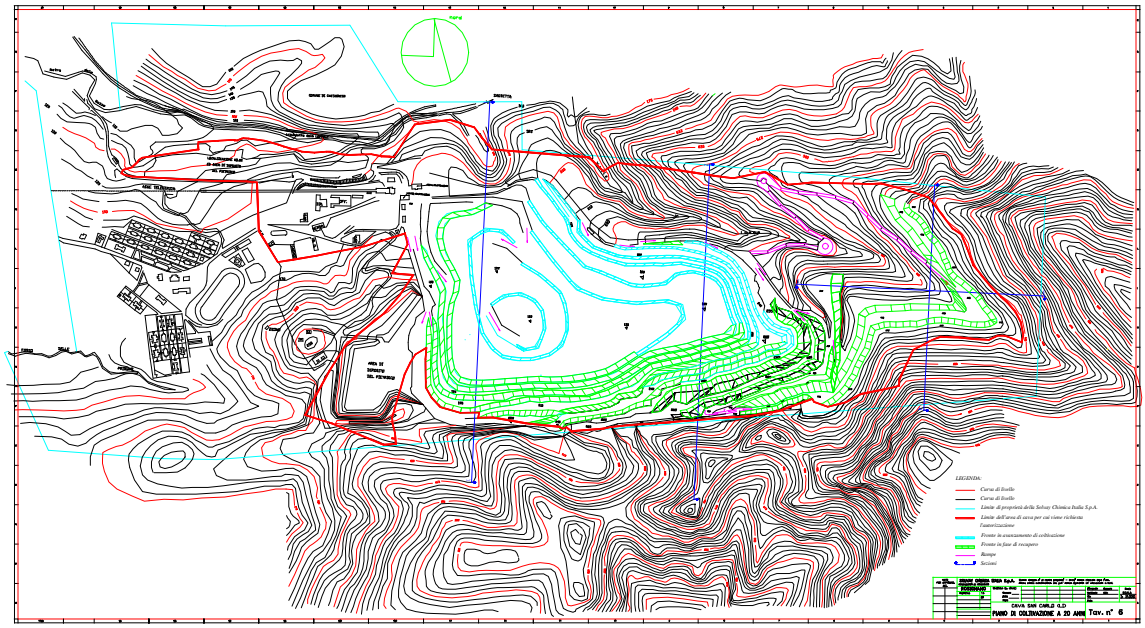



**Figura 6 Piano di coltivazione al termine dei venti anni di coltivazione.**

## 3.6 Volumi totali estratti

Il volume totale di calcare estratto e la somma parziale relativa al compimento di ciascuna fase di estrazione vengono di seguito riassunti in tabella.

| PIANO DI COLTIVAZIONE | $M^3$(IN POSTO) COLTIVATI | TONNELLATE |
|---|---|---|
| dall'anno 0 all'anno 2 | 1.261.693 | 3.406.571 |
| dall'anno 3 all'anno 5 | 1.889.378 | 5.101.321 |
| dall'anno 6 all'anno 10 | 3.150.102 | 8.505.275 |
| dall'anno 11 all'anno 15 | 3.172.787 | 8.566.524 |
| dall'anno 16 all'anno 20 | 3.102.958 | 8.377.986 |
| ***Totale*** | ***12.576.918*** | ***33.957.677*** |

**Tabella I**

## 3.7 Recupero complessivo qualora non venga richiesta la prosecuzione dell'autorizzazione

Qualora i lavori di estrazione terminino definitivamente al compimento del ventesimo anno di autorizzazione e non venga richiesta o concessa un'ulteriore autorizzazione, il presente progetto prevede il recupero totale delle fronti coltivate, secondo quanto riportato nella relazione di recupero.
Le aree complessive da recuperare sono evidenziate in verde in Figura 7.

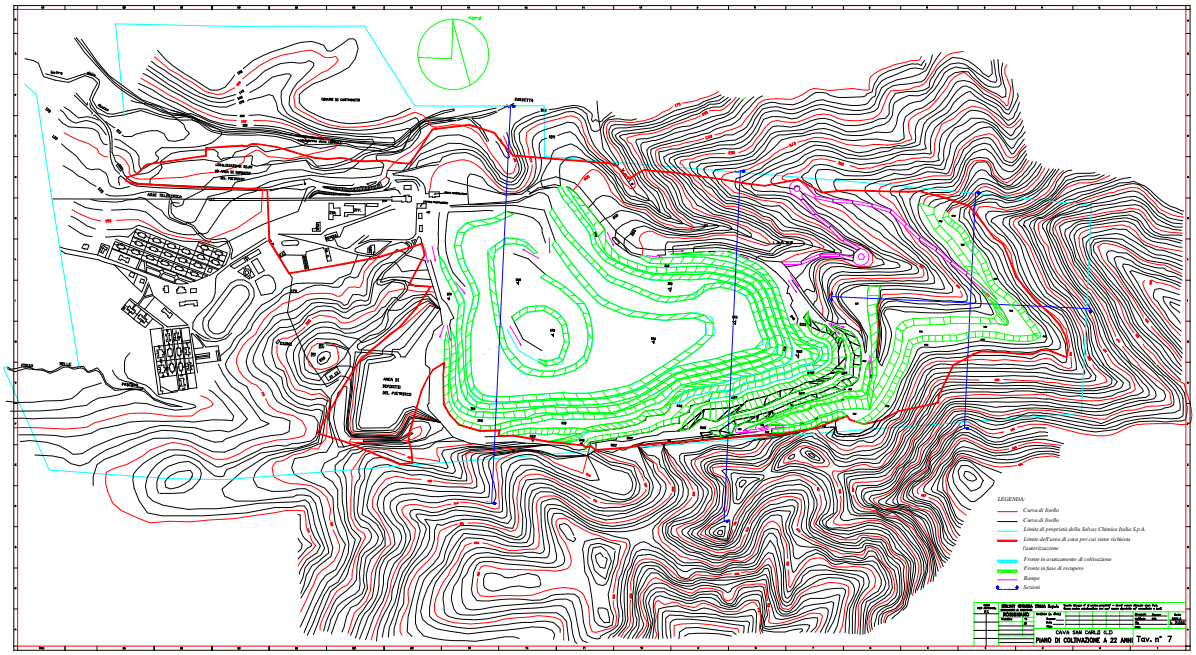



**Figura 7 Piano di coltivazione al termine dei due anni successivi alla scadenza dell'autorizzazione.**

## 3.8 Tecniche di coltivazione e tecnologie impiegate

Il giacimento in passato è stato scavato a gradoni multipli da quota 345 m s.l.m in profondità fino a quota 150 m s.l.m. I piani di splateamento presentano dislivelli variabili da 15 a 30 m l'uno dall'altro. La prosecuzione dei lavori di estrazione prevede una coltivazione per fette discendenti nelle zone di espansione mentre nell'area attualmente autorizzata la coltivazione è prevista con un approfondimento a gradoni per splateamento fino a quota 120 m s.l.m.

I metodi applicati si basano sulla suddivisione della porzione di giacimento in fette orizzontali il cui spessore può assumere diversi valori.

Nella cava presa in esame è stata assunta, per platea, un'altezza di 15 m. I metodi sopra citati prevedono l'abbattimento della roccia mediante esplosivo in mine lunghe disposte su una o più file parallele tra loro ritardate (vedi capitolo 5 – Tecnologie d'abbattimento). Ogni platea viene coltivata per volate subverticali e più di una platea è messa contemporaneamente in produzione per consentire una pre – omogeneizzazione, di modo che il prodotto inviato all'impianto di frantumazione abbia caratteristiche idonee alla sua utilizzazione negli altiforni, in relazione alla presenza di calcare farinoso.

Durante la coltivazione la pendenza delle singoli fronti dei gradoni saranno subverticali, con pendenza di 70°. Le fronti finali di rilascio di coltivazione avranno una pendenza, invece, di 65° ( vedi capitolo 1 – Progetto di recupero ambientale) e la pedata finale sarà di 10 m,per permettere la realizzazione finale di scarpate risistemate che avranno una pendenza di circa 40° ed una pedata di 3 m, per le fronti paesaggisticamente sensibili.

## 3.9 Metodi di coltivazione

***Splateamento per gradoni (figura 9.) nella zona di approfondimento dell'attuale cava***

Il giacimento viene coltivato su più livelli (gradoni) dello spessore di 15 m. L'eventuale stoccaggio, la movimentazione ed il caricamento dell'abbattuto sono realizzati per ciascun gradone nel piazzale antistante ogni fronte di abbattimento. La produzione sarà effettuata su più pannelli che consentono, come già detto, la possibilità di miscelazione dell'abbattuto stesso. L'accesso ai gradoni avviene mediante sistemi di rampe che partendo dall'accesso in cava raggiungono i vari livelli di coltivazione.

Da un punto di vista paesaggistico il metodo è ad impatto non elevato perché nei maggiori casi le quote sono al di sotto del piano di visuale (strade di grande comunicazione), mentre le parti visibili saranno in gran parte sottoposte a risistemazione ambientale durante le fasi iniziali di intervento in stretta successione dell'ultimazione delle fronti superiori.

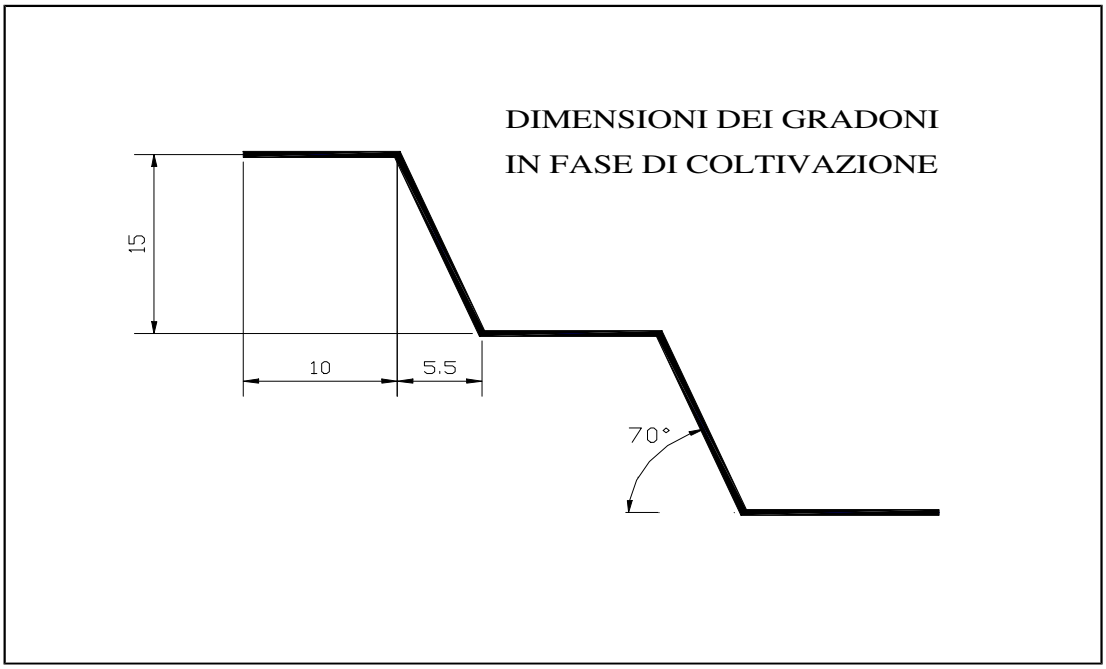



**Figura 8 Geometria del profilo di coltivazione**

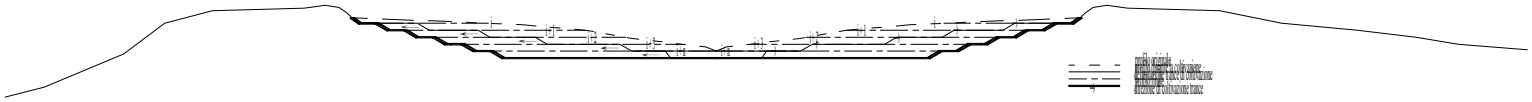


**Figura 9 Splateamento per gradoni nella zona di approfondimento**

**Fette discendenti (figura 10) nella zona di espansione Est**

Il giacimento progettualmente viene suddiviso in platee orizzontali dell'altezza di 15 m. Il metodo prevede la coltivazione contemporanea di una o due platee. L'avanzamento delle fronti viene realizzato in modo da lasciare, ai piedi di queste, un piazzale utile per la movimentazione ed il caricamento dell'abbattuto nonché per eventuali operazioni di controllo per la miscelazione del prodotto. Ciascun piazzale funzionale alla platea è collegato con rampe all'impianto di frantumazione od alle vie di accesso alla cava, al fine di garantire flessibilità sia per il trasporto a valle del tout–venant, sia per lo spostamento di tutte le macchine operatrici necessarie al ciclo lavorativo. Dal punto di vista del paesaggio il metodo è da considerare di più basso impatto ambientale. La bonifica dà la possibilità di realizzare alla fine della coltivazione di ogni platea gli interventi di rimodellazione e recupero vegetazionale.

I parametri geometrici caratterizzanti la coltivazione sono i seguenti, (figura 10; figura 11):

- Altezza Platea 15 m
- Pendenza Fronti Di Abbattimento 70°
- Pedata Finale Di Rilascio 10 m
- Pendenza Fronti Finali Di Rilascio 65°
- Pendenza Media Di Rilascio Del Versante 40°

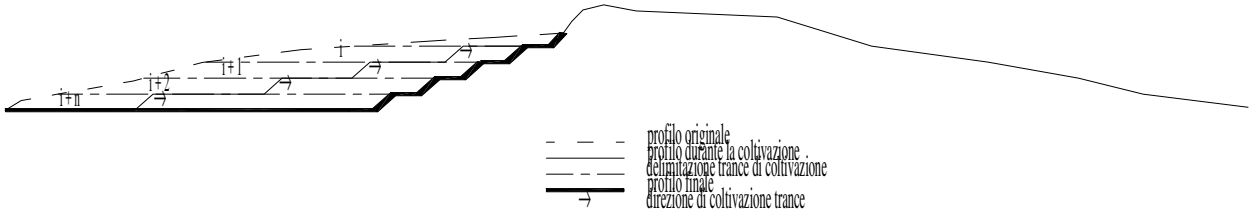
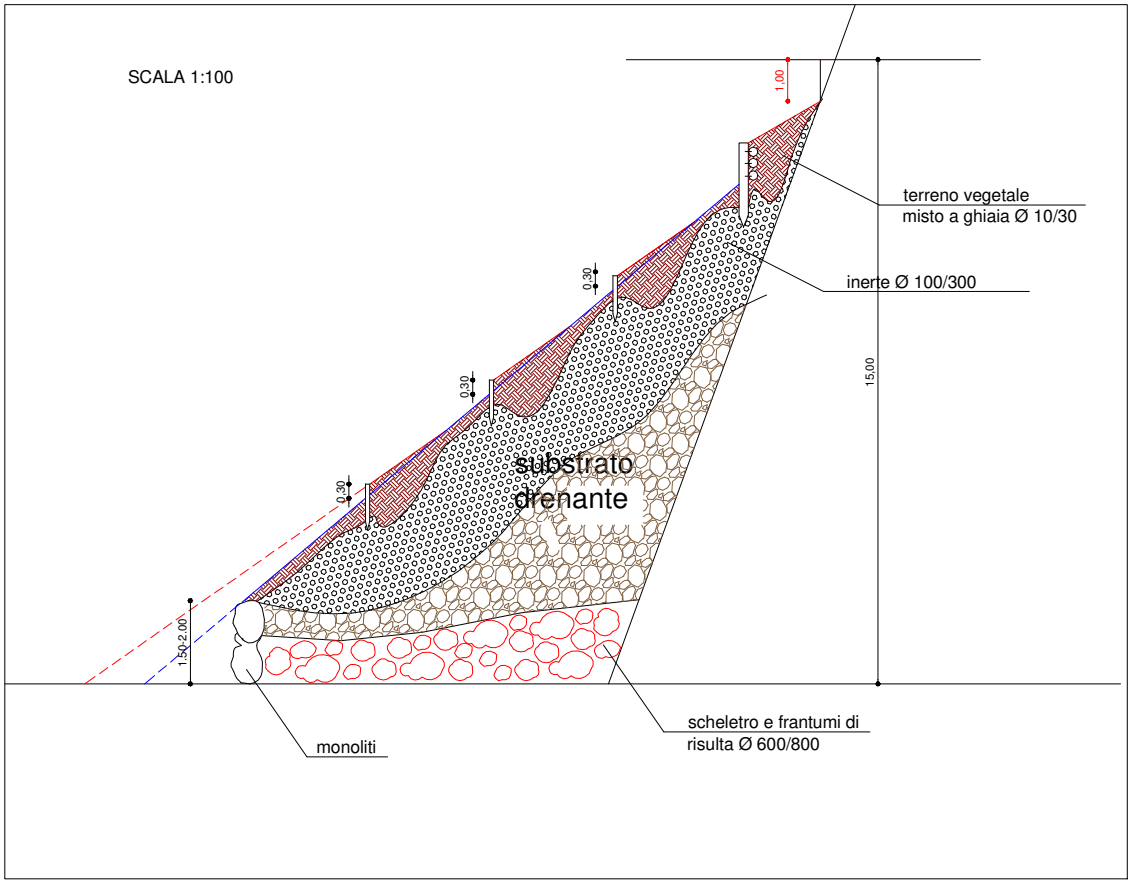



**Figura 10 Metodo di coltivazione per fette orizzontali discendenti**

**Figura 9 Parametri geometrici caratterizzanti il recupero**




## 3.10 Tecnologie di abbattimento

Come già accennato, l'abbattimento del materiale calcareo avverrà mediante l'uso di esplosivo con l'impiego, per la riduzione dimensionale di eventuali blocchi di dimensioni non accettabili dalla frantumazione primaria in stabilimento, di martelli demolitori idraulici.
Per quanto riguarda le operazioni di scopertura del giacimento, ove questa occorre, verrà utilizzato un escavatore od una pala ed un dumper.
Si riporta qui di seguito il disegno della volata, il calcolo della densità di esplosivo occorrente e le verifiche sia delle vibrazioni indotte, che debbono essere contenute per non dare luogo a:

- danni dei manufatti adiacenti all'area estrattiva;
- sovrappressioni in aria;
- lanci o proiezioni pericolosi di frammenti di roccia;
- rumori fastidiosi.

## 3.11 Calcolo della volata

L'abbattimento del materiale calcareo avverrà facendo ricorso ad esplosivo. Pertanto, oltre ad eseguire un corretto dimensionamento della volata (scelta dell'esplosivo, calcolo del consumo specifico, dimensionamento della maglia, ecc.), è opportuno introdurre tra i parametri di scelta anche gli effetti indotti previsti sull'ambiente circostante, verificandone l'entità ed indicando poi gli accorgimenti da adottare in cantiere al fine di una minimizzazione degli stessi.

Per la determinazione dei parametri della volata, si utilizza il metodo proposto da G. Berta (l'Esplosivo strumento di lavoro – Italesplosivi, Milano). Tale metodo, che fa riferimento ad una perforazione a maglia quadrata o rettangolare, si basa sulla determinazione della carica specifica in funzione di parametri caratteristici della roccia, dell'esplosivo, dell'interazione tra questi e del grado di frantumazione richiesto dall'abbattimento. La carica specifica risulta espressa dalla:

$$c = \frac{s \cdot \varepsilon_{SS}}{\eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \varepsilon}$$

Dal valore di c è possibile risalire al valore della spalla V, infatti:

$$V = \phi_c \cdot \sqrt{\frac{\pi \cdot \rho_e}{4 \cdot c}}$$

Si riportano qui di seguito, i dati relativi alla roccia considerata e, più avanti, quelli relativi al tipo di esplosivo che potrà essere utilizzato in cantiere, dai quali dipendono i valori dei diversi parametri che consentono di calcolare la carica specifica c e la spalla V.

| CARATTERISTICHE DELLA ROCCIA | |
|---|---|

| Nome della roccia | Calcare |
|---|---|
| Impedenza ($kg/m^2$ x s) | $10,4 \times 10^6$ |
| Energia superficiale specifica di frantumazione ($MJ/m^2$) $\varepsilon_{SS}$ | $1,47 \times 10^{-3}$ |
| Dimensione massima abbattuto (m) | 1,6 |
| Massa riferita all'unità di volume ($kg/m^3$) | 2.700 |
| Velocità del suono nel mezzo (m/s) | 4.000 |

**Tabella J**

Prima di riportare la geometria della volata adottata e gli esplosivi scelti, si ritiene opportuno evidenziare che molteplici sono i fattori che entrano in gioco nella definizione dello schema ottimale di volata. Questi non dipendono solo dalle caratteristiche proprie dell'ammasso roccioso e dal tipo di esplosivo, ma anche, e soprattutto, dalla reciproca interazione. Si elencano, qui di seguito, alcuni dei principali fattori, la cui analisi fornisce utili elementi di valutazione per il calcolo della volata:

- caratteristiche litologiche dell'ammasso roccioso;
- assetto strutturale (contatti stratigrafici, faglie, fratture, ecc.);
- caratteristiche fisiche e geomeccaniche della roccia;
- grado di frantumazione richiesto dalla bocca del frantoio primario dell'impianto di frantumazione;
- inclinazione del fronte;
- altezza del gradone;
- lunghezza del foro da mina;
- diametro del foro;
- disaccoppiamento foro/carica in foro($\Phi_c/\Phi_f$);
- caratteristiche chimico – fisiche degli esplosivi (densità, velocità di detonazione, sensibilità all'innnesco, potenza, pressione specifica, ecc.);
- lunghezza e caratteristiche del borraggio;

Data la complessità e la molteplicità delle variabili presenti, è stata effettuata un'analisi dettagliata mettendo a confronto più tipologie di esplosivo. Si sottolinea, però, che la pratica di cantiere fornisce senz'altro un utilissimo aiuto nel raggiungimento di uno schema di volata ottimale. La capacità di adattare la geometria di progetto alle variazioni locali delle caratteristiche strutturali dell'ammasso roccioso, alle nuove tipologie di esplosivo uscite sul mercato deve essere uno dei compiti del direttore di cava. Il direttore di cava potrà scegliere

esplosivi diversi da quelli di progetto, di caratteristiche fisiche analoghe, mirando principalmente all'ottimizzazione della volata ed alla riduzione degli impatti sopra descritti.
Attualmente in cava vengono utilizzati il Tutagex 210 ed il Tutagex 851 come cariche di fondo. Nel presente elaborato è stato analizzato l'uso del Tutagex 210 e, tenuto questo come dato fisso, sono state valutate più alternative di carica di colonna sia per il calcolo della volata di coltivazione (pendenza del gradone di 70º), vedi tabelle I, L, M, N, O, P, Q ed R, sia per quello relativo alla fase finale di rilascio della coltivazione (corrispondente a circa due volate con pendenza del gradone di 65º), di cui si riportano alcuni esempi nelle tabelle T, U, V, Z, AA, AB, AC ed AD al termine del presente paragrafo.
Per entrambi i casi, dopo un'attenta analisi, si è optato per l'impiego di Cava Extra 2 per la carica distribuita lungo il foro e di Tutagex 210 per la carica di fondo; si riportano qui di seguito le relative caratteristiche principali.

| **CARATTERISTICHE ESPLOSIVO (FONDO FORO)** | **TUTAGEX 210** |
|---|---|
| Massa volumica (kg/m$^3$) | 1.150 |
| Energia specifica (MJ/m$^2$) ε | 3,52 |
| Impedenza (kg/m$^2$ x s) | 4.830.000 |
| Diametro reale della carica lungo il foro (m) | 0,90 |

**Tabella K**

| **CARATTERISTICHE ESPLOSIVO (LUNGO FORO)** | **CAVA EXTRA 2** |
|---|---|
| Massa volumica (kg/m$^3$) | 1.050 |
| Energia specifica (MJ/m$^2$) ε | 4,32 |
| Impedenza (kg/m$^2$ x s) | 4.780.000 |
| Diametro reale della carica lungo il foro (m) | 0,90 |

**Tabella L**

Attualmente vengono perforati in cava fori da 115 mm oppure da 89 mm di diametro. Dopo aver valutato le due alternative, è stato scelto un diametro di perforazione di 115 mm (vedi

tabelle). Tale diametro, infatti, presenta il più basso valore di consumo specifico di esplosivo, sia per quanto riguarda la volata di coltivazione (70º), sia per quella della fase finale di rilascio (65º).
Una volta determinato il diametro nominale del foro è possibile così determinare i parametri che intervengono nel calcolo del consumo specifico e della spalla (tabella M).

| PARAMETRI | | CAVA EXTRA 2 | TUTAGEX 210 |
|---|---|---|---|
| $\eta_1$ | Tiene conto delle caratteristiche Esplosivo - Roccia | 0,85 | 0,85 |
| $\eta_2$ | Tiene conto delle caratteristiche geometriche della carica | 0,53 | 0,53 |
| $\eta_3$ | Rappresenta il rendimento di frantumazione | 0,51 | 0,51 |
| s | Quantifica il grado di frantumazione richiesta dal frantoio ($m^{-1}$) | 40 | 40 |

**Tabella M**

Utilizzando le formule sopra riportate è possibile calcolare i valori della spalla V, dell'interasse E e della densità di carica c lungo il foro.

### 3.11.1 Geometria della volata in fase di coltivazione

Si adotta una maglia quadrata con interasse E = 6 m e una spalla V = 5,5 m, con inclinazione del fronte di 70°. Il volume di roccia interessato dal singolo foro è pari a 540 $m^3$ circa, vedi tabelle Q ed R.

Sottoperforazione

$$L' = tg(i) \times V = 2m$$

Lunghezza totale del foro

$$L = \left( \frac{H}{\cos(i)} \right) + L' = 18m$$

La lunghezza totale del foro viene così ripartito dalla carica:

Borraggio = 5,5 m

Carica lungo il foro = 5 m

Carica di fondo = 7,5 m

*Peso totale della carica in un foro*

| | |
|---|---|
| Peso della carica (CAVA EXTRA 2) distribuita: | 33,38 kg |
| Peso della carica di fondo (TUTAGEX 210): | 54,84 kg |
| TOTALE (Q) | 88,22 kg |

*Consumo specifico di esplosivo: c = Q / Volume = 0,176 kg / m$^3$*

**Osservazioni:**

In relazione all'importanza della pratica di cantiere nella definizione dello schema di volata ottimale, si evidenzia quanto segue.

Come precedentemente detto, in cava viene anche utilizzato il Tutagex 851 come carica di fondo; tale esplosivo viene accoppiato con la carica di colonna Anfo 5. Data la potenza del Tutagex 851, e, dopo varie prove in situ, è stata realizzata una geometria di volata che prevede una sottoperforazione più piccola ed una minor quantità di carica di fondo rispetto a quella calcolata applicando pedissequamente il metodo proposto da G. Berta (l'Esplosivo strumento di lavoro – Italesplosivi, Milano). Secondo questo schema di volata, la quantità di carica contenuta in una mina, per una geometria di volata con V ≅ 5,5 m ed E = 6 m, con un diametro di perforazione di 115 mm, è di 86,98 Kg. I risultati sono riportati in tabella S e risultano ottimali non solo per il consumo di esplosivo, 0,176 kg/m$^3$, ma anche perché, impiegando una minor quantità di carica, sono ulteriormente ridotte sia le vibrazioni che le sovrappressioni in aria indotte dal brillamento delle mine.

### 3.11.2 Geometria della volata in fase finale di rilascio della coltivazione

Si adotta una maglia quadrata con interasse E = 6 m e una spalla V = 5,5 m, con inclinazione del fronte di 65°. Il volume di roccia interessato dal singolo foro è pari a 540 $m^3$ circa, vedi tabelle AB ed AC.

Sottoperforazione

$$L' = tg(i) \times V = 2{,}5m$$

Lunghezza totale del foro

$$L = \left( \frac{H}{\cos(i)} \right) + L' = 19m$$

La lunghezza totale del foro viene così ripartito dalla carica:

Borraggio = 5,5 m

Carica lungo il foro = 5,5 m

Carica di fondo = 8 m

*Peso totale della carica in un foro*

| | |
|---|---|
| Peso della carica (CAVA EXTRA 2) distribuita: | 36,72 kg |
| Peso della carica di fondo (TUTAGEX 210): | 58,50 kg |
| TOTALE (Q) | 95,22 kg |

*Consumo specifico di esplosivo: c = Q / Volume = 0,176 kg / $m^3$*

In particolare sono state valutate più alternative di carica di colonna sia per il calcolo della volata di coltivazione (pendenza del gradone di 70º), tabelle I, L, M, N, O, P, Q ed R, sia per quello relativo alla fase finale di rilascio della coltivazione (corrispondente a circa due volate con pendenza del gradone di 65º), di cui si riportano alcuni esempi nelle tabelle T, U, V, Z, AA, AB, AC ed AD.

## STUDIO DELLA VOLATA DI COLTIVAZIONE

Tabella I

*Tutagex210 (carica di fondo) – Cava 1 (carica di colonna)*

*Diametro carica pari a 0,070 mm*

*Diametro foro pari a 0,089 mm*

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | CARICA DI FONDO | VOLATA *TUTAGEX210 - CAVA 1* | | | | | | |
| | ***ROCCIA*** | *CALCARE* | | | | ***ESPLOSIVO*** | *SLURRY TUTAGEX210* | |
| vr | VELOCITA` | 4.000 | m/s | | ve | VELOCITA` | 4.200 | m/s |
| ρr | DENSITA` | 2.700 | $kg/m^3$ | | ρe | DENSITA` | 1.150 | $kg/m^3$ |
| Ir | IMPEDENZA | 10.800.000 | $kg/m^2/s$ | | Ie | IMPEDENZA | 4.830.000 | $kg/m^2/s$ |
| Ess | EN. SUPERF.SPECIF. | 0,00147 | $MJ/m^2$ | | E | ENERGIA | 3,52 | MJ/kg |
| | ***GEOMETRIA*** | | | | | ***RENDIMENTI*** | | |
| Dc | **DIAMETRO CARICA** | **0,070** | **m** | | η1 | RENDIMENTO 1 | 0,854 | ad |
| Df | **DIAMETRO FORO** | **0,089** | **m** | | η2 | RENDIMENTO 2 | 0,541 | ad |
| Dm | DIMENS MAX ABBAT | 1,600 | m | | η3 | RENDIMENTO 3 | 0,150 | ad |
| H | ALTEZZA GRADONE | 15,000 | m | | s | NUOVA SUPERFICIE | 40 | $m^2/m^3$ |
| I | INCLINAZIONE FORO | 20,000 | gradi | | c | CONSUMO SPECIF. | 0,241 | $kg/m^3$ |
| I | INCLINAZIONE FORO | 0,349 | rad | | Vt | SPALLA TEORICA | 4,285 | m |
| | PESO CART. 500 mm | 2,212 | Kg | | V | SPALLA APPR. | 4 | m |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | CARICA DI COLONNA | VOLATA *TUTAGEX210 - CAVA 1* | | | | | | |
| | ***ROCCIA*** | *CALCARE* | | | | ***ESPLOSIVO*** | *CAVA 1* | |
| vr | VELOCITA` | 4.000 | m/s | | ve | VELOCITA` | 3.800 | m/s |
| ρr | DENSITA` | 2.700 | $kg/m^3$ | | ρe | DENSITA` | 1.000 | $kg/m^3$ |
| Ir | IMPEDENZA | 10.800.000 | $kg/m^2/s$ | | Ie | IMPEDENZA | 3.800.000 | $kg/m^2/s$ |
| Ess | EN. SUPERF.SPECIF. | 0,00147 | $MJ/m^2$ | | E | ENERGIA | 4,16 | MJ/kg |
| | ***GEOMETRIA*** | | | | | ***RENDIMENTI*** | | |
| Dc | **DIAMETRO CARICA** | **0,070** | **m** | | η1 | RENDIMENTO 1 | 0,770 | ad |
| Df | **DIAMETRO FORO** | **0,089** | **m** | | η2 | RENDIMENTO 2 | 0,541 | ad |
| Dm | DIMENS MAX ABBAT | 1,600 | m | | η3 | RENDIMENTO 3 | 0,150 | ad |
| H | ALTEZZA GRADONE | 15,000 | m | | s | NUOVA SUPERFICIE | 40 | $m^2/m^3$ |
| I | INCLINAZIONE FORO | 20,000 | gradi | | c | CONSUMO SPECIF. | 0,226 | $kg/m^3$ |
| I | INCLINAZIONE FORO | 0,349 | rad | | Vt | SPALLA teorica | 4,125 | m |
| | PESO CART. 500 mm | 1,923 | Kg | | V | SPALLA APPR. | 4 | m |

Tabella L

*Tutagex210 (carica di fondo) – Cava 1 (carica di colonna)*

*Diametro carica pari a 0,070 mm*

*Diametro foro pari a 0,089 mm*

| GEOMETRIA FINALE | | | |
|---|---|---|---|
| V | SPALLA | 4 | m |
| D(c-f) | DISTANZA CIGLIO-FORO SC | 4,000 | m |
| E | SPAZIATURA | 4,500 | m |
| S | SOTTOPERFORAZ. | 1,500 | m |
| L | LUNGHEZZA FORO | 17,500 | m |
| B | BORRAGGIO | 4,000 | m |
| Hf | ALTEZZA CARICA FONDO | 5,500 | m |
| Hc | ALTEZZA CARICA COL. | 8,000 | m |
| M | MAGLIA | 18,000 | $m^2$ |
| Vol. | VOLUME ABBATTUTO | 270,000 | $m^3$ |
| Qf | QUANT. CARICA FONDO | 24,329 | Kg |
| Nf | N. CART. FONDO | 11 | ad |
| Qc | QUANT. CARICA COL. | 30,772 | Kg |
| Nf | N. CART. COLONNA | 16 | ad |
| Q tot | QUANT. TOT per mina | 55,10 | Kg |
| N | NUMERO MINE | 11 | ad |
| Q TOT | QUANT. TOT per volata | 592 | Kg |
| C | CONSUMO SPECIFICO | 0,204 | $kg/m^3$ |

Tabella M

*Tutagex210 (carica di fondo) – Cava 1 (carica di colonna)*

*Diametro carica pari a 0,090 mm*

*Diametro foro pari a 0,115 mm*

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **CARICA DI FONDO** | **VOLATA *TUTAGEX210 - CAVA 1*** | | | | | | |
| | | ***ROCCIA*** | *CALCARE* | | | | ***ESPLOSIVO*** | *SLURRY TUTAGEX210* | |
| | vr | VELOCITA` | 4.000 | m/s | | ve | VELOCITA` | 4.200 | m/s |
| | $\rho r$ | DENSITA` | 2.700 | $kg/m^3$ | | $\rho e$ | DENSITA` | 1.150 | $kg/m^3$ |
| | Ir | IMPEDENZA | 10.800.000 | $kg/m^2/s$ | | Ie | IMPEDENZA | 4.830.000 | $kg/m^2/s$ |
| | Ess | EN. SUPERF.SPECIF. | 0,00147 | $MJ/m^2$ | | E | ENERGIA | 3,52 | MJ/kg |
| | | ***GEOMETRIA*** | | | | | ***RENDIMENTI*** | | |
| | Dc | **DIAMETRO CARICA** | **0,090** | **m** | | $\eta 1$ | RENDIMENTO 1 | 0,854 | ad |
| | Df | **DIAMETRO FORO** | **0,115** | **m** | | $\eta 2$ | RENDIMENTO 2 | 0,535 | ad |
| | Dm | DIMENS MAX ABBAT | 1,600 | m | | $\eta 3$ | RENDIMENTO 3 | 0,150 | ad |
| | H | ALTEZZA GRADONE | 15,000 | m | | s | NUOVA SUPERFICIE | 40 | $m^2/m^3$ |
| | I | INCLINAZIONE FORO | 20,000 | gradi | | c | CONSUMO SPECIF. | 0,244 | $kg/m^3$ |
| | I | INCLINAZIONE FORO | 0,349 | rad | | Vt | SPALLA TEORICA | 5,476 | m |
| | | PESO CART. 500 mm | 3,656 | Kg | | V | SPALLA APPR. | 5,5 | m |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **CARICA DI COLONNA** | **VOLATA *TUTAGEX210 - CAVA 1*** | | | | | | |
| | | ***ROCCIA*** | *CALCARE* | | | | ***ESPLOSIVO*** | *CAVA 1* | |
| | vr | VELOCITA` | 4.000 | m/s | | ve | VELOCITA` | 3.800 | m/s |
| | $\rho r$ | DENSITA` | 2.700 | $kg/m^3$ | | $\rho e$ | DENSITA` | 1.000 | $kg/m^3$ |
| | Ir | IMPEDENZA | 10.800.000 | $kg/m^2/s$ | | Ie | IMPEDENZA | 3.800.000 | $kg/m^2/s$ |
| | Ess | EN. SUPERF.SPECIF. | 0,00147 | $MJ/m^2$ | | E | ENERGIA | 4,16 | MJ/kg |
| | | ***GEOMETRIA*** | | | | | ***RENDIMENTI*** | | |
| | Dc | **DIAMETRO CARICA** | **0,090** | **m** | | $\eta 1$ | RENDIMENTO 1 | 0,770 | ad |
| | Df | **DIAMETRO FORO** | **0,115** | **m** | | $\eta 2$ | RENDIMENTO 2 | 0,535 | ad |
| | Dm | DIMENS MAX ABBAT | 1,600 | m | | $\eta 3$ | RENDIMENTO 3 | 0,150 | ad |
| | H | ALTEZZA GRADONE | 15,000 | m | | s | NUOVA SUPERFICIE | 40 | $m^2/m^3$ |
| | I | INCLINAZIONE FORO | 20,000 | gradi | | c | CONSUMO SPECIF. | 0,229 | $kg/m^3$ |
| | I | INCLINAZIONE FORO | 0,349 | rad | | Vt | SPALLA teorica | 5,271 | m |
| | | PESO CART. 500 mm | 3,179 | Kg | | V | SPALLA APPR. | 5 | m |

Tabella N

*Tutagex210 (carica di fondo) – Cava 1 (carica di colonna)*

*Diametro carica pari a 0,090 mm*

*Diametro foro pari a 0,115 mm*

| GEOMETRIA FINALE | | | |
|---|---|---|---|
| V | SPALLA | 5 | m |
| D(c-f) | DISTANZA CIGLIO-FORO SC | 5,500 | m |
| E | SPAZIATURA | 5,500 | m |
| S | SOTTOPERFORAZ. | 2,000 | m |
| L | LUNGHEZZA FORO | 18,000 | m |
| B | BORRAGGIO | 5,000 | m |
| Hf | ALTEZZA CARICA FONDO | 7,000 | m |
| Hc | ALTEZZA CARICA COL. | 6,000 | m |
| M | MAGLIA | 30,250 | $m^2$ |
| Vol. | VOLUME ABBATTUTO | 453,750 | $m^3$ |
| Qf | QUANT. CARICA FONDO | 51,186 | Kg |
| Nf | N. CART. FONDO | 14 | ad |
| Qc | QUANT. CARICA COL. | 38,151 | Kg |
| Nf | N. CART. COLONNA | 12 | ad |
| Q tot | QUANT. TOT per mina | 89,34 | Kg |
| N | NUMERO MINE | 6 | ad |
| Q TOT | QUANT. TOT per volata | 571 | Kg |
| C | CONSUMO SPECIFICO | 0,197 | $kg/m^3$ |

Tabella O

*Tutagex210 (carica di fondo) – Cava Extra 2 (carica di colonna)*

*Diametro carica pari a 0,070 mm*

*Diametro foro pari a 0,089 mm*

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **CARICA DI FONDO** | **VOLATA *TUTAGEX210 - CAVA EXTRA 2*** | | | | | | |
| | ***ROCCIA*** | *CALCARE* | | | | ***ESPLOSIVO*** | *SLURRY TUTAGEX210* | |
| vr | VELOCITA` | 4.000 | m/s | | ve | VELOCITA` | 4.200 | m/s |
| ρr | DENSITA` | 2.700 | kg/m$^3$ | | ρe | DENSITA` | 1.150 | kg/m$^3$ |
| Ir | IMPEDENZA | 10.800.000 | kg/m$^2$/s | | Ie | IMPEDENZA | 4.830.000 | kg/m$^2$/s |
| Ess | EN. SUPERF.SPECIF. | 0,00147 | MJ/m$^2$ | | E | ENERGIA | 3,52 | MJ/kg |
| | ***GEOMETRIA*** | | | | | ***RENDIMENTI*** | | |
| Dc | **DIAMETRO CARICA** | **0,070** | **m** | | η1 | RENDIMENTO 1 | 0,854 | ad |
| Df | **DIAMETRO FORO** | **0,089** | **m** | | η2 | RENDIMENTO 2 | 0,541 | ad |
| Dm | DIMENS MAX ABBAT | 1,600 | m | | η3 | RENDIMENTO 3 | 0,150 | ad |
| H | ALTEZZA GRADONE | 15,000 | m | | s | NUOVA SUPERFICIE | 40 | m$^2$/m$^3$ |
| I | INCLINAZIONE FORO | 20,000 | gradi | | c | CONSUMO SPECIF. | 0,241 | kg/m$^3$ |
| I | INCLINAZIONE FORO | 0,349 | rad | | Vt | SPALLA TEORICA | 4,285 | m |
| | PESO CART. 500 mm | 2,212 | Kg | | V | SPALLA APPR. | 4 | m |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **CARICA DI COLONNA** | **VOLATA *TUTAGEX210 - CAVA EXTRA 2*** | | | | | | |
| | ***ROCCIA*** | *CALCARE* | | | | ***ESPLOSIVO*** | *CAVA EXTRA2* | |
| vr | VELOCITA` | 4.000 | m/s | | ve | VELOCITA` | 4.550 | m/s |
| ρr | DENSITA` | 2.700 | kg/m$^3$ | | ρe | DENSITA` | 1.050 | kg/m$^3$ |
| Ir | IMPEDENZA | 10.800.000 | kg/m$^2$/s | | Ie | IMPEDENZA | 4.777.500 | kg/m$^2$/s |
| Ess | EN. SUPERF.SPECIF. | 0,00147 | MJ/m$^2$ | | E | ENERGIA | 4,31 | MJ/kg |
| | ***GEOMETRIA*** | | | | | ***RENDIMENTI*** | | |
| Dc | **DIAMETRO CARICA** | **0,070** | **m** | | η1 | RENDIMENTO 1 | 0,851 | ad |
| Df | **DIAMETRO FORO** | **0,089** | **m** | | η2 | RENDIMENTO 2 | 0,541 | ad |
| Dm | DIMENS MAX ABBAT | 1,600 | m | | η3 | RENDIMENTO 3 | 0,150 | ad |
| H | ALTEZZA GRADONE | 15,000 | m | | s | NUOVA SUPERFICIE | 40 | m$^2$/m$^3$ |
| I | INCLINAZIONE FORO | 20,000 | gradi | | c | CONSUMO SPECIF. | 0,198 | kg/m$^3$ |
| I | INCLINAZIONE FORO | 0,349 | rad | | Vt | SPALLA teorica | 4,521 | m |
| | PESO CART. 500 mm | 2,019 | Kg | | V | SPALLA APPR. | 4,5 | m |

Tabella P

*Tutagex210 (carica di fondo) – Cava Extra 2 (carica di colonna)*

*Diametro carica pari a 0,070 mm*

*Diametro foro pari a 0,089 mm*

| GEOMETRIA FINALE | | | |
|---|---|---|---|
| V | SPALLA | 4 | m |
| D(c-f) | DISTANZA CIGLIO-FORO SC | 4,500 | m |
| E | SPAZIATURA | 4,500 | m |
| S | SOTTOPERFORAZ. | 1,500 | m |
| L | LUNGHEZZA FORO | 17,500 | m |
| B | BORRAGGIO | 4,000 | m |
| Hf | ALTEZZA CARICA FONDO | 5,500 | m |
| Hc | ALTEZZA CARICA COL. | 8,000 | m |
| M | MAGLIA | 20,250 | $m^2$ |
| Vol. | VOLUME ABBATTUTO | 303,750 | $m^3$ |
| Qf | QUANT. CARICA FONDO | 24,329 | Kg |
| Nf | N. CART. FONDO | 11 | ad |
| Qc | QUANT. CARICA COL. | 32,311 | Kg |
| Nf | N. CART. COLONNA | 16 | ad |
| Q tot | QUANT. TOT per mina | 56,64 | Kg |
| N | NUMERO MINE | 16 | ad |
| Q TOT | QUANT. TOT per volata | 932 | Kg |
| C | CONSUMO SPECIFICO | 0,186 | $kg/m^3$ |

Tabella Q

*Tutagex210 (carica di fondo) – Cava Extra 2 (carica di colonna)*

*Diametro carica pari a 0,090 mm*

*Diametro foro pari a 0,115 mm*

| | CARICA DI FONDO | VOLATA *TUTAGEX210 - CAVA EXTRA 2* | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ***ROCCIA*** | *CALCARE* | | | ***ESPLOSIVO*** | *SLURRY TUTAGEX210* | |
| vr | VELOCITA` | 4.000 | m/s | ve | VELOCITA` | 4.200 | m/s |
| ρr | DENSITA` | 2.700 | kg/m$^3$ | ρe | DENSITA` | 1.150 | kg/m$^3$ |
| Ir | IMPEDENZA | 10.800.000 | kg/m$^2$/s | Ie | IMPEDENZA | 4.830.000 | kg/m$^2$/s |
| Ess | EN. SUPERF.SPECIF. | 0,00147 | MJ/m$^2$ | E | ENERGIA | 3,52 | MJ/kg |
| | ***GEOMETRIA*** | | | | ***RENDIMENTI*** | | |
| Dc | **DIAMETRO CARICA** | **0,090** | **m** | η1 | RENDIMENTO 1 | 0,854 | ad |
| Df | **DIAMETRO FORO** | **0,115** | **m** | η2 | RENDIMENTO 2 | 0,535 | ad |
| Dm | DIMENS MAX ABBAT | 1,600 | m | η3 | RENDIMENTO 3 | 0,150 | ad |
| H | ALTEZZA GRADONE | 15,000 | m | s | NUOVA SUPERFICIE | 40 | m$^2$/m$^3$ |
| I | INCLINAZIONE FORO | 20,000 | gradi | c | CONSUMO SPECIF. | 0,244 | kg/m$^3$ |
| I | INCLINAZIONE FORO | 0,349 | rad | Vt | SPALLA TEORICA | 5,476 | m |
| | PESO CART. 500 mm | 3,656 | Kg | V | SPALLA APPR. | 5,5 | m |

| | CARICA DI COLONNA | VOLATA *TUTAGEX210 - CAVA EXTRA 2* | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ***ROCCIA*** | *CALCARE* | | | ***ESPLOSIVO*** | *CAVA EXTRA2* | |
| vr | VELOCITA` | 4.000 | m/s | ve | VELOCITA` | 4.550 | m/s |
| ρr | DENSITA` | 2.700 | kg/m$^3$ | ρe | DENSITA` | 1.050 | kg/m$^3$ |
| Ir | IMPEDENZA | 10.800.000 | kg/m$^2$/s | Ie | IMPEDENZA | 4.777.500 | kg/m$^2$/s |
| Ess | EN. SUPERF.SPECIF. | 0,00147 | MJ/m$^2$ | E | ENERGIA | 4,31 | MJ/kg |
| | ***GEOMETRIA*** | | | | ***RENDIMENTI*** | | |
| Dc | **DIAMETRO CARICA** | **0,090** | **m** | η1 | RENDIMENTO 1 | 0,851 | ad |
| Df | **DIAMETRO FORO** | **0,115** | **m** | η2 | RENDIMENTO 2 | 0,535 | ad |
| Dm | DIMENS MAX ABBAT | 1,600 | m | η3 | RENDIMENTO 3 | 0,150 | ad |
| H | ALTEZZA GRADONE | 15,000 | m | s | NUOVA SUPERFICIE | 40 | m$^2$/m$^3$ |
| I | INCLINAZIONE FORO | 20,000 | gradi | c | CONSUMO SPECIF. | 0,200 | kg/m$^3$ |
| I | INCLINAZIONE FORO | 0,349 | rad | Vt | SPALLA teorica | 5,778 | m |
| | PESO CART. 500 mm | 3,338 | Kg | V | SPALLA APPR. | 5,5 | m |

Tabella R

*Tutagex210 (carica di fondo) – Cava Extra 2 (carica di colonna)*

*Diametro carica pari a 0,090 mm*

*Diametro foro pari a 0,115 mm*

| GEOMETRIA FINALE | | | |
|---|---|---|---|
| V | SPALLA | 5,5 | m |
| D(c-f) | DISTANZA CIGLIO-FORO SC | 6,000 | m |
| E | SPAZIATURA | 6,000 | m |
| S | SOTTOPERFORAZ. | 2,000 | m |
| L | LUNGHEZZA FORO | 18,000 | m |
| B | BORRAGGIO | 5,500 | m |
| Hf | ALTEZZA CARICA FONDO | 7,500 | m |
| Hc | ALTEZZA CARICA COL. | 5,000 | m |
| M | MAGLIA | 36,000 | $m^2$ |
| Vol. | VOLUME ABBATTUTO | 540,000 | $m^3$ |
| Qf | QUANT. CARICA FONDO | 54,842 | Kg |
| Nf | N. CART. FONDO | 15 | ad |
| Qc | QUANT. CARICA COL. | 33,382 | Kg |
| Nf | N. CART. COLONNA | 10 | ad |
| Q tot | QUANT. TOT per mina | 88,22 | Kg |
| N | NUMERO MINE | 9 | ad |
| Q TOT | QUANT. TOT per volata | 817 | Kg |
| C | CONSUMO SPECIFICO | 0,163 | $kg/m^3$ |

Tabella S

*Tutagex851 (carica di fondo) – Anfo 5 (carica di colonna)*

*Diametro carica pari a 0,105 mm*

*Diametro foro pari a 0,115 mm*

## VOLATA *TUTAGEX 851 - ANFO 5*

| CARICA DI FONDO | | SLURRY TUTAGEX 851 | |
|---|---|---|---|
| | ***ESPLOSIVO*** | | |
| ve | VELOCITA` | 4.800 | m/s |
| ρe | DENSITA` | 1.300 | kg/m$^3$ |
| Ie | IMPEDENZA | 6.240.000 | kg/m$^2$/s |
| E | ENERGIA | 4,04 | MJ/kg |
| | PESO CART. 500 mm | 5,626 | Kg |
| | ***RENDIMENTI*** | | |
| η1 | RENDIMENTO 1 | 0,928 | ad |
| η2 | RENDIMENTO 2 | 0,786 | ad |
| η3 | RENDIMENTO 3 | 0,150 | ad |
| s | NUOVA SUPERFICIE | 40 | m$^2$/m$^3$ |
| c | CONSUMO SPECIF. | 0,133 | kg/m$^3$ |
| Vt | SPALLA TEORICA | 9,201 | m |

| CARICA DI COLONNA | | ANFO 5 | |
|---|---|---|---|
| | ***ESPLOSIVO*** | | |
| ve | VELOCITA` | 2.700 | m/s |
| ρe | DENSITA` | 800 | kg/m$^3$ |
| Ie | IMPEDENZA | 2.160.000 | kg/m$^2$/s |
| E | ENERGIA | 3,66 | MJ/kg |
| | PESO CART. 500 mm | 3,462 | Kg |
| | ***RENDIMENTI*** | | |
| η1 | RENDIMENTO 1 | 0,556 | ad |
| η2 | RENDIMENTO 2 | 0,786 | ad |
| η3 | RENDIMENTO 3 | 0,150 | ad |
| s | NUOVA SUPERFICIE | 40 | m$^2$/m$^3$ |
| c | CONSUMO SPECIF. | 0,245 | kg/m$^3$ |
| Vt | SPALLA teorica | 5,314 | m |

| GEOMETRIA FINALE | | | |
|---|---|---|---|
| V | **SPALLA TEORICA** | **5,31** | m |
| D(c-f) | **DISTANZA CIGLIO-FORO SC** | **5,50** | m |
| E | **SPAZIATURA** | **6,00** | m |
| S | **SOTTOPERFORAZ.** | **1,00** | m |
| L | **LUNGHEZZA FORO** | **17,00** | m |
| B | **BORRAGGIO** | **6,00** | m |
| Hf | **ALTEZZA CARICA FONDO** | **2,50** | m |
| Hc | **ALTEZZA CARICA COL.** | **8,50** | m |
| M | **MAGLIA** | **33,00** | m$^2$ |
| Vol. | **VOLUME ABBATTUTO** | **495,00** | m$^3$ |
| Qf | **QUANT. CARICA FONDO** | **28,13** | Kg |
| Nf | **N. CART. FONDO** | **5,00** | ad |
| Qc | **QUANT. CARICA COL.** | **58,85** | Kg |
| Nf | **N. CART. COLONNA** | **17,00** | ad |
| Q tot | **QUANT. TOT per mina** | **86,98** | Kg |
| N | **NUMERO MINE** | **10** | ad |
| Q TOT | **QUANT. TOT per volata** | **878,58** | Kg |

## STUDIO DELLA VOLATA RELATIVA ALLA FASE FINALE DI RILASCIO DELLA COLTIVAZIONE

Tabella T

*Tutagex210 (carica di fondo) – Cava 1 (carica di colonna)*

*Diametro carica pari a 0,070 mm*

*Diametro foro pari a 0,089 mm*

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | CARICA DI FONDO | VOLATA *TUTAGEX210 - CAVA 1* | | | | | | |
| | ***ROCCIA*** | *CALCARE* | | | | ***ESPLOSIVO*** | *SLURRY TUTAGEX210* | |
| vr | VELOCITA` | 4.000 | m/s | | ve | VELOCITA` | 4.200 | m/s |
| $\rho r$ | DENSITA` | 2.700 | $kg/m^3$ | | $\rho e$ | DENSITA` | 1.150 | $kg/m^3$ |
| Ir | IMPEDENZA | 10.800.000 | $kg/m^2/s$ | | Ie | IMPEDENZA | 4.830.000 | $kg/m^2/s$ |
| Ess | EN. SUPERF.SPECIF. | 0,00147 | $MJ/m^2$ | | E | ENERGIA | 3,52 | MJ/kg |
| | ***GEOMETRIA*** | | | | | ***RENDIMENTI*** | | |
| Dc | **DIAMETRO CARICA** | **0,070** | **m** | | $\eta 1$ | RENDIMENTO 1 | 0,854 | ad |
| Df | **DIAMETRO FORO** | **0,089** | **m** | | $\eta 2$ | RENDIMENTO 2 | 0,541 | ad |
| Dm | DIMENS MAX ABBAT | 1,600 | m | | $\eta 3$ | RENDIMENTO 3 | 0,150 | ad |
| H | ALTEZZA GRADONE | 15,000 | m | | s | NUOVA SUPERFICIE | 40 | $m^2/m^3$ |
| I | INCLINAZIONE FORO | 25,000 | gradi | | c | CONSUMO SPECIF. | 0,241 | $kg/m^3$ |
| I | INCLINAZIONE FORO | 0,436 | rad | | Vt | SPALLA TEORICA | 4,285 | m |
| | PESO CART. 500 mm | 2,212 | Kg | | V | SPALLA APPR. | 4 | m |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | CARICA DI COLONNA | VOLATA *TUTAGEX210 - CAVA 1* | | | | | | |
| | ***ROCCIA*** | *CALCARE* | | | | ***ESPLOSIVO*** | *CAVA 1* | |
| vr | VELOCITA` | 4.000 | m/s | | ve | VELOCITA` | 3.800 | m/s |
| $\rho r$ | DENSITA` | 2.700 | $kg/m^3$ | | $\rho e$ | DENSITA` | 1.000 | $kg/m^3$ |
| Ir | IMPEDENZA | 10.800.000 | $kg/m^2/s$ | | Ie | IMPEDENZA | 3.800.000 | $kg/m^2/s$ |
| Ess | EN. SUPERF.SPECIF. | 0,00147 | $MJ/m^2$ | | E | ENERGIA | 4,16 | MJ/kg |
| | ***GEOMETRIA*** | | | | | ***RENDIMENTI*** | | |
| Dc | **DIAMETRO CARICA** | **0,070** | **m** | | $\eta 1$ | RENDIMENTO 1 | 0,770 | ad |
| Df | **DIAMETRO FORO** | **0,089** | **m** | | $\eta 2$ | RENDIMENTO 2 | 0,541 | ad |
| Dm | DIMENS MAX ABBAT | 1,600 | m | | $\eta 3$ | RENDIMENTO 3 | 0,150 | ad |
| H | ALTEZZA GRADONE | 15,000 | m | | s | NUOVA SUPERFICIE | 40 | $m^2/m^3$ |
| I | INCLINAZIONE FORO | 25,000 | gradi | | c | CONSUMO SPECIF. | 0,226 | $kg/m^3$ |
| I | INCLINAZIONE FORO | 0,436 | rad | | Vt | SPALLA teorica | 4,125 | m |
| | PESO CART. 500 mm | 1,923 | Kg | | V | SPALLA APPR. | 4 | m |

Tabella U

*Tutagex210 (carica di fondo) – Cava 1 (carica di colonna)*

*Diametro carica pari a 0,070 mm*

*Diametro foro pari a 0,089 mm*

| GEOMETRIA FINALE | | | |
|---|---|---|---|
| V | SPALLA | 4 | m |
| D(c-f) | DISTANZA CIGLIO-FORO SC | 4,500 | m |
| E | SPAZIATURA | 4,500 | m |
| S | SOTTOPERFORAZ. | 2,000 | m |
| L | LUNGHEZZA FORO | 18,500 | m |
| B | BORRAGGIO | 4,000 | m |
| Hf | ALTEZZA CARICA FONDO | 6,000 | m |
| Hc | ALTEZZA CARICA COL. | 8,500 | m |
| M | MAGLIA | 20,250 | $m^2$ |
| Vol. | VOLUME ABBATTUTO | 303,750 | $m^3$ |
| Qf | QUANT. CARICA FONDO | 26,541 | Kg |
| Nf | N. CART. FONDO | 12 | ad |
| Qc | QUANT. CARICA COL. | 32,695 | Kg |
| Nf | N. CART. COLONNA | 17 | ad |
| Q tot | QUANT. TOT per mina | 59,24 | Kg |
| N | NUMERO MINE | 10 | ad |
| Q TOT | QUANT. TOT per volata | 566 | Kg |
| C | CONSUMO SPECIFICO | 0,195 | $kg/m^3$ |

Tabella V

*Tutagex210 (carica di fondo) – Cava 1 (carica di colonna)*

*Diametro carica pari a 0,090 mm*

*Diametro foro pari a 0,115 mm*

| | CARICA DI FONDO | VOLATA *TUTAGEX210 - CAVA 1* | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ***ROCCIA*** | *CALCARE* | | | ***ESPLOSIVO*** | *SLURRY TUTAGEX210* | |
| vr | VELOCITA` | 4.000 | m/s | ve | VELOCITA` | 4.200 | m/s |
| $\rho^r$ | DENSITA` | 2.700 | kg/m$^3$ | $\rho^e$ | DENSITA` | 1.150 | kg/m$^3$ |
| Ir | IMPEDENZA | 10.800.000 | kg/m$^2$/s | Ie | IMPEDENZA | 4.830.000 | kg/m$^2$/s |
| Ess | EN. SUPERF.SPECIF. | 0,00147 | MJ/m$^2$ | E | ENERGIA | 3,52 | MJ/kg |
| | ***GEOMETRIA*** | | | | ***RENDIMENTI*** | | |
| Dc | **DIAMETRO CARICA** | **0,090** | **m** | $\eta 1$ | RENDIMENTO 1 | 0,854 | ad |
| Df | **DIAMETRO FORO** | **0,115** | **m** | $\eta 2$ | RENDIMENTO 2 | 0,535 | ad |
| Dm | DIMENS MAX ABBAT | 1,600 | m | $\eta 3$ | RENDIMENTO 3 | 0,150 | ad |
| H | ALTEZZA GRADONE | 15,000 | m | s | NUOVA SUPERFICIE | 40 | m$^2$/m$^3$ |
| I | INCLINAZIONE FORO | 25,000 | gradi | c | CONSUMO SPECIF. | 0,244 | kg/m$^3$ |
| I | INCLINAZIONE FORO | 0,436 | rad | Vt | SPALLA TEORICA | 5,476 | m |
| | PESO CART. 500 mm | 3,656 | Kg | V | SPALLA APPR. | 5,5 | m |

| | CARICA DI COLONNA | VOLATA *TUTAGEX210 - CAVA 1* | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ***ROCCIA*** | *CALCARE* | | | ***ESPLOSIVO*** | *CAVA 1* | |
| vr | VELOCITA` | 4.000 | m/s | ve | VELOCITA` | 3.800 | m/s |
| $\rho^r$ | DENSITA` | 2.700 | kg/m$^3$ | $\rho^e$ | DENSITA` | 1.000 | kg/m$^3$ |
| Ir | IMPEDENZA | 10.800.000 | kg/m$^2$/s | Ie | IMPEDENZA | 3.800.000 | kg/m$^2$/s |
| Ess | EN. SUPERF.SPECIF. | 0,00147 | MJ/m$^2$ | E | ENERGIA | 4,16 | MJ/kg |
| | ***GEOMETRIA*** | | | | ***RENDIMENTI*** | | |
| Dc | **DIAMETRO CARICA** | **0,090** | **m** | $\eta 1$ | RENDIMENTO 1 | 0,770 | ad |
| Df | **DIAMETRO FORO** | **0,115** | **m** | $\eta 2$ | RENDIMENTO 2 | 0,535 | ad |
| Dm | DIMENS MAX ABBAT | 1,600 | m | $\eta 3$ | RENDIMENTO 3 | 0,150 | ad |
| H | ALTEZZA GRADONE | 15,000 | m | s | NUOVA SUPERFICIE | 40 | m$^2$/m$^3$ |
| I | INCLINAZIONE FORO | 25,000 | gradi | c | CONSUMO SPECIF. | 0,229 | kg/m$^3$ |
| I | INCLINAZIONE FORO | 0,436 | rad | Vt | SPALLA teorica | 5,271 | m |
| | PESO CART. 500 mm | 3,179 | Kg | V | SPALLA APPR. | 5 | m |

Tabella Z

*Tutagex210 (carica di fondo) – Cava 1 (carica di colonna)*

*Diametro carica pari a 0,090 mm*

*Diametro foro pari a 0,115 mm*

| GEOMETRIA FINALE | | | |
|---|---|---|---|
| V | SPALLA | 5 | m |
| D(c-f) | DISTANZA CIGLIO-FORO SC | 5,500 | m |
| E | SPAZIATURA | 5,500 | m |
| S | SOTTOPERFORAZ. | 2,000 | m |
| L | LUNGHEZZA FORO | 18,500 | m |
| B | BORRAGGIO | 5,000 | m |
| Hf | ALTEZZA CARICA FONDO | 7,000 | m |
| Hc | ALTEZZA CARICA COL. | 6,500 | m |
| M | MAGLIA | 30,250 | $m^2$ |
| Vol. | VOLUME ABBATTUTO | 453,750 | $m^3$ |
| Qf | QUANT. CARICA FONDO | 51,186 | Kg |
| Nf | N. CART. FONDO | 14 | ad |
| Qc | QUANT. CARICA COL. | 41,330 | Kg |
| Nf | N. CART. COLONNA | 13 | ad |
| Q tot | QUANT. TOT per mina | 92,52 | Kg |
| N | NUMERO MINE | 6 | ad |
| Q TOT | QUANT. TOT per volata | 591 | Kg |
| C | CONSUMO SPECIFICO | 0,204 | $kg/m^3$ |

Tabella AA

*Tutagex210 (carica di fondo) – Cava Extra 2 (carica di colonna)*

*Diametro carica pari a 0,070 mm*

*Diametro foro pari a 0,089 mm*

| | CARICA DI FONDO | VOLATA *TUTAGEX210 - CAVA EXTRA 2* | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ***ROCCIA*** | *CALCARE* | | | ***ESPLOSIVO*** | *SLURRY TUTAGEX210* | |
| vr | VELOCITA` | 4.000 | m/s | ve | VELOCITA` | 4.200 | m/s |
| $\rho r$ | DENSITA` | 2.700 | $kg/m^3$ | $\rho e$ | DENSITA` | 1.150 | $kg/m^3$ |
| Ir | IMPEDENZA | 10.800.000 | $kg/m^2/s$ | Ie | IMPEDENZA | 4.830.000 | $kg/m^2/s$ |
| Ess | EN. SUPERF.SPECIF. | 0,00147 | $MJ/m^2$ | E | ENERGIA | 3,52 | MJ/kg |
| | ***GEOMETRIA*** | | | | ***RENDIMENTI*** | | |
| Dc | **DIAMETRO CARICA** | **0,070** | **m** | $\eta 1$ | RENDIMENTO 1 | 0,854 | ad |
| Df | **DIAMETRO FORO** | **0,089** | **m** | $\eta 2$ | RENDIMENTO 2 | 0,541 | ad |
| Dm | DIMENS MAX ABBAT | 1,600 | m | $\eta 3$ | RENDIMENTO 3 | 0,150 | ad |
| H | ALTEZZA GRADONE | 15,000 | m | s | NUOVA SUPERFICIE | 40 | $m^2/m^3$ |
| I | INCLINAZIONE FORO | 25,000 | gradi | c | CONSUMO SPECIF. | 0,241 | $kg/m^3$ |
| I | INCLINAZIONE FORO | 0,436 | rad | Vt | SPALLA TEORICA | 4,285 | m |
| | PESO CART. 500 mm | 2,212 | Kg | V | SPALLA APPR. | 4 | m |

| | CARICA DI COLONNA | VOLATA *TUTAGEX210 - CAVA EXTRA 2* | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ***ROCCIA*** | *CALCARE* | | | ***ESPLOSIVO*** | *CAVA EXTRA2* | |
| vr | VELOCITA` | 4.000 | m/s | ve | VELOCITA` | 4.550 | m/s |
| $\rho r$ | DENSITA` | 2.700 | $kg/m^3$ | $\rho e$ | DENSITA` | 1.050 | $kg/m^3$ |
| Ir | IMPEDENZA | 10.800.000 | $kg/m^2/s$ | Ie | IMPEDENZA | 4.777.500 | $kg/m^2/s$ |
| Ess | EN. SUPERF.SPECIF. | 0,00147 | $MJ/m^2$ | E | ENERGIA | 4,31 | MJ/kg |
| | ***GEOMETRIA*** | | | | ***RENDIMENTI*** | | |
| Dc | **DIAMETRO CARICA** | **0,070** | **m** | $\eta 1$ | RENDIMENTO 1 | 0,851 | ad |
| Df | **DIAMETRO FORO** | **0,089** | **m** | $\eta 2$ | RENDIMENTO 2 | 0,541 | ad |
| Dm | DIMENS MAX ABBAT | 1,600 | m | $\eta 3$ | RENDIMENTO 3 | 0,150 | ad |
| H | ALTEZZA GRADONE | 15,000 | m | s | NUOVA SUPERFICIE | 40 | $m^2/m^3$ |
| I | INCLINAZIONE FORO | 25,000 | gradi | c | CONSUMO SPECIF. | 0,198 | $kg/m^3$ |
| I | INCLINAZIONE FORO | 0,436 | rad | Vt | SPALLA teorica | 4,521 | m |
| | PESO CART. 500 mm | 2,019 | Kg | V | SPALLA APPR. | 4,5 | m |

Tabella AB

*Tutagex210 (carica di fondo) – Cava Extra 2 (carica di colonna)*

*Diametro carica pari a 0,070 mm*

*Diametro foro pari a 0,089 mm*

| GEOMETRIA FINALE | | | |
|---|---|---|---|
| V | SPALLA | 4 | m |
| D(c-f) | DISTANZA CIGLIO-FORO SC | 4,500 | m |
| E | SPAZIATURA | 4,500 | m |
| S | SOTTOPERFORAZ. | 2,000 | m |
| L | LUNGHEZZA FORO | 18,500 | m |
| B | BORRAGGIO | 4,000 | m |
| Hf | ALTEZZA CARICA FONDO | 6,000 | m |
| Hc | ALTEZZA CARICA COL. | 8,500 | m |
| M | MAGLIA | 20,250 | $m^2$ |
| Vol. | VOLUME ABBATTUTO | 303,750 | $m^3$ |
| Qf | QUANT. CARICA FONDO | 26,541 | Kg |
| Nf | N. CART. FONDO | 12 | ad |
| Qc | QUANT. CARICA COL. | 34,330 | Kg |
| Nf | N. CART. COLONNA | 17 | ad |
| Q tot | QUANT. TOT per mina | 60,87 | Kg |
| N | NUMERO MINE | 16 | ad |
| Q TOT | QUANT. TOT per volata | 1002 | Kg |
| C | CONSUMO SPECIFICO | 0,200 | $kg/m^3$ |

Tabella AC

*Tutagex210 (carica di fondo) – Cava Extra 2 (carica di colonna)*

*Diametro carica pari a 0,090 mm*

*Diametro foro pari a 0,115 mm*

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | CARICA DI FONDO | **VOLATA *TUTAGEX210 - CAVA EXTRA 2*** | | | | | | |
| | ***ROCCIA*** | *CALCARE* | | | | ***ESPLOSIVO*** | *SLURRY TUTAGEX210* | |
| vr | VELOCITA` | 4.000 | m/s | | ve | VELOCITA` | 4.200 | m/s |
| $\rho r$ | DENSITA` | 2.700 | $kg/m^3$ | | $\rho e$ | DENSITA` | 1.150 | $kg/m^3$ |
| Ir | IMPEDENZA | 10.800.000 | $kg/m^2/s$ | | Ie | IMPEDENZA | 4.830.000 | $kg/m^2/s$ |
| Ess | EN. SUPERF.SPECIF. | 0,00147 | $MJ/m^2$ | | E | ENERGIA | 3,52 | MJ/kg |
| | ***GEOMETRIA*** | | | | | ***RENDIMENTI*** | | |
| Dc | **DIAMETRO CARICA** | **0,090** | **m** | | $\eta 1$ | RENDIMENTO 1 | 0,854 | ad |
| Df | **DIAMETRO FORO** | **0,115** | **m** | | $\eta 2$ | RENDIMENTO 2 | 0,535 | ad |
| Dm | DIMENS MAX ABBAT | 1,600 | m | | $\eta 3$ | RENDIMENTO 3 | 0,150 | ad |
| H | ALTEZZA GRADONE | 15,000 | m | | s | NUOVA SUPERFICIE | 40 | $m^2/m^3$ |
| I | INCLINAZIONE FORO | 25,000 | gradi | | c | CONSUMO SPECIF. | 0,244 | $kg/m^3$ |
| I | INCLINAZIONE FORO | 0,436 | rad | | Vt | SPALLA TEORICA | 5,476 | m |
| | PESO CART. 500 mm | 3,656 | Kg | | V | SPALLA APPR. | 5,5 | m |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | CARICA DI COLONNA | **VOLATA *TUTAGEX210 - CAVA EXTRA 2*** | | | | | | |
| | ***ROCCIA*** | *CALCARE* | | | | ***ESPLOSIVO*** | *CAVA EXTRA2* | |
| vr | VELOCITA` | 4.000 | m/s | | ve | VELOCITA` | 4.550 | m/s |
| $\rho r$ | DENSITA` | 2.700 | $kg/m^3$ | | $\rho e$ | DENSITA` | 1.050 | $kg/m^3$ |
| Ir | IMPEDENZA | 10.800.000 | $kg/m^2/s$ | | Ie | IMPEDENZA | 4.777.500 | $kg/m^2/s$ |
| Ess | EN. SUPERF.SPECIF. | 0,00147 | $MJ/m^2$ | | E | ENERGIA | 4,31 | MJ/kg |
| | ***GEOMETRIA*** | | | | | ***RENDIMENTI*** | | |
| Dc | **DIAMETRO CARICA** | **0,090** | **m** | | $\eta 1$ | RENDIMENTO 1 | 0,851 | ad |
| Df | **DIAMETRO FORO** | **0,115** | **m** | | $\eta 2$ | RENDIMENTO 2 | 0,535 | ad |
| Dm | DIMENS MAX ABBAT | 1,600 | m | | $\eta 3$ | RENDIMENTO 3 | 0,150 | ad |
| H | ALTEZZA GRADONE | 15,000 | m | | s | NUOVA SUPERFICIE | 40 | $m^2/m^3$ |
| I | INCLINAZIONE FORO | 25,000 | gradi | | c | CONSUMO SPECIF. | 0,200 | $kg/m^3$ |
| I | INCLINAZIONE FORO | 0,436 | rad | | Vt | SPALLA teorica | 5,778 | m |
| | PESO CART. 500 mm | 3,338 | Kg | | V | SPALLA APPR. | 5,5 | m |

Tabella AD

*Tutagex210 (carica di fondo) – Cava Extra 2 (carica di colonna)*

*Diametro carica pari a 0,090 mm*

*Diametro foro pari a 0,115 mm*

| GEOMETRIA FINALE | | | |
|---|---|---|---|
| V | SPALLA | 5,5 | m |
| D(c-f) | DISTANZA CIGLIO-FORO SC | 6,000 | m |
| E | SPAZIATURA | 6,000 | m |
| S | SOTTOPERFORAZ. | 2,500 | m |
| L | LUNGHEZZA FORO | 19,000 | m |
| B | BORRAGGIO | 5,500 | m |
| Hf | ALTEZZA CARICA FONDO | 8,000 | m |
| Hc | ALTEZZA CARICA COL. | 5,500 | m |
| M | MAGLIA | 36,000 | $m^2$ |
| Vol. | VOLUME ABBATTUTO | 540,000 | $m^3$ |
| Qf | QUANT. CARICA FONDO | 58,498 | Kg |
| Nf | N. CART. FONDO | 16 | ad |
| Qc | QUANT. CARICA COL. | 36,720 | Kg |
| Nf | N. CART. COLONNA | 11 | ad |
| Q tot | QUANT. TOT per mina | 95,22 | Kg |
| N | NUMERO MINE | 5 | ad |
| Q TOT | QUANT. TOT per volata | 511 | Kg |
| C | CONSUMO SPECIFICO | 0,176 | $kg/m^3$ |

## 3.12 Organizzazione del lavoro

Il lavoro di produzione in cava viene organizzato secondo la seguente sequenza:

1) *Perforazione della volata delle mine di abbattimento.* L'abbattimento viene effettuato mediante mine subverticali e, dal loro dimensionamento e dalla loro geometria, dipendono non solo le esigenze di produzione e di controllo dimensionale delle granulometrie del prodotto, ma anche le condizioni di sicurezza e stabilità delle fronti. La perforazione è subverticale (~ 65º) con diametro dei fori di 115 mm. La profondità di perforazione è di 2,5 m prolungata oltre al piano della platea per creare rilevaggi alla base favorendo un migliore scalzamento al piede e la maggiore livellazione del piazzale di lavoro.
2) *Sparo della volata e disgaggio delle mine.*
3) *Eventuali interventi di demolizione secondaria e sezionatura di blocchi di roccia di dimensioni non accettabili per la sezione di frantumazione dello stabilimento.*
4) *Caricamento su dumper del materiale abbattuto.*
5) Trasporto dell'abbattuto utile e stoccaggio ed eventuale trasporto dell'abbattuto di scarto.

Le eventuali operazioni di scoperchiatura del giacimento prevedranno le seguenti sequenze:

1) scavo copertura;
2) caricamento su dumper della copertura;
3) trasporto, stesura e sistemazione in un'area già scavata e pronta per il recupero ambientale o, provvisoriamente, in un'area di deposito in cava in attesa di essere collocata.

La movimentazione per il caricamento del materiale utile abbattuto e degli sterili viene realizzata:

- <u>per il calcare utile</u>
  - mediante pala su dumper (caricamento diretto)
- <u>per il materiale di scarto</u>
  - mediante "dozing" o trasporto con pala del materiale di scarto, direttamente nelle aree di recupero quando le distanze di queste siano favorevoli per il materiale stoccato nelle platee;

- mediante dumper nell'area temporanea di stoccaggio in platea e proveniente dai depositi degli scarti. Il materiale di copertura prodotto con escavatore con benna rovescia verrà caricato direttamente su dumper e trasportato e scaricato nell'area da rimodellare dove, per effetto delle stesse macchine operatrici (dumpers e pale), verrà compattato a strati dopo le opportune operazioni di stesura.

Le piste o le rampe di servizio si sviluppano entro l'area prevista dall'autorizzazione e contornando il bacino di cava collegano i ripiani dei gradoni direttamente con il sistema viario. Eventuali altre piste di servizio occorrenti verranno realizzate all'interno della cava tra gradone e gradone con pendenze assimilabili per il transito delle macchine operatrici.

La lavorazione è impostata di norma secondo le variazioni stagionali climatiche, su due turni giornalieri di 8 ore. A regime l'organico degli addetti alla cava, oltre al direttore tecnico, sarà quello riportato in tabella N:

| **Orario di lavoro cantiere di San Carlo** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **GIORNALIERI** | | | | | | |
| dal lunedi al venerdi | | | | | | |
| 07.30 - 12.00 | e | 13.00 - 16.15 | | | | |
| riposo il sabato | | | | | | |
| **TURNI AVVICENDATI** | | *(Personale addetto alla coltivazione)* | | | N° | **19** |
| dal lunedi al sabato | | | | | | |
| 06.00 - 14.00 | e | 14.00 - 22.00 | | | | |
| riposo il lunedi 14-22 e giovedi 6-14 | | | | | | |
| **ORARIO GIORNALIERO** | | *(Personale addetto alla manutenzione, Controllo Qualità, Contabilità)* | | | N° | **8** |
| dal lunedi al venerdi | | | | | | |
| 07.30 - 12.00 | e | 13.00 - 16.15 | | | | |
| | | | | **Totale** | | **27** |

**Tabella N**

La **Relazione G** allegata riporta lo schema dettagliato del documento di sicurezza e salute (previsto dall'articolo 6 del D. Lgs. 25 novembre 1996, n. 624 e lettera g), comma 2 dell'articolo 12 della L.R. 78/98) con un disciplinare per l'organizzazione del lavoro e per la prevenzione dei rischi di cava nell'uso e nella movimentazione delle macchine, delle attrezzature dei prodotti e dei materiali. Tale disciplinare è posto alla base dell'elaborazione

del Documento di Sicurezza e di Salute (DSS) previsto dall'articolo 6 del D. Lgs. 624/96, relativo all'Attuazione delle Direttive 921911CEE e 9211041 CEE sulla sicurezza e sulla salute dei lavoratori nelle industrie estrattive.

## 3.13 Macchine operatrici (perforazione, caricamento ed asporto)

Per la cava si prevede, per l'esercizio a regime, la dotazione delle macchine ed attrezzature riportate qui di seguito. Le caratteristiche delle macchine indicate derivano da un calcolo e da una verifica effettuata tenendo conto dei volumi da movimentare, dalle distanze di percorrenza dei mezzi, ecc., applicando le seguenti formule:

*Mezzi di scavo*

$$Vs = \frac{P}{h \cdot C}$$

Vs = Volume della benna delle macchine operatrici ($m^3$)
P = Produzione oraria richiesta($m^3$/h)
h = Rendimento globale delle macchine (mediamente è dell'80%)
T = Tempo lavoro (1 ora = 3600 s)
To = Tempo di caricamento e spostamento escavatore o pala (Tempo di un ciclo)
C = Numeri di cicli in un ora (T/To) ,

*Mezzi di trasporto*

$$V = \frac{75 \cdot N \cdot h}{F_L}$$

V = Velocità di trasporto
h = Rendimento meccanico del veicolo
N = Potenza in HP
Ft = Sforzo di trazione che deve eguagliare la somma delle resistenze
Ft = A +Ra + Pi
Ra = Resistenza dell'aria
Pi = Resistenza di livelletta espresso in %o

La produzione oraria del mezzo di trasporto dipenderà dalla capacità del cassone, dalla velocità di trasporto e dai tempi di carico.
I macchinari in dotazione alla cava e fin'ora adoperati sono:

1. ***Perforazione***

N°1 – Perforatrice idraulica su carrello semovente Atlas Copco tipo 712 HCOO con:
Martello COP 1038 HB
Servoslitta BMN 35 K712 - HOI
Φ = 64 – 102 mm , velocità di avanzamento 0,56 m/min;

N°1 – Perforatrice idraulica Atlas Coppco F7 Coprpod
Martello COP 1850 CR
velocità di avanzamento 0,92 m/min;

N°1 – Demolitore idraulico Krump HM 720V;
Montato su escavatore idraulico Caterpillar 320 B:

| | |
|---|---|
| potenza | 96 kW |
| benna | 0,7 – 1,4 $m^3$ |
| lunghezza | 4,07 m |
| larghezza | 2,5 m |
| altezza | 2,9 m (8,06 – 6,05 m) |
| capacità serbatoio | 2.90 l gasolio. |

2. ***Caricamento***

N°2 – Pala gommata Caterpillar 992D e 992G

| | |
|---|---|
| Potenza | 548 kw - 597 |
| Benna | 11,4 – 13 $m^3$ |
| Lunghezza | 13,58 m |
| Larghezza | 5,83 m |
| Altezza | 6,66 m |
| Capacità serbatoio | 1136 l gasolio |
| Velocità di avanzamento | 6,9 – 12,2 – 21 km / h |
| Velocità retromarcia | 7,5 – 13,3 – 22,9 km / h |
| Consumo | 76 l / h |
| Rendimento | 454 t / h. |

### 3. *Movimentazione*

N°1 – Dumper Caterpillar 775 D

| | |
|---|---|
| Potenza | 541 kw |
| Portata | 70 t (46 $m^3$) |
| Lunghezza | 9,78 m |
| Larghezza | 4,19 m |
| Altezza | 4,33 m |
| Capacità serbatoio | 946 gasolio |
| Consumo | 20 - 30 l / h |
| Produzione media | 140 - 190 t / h; |

N°3 – Dumper Perlini 655

| | |
|---|---|
| Potenza | 632 HP |
| Portata | 65 t (43 $m^3$) |
| Lunghezza | 9,20 m |
| Larghezza | 4,45 m |
| Altezza | 4,22 m |
| Capacità serbatoio | 1.300 l gasolio |
| Consumo | 22 – 28 l / h |
| Produzione media | 140 – 190 t / h. |

### 4. *Lavori accessori*

N°1 – Pala gommata Caterpillar 992D;

N°1 – Dumper Perlini .

Tutte le macchine sopra elencate sono di corrente costruzione e commercializzazione, pertanto sono costruite con le caratteristiche previste dalle specifiche normative nazionali e quindi in relazione a ciò, sono omologate e sono munite di libretti di uso e manutenzione, sono inoltre marcate CE. Fa eccezione la perforatrice Atlas Copco ROC 712 HC00 che è stata acquistata nel 1985. In appendice alla Relazione G viene allegato uno specifico disciplinare sull'organizzazione necessaria e sull'uso delle macchine e delle attrezzature utilizzate.

L'organico della Cava di San Carlo è costituito dalle seguenti unità su due turni giornalieri:

| | Impiegati e dirigenti | Operai ed intermedi | | Numero Totale |
|---|---|---|---|---|
| *Direttore* | 1 | - | - | 1 |
| *Capo Servizio* | 1 | - | - | 1 |
| Cava:<br><br>*Capo Cantiere*<br>• *perforatore ed addetto al min.*<br>• *movimentazione, ecc.*<br>• *sorvegliante* | <br><br>1<br>-<br><br>-<br>- | <br><br>-<br>3<br><br>4<br>1 | <br><br>-<br>3<br><br>4<br>1 | <br><br>1<br>6<br><br>8<br>2 |
| *Addetto all'impianto di frantumazione* | - | 1 | 1 | 2 |
| *Unità per lavori di manutenzione, ecc.* | - | 2 | 2 | 4 |
| *Impiegati amministrativi* | 1 | - | - | 1 |
| ***Totali*** | ***4*** | ***11*** | ***11*** | ***26*** |

**Tabella O**

Dalla tabella sopra sono state escluse le unità lavorative per la manovra della teleferica e quelle che saranno preposte successivamente impiegate alla manovra e manovra dei convogli ferroviari.

## 3.14 Viabilità e nuove infrastrutture

Per quanto riguarda le operazioni di escavazione, l'attività estrattiva, gestita nella cava San Carlo, non necessita di opere occorrenti per:

- l'urbanizzazione primaria;
- l'allacciamento ai pubblici servizi;

in quanto tali opere sono state già realizzate nelle passate gestioni. La cava, infatti, non è tributaria all'esterno per i suoi bisogni primari quali l'energia (kW 600 – V380/kV1600)e rifornimento idrico (9000- 12000) $m^3$/anno della rete comunale).

L'energia necessaria (A.C.) per la perforazione dei fori da mina è prodotta da un moto-compressori montatti sulle perforatrici. Le macchine operatrici agenti in cava sono azionate

da motori a ciclo diesel. L'accesso alla cava ed il suo collegamento con lo stabilimento (impianto di frantumazione) è realizzato utilizzando le strade carreggiabili esistenti.
Presso lo stabilimento esistono aree di servizio che verranno utilizzate per i vari servizi:
ricovero macchine operatrici: carrello di perforazione, pale caricatrici, carrello con demolitore a martellone, dumper, ecc.;
magazzino per materiale di prima necessità;
officina di primo intervento per le macchine, le apparecchiature e gli accessori di cava;
spogliatoio, servizi igienici e mensa.
In particolare le vie di transito a servizio della cava sono costituite da:

- strada di collegamento tra la Cava di San Carlo e stabilimento e viabilità pubbliche collegata a sua volta alla Strada Comunale San Carlo San Vincenzo. Tale strada non subisce alcuna variazione in relazione alla dinamica del momento coltivativo. Essa è esterna all'area autorizzata all'attività estrattiva;
- vie e rampe di servizio alle fronti di coltivazione, opere che sono connesse alla dinamicità dell'attività estrattiva e che variano continuamente al variare dell'avanzamento delle fronti di abbattimento e delle fasi di recupero ambientale della cava.

Queste vie o rampe dovranno ovviamente possedere caratteristiche di larghezza e pendenza tali da assicurare il transito in sicurezza delle macchine operatrici:

- larghezza 7 m;
- pendenza media , vedi tabella seguente 10%;
- raggio di curvatura massimo 2 m;
- lunghezza rampa di arroccamento 1066 m.

Inoltre sono previste, a intervalli regolari, delle piazzole di scambio per permettere il transito delle ingombrante macchine operatrici su due sensi di marcia alternati.

## 3.15 Protezione contro gli incendi

Per quanto riguarda le attività e la protezione contro gli incendi si fa riferimento, limitatamente all'area di cava, ai sensi dell'art. 12, comma 3, lettera i) della L.R. 1 dicembre 1997, n. 71, al D.D.S. elaborato ai sensi del D. Lgs. 624/96 ed alla Relazione Tecnica di Prevenzione Antincendio, per l'ottenimento del Certificato di Prevenzione stesso.
Il Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco, a seguito dell'esame della relazione tecnica sopra citata, ha espresso parere favorevole, pratica n. 10930.
Le attività soggette al controllo dei VV. F. elencate nel D.M. 16 febbraio 1982 (Gazzetta Ufficiale 9 aprile 1982), presenti nell'attività estrattive sono le seguenti:

- <u>Rifornimento di gasolio</u>

Il rifornimento di gasolio avviene attraverso autocisterne che, di massima alle ore 12.00 effettuano il pieno su tutte le macchine operatrici.

- Deposito di oli lubrificanti

Nel magazzino è ubicato il deposito degli oli lubrificanti della capienza di 10 $m^3$.

- Deposito degli oli esausti

Nel magazzino vengono stoccati, in un serbatoio di capacità di 600 litri, anche gli oli esausti in attesa di un loro conferimento al Consorzio obbligatorio degli oli esausti.

- Esplosivi:

Il materiale esplodente (esplosivi, detonatori, micce detonanti, ecc.) verrà rifornito giornalmente dal concessionario per la zona (secondo il permesso della Prefettura di competenza)

Per ulteriori dettagli ed approfondimenti e per una visione dei rischi collegati alle strutture in esame si rimanda comunque al Programma di cui alla lettera g), comma 2 dell'articolo 12 della L.R. 78/98, redatto secondo quanto previsto dal D. Lgs. 624/96 ed al Piano Antincendio approvato dal Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco a disposizione presso gli uffici dello stabilimento.

## 3.16 Aree di stoccaggio del prodotto secondario

Il prodotto secondario non utilizzabile nel ciclo produttivo Solvay viene stoccato in apposite aree provvisoriamente in attesa di un loro recupero per essere collocati come inerti per opere civili o per essere utilizzati per le operazioni di risistemazione ambientale. Come già detto gli scarti di lavorazione hanno principalmente due origini:

1 – calcare fine (< 30 mm) derivanti da vagliatura dell'impianto di frantumazione del tout-venant;

2 – materiali sterili provenienti dai fronti di cava costituiti da partimenti argillosi contenuti nelle fratturazioni del calcare o da inclusi dolomitici o magmatici filoniani presenti nell'area della cava di S. Carlo.

La Società Solvay Chimica Italia S.p.A. a suo tempo aveva indicato come aree di deposito quelle di propria proprietà situate a Nord Ovest della cava essendo ormai esauriti gli spazi ad Ovest delle lavorazioni. L'area di deposito nel progetto nuovo sarà localizzata a nord – ovest rispetto all'impianto di frantumazione in una limitata area. In quanto il materiale di scarto (< 30 mm) destinato alle cementerie o come inerte per lavori civili, verrà asportato mano a mano che verrà prodotto. I materiali occorrenti per la rimodellazione dei fronti al fine del recupero ambientale verranno per quanto possibile depositati nelle aree delle platee

interessate o altrimenti nelle aree di accumulo di cui sopra. Figura 10 Rampa di arroccamento da quota 260 n s.l.m. a quota 390 m s.l.m. e rampa di servizio alla prima

platea di coltivazione della zona est di espansione

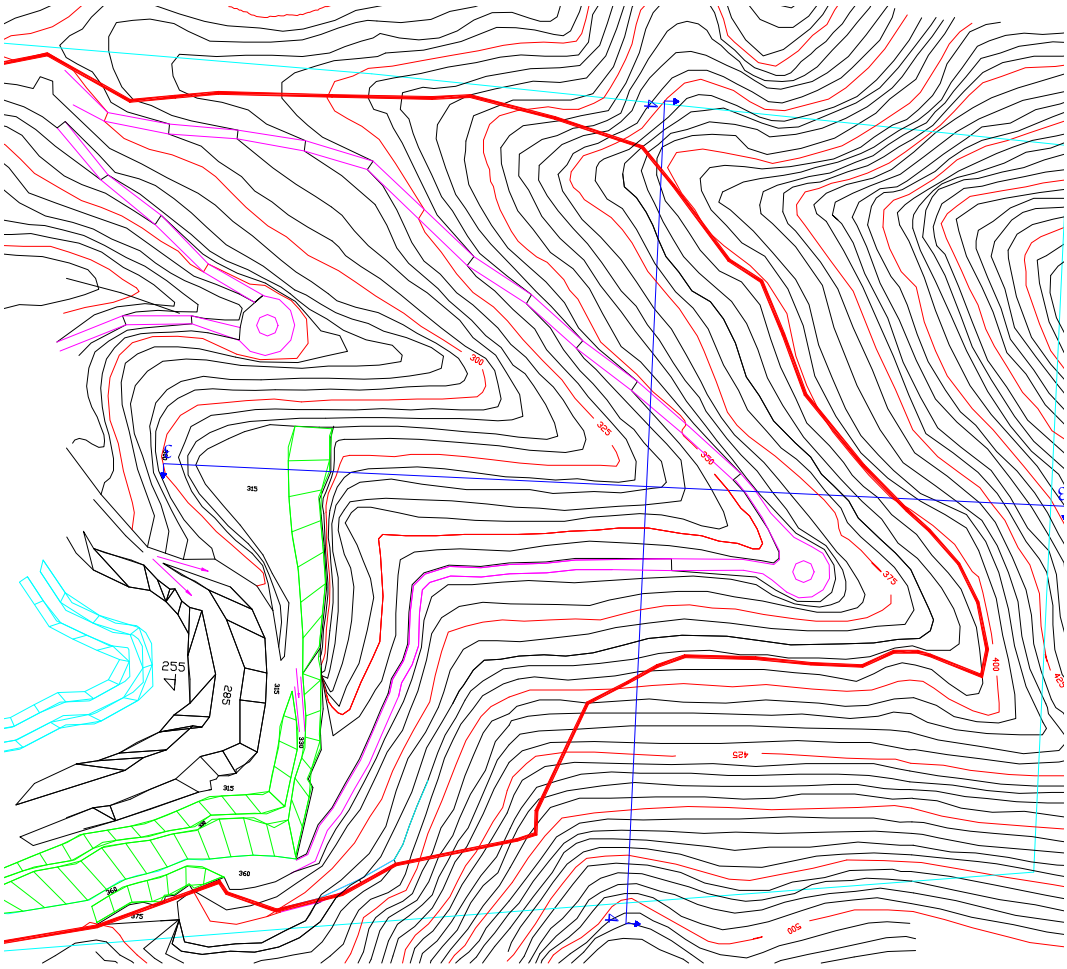



**Fig 12 Rampa di arroccamento da quota 260 m s.l.m. a quaota 360m s.l.m.**

Limite dell'area di proprietà della Solvay Chimica Italia S.p.A.

Limite dell'area di cava per cui viene richiesta l'autorizzazione alla coltivazione

Rampa di arroccamento e di servizio alla prima platea a quota 360 m s.l.m.

# PROGETTO ESECUTIVO DI AMPLIAMENTO DELLA CAVA SOLVAY DI S. CARLO

**Supervisione scientifica**

**Prof. Ing. Paolo Berry**