

PROGETTO DI RECUPERO AMBIENTALE

SISTEMAZIONE MORFOLOGICA ED ASSETTO FINALE DEL RECUPERO

Prof. Dott. Ing. PAOLO BERRY

Settembre 2003

Ing. MARIO ANGELO TESI
ORDINE INGEGNERI della Provincia di PISA
N° 1403 Sezione A
INGEGNERE CIVILE, AMBIENTALE
INDUSTRIALE, DELL'INFORMAZIONE

PROGETTO DI RECUPERO AMBIENTALE

1 SISTEMAZIONE MORFOLOGICA ED ASSETTO FINALE DEL RECUPERO

1.1 PREMessa

Nel presente capitolo si esaminano il metodo e le tecniche di sistemazione finale delle aree che saranno oggetto degli interventi minerari in progetto per i quali si richiede l'autorizzazione. Il capitolo fa riferimento agli allegati tecnici (relazioni e cartografia) che compongono il progetto e ad essi si rimanda senza citazioni specifiche.

Il progetto di estrazione mineraria nella Cava di San Carlo, proposto all'esame dell'Autorità Amministrativa, è mirato ad ottenere l'autorizzazione a proseguire, nel prossimo ventennio, l'attività industriale, in atto da diverse decine di anni, destinata ad estrarre il calcare indispensabile per la produzione di soda nello Stabilimento di Rosignano della Solvay.

Il progetto di coltivazione è caratterizzato dal metodo e dalle soluzioni tecniche che si intende adottare, l'uno e le altre improntati alla minimizzazione dell'impatto ambientale.

Gli interventi minerari, in sintesi, sono costituiti da:

1. espansione verso Est della cava ;
2. approfondimento della cava attuale;
3. bonifica del fronte Sud che guarda Nord. L'intervento riguarda una parete sub -verticale abbandonata in tempi molto lontani;
4. bonifica provvisoria nella parte Sud - Est dei fronti di coltivazioni remote, non recuperati e visibili da punti panoramici significativi (Strada Statale litoranea, linea ferroviaria tirrenica). Questo intervento ha carattere parzialmente provvisorio in quanto la zona sarà oggetto di ulteriori interventi di completamento e raccordo in concomitanza con l'esecuzione dell'espansione verso Est della cava.

È opportuno premettere che tra gli innumerevoli metodi di estrazione, alcuni consentono interventi ambientali (rimodellazione morfologica, azioni a carattere botanico forestale, ecc.) solo al termine dell'estrazione (ad esempio metodo di estrazione per gradoni multipli) e, quindi, nell'ultimo periodo di autorizzazione; altri metodi sono del tutto compatibili con interventi, di restituzione dei luoghi all'ambiente, che seguono, entro un breve lasso di tempo, l'estrazione (ad esempio metodo per platee con gradone unico).

Senza alcun dubbio, la bontà e l'efficacia degli interventi di ricomposizione ambientale dipendono essenzialmente dalle soluzioni progettuali di ingegneria mineraria per estrarre il minerale. Sin dai primi passi della progettazione, devono essere presi in considerazione non solo i fondamentali

parametri tecnici che condizionano il processo estrattivo ed il risultato economico ma anche la minimizzazione degli effetti sui caratteri ambientali.

Il progetto Solvay è fondato sui risultati:

- a) degli studi preliminari sull'assetto dell'ambiente e del territorio nella zona di interesse e dei vincoli (ai vari livelli amministrativi) che tutelano alcuni degli elementi di tale assetto;
- b) delle misure sulle caratteristiche fisiche di interesse che hanno caratterizzato l'area nelle condizioni originarie e simulando l'attività di sorgenti di rumore, vibrazioni, polveri, ecc. .

In altri termini, con riferimento alla voce "a", prima di prendere in considerazione qualsiasi soluzione progettuale (riguardante la cava ed il raccordo ferroviario con infrastrutture ad esso connesse), è stata analizzata, al massimo livello di dettaglio compatibile con la scala delle rappresentazioni grafiche ufficiali disponibili, la cartografia e la documentazione sui vincoli, di ogni ordine e grado, presenti nell'area interessata dal progetto di sviluppo dell'attività estrattiva e di trasporto del calcare allo stabilimento di Rosignano.

Inoltre, i caratteri ambientali e territoriali più importanti e peculiari sono stati esaminati con accurate analisi in situ degli specialisti delle diverse componenti che verranno ad interagire con l'attività mineraria.

In altre parole, strumenti di analisi, tipicamente "ex post", del livello d'impatto (quale ad esempio la matrice AEVIA - Attività Estrattiva Analisi di Impatto Ambientale) sono stati utilizzati "ex ante", come una delle linee fondamentali di indirizzo per le scelte tecnologiche e del metodo di coltivazione.

Con riferimento alla voce "b", nel caso della cava, sono state caratterizzate le sorgenti, di rumore, vibrazioni, polveri, ecc., che operano attualmente in cava e che si ritiene di adottare anche nello sviluppo dell'attività estrattiva. I controlli dei parametri fisici sono stati condotti nell'ambiente circostante la cava in condizioni di "zero" (assenza di attività estrattiva) e durante ciascuna delle attuali fasi minerarie previste anche nel prosieguo dell'attività (perforazione, sparo, smarino, trasporto, frantumazione, trasporto su nastro e stoccaggio in mucchio del materiale a granulometria fine non utile per la produzione di soda, trasporto su nastro e caricamento nei silo, scarico dei silo e carico dei vagoni ferroviari, ecc.).

In definitiva, si è, per così dire, "traslata" la situazione attuale nelle condizioni che presumibilmente si realizzeranno nella futura cava. Nelle situazioni del tutto nuove e per le quali sono assenti dati sperimentali, si sono tentate simulazioni realistiche e si sono valutati gli effetti. È del tutto evidente che la diffusione o propagazione all'intorno della sorgente di "disturbo" o del fenomeno fisico indotto dalle operazioni in cava (polveri, rumore, vibrazioni, ecc.) dipende non solo dalle caratteristiche della sorgente ma anche dalle caratteristiche morfologiche potenzialmente condizionanti. Queste, nella nuova cava, muteranno in termini generalmente favorevoli, determinando un'attenuazione dei livelli di disturbo previsti nella fase progettuale, a causa dell'approfondimento dell'attuale platea di fondo e dell'allontanamento in direzione Est, dal territorio antropizzato, dei fronti di coltivazione.

Pertanto, le previsioni di progetto si basano sostanzialmente (e non può essere altrimenti) sulla risposta di simulazioni, che riguardano le sorgenti e le condizioni al contorno, effettuate con modelli fisici, matematici, statistici.

Si deve richiamare l'attenzione sul fatto che qualsiasi situazione non prevedibile in fase di progetto (per carenza di elementi di giudizio o per condizioni non simulabili efficacemente) deve comunque sottostare alle norme vigenti sulla tutela dell'ambiente, della sicurezza delle persone e delle strutture e sulla salute. Pertanto, durante l'esercizio, ogni situazione anomala verrà rapidamente fatta rientrare entro i limiti di soglia previsti dalle norme.

Sulla base di quanto sopra premesso è stato scelto il metodo di coltivazione per "splateamento con fronte a gradone unico". Lo splateamento, come è noto, si sviluppa dalle quote più alte verso le quote più profonde e consiste nell'estrarre minerale da una fetta (platea) con un fronte unico. Una volta che l'avanzamento del fronte di produzione ha raggiunto una profondità (sviluppo in senso orizzontale) sufficientemente ampia si apre una seconda platea che rappresenta un'unità indipendente sotto il profilo minerario (abbattimento e smarino autonomi per ciascuna platea). Occorre ricordare che nella produzione di minerale non sono ammissibili interruzioni nel ciclo estrattivo; pertanto, prima che la platea di livello superiore sia esaurita si deve comunque procedere all'apertura di una nuova platea.

Il metodo è dotato di notevole elasticità e tale caratteristica permette, tra l'altro, di scegliere tra un'ampia gamma di valori la direzione di avanzamento del fronte e di variarla con rapidità, nel caso si ritenga utile e/o necessario.

Conseguentemente, gli interventi di restituzione dei luoghi all'ambiente (collegamento coerente con la morfologia dell'area e sviluppo dei programmi botanici e forestali previsti dal progetto) possono essere avviati, nella platea che è in fase di produzione, una volta che questa sia esaurita oppure (anticipando l'intervento) nel corso dell'estrazione mineraria, "inseguendo" il fronte; quest'ultima soluzione è resa possibile ruotando il fronte e facendolo avanzare nella direzione delle linee di eguale quota.

Il progetto Solvay ha adottato il metodo dello splateamento con gradone unico alto 15 m ed al termine dell'estrazione da ogni platea, si porranno in essere gli interventi di rimodellazione morfologica e botanico – forestali sulla falsariga del prototipo messo a punto ed applicato con successo nel 1994 (Fig. 1).

Gli schemi della Fig. 1 mostrano le quattro fasi che sono alla base del processo di ristrutturazione ambientale, adottato in via sperimentale, e che in dettaglio è costituito da:

- 1) coltivazione fino al limite del progetto;
- 2) ultimo abbattimento è lasciato in posto;
- 3) rifilatura della parete;
- 4) costruzione di un argine di contenimento, di blocchi di calcare;
- 5) riporto, dal fronte superiore, di materiale misto pietra – argilla;
- 6) riporto dal fronte superiore di terra vegetale per uno spessore di 5/10 cm;

7) costruzione di un argine sulla parte superiore del fronte per convogliare le acque, al fine di evitare l'erosione, della scarpata, prevedendo una strada di passaggio di mezzi antincendio di almeno 2.5 metri.

La prima fase è costituita dalla volata che conferisce al fronte del gradone la pendenza di abbandono della platea. Lo schema mostra il disegno della volata (spalla, interasse, lunghezza e inclinazione del foro). È da precisare che la pendenza di abbandono del fronte influisce sull'entità dei volumi di materiale di riporto che raggiungono il massimo valore con fronte verticale ed il minimo valore quando l'angolo coincide con quello che si vuole conferire alla scarpata prevista per la morfologia finale. Nell'esperimento del 1994 il fronte di abbandono ha mantenuto l'inclinazione con la quale avanzava la produzione mineraria ($\cong 70^\circ$).

Il materiale abbattuto con l'ultima volata (fase n° 2 dello schema) sostanzialmente è lasciato ai piedi del fronte (è asportato solo in minima parte) e mantiene l'angolo di scarpata naturale (minimi interventi produrranno un assestamento del mucchio tale da rendere stabili indefinitamente gli interventi botanico - forestali (fotografie in Figg. 2 e 3).

Nella terza fase il mucchio della volata viene coperto con materiale di scarto (cappellaccio più la parte del processo di frantumazione che ha granulometria inferiore a 30 mm ma che, peraltro, è caratterizzato da ottima capacità drenante, come risulta evidente dall'osservazione dei mucchi di deposito a valle della sezione di frantumazione. Questo materiale viene collocato rispettando il valore del suo angolo di riposo naturale al fine di ottenere pendenze tali da assicurare sia stabilità delle scarpate, sia condizioni idonee all'insediamento degli impianti vegetazionali (fotografie in Figg. 4 e 5). L'angolo adottato è di 40° .

La quarta fase completa gli interventi iniziali e consiste nel porre in opera il terreno vegetale, irrigare e seminare specie erbacee che preparano l'area ai successivi interventi (fotografie nelle Figg. 5, 6, 7, 8 e 9). L'angolo di scarpata finale si mantiene identico a quello del substrato (40°).

ANNO 1994

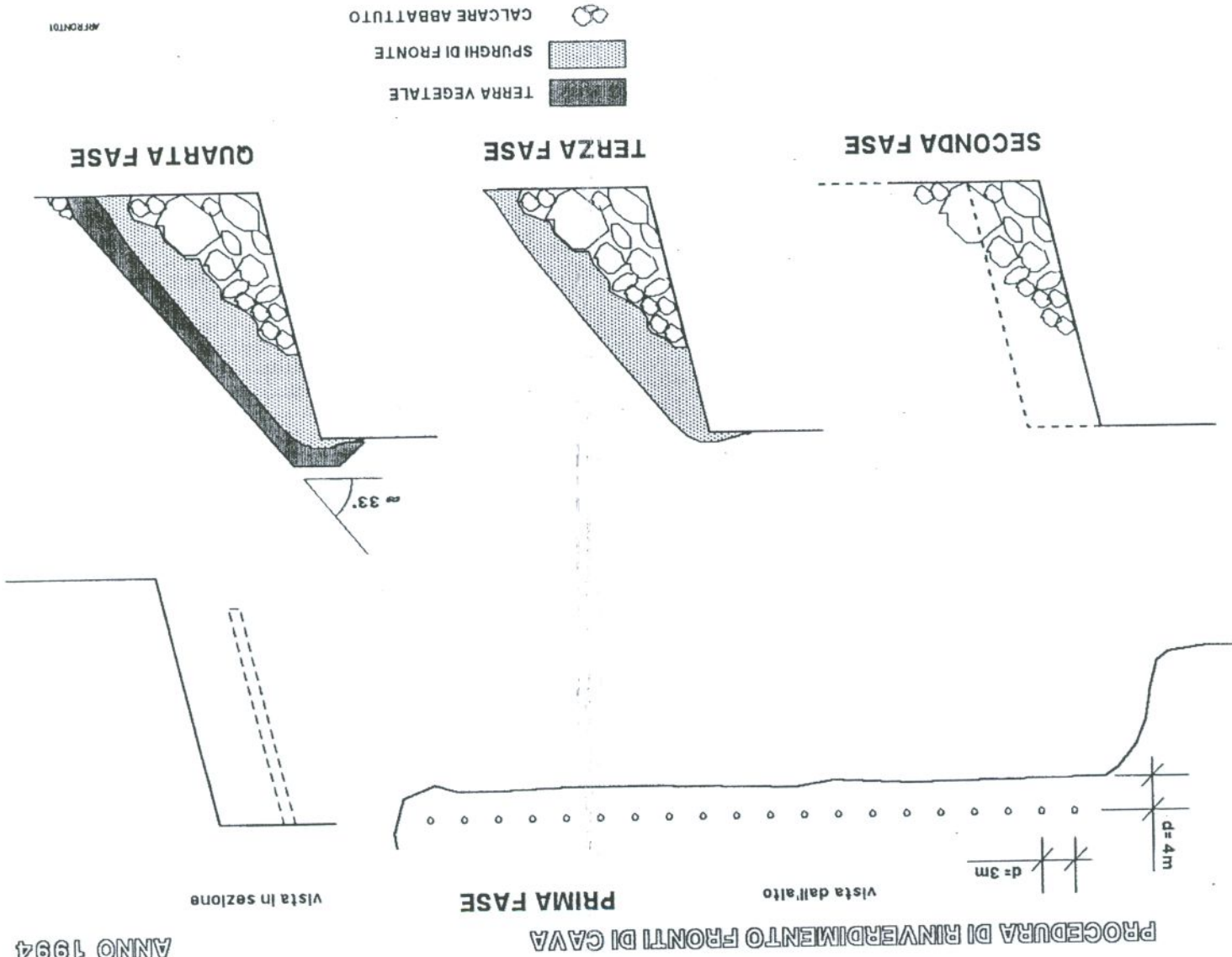


Fig. 1 – Fasi principali del processo di ristrutturazione ambientale

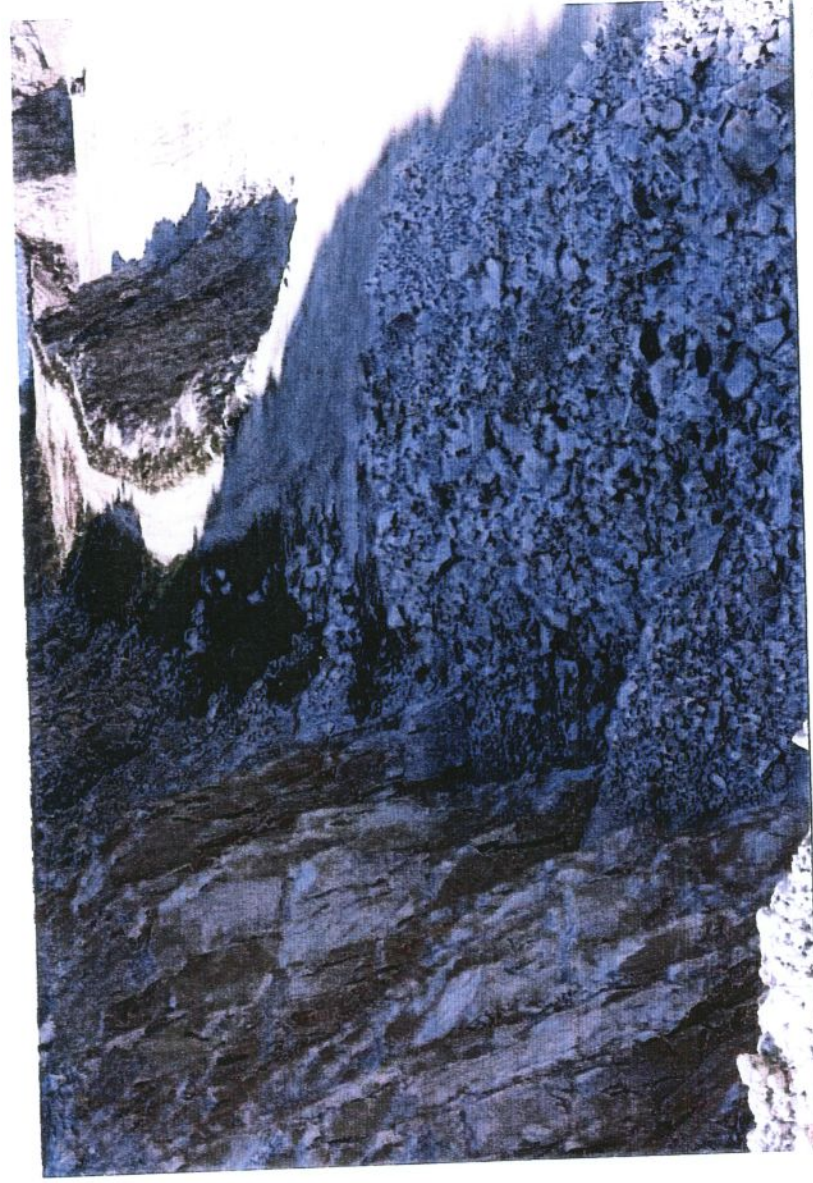


Fig. 2 – Fase n° 2 del processo di ristrutturazione ambientale. Vista dall'alto del materiale abbattuto con la volata di preparazione degli interventi botanico – forestali



Fig. 3 – Vista frontale del risultato della volata della fase n° 2. il piazzale antistante il fronte oggetto degli interventi è la sommità della platea sottostante



Fig. 4 – Terza fase degli interventi di ricomposizione ambientale



Fig. 5 – Quarta fase: sistemazione del terreno vegetale e semina

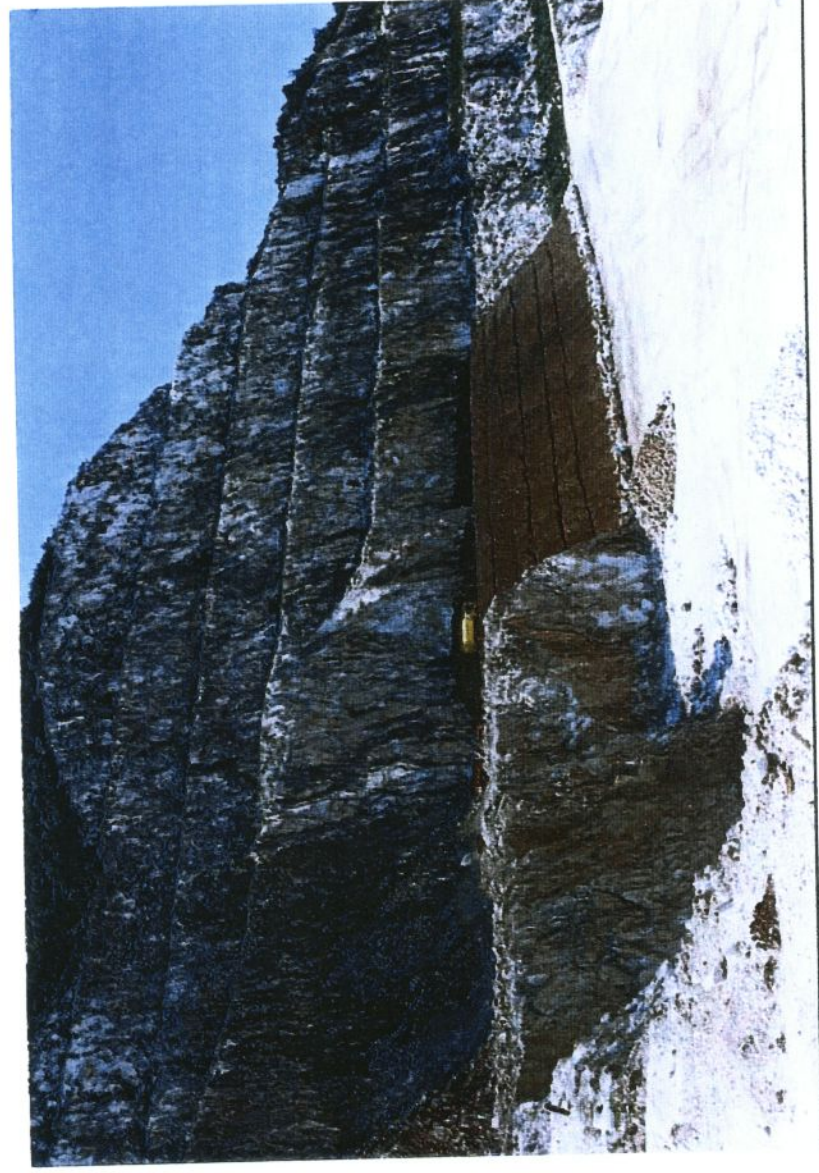


Fig 6 – Vista da Est del risultato iniziale della quarta fase in una porzione del fronte oggetto di ricomposizione ambientale



Fig. 7 – Vista frontale dei primi risultati dell'intervento botanico



Fig. 8 – Particolare del risultato della fase iniziale degli interventi botanico - forestali



Fig. 9 – Estensione verso ovest dell'intervento e primi risultati dell'intervento botanico – forestale

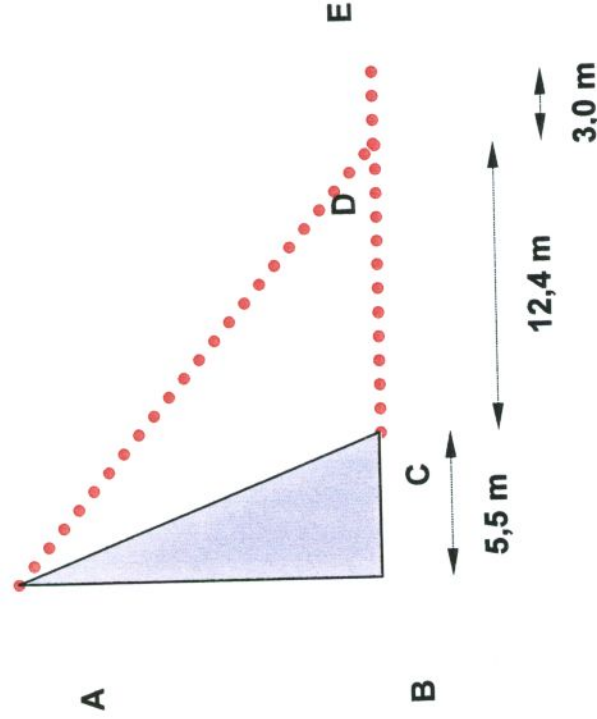


Fig. 10 – Schema della soluzione prototipo applicata alle geometrie di progetto

Si ritiene utile indicare i tempi ed i mezzi con cui si è realizzato l'esperimento.

Ultima volata: quando la coltivazione raggiunge il limite del progetto, si perfora e si abbatte l'ultima volata e si lascia in posto. Sono necessari per l'operazione, una sonda per fori verticali (tipo Atlas Copco F7) ed un escavatore con martellone, (tipo CAT 320 C e Krupp 900) per perforare e mettere in sicurezza il fronte superiore.

Per ogni 100 metri lineari di parete, alto 15 metri, inclinazione 20°, con una maglia di perforazione di 5x5 metri, sono necessarie, 16 ore di perforatrice e 4 ore di escavatore.

Rifilatura dell'abbattimento: una volta abbattuto il materiale, si ricompile la volata e si rifila almeno 5 metri di scarpata, in modo da contenere la pedata della stessa. Per questa operazione, necessita una pala gommata (tipo CAT 992 G) per 4 ore.

Costruzione di un argine di contenimento con blocchi di calcare: per contenere l'inerzia del materiale scaricato dal fronte superiore e mantenere la stabilità della scarpata, si costruisce un argine, con blocchi di calcare, di due metri di altezza e due metri di base (reperiti all'interno della cava e portati sul posto con dumper tipo CAT 775 D) con un escavatore cingolato (tipo CAT 320 C). Per ogni 100 metri di scarpata sono necessarie, 40 ore di lavoro per l'escavatore e 20 ore per il dumper e la pala di carico.

Riparto dal fronte superiore, di materiale misto pietra-argilla: Per favorire la stabilità della scarpata e contribuire alla preparazione del sottofondo, si scarica dalla parte superiore del fronte, del materiale misto, reperito in cava, denominato spurgo di fronte. L'operazione di carico, è effettuata con un escavatore cingolato (tipo CAT 320 C), il trasporto sul posto e lo scarico laterale, con un mezzo d'opera stradale. Per ogni 100 metri di fronte, necessitano, almeno 100 ore di pala e 200 ore di camion.

Riparto dal fronte superiore, di terra vegetale per uno spessore di almeno 5/10 cm: per favorire l'attecchimento delle graminacee, con la stessa tecnica di cui sopra e le stesse macchine operatrici,

si scarica sempre dal fronte superiore, della terra vegetale, reperita in cava, fino a raggiungere uno strato, minimo di 5/10 centimetri. Sono necessarie per l'operazione, ogni 100 metri lineari di fronte, 10 ore di escavatore per il carico e 50 ore di camion per il trasporto e lo scarico.

Costruzione di un argine, sulla parte superiore: per convogliare le acque meteoriche e non farle defluire lungo la scarpata preparata, nonché, per motivi di sicurezza dei mezzi in transito, si costruisce, un argine sul ciglio della parte superiore del fronte di sezione un metro per un metro. Per l'operazione necessita un escavatore per il carico, un camion con scarico laterale e un escavatore per la costruzione dell'argine. Per ogni 100 metri lineari, occorrono, 10 ore di camion e 30 ore di escavatore .

Gli interventi previsti dal progetto Solvay si discostano leggermente dal metodo sperimentato nella “platea prototipo” e rappresentano la migliore soluzione di un processo di ottimizzazione tra i diversi risultati in gioco (utilizzo del giacimento, risultato economico, ricomposizione ambientale). In effetti, applicando integralmente le geometrie del prototipo l'intervento richiederebbe l'impegno, ai piedi di ciascun fronte, di una platea ampia più di 15 m (Fig. 10), come base del materiale di riporto. Tale soluzione comporterebbe la perdita di una consistente parte del giacimento ed è quindi contraria al principio tecnico economico, imposto anche dal DPR 128/59, che tutela il razionale sfruttamento del giacimento. Inoltre, la soluzione illustrata comporta un valore più elevato del rapporto “superficie esposta/volume estratto” e, quindi, a parità di volume estratto la nuova soluzione adottata dal progetto “consuma” meno superficie rispetto a quella richiesta dall'adozione della soluzione prototipo. L'impatto ambientale prodotto dalla soluzione prospettata in progetto è significativamente inferiore a quello associabile al modello sperimentale (minore superficie disboscata, minore impatto visivo, ecc.).

Conseguentemente sono state adottate le seguenti caratteristiche geometriche dell'assetto finale di recupero:

altezza della platea	15,0 m
Pendenza finale del fronte della platea	70,0°
Lunghezza della linea di massima pendenza	17,3 m
Porzione di fronte coperta da massicciata	2,3 m
Pendenza delle fronti rimodellate	40,0°
Larghezza delle pedate prima del rimodellamento	10,0 m
Larghezza delle pedate dopo il rimodellamento	2,5 m
Parete massima non interessata dal ripristino*	≅ 2 m

*(nella misura di < 20% dello sviluppo planimetrico dei singoli gradoni o fronti di platea)

Come già accennato la sistemazione definitiva delle scarpate delle fronti delle platee viene effettuata utilizzando, sostanzialmente, il materiale di scarto prodotto dall'impianto di frantumazione e calcare abbattuto in cava non idoneo alla cottura, temporaneamente accantonato in attesa di essere risistemato in loco.

Gli elementi caratterizzanti l'intervento di ricomposizione ambientale sono indicati negli schemi delle Figg. 11 e 12, mentre le tecniche degli interventi previsti sono indicati nel capitolo successivo.

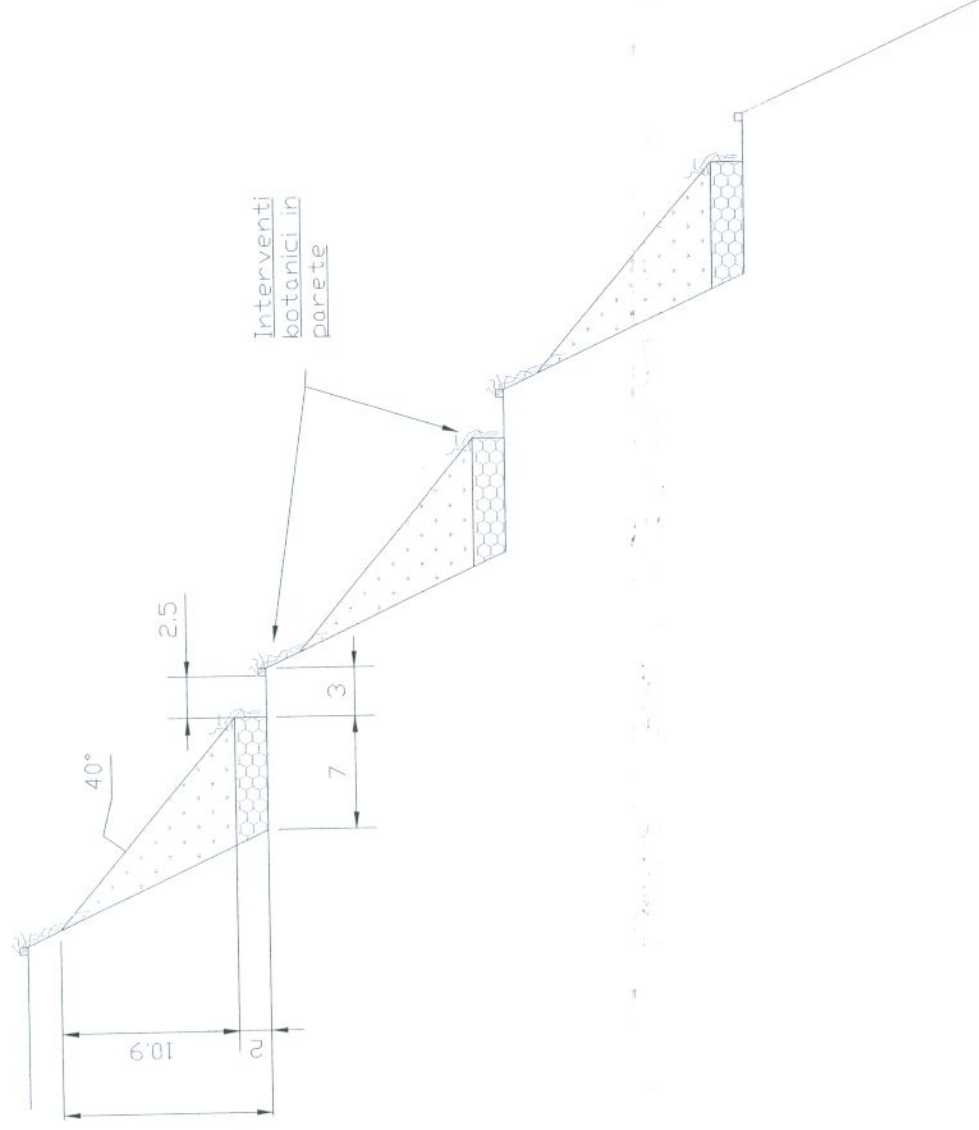


Fig. 11 – Schema di recupero delle scarpate finali di rilascio

Una volta rimodellata, l'area si collegherà, da un punto di vista morfologico e vegetazionale, con il territorio circostante. La zona, infatti, assumerà l'aspetto di una vallecola ricalcando la morfologia tipica del territorio originario costituito dal Rio Valle in Lungo.

La porzione più profonda della cava, corrispondente alla superficie attualmente autorizzata e non visibile da punti di osservazione rilevanti (vie di traffico importanti, ecc.) è morfologicamente adatta ad essere recuperata con una destinazione agraria.

Le pendenze della cava nella parte acclive sarà, in media, inferiore a 42° contro un'attuale media di circa 30°.

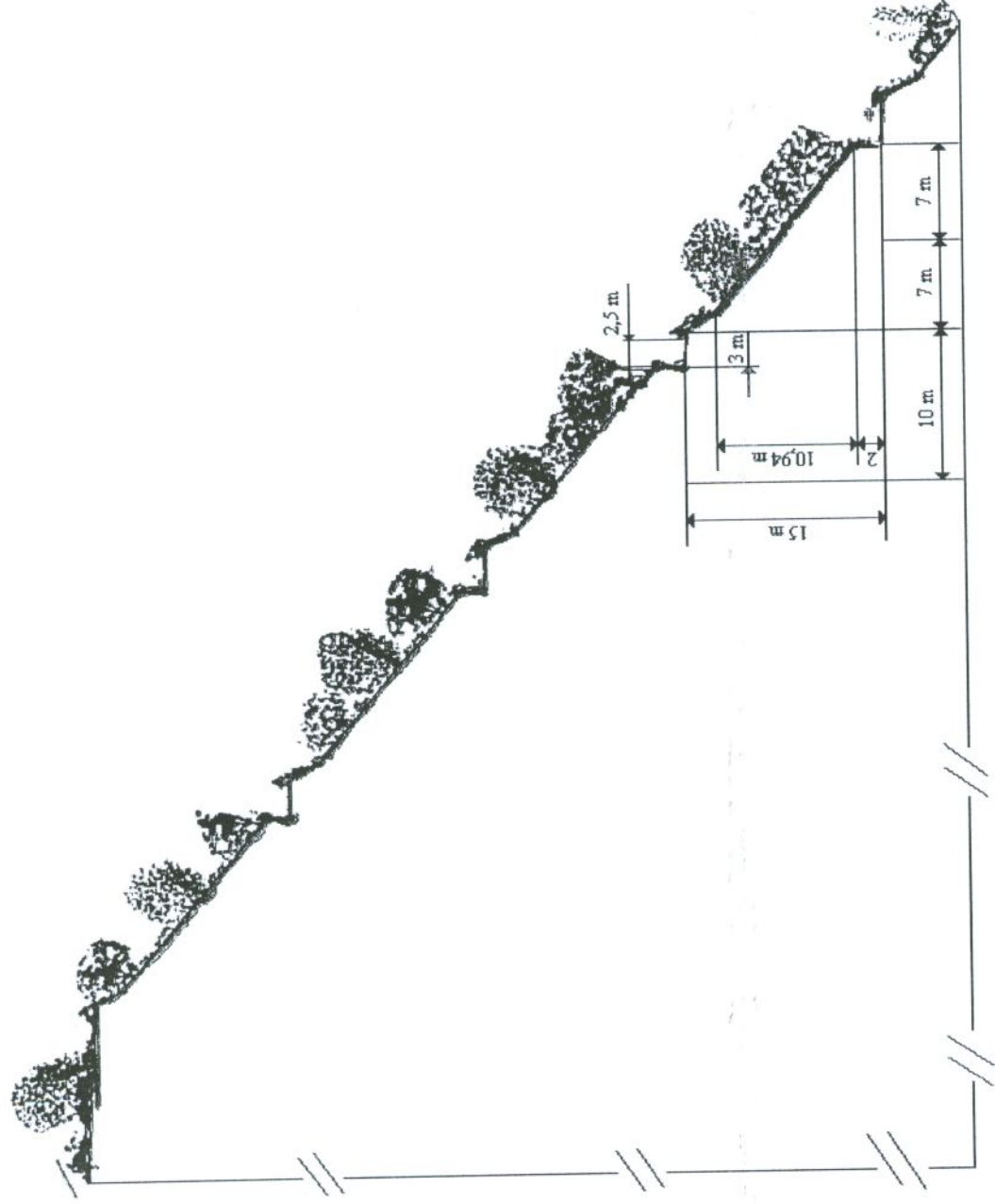


Fig. 12 – Schema di recupero dei fronti di cava dismessi

Tutti gli elementi indicati in questo capitolo sono rappresentati graficamente nelle planimetrie che accompagnano il progetto. Tali planimetrie sono state realizzate con il software e sono immediatamente rappresentabili come disegni o rappresentazioni tridimensionali, in quanto ogni punto è contraddistinto da tre coordinate spaziali.

Un'analisi di dettaglio dei grafici e delle planimetrie fornisce tutti gli elementi di giudizio tecnici utili a stabilire la fattibilità del progetto di recupero ambientale.

Per rendere più agevole l'esame della documentazione tecnica cartografica allegata al progetto, si allegano le immagini tridimensionali della cava per le seguenti fasi di sviluppo. Ogni fase è rappresentata da un solido tridimensionale e da 8 sezioni significative (rappresentazione in primo piano di ciascuna figura) ottenute tagliando il solido. Queste immagini sono particolarmente interessanti poiché mostrano lo scenario della cava al di là della sezione.:

- a) anno 00;
- b) anno 02;
- c) anno 05;
- d) anno 10;

- e) anno 15;
- f) anno 20;
- g) anno 22.