



AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE di PESARO e URBINO

GRUPPO DI LAVORO INTERSERVIZI



*Approvato con Delibera del Consiglio Provinciale n. 109 del 20.10.2003
così come modificato con Delibera di Consiglio Provinciale n. 19 del 22/03/2004
(ai sensi dell'art. 8, Legge Regionale n. 71/97)*

OGGETTO:

**F - MODALITA' E SCHEMI PER LA
REALIZZAZIONE DEI PROGETTI DI
COLTIVAZIONE, NONCHE' PER IL
RECUPERO FINALE**

GRUPPO di LAVORO INTERSERVIZI:

*Arch. Stefano Gattoni - Dirigente del Servizio Uso e Tutela del Suolo-Attività Estrattive-Bonifica
Responsabile del Procedimento e Coordinamento del Gruppo di Lavoro
Geom. Fabio Landini - Servizio Uso e Tutela del Suolo-Attività Estrattive-Bonifica
Segreteria Ufficio di Piano
Dott.ssa Maria Elde Fucili - Servizio Uso e Tutela del Suolo-Attività Estrattive-Bonifica
Ing. Mauro Moretti - Servizio Urbanistica e Pianificazione
Geom. Luciano Lombardi - Servizio Amministrativo
Dott. Salvatore Circolone - Servizio Ambiente
Ing. Alberto Paccapelo - Dirigente Servizio Progettazione e DD.LL.
Geol. Alberto Tosti - Servizio Uso e Tutela del Suolo-Attività Estrattive-Bonifica
Agr. Marco Pensalfini - Servizio Uso e Tutela del Suolo-Attività Estrattive-Bonifica*

ELABORAZIONE GRAFICA:

Dis. Gloria Corinaldesi - Servizio Urbanistica e Pianificazione

COLLABORATORI:

Geom. Ovani Giorgio - Co.Co.Co. Servizio Uso e Tutela del Suolo-Attività Estrattive-Bonifica

STRUTTURA OPERATIVA:

Servizio 4.2 - Uso e Tutela del Suolo - Attività Estrattive - Bonifica

*Programma Provinciale delle Attività Estrattive
Modalità e schemi per la realizzazione dei progetti di coltivazione, nonché per il recupero finale*

1.	Il contesto topografico e morfologico delle cave	2
1.1.	Cave di monte	2
1.2.	Cave di versante	2
1.3.	Cave culminali	3
1.4.	Cave di pianura	3
1.5.	Cave di pianura chiuse.....	3
1.6.	Cave di pianura aperte.....	4
2.	Tecniche di coltivazione.....	4
2.1.	Metodi a gradoni	5
2.1.1.	A gradone unico	5
2.1.2.	A gradoni multipli	6
2.2.	Metodi a platee.....	9
2.2.1.	A splateamenti successivi	9
2.2.2.	A splateamenti contestuali.....	9
2.3.	Metodi per lotti con rotazione del fronte	10
3.	MODALITA' DI RECUPERO AMBIENTALE	13
4.	METODOLOGIE GENERALI	14
4.1.	CAVE DI COLLINA E DI MONTAGNA.....	14
4.1.1.	Cave di calcare, gesso, arenaria	14
4.1.2.	Cave di pietra da taglio (calcare, arenaria).....	27
4.1.3.	Cave di argilla ed arenaria (tufo)	27
4.1.4.	Cave di detrito	32
4.2.	CAVE DI PIANURA.....	35
4.2.1.	Cave di sabbia e ghiaia nei terrazzi alluvionali rialzati.....	35
4.2.2.	Cave di sabbia e ghiaia nelle alluvioni di fondovalle.....	41
5.	SPECIFICHE TECNICHE ESECUTIVE.....	53
5.1.	SCAVO, CONSERVAZIONE E RIPORTO DEL TERRENO VEGETALE.....	53
5.1.1.	Provenienza e caratteristiche del terreno vegetale.....	53
5.1.2.	Scavo, conservazione e posa in opera del terreno vegetale	55
5.2.	RACCOLTA E SMALTIMENTO DELLE ACOUE	61
5.2.1.	Canali di guardia.....	61
5.2.2.	Canalette di drenaggio	62
5.2.3.	Canali di smaltimento	62
5.3.	SEMINE DI SPECIE ERBACEE ED ARBUSTIVE	64
5.3.1.	Semine manuali a spaglio	64
5.3.2.	Semine potenziate.....	64
5.3.3.	Mantellate artificiali	65
5.3.4.	Stuoie anti-erosione.....	66
5.4.	PIANTAGIONI	66

1. Il contesto topografico e morfologico delle cave

Le attività estrattive, con particolare riferimento ai minerali di II categoria, sono riscontrabili nel territorio in tutti i contesti topografici e morfologici.

Tra le tante classificazioni possibili, funzione ad esempio della morfologia, della geologia del giacimento o delle tecniche di escavazione, la classificazione scelta è quella tradizionale, funzione della localizzazione dell'area estrattiva in rapporto con il contesto morfologico, attraverso l'individuazione di due contesti morfologici: *montagna/collina* e *pianura*.

Ciò premesso, in dipendenza della geomorfologia dei luoghi, le tipologie di cava possono essere classificate secondo il seguente schema:

Cave di monte	– di versante – culminali
Cave di pianura	– chiuse – aperte

1.1. Cave di monte

Inserite in un contesto collinare-montuoso, sono caratterizzate da un'accentuata visibilità dal territorio circostante, sia per il disegno di scavo, sia per la posizione generalmente a quota più elevata rispetto al circostante contesto. Richiedono infrastrutture di servizio (piste di accesso e di servizi) che generalmente intaccano le pendici del rilievo con sbancamenti che risultano spesso deturpanti, pur se di limitate dimensioni.

L'appartenenza ad una delle categorie sopra elencate è determinata dalla posizione dello scavo rispetto alle pendici del versante originario.

1.2. Cave di versante

Le cave di versante sono cave che interessano un rilievo, sviluppandosi a partire dal piede dello stesso (ed allora si può parlare di cave pedemontane), oppure si sviluppano su di un fianco di un pendio, a mezza costa (ed allora si può parlare di cave a mezza costa).

Le cave pedemontane sono situate alla base del rilievo; la quota più bassa dei lavori, in genere il piazzale principale, si trova sulla pianura antistante il rilievo. Stante ciò, le piste di accesso alla cava sono situate in pianura e quelle di accesso ai fronti sul versante. I fronti di coltivazione si sviluppano a quote superiori alla pianura con l'impatto visivo legato alla loro altezza ed agli elementi mascheranti utilizzati (quinte temporanee, alberature).

Nel caso di attività estrattive che comportino l'asportazione dell'intero rilievo, si parlerà di cave pedemontane se la tipologia di abbattimento comporta inizialmente l'apertura di fronti a partire dal piano campagna; di contro si parlerà di cave di monte culminali quando l'asportazione dell'intero rilievo avrà inizio con l'apertura dei fronti dalla sommità del rilievo stesso procedendo nella coltivazione dall'alto verso il basso.

Vengono definite *cave a mezza costa* quelle aperte sul fianco del pendio. I fronti di abbattimento, il piazzale principale, le vie di accesso e dei servizio sono collocate interamente sul versante. Questa collocazione determina un'elevata visibilità e conseguente impatto paesaggistico. Appare opportuno, in ogni tipologia ma in particolare per le cave a mezza costa, effettuare la progettazione partendo dal diagramma polare di impatto con la determinazione dei coni di visibilità e quindi della carta di visibilità che consentirebbe la progettazione preliminare di elementi di occultamento e mascheramento di sicuro risultato.

1.3. Cave culminali

Situate nella zona sommitale del rilievo ovvero su crinali principali o secondari del sistema collinare o montuoso. A seconda della metodologia di abbattimento/coltivazione l'impatto visivo può essere più o meno alto. L'uso di metodi di coltivazione a splateamento determina un impatto visivo legato ai fronti ridotto pur mantenendo inalterato l'impatto legato al cambiamento della linea di sky-line.

Nella realtà provinciale, si ha difficoltà ad individuare con precisione la tipologia di cava delle cave esistenti, perché lo stato attuale risulta chiaramente la conclusione di un lungo processo.

In particolare, non è infrequente trovarsi in presenza di cave di monte culminali con fronti subverticali nate come cave di versante a mezza costa o addirittura come cave di versante pedemontane, che con l'arretramento del fronte hanno interessato una quota sempre maggiore, fino a divenire cave di monte culminali.

1.4. Cave di pianura

Inserite in un contesto pianeggiante, sono caratterizzate dall'averne uno o più fronti di cava ad un livello inferiore del piano campagna. Esse risultano praticamente invisibili dal territorio circostante se non da punti elevati e privilegiati dal punto di vista del godimento del paesaggio.

Con una visibilità piuttosto ridotta, l'impatto più marcato sull'ambiente è costituito dalle eventuali conseguenze indotte sugli acquiferi sottostanti.

La suddivisione in categorie "chiusa" o "aperta" è funzione della limitazione perimetrale offerta dai fronti di cava.

1.5. Cave di pianura chiuse

Le cave di pianura chiuse sono usualmente limitate da 4 fronti ed operano ad un livello inferiore rispetto al piano campagna circostante.

Il classico esempio di tale categoria è costituito dalle cave a fossa.

Esse sono caratterizzate dalla presenza di piste/rampe che collegano i livelli della cava con il livello di pianura costruite per modellamento durante la fase di coltivazione.

Come metodologia di abbattimento le cave a fossa possono essere classificate come cave coltivate secondo metodi a platee, orizzontali o inclinate.

Nella realtà provinciale si hanno molteplici esempi di cave di pianura chiuse, principalmente costituite da di ghiaia e sabbia, localizzate in corrispondenza di depositi fluvio-lacustri.

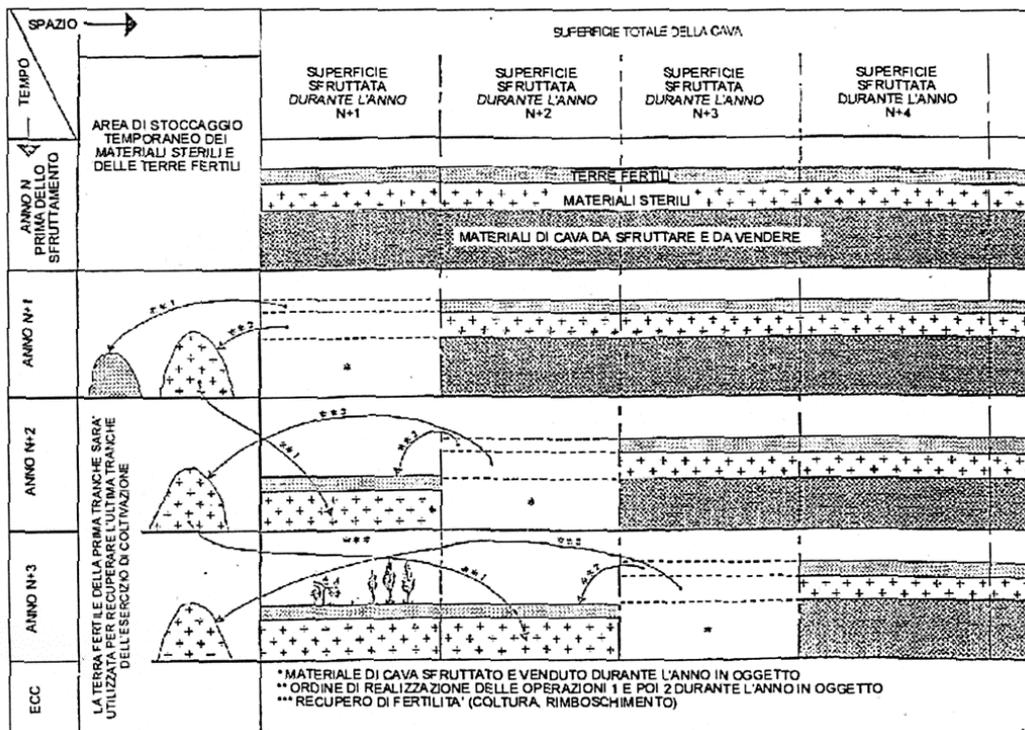
La ricomposizione ambientale dovrà andare di pari passo con la fase di coltivazione: suddividendo l'intervento in più lotti funzionali, l'inizio della coltivazione del terzo lotto è vincolato al completamento della fase di ricomposizione ambientale del primo lotto.

1.6. Cave di pianura aperte

Le cave di pianura aperte sono usualmente limitate da 1 fronte o altrimenti non sono limitate su nessun lato ad un livello inferiore rispetto al piano campagna.

Classico esempio di cave di pianura aperte sono le cave che interessano, in zona pianeggiante – collinare, l'asportazione di dossi caratterizzati da limitata quota, e che possono avere anche ampie estensioni, dell'ordine dell'ettaro.

Anche in tal caso la ricomposizione ambientale dovrà andare di pari passo con la fase di coltivazione: suddividendo l'intervento in più lotti funzionali, l'inizio della coltivazione del terzo lotto è vincolato al completamento della fase di ricomposizione ambientale del primo lotto.



Schema rappresentante l'evoluzione dei lavori, nello spazio e nel tempo, che deve esser prevista nel progetto, in presenza di uno strato intermedio sterile fra "coltura" ed utile. N.B. Il volume del materiale in mucchio risulta molto maggiore (+50%) di quello del materiale in posto, e questo è un vantaggio per recuperare un po' del dislivello lasciato

2. Tecniche di coltivazione

Per *metodo di coltivazione* si intende la sequenza di escavazione ed abbattimento che caratterizza lo sfruttamento del giacimento.

È necessario, prima di elencare i vari metodi di coltivazione, classificare la gerarchia che caratterizza le possibili suddivisioni di un giacimento, a livello di sfruttamento.

- **Livello** – È una porzione del giacimento delimitata da piani orizzontali, individuabile in base alla sua completa autonomia a livello di produzione; è servito da tutte le infrastrutture necessarie per la produzione.
- **Pannello** – Il livello è suddivisibile in porzioni mediante pannelli; i pannelli sono le porzioni di livello suddivise tramite piani verticali. A differenza del livello è caratterizzato da autonomia nella sola fase di abbattimento, mentre per le fasi di caricamento e trasporto i pannelli di un livello utilizzano le infrastrutture del livello di appartenenza. È suddivisibile in platee o fette verticali.
- **Platea** – È una fetta orizzontale con le componenti di larghezza e profondità prevalenti rispetto all'altezza.
- **Fette verticali** – È una fetta con le componenti di larghezza ed altezza prevalenti rispetto alla profondità.
- **Gradone** – È una unità operativa ove si effettua l'abbattimento. Per la sua definizione è un elemento che non identifica una realtà statica, ma dinamica.

Una platea può essere coltivata con un unico gradone o con più, in funzione delle caratteristiche geomeccaniche della formazione interessata e dell'altezza della platea.

- **Volume elementare** – È l'elemento base della progettazione ed è dipendente dalla tecnica di produzione adottata.

La tabella che segue (Tab. 1) suddivide in maniera schematica e semplificata i vari metodi di coltivazione.

Metodi a gradoni	Platee orizzontali	- a gradone unico - a gradoni multipli
	Fette verticali	- a trincee discendenti
Metodi a platee	Platee orizzontali	

Metodi a gradoni	- A gradone unico
	- A gradone multiplo
Metodi a platee	- A splateamenti successivi (a fossa)
	- A splateamenti contestuali (ad imbuto)

Tab. 1: Suddivisione delle metodologie di coltivazione

2.1. Metodi a gradoni

2.1.1. A gradone unico

Il giacimento è costituito da un unico livello la cui altezza coincide con quella del gradone. Metodo diffuso su cave di modeste dimensioni per la coltivazione di giacimenti con geometria stratiforme. In tali casi il livello coincide con la platea, e il più delle volte non esiste suddivisione in pannelli. Stante la limitata altezza della platea, essa viene coltivata con un fronte unico di un unico gradone.

Dal punto di vista esecutivo, si procede con la definizione del giacimento e con l'asportazione della vegetazione sovrastante. Una volta scoperto il giacimento, si apre il fronte con un unico gradone.

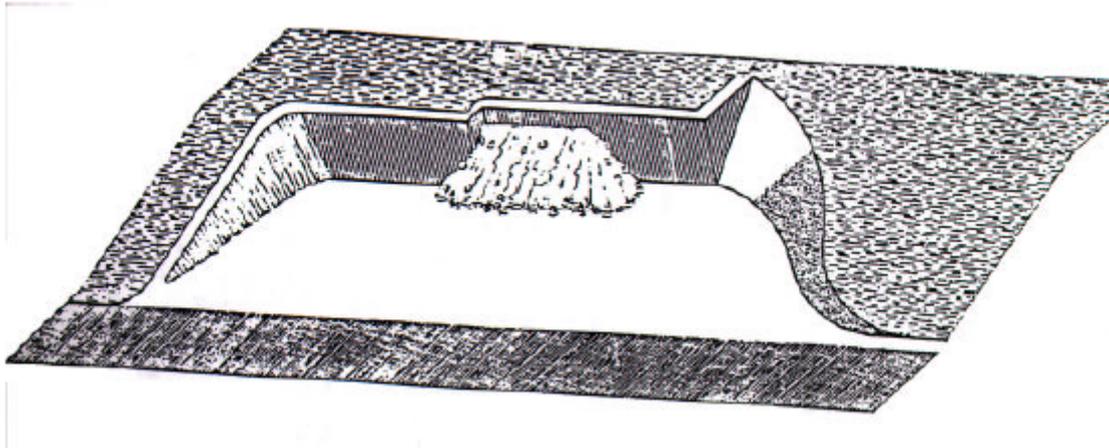


Figura A: Cava a gradone unico - schema

Tale tecnica può anche essere definita come splateamento su unico gradone, con giacimento costituito da un unico livello coincidente con la platea.

Nel caso in cui la coltivazione sia effettuata con esplosivi e sia necessario perciò agire dall'alto, il collegamento fra gradone e piazzale è garantito da una pista che si sviluppa lungo il bordo del gradone stesso, consentendo così il passaggio di uomini e mezzi. Lo stoccaggio e la movimentazione dei materiali avviene nell'unico piazzale antistante il livello.

L'altezza del fronte dipende dalla tecnologia di abbattimento utilizzata (mezzi meccanici od esplosivo) e varia generalmente tra i 10 ed i 15 metri. Nel rispetto di tali altezze e nel caso di cave di monte, l'impatto di questo metodo di coltivazione è modesto con l'accortezza dell'interposizione di quinte rocciose alla vista da valle.

Tale metodo di coltivazione è caratteristico per le cave di monte culminali, con giacimenti di limitata altezza, e per le cave di pianura aperte.

2.1.2. A gradoni multipli

Metodo caratterizzato tipicamente dall'abbattimento mediante uso di esplosivo e più raramente con martelloni idraulici.

I livelli possono essere più di uno, e vengono suddivisi in platee con altezze variabili generalmente comprese tra i 10 ed i 30 metri.

Nella realtà provinciale si hanno per lo più coltivazioni che interessano un solo livello.

Le platee potranno essere coltivate con gradoni singoli o con più gradoni, in funzione delle caratteristiche geomeccaniche e dell'altezza della platea.

Lo splateamento può avvenire mettendo in produzione più platee contemporaneamente, tipicamente partendo dal basso, ovvero la coltivazione può procedere dall'alto verso il basso, e in questo caso viene messa in produzione una sola platea per volta, e solamente al termine della coltivazione della platea in produzione si può passare alla successiva. Nel caso di più platee in produzione i gradoni sono usualmente caratterizzati da una limitata pedata, tanto che il materiale caduto da un qualsiasi gradone si raccoglie nel piazzale di base. Questo presuppone che la geometria dei gradoni sia tale che l'angolo di cava sia maggiore dell'angolo di natural declivio del materiale abbattuto. Stante la geometria della

cava, di tutto il volume abbattuto solo una parte secondaria (circa il 20% del totale) rimane sui gradoni e viene spinta giù con mezzi meccanici.

Il metodo viene applicato laddove è presente un giacimento litoide coerente (quindi mai in presenza di sabbia), a causa dello sviluppo subverticale dei fronti.

Se l'estensione dei fronti è abbastanza grande si può pensare di fare una suddivisione in pannelli.

Nel caso in cui la coltivazione interessi contemporaneamente tutte le platee con più gradoni, tale metodo di coltivazione è indicato anche come coltivazione per gradoni vincolanti montanti.

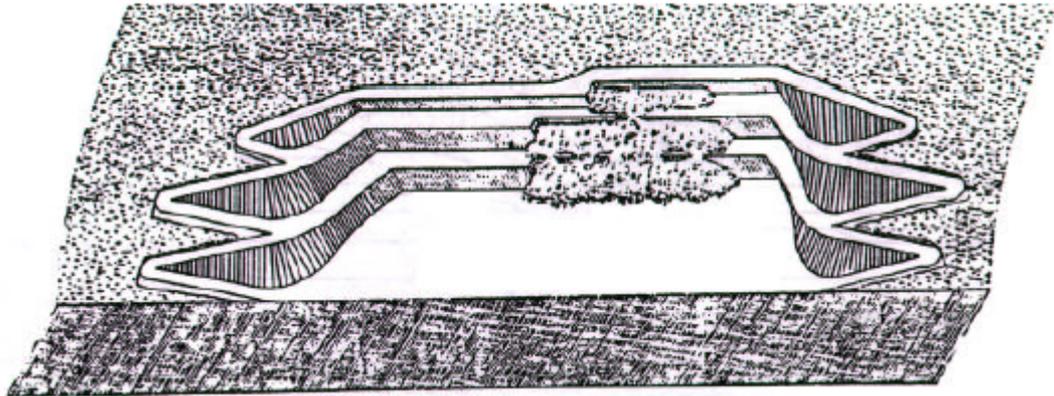


Figura B: Cava a gradoni multipli - schema

Tale metodologia di coltivazione, a fronte di una serie di vantaggi immediati, rappresentati dalla minima movimentazione del materiale (che raggiunge il piazzale per gravità), dal minimo investimento iniziale e dalla immediata produzione, presenta però una serie di problematiche:

- difficoltà a garantire la sicurezza delle lavorazioni, dovendo i mezzi d'opera operare spesso in spazi angusti ed essendo spesso le pareti subverticali e di notevole altezza;
- complessità nella gestione del cantiere stesso;
- notevole impatto ambientale paesaggistico.

L'impatto ambientale è pesante e il ripristino è di per sé difficile, a causa dei pendii ripidi e della stabilità delle opere (le rampe), ed inoltre la ricomposizione non è anticipabile: la si può eseguire solo nelle fasi finali di coltivazione, o a coltivazione finita.

Le opzioni previste nella coltivazione sono due: avanzamento con fronte parallelo (che è quella fin qui esaminata) e avanzamento con rotazione del fronte. Quest'ultimo metodo è stato messo a punto per esigenze ambientali e dei trasporti interni.

Con la rotazione dei fronti, l'impatto ambientale è ridotto rispetto al metodo precedente in quanto i fronti sono meno esposti, si ha una sola rampa e si abbatte per tutta la lunghezza del fronte. Le vie di accesso al fronte si realizzano man mano che questo avanza: talvolta si può creare una rampa intermedia a metà dell'opera, con il vantaggio di poter recuperare tutta l'area compresa tra la vecchia e la nuova.

Le cave coltivate con la metodologia di coltivazione per gradoni vincolanti montanti nascono come cave di monte pedemontane o di versante, e la coltivazione inizia chiaramente dal basso per progredire arretrando e interessando le zone a quota immediatamente superiore. Tali cave perciò si trasformano addirittura in cave di monte culminali, con fronti subverticali.

Nel caso in cui la coltivazione interessi solamente una platea per volta, eventualmente suddivisa in uno o più gradoni o microgradoni, lo splateamento avviene dall'alto verso il basso: solamente al termine della coltivazione della platea si può passare alla successiva. Tale metodo di coltivazione viene anche indicato come coltivazione a gradoni per trincee orizzontali discendenti.

A fronte di un piccolo svantaggio costituito da una spesa iniziale superiore rispetto al caso precedente, dovuta alle spese di creazione delle piste di arrocco maggiori, si hanno vantaggi notevoli legati alla possibilità di effettuare un recupero contestuale alla coltivazione, senza la necessità di attendere il termine della produzione. Inoltre la gestione del cantiere è semplificata, e si riducono i rischi nelle lavorazioni. La visibilità del fronte di cava è limitata poi al solo o ai soli gradoni in attività. Tale impatto visivo può essere ancora ridotto lasciando in posto quinte di materiale.

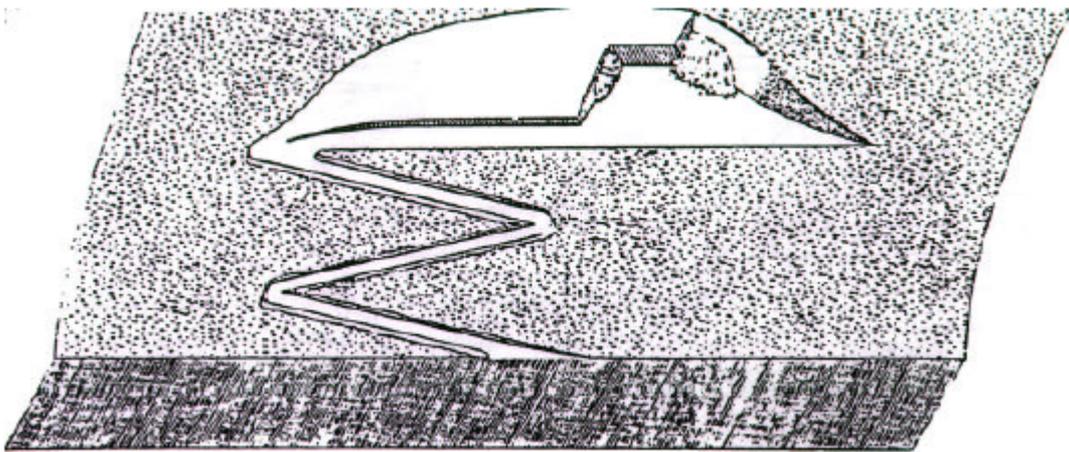


Figura C: Cava a splateamento su gradone unico - schema

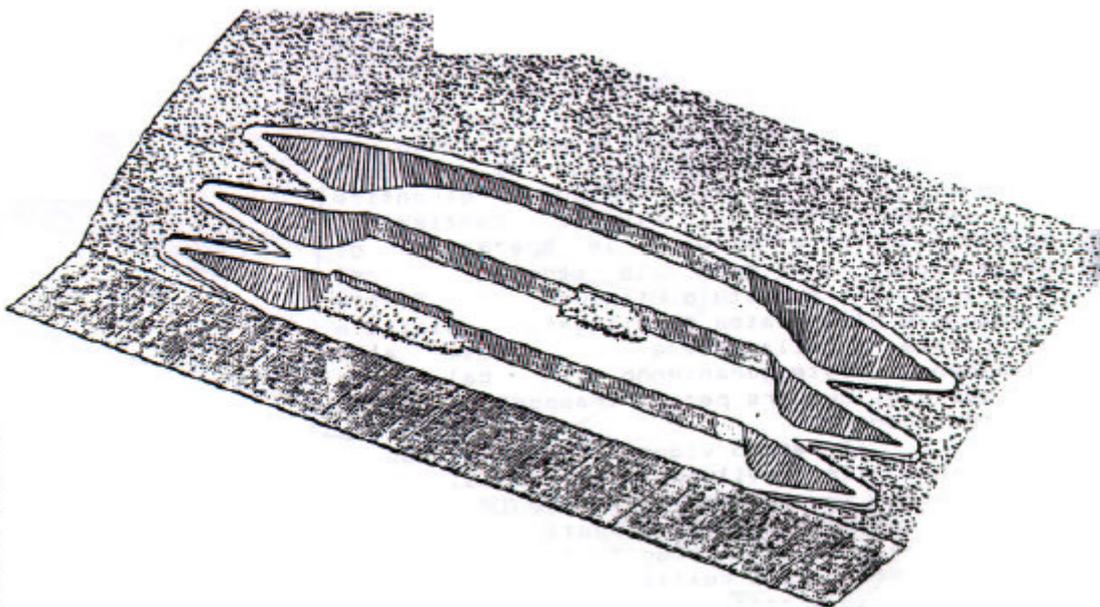


Figura D: Cava a splateamento su gradoni multipli

2.2. Metodi a platee

La tecnica di coltivazione a platee è tipica di cave di pianura chiuse, nel contesto morfologico della pianura, utilizzata per materiali sciolti o debolmente coerenti, con escavazione diretta con macchine utilizzate nei lavori di movimento terra, ma può essere adattata anche per cave di monte.

Usualmente il giacimento coincide con l'unico livello, e la coltivazione interessa una o più platee.

Si suddividono due tecniche differenti: a splateamenti successivi e a splateamenti contestuali.

Mentre in pianura assumono la tipica configurazione a fossa in contesto montano una cava può essere coltivata inizialmente a gradoni con formazione del piazzale e delle quinte rocciose per poi approfondirsi con il metodo a platee orizzontali, costituendo di fatto un metodo ibrido di coltivazione poco impattante.

2.2.1. A splateamenti successivi

Il giacimento è un solo livello, costituito da una o più platee, platee che vengono coltivate ognuna con un unico gradone in successione, dall'alto verso il basso.

Le cave a fossa rappresentano la classica coltivazione a splateamenti successivi. Nella realtà provinciale usualmente tale tecnica viene applicata per depositi fluvio lacustri di ghiaia e sabbia o argilla, sia ad una platea che a più platee.

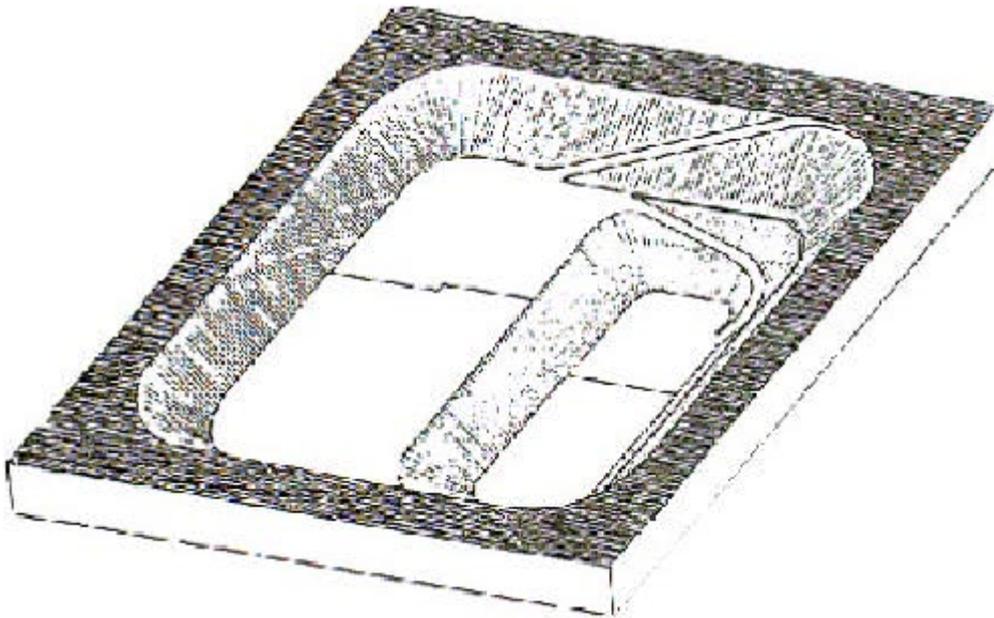


Figura E: Cava a fossa: metodo a platee orizzontali – splateamenti successivi.

2.2.2. A splateamenti contestuali

Il giacimento è costituito da più platee che vengono coltivate contestualmente. Partendo dall'alto, si inizia la coltivazione della seconda platea nel momento in cui la prima platea è stata coltivata per una superficie sufficiente a permettere l'inizio della produzione della seconda platea. Col progredire del tempo entrano in produzione sempre più platee, fino a raggiungere la terminazione del giacimento.

La progressione della escavazione è perciò lungo le tre dimensioni dello spazio fino al raggiungimento del letto del giacimento, quindi la progressione sarà orizzontale fino all'interessamento dell'intera superficie del giacimento.

Le cave ad imbuto rappresentano la classica coltivazione a splateamenti contestuali.

Nella realtà provinciale tale tecnica non è applicata, è semmai rilevabile in alcune cave di argilla nel quale si tengono in produzione diversi livelli di argilla per la differenziazione del materiale.

Tale tecnica di coltivazione si può modificare ed opportunamente trasportare per le cave di monte culminali o di versante, mediante la tecnica del "glory hole". Tale tecnica è caratterizzata dalla creazione di una galleria sub- orizzontale a quota impianti.

Questo metodo di coltivazione di cava è possibile solo in presenza di un giacimento dalle buone caratteristiche geomeccaniche, essendo presente una porzione in sotterraneo.

La galleria orizzontale dovrà essere raccordata con il fornello verticale. La coltivazione prosegue secondo lo schema sopra riportato, con l'eccezione dell'asportazione del materiale escavato che avviene attraverso la galleria orizzontale posta alla base del giacimento, con evidente riduzione dell'impatto connesso alla mancata costruzione di strade di accesso per la movimentazione del materiale legata ai vantaggi dell'applicazione della tipologia a fossa in un contesto culminale-montano (bassa visibilità).

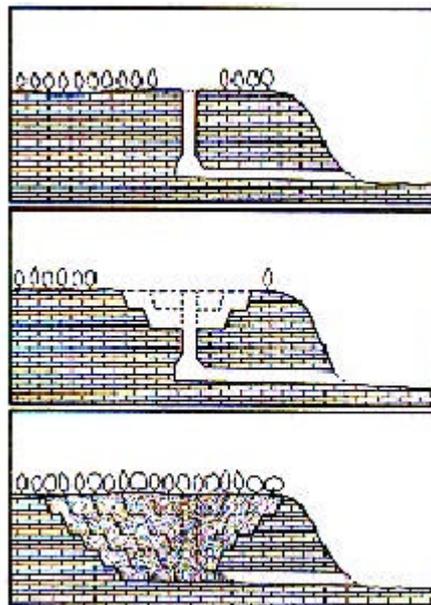


Figura F: Cava ad imbuto con fornello

2.3. Metodi per lotti con rotazione del fronte

Può applicarsi sia ai metodi per gradoni che per platee e costituisce una variante ai tradizionali metodi di coltivazione. Rappresenta uno dei migliori metodi nei casi in cui sia

necessario ridurre l'impatto visivo e consiste nel far procedere l'avanzamento del fronte secondo direzioni più o meno ortogonali alle direzioni di maggiore visibilità della cava.

Le tecniche di coltivazione "a gradoni per trincee orizzontali discendenti" ed ancora di più quelle ad "imbuto", ubicate in posizione culminali o anche di versante si prestano ad un'efficace ricomposizione delle aree di cava.

Va posta particolare attenzione alle zone di raccordo morfologico con le forme e le caratteristiche del rilievo non interessato dall'attività di cava, da realizzare su tutto il perimetro e possibilmente senza soluzione di continuità.

Assunto come criterio generale prioritario la ricopertura totale dei fronti di coltivazione, per l'efficace ricomposizione ambientale/recupero è necessario che il profilo finale del pendio, in ogni caso compatibile con l'analisi di stabilità, assuma anche pendenze compatibili con l'angolo di riposo del terreno di riporto.

Nel caso di cave di monte culminali inoltre è opportuno che il profilo finale ridisegni per quanto possibile tutto lo sky-line della cava.

Al termine della coltivazione si deve tendere a non rendere visibili le gradonature di abbandono dei fronti di coltivazione mediante l'abbattimento dei cigli dei gradoni stessi e successivo riporto di terreno vegetale.

Nel caso in cui la coltivazione contempra l'utilizzo di quinte temporanee di copertura, l'abbattimento di tali quinte sarà successivo alla ricomposizione totale della gradonatura mascherata dalle stesse.

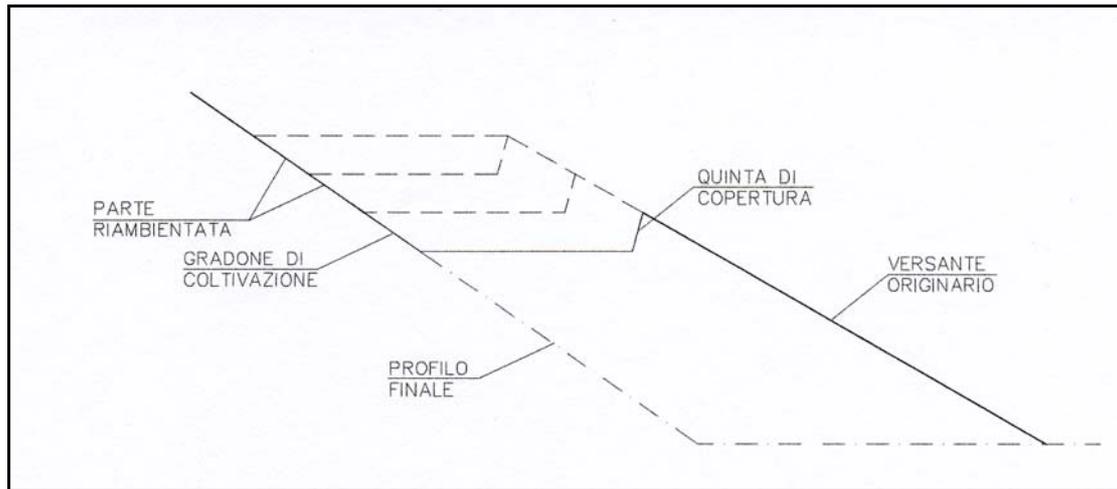
Per le cave di monte coltivate a platee o gradoni, il ripristino morfologico dovrà consistere nella ulteriore formazione di platee o gradoni secondari, ciascuno di 3,0 ml di altezza massima, realizzati dall'alto verso il basso.

Tenuto conto che l'altezza della singola platea varia in funzione del sistema di abbattimento utilizzato (usualmente compreso tra i 4,0 ml e i 12,0 ml, rispettivamente con mezzo meccanico o esplosivo), di norma l'altezza di ogni singola fase non dovrebbe essere superiore ai 9,0 ml.

I tre gradoni così creati, di altezza non superiore a 3,0 ml, dovranno essere ancora ulteriormente suddivisi con ulteriori microgradonature per consentire la stabilizzazione del terreno di riporto in accordo sia con le necessità delle specie vegetali da impiantare sia con le condizioni di stabilità morfologica del pendio finale.

Creata la microgradonatura di cui sopra si dovrà procedere all'intervento finale di naturalizzazione, mediante l'apposizione di materiale arido e quindi terreno vegetale nello spessore idoneo all'impianto delle essenze vegetali da realizzare nella prima stagione utile.

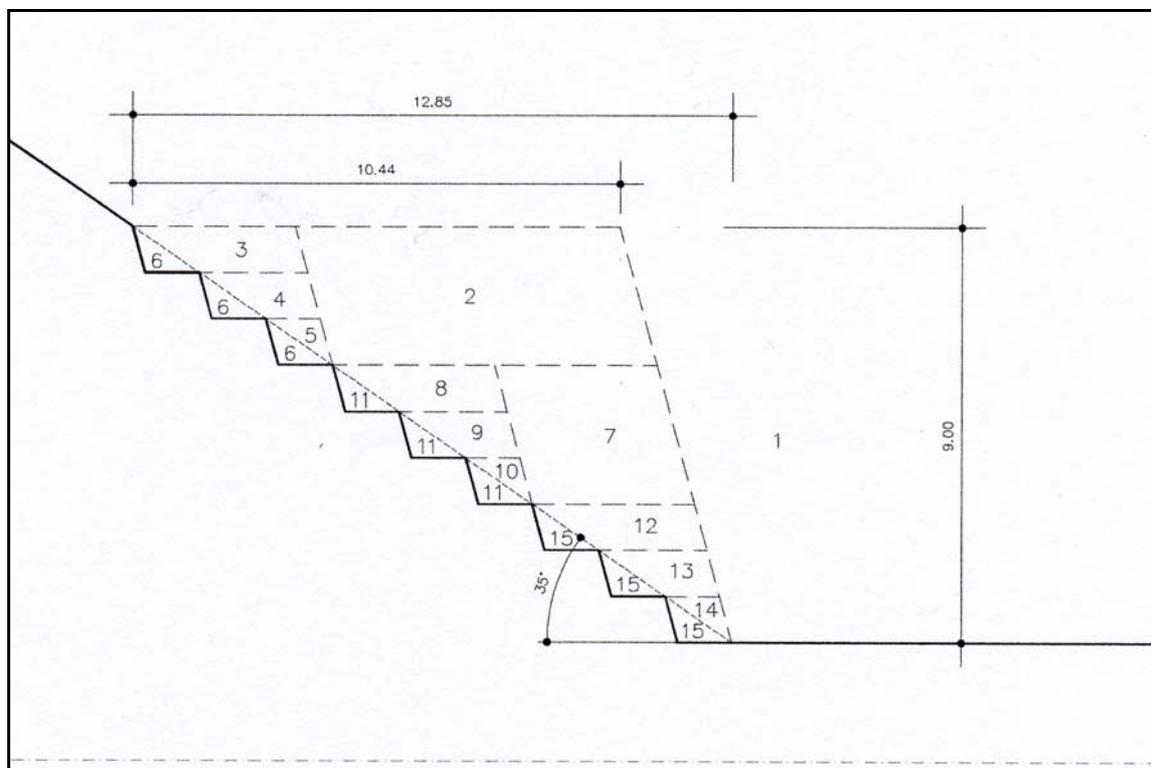
Lo splateamento della platea sottostante potrà iniziare una volta iniziata l'azione di ripristino morfologico, ma l'abbattimento della quinta e l'inizio dello splateamento della terza platea potrà avvenire solamente una volta terminato il ripristino della prima platea.



Schema di coltivazione/ricomposizione con quinta di copertura

L'esempio su riportato, con valore indicativo, può essere applicato anche ad altezze superiori di ogni singola platea mantenendo inalterati i rapporti. Lo stesso criterio può essere applicato alla coltivazione a gradoni dall'alto verso il basso con quinte di copertura, può essere facilmente traslato anche al caso di coltivazione a platee ad imbuto.

Per chiarire quanto illustrato si riporta lo schema seguente schema dei lavori di ripristino morfologica di ciascuna platea di coltivazione (platea di coltivazione: 1; scavi :2÷5, 7÷10, 12÷14; riporti: 6-11-15).



Ripristino morfologico di ciascuna platea di coltivazione.

Per il ripristino delle condizioni di naturalità è di fondamentale importanza che sia garantita nel tempo la manutenzione delle opere in verde.

Al riguardo, soprattutto per versanti esposti verso Sud e specialmente per cave di calcare, oltre alla necessaria alimentazione idrica di soccorso è opportuno assicurare la presenza di idonei impianti di irrigazione.

Per il successo dell'attecchimento è preferibile che siano impiantate specie vegetali pioniere ed a rapido accrescimento. Ciò consente la più rapida stabilizzazione delle opere in terra e una rapida copertura vegetale utile all'instaurarsi di un adeguato microclima locale.

Non deve in ogni caso essere sottovalutato che tale rapido accrescimento spesso soffoca o ritarda lo sviluppo delle specie vegetali arboree o arbustive definitive.

È perciò necessario che la manutenzione delle opere in verde preveda oltre l'irrigazione anche i necessari sfalci e/o sarchiatura del terreno.

Stante i lunghi tempi di rinaturazione le opere in verde dovranno essere garantite per almeno 10 anni dall'ultimazione dei lavori di cava.

Tab. 2: Correlazione tra metodi di coltivazione e Tipologia di cave

Metodo di coltivazione	Tipologia di cava
Metodi a gradoni	- A gradone unico Cave di pianura aperte Cave di monte culminali
	- A gradone multiplo Cave di monte culminali Cave di monte di versante Cave di monte pedemontane
Metodi a platee	- A splateamenti successivi (a fossa) Cave di pianura chiuse
	- A splateamenti contestuali (ad imbuto) Cave di pianura chiuse Cave di monte culminali Cave di monte di versante

3. MODALITA' DI RECUPERO AMBIENTALE

Il recupero ambientale delle cave dismesse non può essere affrontato con i criteri classici utilizzati per le opere di giardinaggio o di arredo urbano e stradale, in quanto le caratteristiche morfologiche, litologiche, idrogeologiche, idrologiche ed ambientali delle aree di intervento, sono molto varie e differenziate.

Si tratta infatti di intervenire in aree degradate di medie e grandi dimensioni, con pareti talora molto ripide ed in precarie condizioni di stabilità, oppure in cave allagate, infossate e di difficile accesso per i normali mezzi d'opera.

In alcune cave l'assetto morfologico attuale non può essere modificato, a causa di vari condizionamenti normativi, operativi e di costo.

Talora è già in atto un processo di rinaturalizzazione spontanea ad opera di specie pioniere, tipiche della flora autoctona dell'appennino marchigiano, che hanno interessato una grande parte della superficie degradata.

In questi casi non è opportuno modificare lo stato attuale con interventi di rimodellamento e di rinverdimento, in special modo quando siano garantite le condizioni di stabilità.

Pertanto, in ciascuna cava dismessa, prima della progettazione e della esecuzione dei lavori di recupero ambientale, dovranno essere eseguite indagini di dettaglio per la verifica puntuale della situazione attuale, da cui dipende la qualità e quantità degli interventi.

La quantità e qualità degli interventi è inoltre condizionata dalla **destinazioni finale di utilizzo**, che dovrà essere prestabilita in accordo con le Autorità preposte al rilascio delle autorizzazioni.

Ad esempio, per una destinazione finale di tipo **naturalistico** si dovranno eseguire indagini conoscitive sulla vegetazione, la flora, la fauna, la tessitura e la qualità dei suoli, estese all'ambiente naturale circostante, e rilievi topografici di dettaglio, per la progettazione e la diversificazione delle opere, che non devono alterare l'ambiente naturale dei luoghi.

Devono essere evitate la messa in opera di suoli appartenenti a litologie differenti e le specie vegetali diverse dalla vegetazione e dalla flora autoctona del luogo, nonché forme morfologiche che contrastano con il paesaggio tipico dell'ambiente naturale circostante.

Nel caso di interventi finalizzati all'uso produttivo **agricolo**, si dovranno ripristinare condizioni di composizione, tessitura, fertilità del terreno vegetale e del sub-strato, compatibili con il tipo di coltura che si intende impiantare.

Quando la cava verrà recuperata ad usi **sportivi e ricreativi**, le opere da eseguire saranno soggette a valutazioni molto differenti in rapporto ai regolamenti urbanistici vigenti ed alle esigenze degli utenti.

Ciò premesso, nei successivi capitoli si riportano **metodologie generali e specifiche tecniche esecutive** da utilizzare in parte o totalmente a seconda della destinazione finale di utilizzo, derivanti dalle esperienze acquisite dalla Natur Project nella Regione Marche ed in altre regioni italiane.

4. METODOLOGIE GENERALI

Le **metodologie generali** per gli interventi di recupero ambientale da eseguire nelle cave dismesse della provincia di Pesaro ed Urbino vengono illustrate di seguito, articolate in base alle differenti situazioni morfologiche, litologiche ed ambientali risultanti dall'inventarlo eseguito nel periodo Agosto-Ottobre 1997.

4.1. CAVE DI COLLINA E DI MONTAGNA

4.1.1. Cave di calcare, gesso, arenaria

La crescita delle specie vegetali è strettamente dipendente dalla natura e dalla permeabilità del substrato e dal contenuto di sostanze nutritive nel suolo

Nelle rocce compatte, quali il calcare massiccio, sono molto lenti i processi di degradazione che portano alla formazione di un substrato permeabile idoneo all'insediamento ed alla crescita delle specie vegetali.

Tali processi di degradazione sono più accentuati nelle rocce fratturate e stratificate, in presenza di strati argillosi e ferruginosi, che come noto sono alla base dei processi di formazione dell'humus.

Nella provincia di Pesaro ed Urbino le zone montane e collinari interessate da calcari e calcari marnosi si presentano coperte prevalentemente da bosco ceduo e vegetazione arbustiva; il bosco di alto fusto si insedia in corrispondenza delle conoidi, nelle depressioni, nelle valli esposte a nord, ove le rocce sono coperte da detriti ed alluvioni e quindi si hanno terreno vegetale e substrato di spessori sufficienti per l'apparato radicale delle piante.

Maggiore boscosità si ha nei calcari marnosi intensamente fratturati e stratificati (scaglia bianca, rosata, cinerea), nelle arenarie più o meno cementate, nelle formazioni argilloso-

marnoso-arenacee e nella formazione gessoso-solfifera, per la presenza di alterazioni superficiali con la formazione di suoli con caratteristiche pedologiche migliori.

L'insediamento della vegetazione è anche legato alla piovosità e ventosità del sito, all'altitudine ed all'esposizione dei versanti.

Le condizioni peggiori si hanno in corrispondenza di elevata rocciosità, di scarsa piovosità e di esposizione del versante a mezzogiorno con conseguente elevato tempo di insolazione nei periodi estivi più siccitosi.

L'apertura di cave con la conseguente formazione di pareti rocciose nude, visibili anche a grande distanza, ha determinato un notevole impatto sul paesaggio, che può essere eliminato soltanto con il ripristino della copertura vegetale.

La possibilità di rinverdimento dipende da fattori morfologici ed ambientali, tra di loro strettamente interconnessi.

Di seguito vengono presi in considerazione varie tipologie di recupero ambientale in rapporto alla situazione morfologica della cava ed alla situazione ambientale circostante.

A) Cave a fronte unico, con altezza inferiore a 15 metri

Nelle cave con altezza del fronte inferiore a 15 metri non si prevedono di norma interventi di ampliamento dello scavo, in quanto l'impatto sul paesaggio è molto limitato e non percepibile a media e grande distanza.

Quando la cava si trova all'interno di aree boscate, non sono necessari interventi di rinverdimento, in quanto il processo di rinaturalizzazione spontanea ad opera di specie vegetali pioniere è considerato sufficiente.

L'intervento dovrà essere eseguito quando esistono problemi di stabilità.

In questo caso verranno adottate le metodologie generali schematizzate nella TIPOLOGIA 1 (vedi FIGURE 1 e 2).

Verranno eseguiti i seguenti lavori:

1) Accumulo sul fronte dello scavo dei detriti eventualmente presenti sul fondo, in maniera da costruire un conoide artificiale al piede della parete rocciosa nuda, con lo scopo di un parziale mascheramento.

L'intervento potrà essere eseguito, a seconda dei casi, con escavatore idraulico frontale o pala meccanica o bulldozer.

2) Disgaggio del fronte cava, tramite escavatore idraulico frontale posizionato sul piazzale, oppure sopra il conoide artificiale di cui al punto precedente, oppure con mezzi manuali (palanchini), nei punti inaccessibili da mezzi meccanici.

3) Eventuale fondazione di piccoli gradoni e tasche nelle posizioni favorevoli tramite disgaggio e scavo con martello demolitore montato su escavatore idraulico, oppure con martello demolitore manuale o su servo-sostegno, oppure tramite la perforazione di piccole mine.

4) Eventuale costruzione di rilevato artificiale al piede della scarpata con materiale proveniente dall'esterno, quando il materiale reperito in cava o proveniente dal disgaggio non sarà sufficiente per il ricoprimento della parete previsto in progetto.

5) Riporto di terra vegetale sul conoide ai piedi della parete, sui piccoli gradoni e nelle tasche, da eseguire con escavatore idraulico frontale di sbraccio adeguato e con metodi manuali.

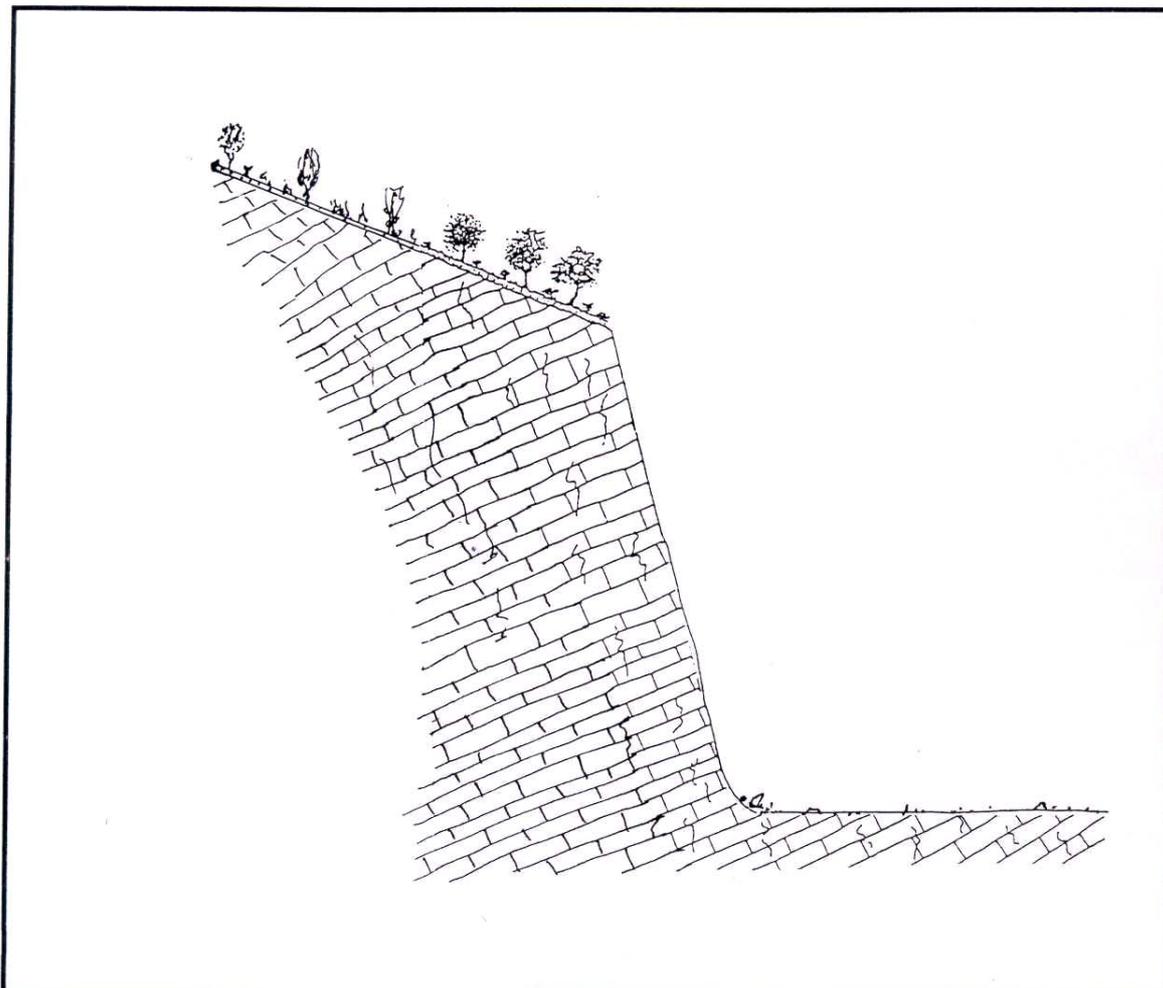
6) Idrosemina potenziata sulla parete, con lo scopo di favorire l'insediamento della vegetazione erbacea ed arbustiva nelle fratture, nei piccoli gradoni e nelle tasche.

7) Piantagione di specie arboree di alto fusto e di specie rampicanti sul rilevato costruito al piede della parete.

Per le opere di rinverdimento verranno utilizzate volta per volta le specie più idonee all'ambiente circostante.

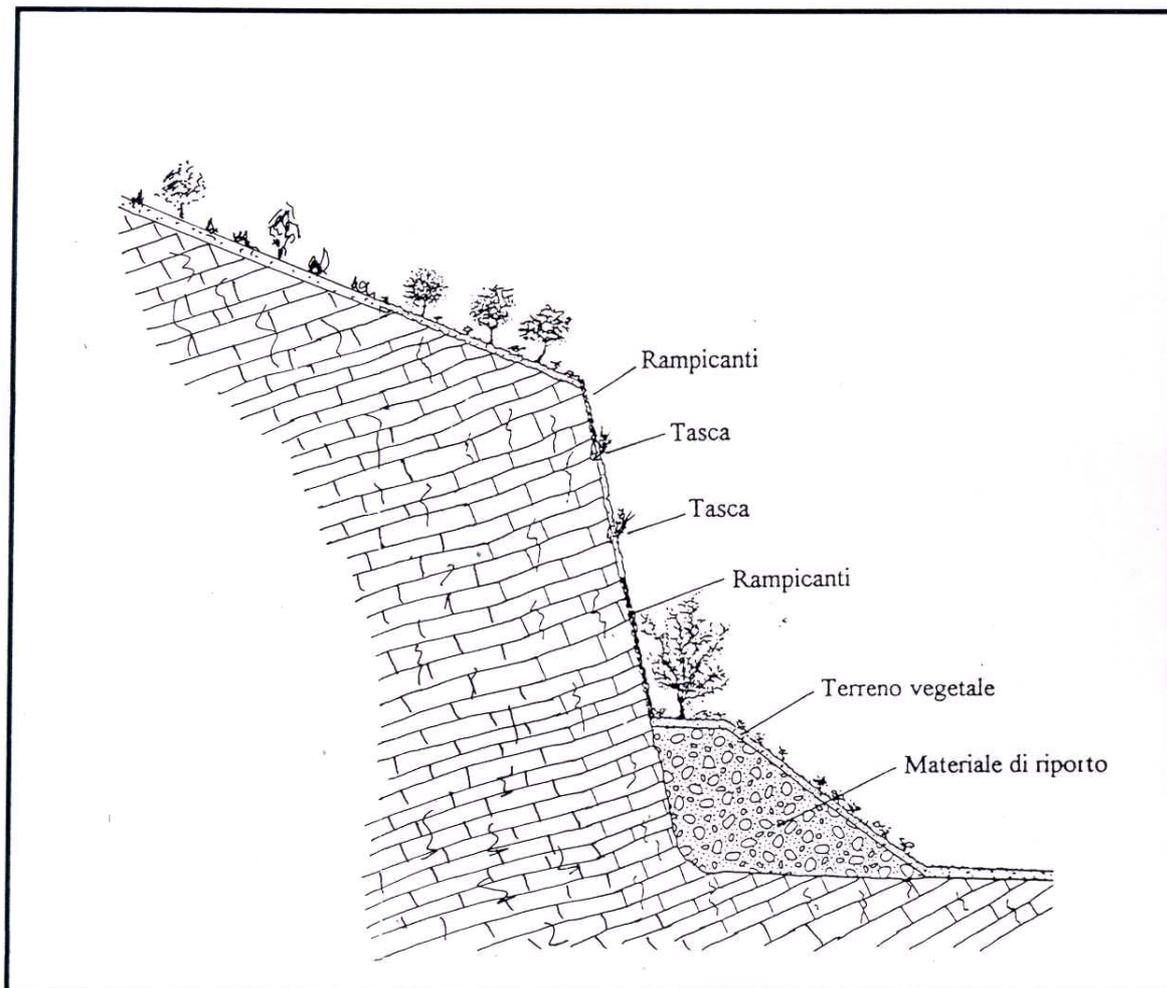
**Cave a fronte unico, con altezza inferiore a 15 metri
(TIPOLOGIA 1)**

**FIGURA 1
STATO ATTUALE**



**Cave a fronte unico, con altezza inferiore a 15 metri
(TIPOLOGIA 1)**

**FIGURA 2
STATO RIPRISTINATO**



B) Cave a fronte unico, di altezza superiore a 15 metri, con Pendenza compresa tra 45° e 60° senza possibilità di ampliamento

Nel caso di cave a fronte unico con altezza superiore a 15 metri e pendenza compresa tra 45° e 60°, ove non sia possibile l'arretramento verso monte per la presenza di vincoli ambientali e territoriali non superabili (bosco di alto fusto, aree edificate, morfologia sfavorevole, ecc.), potrà essere eseguito un intervento misto di scavo e riporto, con lo scopo di una copertura parziale a verde

In fase di progettazione verranno individuati settori della cava ove saranno possibili riporti di detrito e di terreno vegetale, e quindi la ricostruzione di un idoneo substrato per la messa a dimora e la crescita delle specie vegetali, e settori dove verranno formate pareti subverticali nude, del tutto simili a quelle dell'ambiente naturale circostante.

Verranno eseguiti i seguenti lavori:

1) Costruzione di una rampa di accesso sino al ciglio superiore dello scavo, che potrà essere esterna all'area di cava, senza danneggiare l'ambiente naturale circostante, oppure all'interno dello scavo, a seconda delle caratteristiche morfologiche dei luoghi e dell'altezza dello scavo.

2) Rimodellamento del fronte di scavo in maniera da ottenere, per gradoni o fette discendenti, di altezza massima di m 8, scarpate finali subverticali e pedate in contropendenza verso monte, di ampiezza non inferiore m 6.

L'intervento potrà essere eseguito con martellone azionato da escavatore idraulico con sbraccio di m 10 e con piccole mine ove necessario;

3) Eventuale formazione di piccoli gradoni e tasche nelle posizioni sfavorevoli, tramite disaggio e scavo con martello demolitore montato su escavatore idraulico, oppure con martello demolitore manuale o su servo-sostegno, oppure tramite la perforazione di piccole mine.

4) Formazione di conoidi artificiali al piede delle pareti rocciose, ottenendo una copertura totale, quando la distanza orizzontale è sufficiente, oppure una copertura parziale nel caso opposto.

I conoidi artificiali verranno costruiti con materiale abbattuto in cava nella fase di rimodellamento di cui al punto 2, e con materiale proveniente dall'esterno, quando necessario per raggiungere il profilo finale del pendio previsto nel progetto.

5) Riporto di terra vegetale sul conoidi ai piedi delle pareti, sui piccoli gradoni e nelle tasche, da eseguire con escavatore idraulico frontale di sbraccio adeguato e con metodi manuali.

6) Idrosemina potenziata sulla parete, con lo scopo di favorire l'insediamento della vegetazione erbacea ed arbustiva nelle fratture, nei piccoli gradoni e nelle tasche.

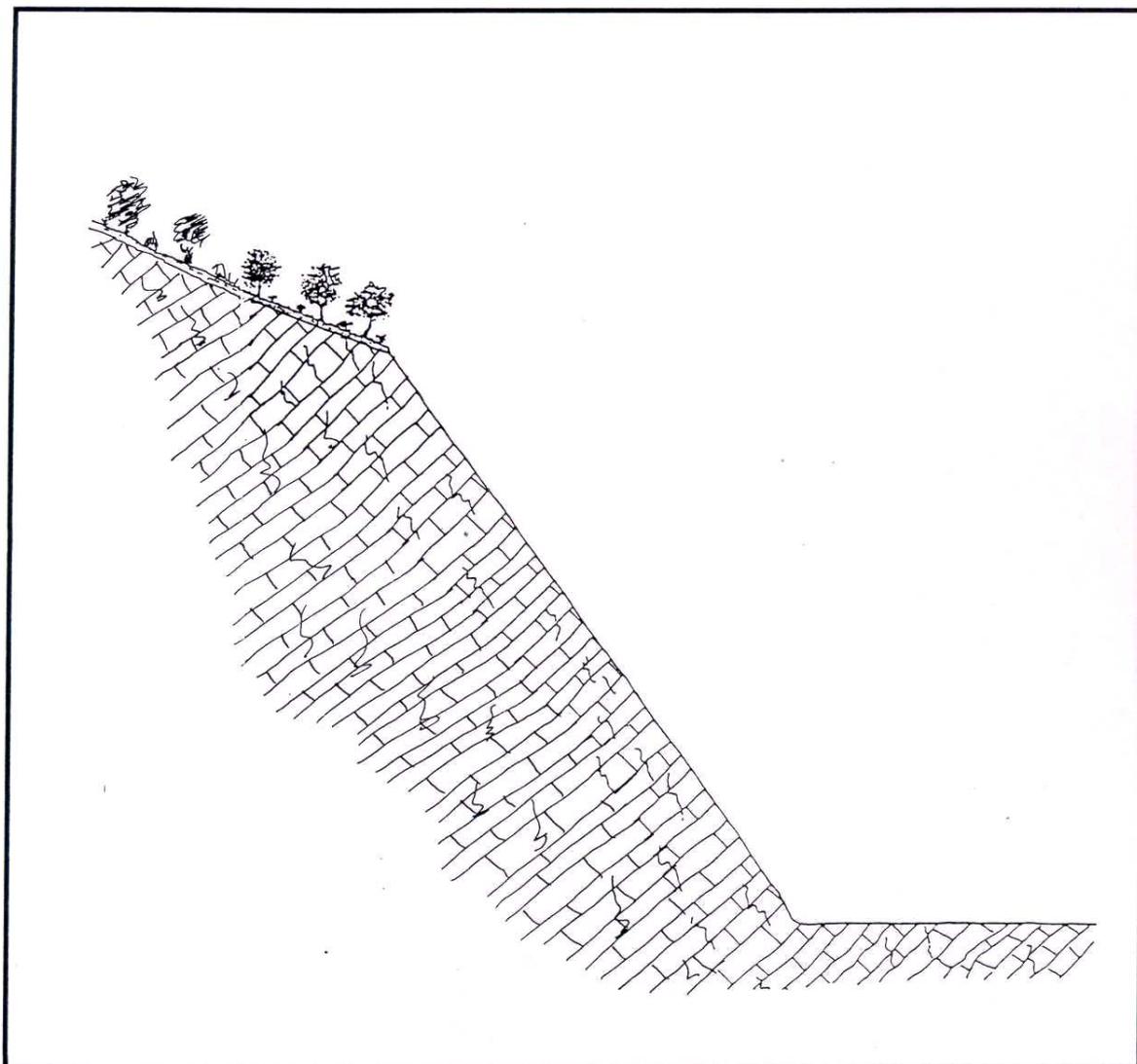
7) Piantagione di specie arboree di alto fusto e di specie rampicanti sulla sommità dei conoidi costruiti al piede delle pareti.

Per le opere di rinverdimento verranno utilizzate volta per volta le specie più idonee all'ambiente circostante.

L'intervento è schematizzato nella TIPOLOGIA 2 (vedi FIGURE 3 e 4).

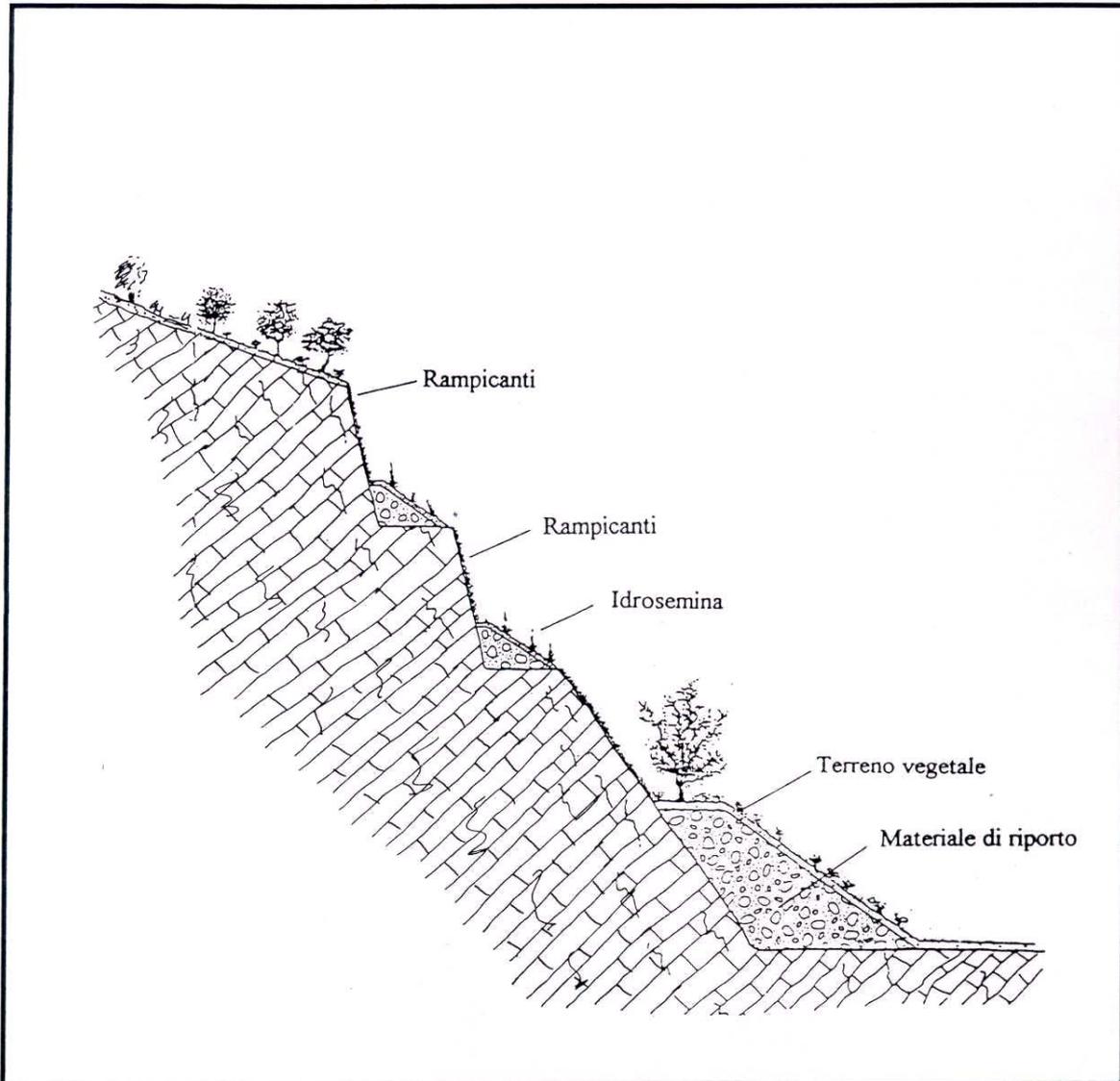
**Cave a fronte unico, di altezza superiore a 15 metri, con pendenza compresa tra 45° e 60°, senza possibilità di ampliamento
(TIPOLOGIA 2)**

**FIGURA 3
STATO ATTUALE**



Cave a fronte unico, di altezza superiore a 15 metri, con pendenza compresa tra 45° e 60°, senza possibilità di ampliamento
(TIPOLOGIA 2)

FIGURA 4
STATO RIPRISTINATO



C) Cave a fronte unico, di altezza superiore a 15 metri, con pendenza inferiore a 45°, senza possibilità di ampliamento

Nel caso di cave a fronte unico di altezza superiore a 15 metri e pendenza inferiore a 45°, potrà essere eseguito un intervento di totale mascheramento, come riportato nella TIPOLOGIA 3 (vedi FIGURE 5 e 6).

Verranno eseguiti i seguenti lavori:

1) Costruzione di una rampa di accesso sino al ciglio superiore dello scavo, all'interno della cava.

In questo caso, essendo la pendenza inferiore a 45° non è necessaria una rampa che interessi i terreni circostanti.

2) Rimodellamento a gradoni di altezza massima di m 5 di tutto il fronte di scavo, eseguito con martellone idraulico, oppure con **micromine sub-verticali, distanti** 1 m tra di loro, con spalla massima di 50 cm, caricate con cartucce di esplosivo di 25 mm di diametro, ad alta velocità di detonazione, in maniera da tagliare la roccia in modo regolare.

Si eviterà in questo modo la formazione di fratture indotte dall'esplosione delle mine, lasciando scarpate dei gradoni sub-verticali e nelle migliori condizioni di stabilità.

Le pedate dei gradoni avranno una larghezza minima di metri 5 e verranno lasciate in contropendenza verso monte, al fine di aumentare la stabilità dei rilevati da costruire per il mascheramento finale delle pareti rocciose.

4) Costruzione di rilevati ai piedi delle pareti di ciascun gradone a scopo di copertura totale, formati da un primo strato di materiale fine limoso-argilloso e quindi da detrito di cava a pezzatura variabile.

5) Riporto di terra vegetale di spessore non inferiore a 20 centimetri sui rilevati di cui sopra e di spessore non inferiore a 50 centimetri sulle superfici pianeggianti sul fondo dello scavo.

6) Idrosemina potenziata sui rilevati di cui sopra di specie erbacee ed arbustive.

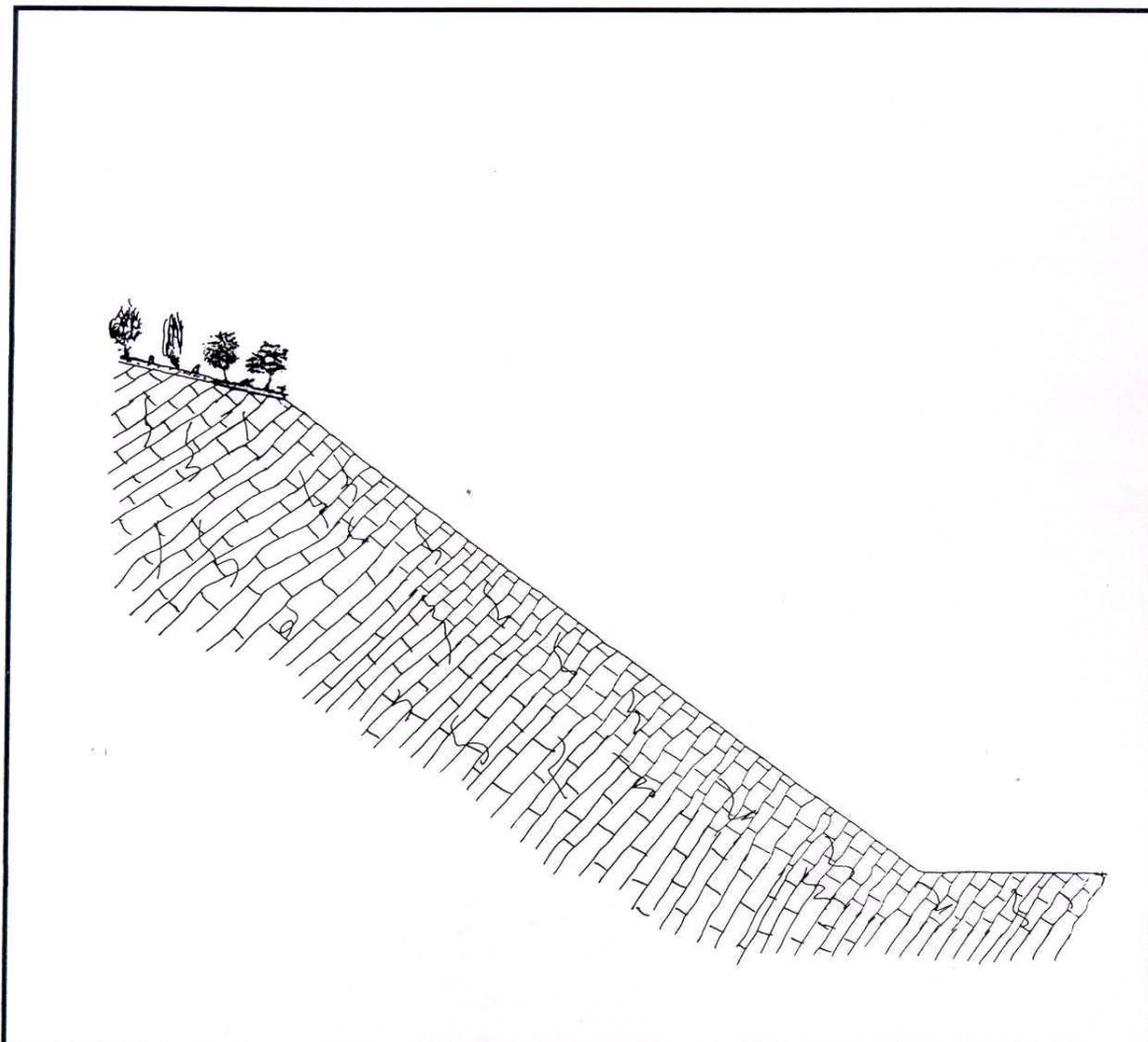
7) Semina manuale a spaglio di specie erbacee ed arbustive sulle superfici pianeggianti sul fondo dello scavo.

8) Piantagione di specie arboree di alto fusto sui rilevati di cui sopra e sul fondo dello scavo.

Per le opere di rinverdimento verranno utilizzate volta per volta le specie più idonee all'ambiente circostante.

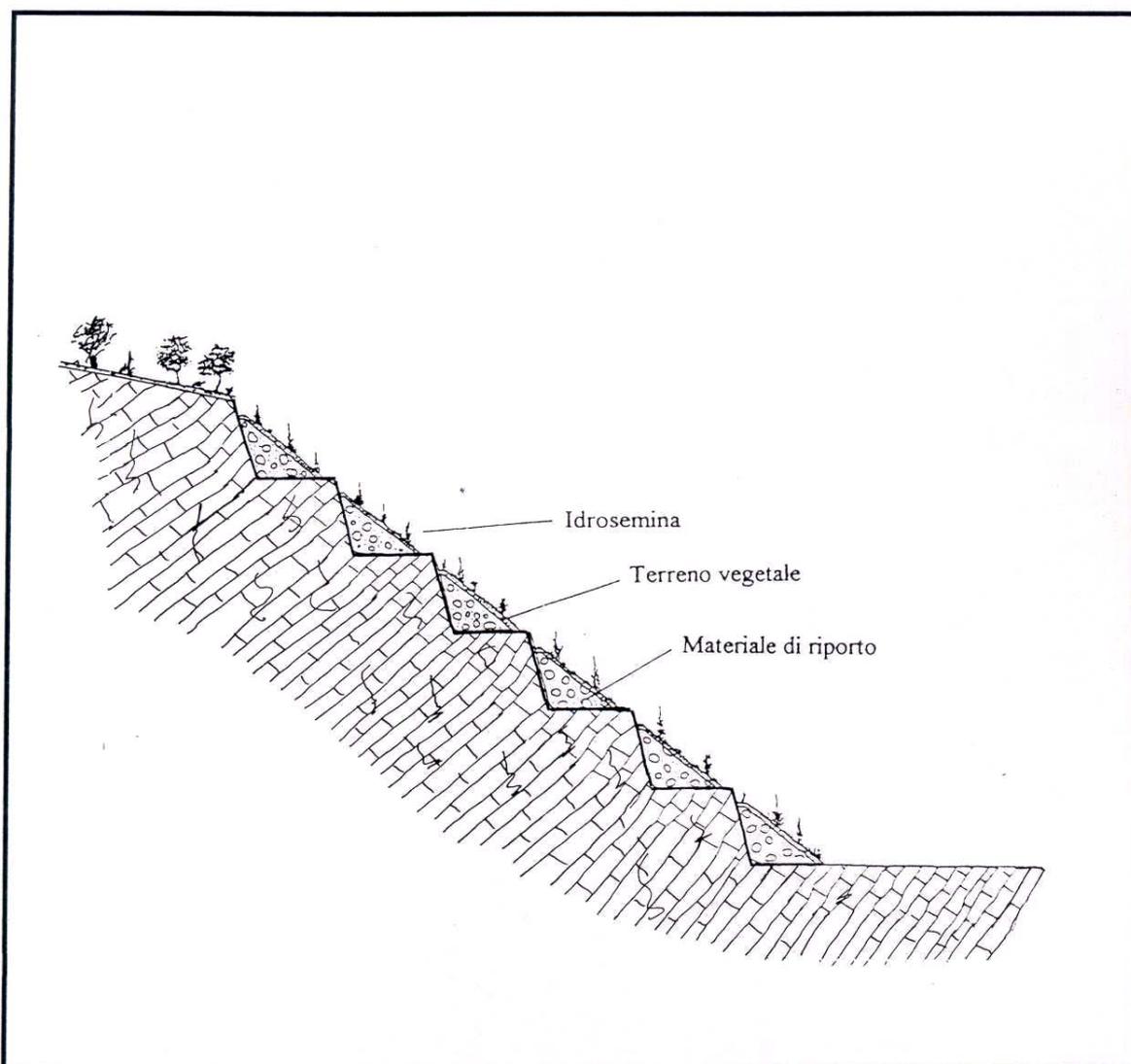
**Cave a fronte unico, di altezza superiore a 15 metri, con pendenza inferiore a 45°,
senza possibilità di ampliamento
(TIPOLOGIA 3)**

**FIGURA 5
STATO ATTUALE**



**Cave a fronte unico, di altezza superiore a 15 metri, con pendenza inferiore a 45°,
senza possibilità di ampliamento
(TIPOLOGIA 3)**

**FIGURA 6
STATO RIPRISTINATO**



D) Cave a fronte unico, di altezza superiore a 15 metri, con possibilità di ampliamento

Nel caso di cave a fronte unico di altezza superiore a 15 metri, anche con pendenza subverticale, ove tuttavia sia possibile l'arretramento verso monte, in quanto si dispone del terreno e non esistono vincoli e limitazioni d'uso, può essere eseguito un intervento di rimodellamento iniziando dalla sommità dello scavo, ottenendo un ricoprimento totale a verde come riportato nella TIPOLOGIA 4 (vedi FIGURE 7 e 8).

Con il rimodellamento verranno in questo caso prodotte quantità di materiale utile vendibile, assorbendo l'intero onere finanziario delle opere di recupero ambientale nei costi di produzione e di commercializzazione dei prodotti.

L'intervento dovrà essere eseguito per fette orizzontali discendenti di metri 5 di altezza, iniziando dalla sommità dello scavo, con il recupero a seguire.

Verranno eseguiti i seguenti lavori:

1) Costruzione di una rampa di accesso sino al ciglio superiore dello scavo, all'interno della cava.

In questo caso, essendo possibile l'ampliamento a monte dello scavo, non è necessaria una rampa che interessi i terreni circostanti.

2) Coltivazione per fette orizzontali discendenti di altezza massima di m 5 di tutto il fronte di scavo, eseguito con mine normali in posizione distante dal profilo di abbandono. Rimodellamento finale delle scarpate al termine di ogni fetta con **micromine subverticali, distanti** 1 m tra di loro, con spalla massima di 50 cm, caricate con cartucce di esplosivo di 25 mm di diametro, ad alta velocità di detonazione, in maniera da tagliare la roccia in modo regolare.

3) Si eviterà in questo modo la formazione di fratture indotte dall'esplosione delle mine, lasciando scarpate dei gradoni sub-verticali e nelle migliori condizioni di stabilità.

Le pedate dei gradoni avranno una larghezza minima di metri 8 e verranno lasciate in contropendenza verso monte, al fine di aumentare la stabilità dei rilevati da costruire per il mascheramento finale delle pareti rocciose.

4) Costruzione di rilevati ai piedi delle pareti di ciascun gradone a scopo di copertura totale, formati da un primo strato di materiale fine limoso-argilloso e quindi da detrito di cava a pezzatura variabile.

5) Riporto di terra vegetale di spessore non inferiore a 20 centimetri sul rilevati di cui sopra e di spessore non inferiore a 50 centimetri sulle superfici pianeggianti sul fondo dello scavo.

6) Idrosemina potenziata sul rilevati di cui sopra di specie erbacee ed arbustive.

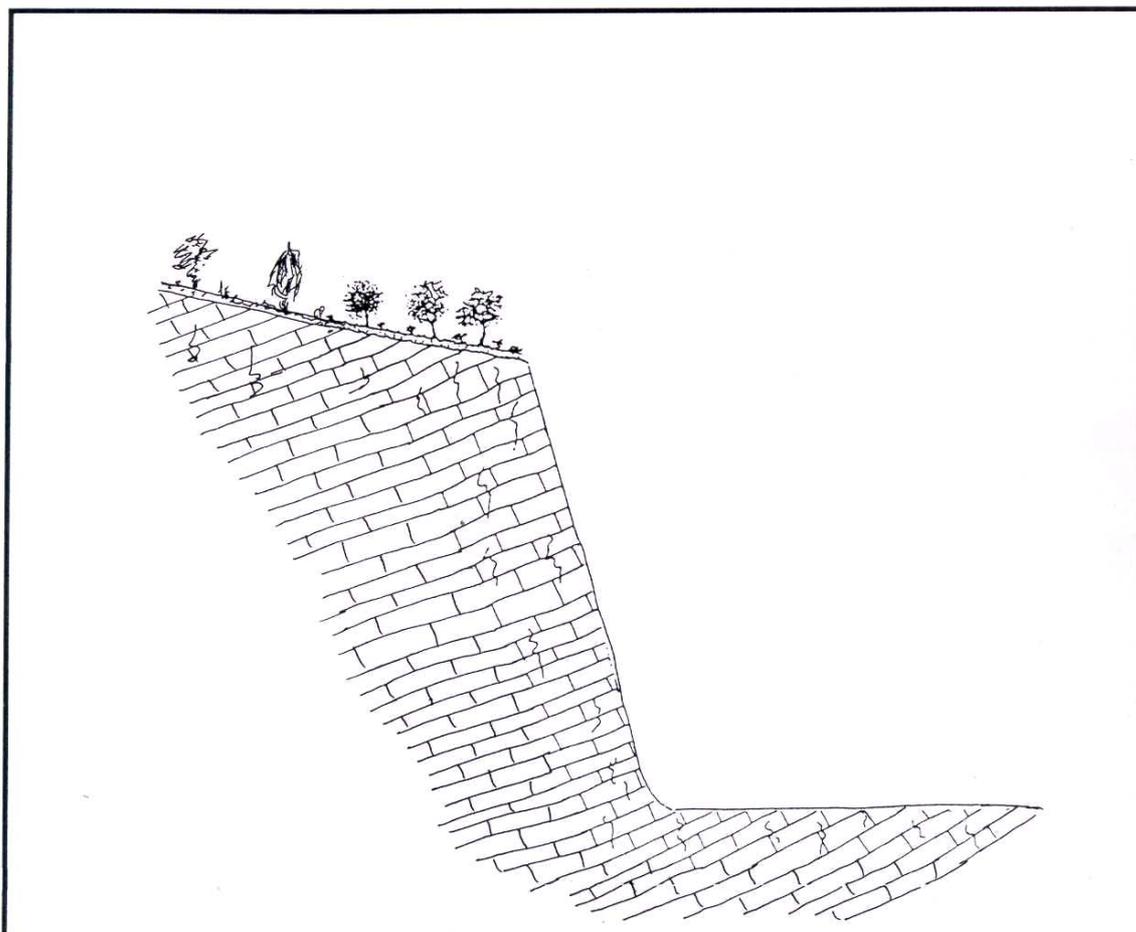
7) Semina manuale a spaglio di specie erbacee ed arbustive sulle superfici pianeggianti sul fondo dello scavo.

8) Piantagione di specie arboree di alto fusto sui rilevati di cui sopra e sul fondo dello scavo.

Per le opere di rinverdimento verranno utilizzate volta per volta le specie più idonee all'ambiente circostante.

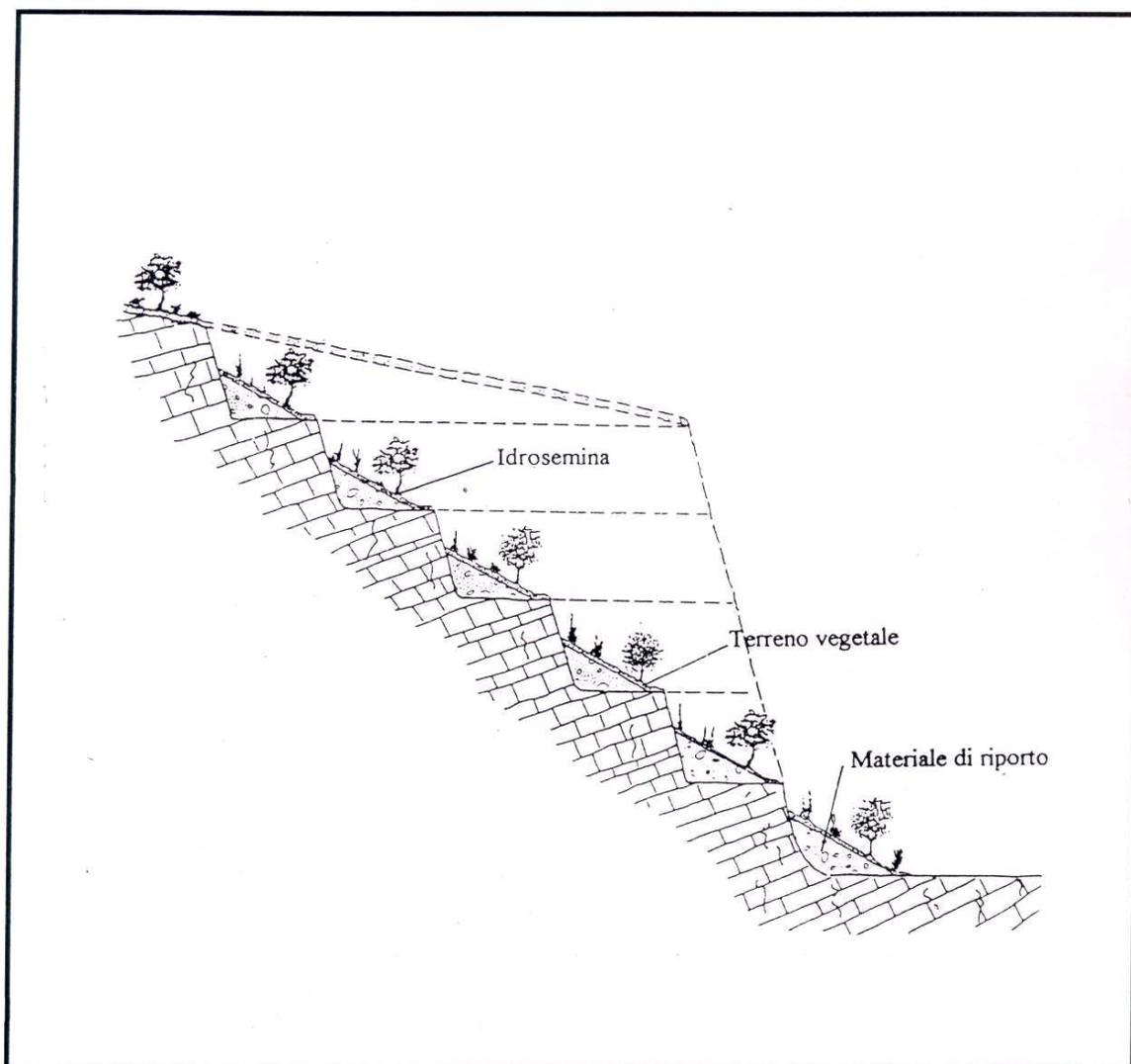
**Cave a fronte unico, di altezza superiore a 15 metri, con pendenza inferiore a 45°
con possibilità di ampliamento
(TIPOLOGIA 4)**

**FIGURA 7
STATO ATTUALE**



Cave a fronte unico, di altezza superiore a 15 metri, con pendenza inferiore a 45°
con possibilità di ampliamento
(TIPOLOGIA 4)

FIGURA 8
STATO RIPRISTINATO



4.1.2. Cave di pietra da taglio (calcare, arenaria)

Le cave di pietra da taglio si distinguono dalle altre di materiali lapidei in quanto per la compattezza della roccia ed il metodo di coltivazione si hanno pareti residue perfettamente verticali (taglio di blocchi squadrati con tagliatrici diamantate e/o mine subverticali), oppure lunghe pareti inclinate nel senso di stratificazione delle bancate (taglio e distacco di lastre a franapoggio con sistemi manuali).

A prescindere dalla loro altezza, su tali pareti non può insediarsi la vegetazione e quindi esse sono destinate a rimanere completamente nude.

Non sono presenti in genere problemi di stabilità per la natura intrinseca della roccia, salvo il caso che le bancate siano state tagliate al piede.

Di norma queste cave possono essere totalmente recuperate all'uso forestale, tramite opere di rimodellamento e di rinverdimento.

In questi casi si applicano le TIPOLOGIE 1 e 2, già descritte nel precedente paragrafo 4.1.1.

Alcune di queste cave sono di notevole interesse per la presenza di litotipi tipici delle formazioni geologiche marchigiane, di minerali, quali quarzo, calcite, limonite, pirite, tracce dei vecchi metodi manuali di estrazione, di utensili, di strutture di sostegno delle macchine di estrazione e di lavorazione.

In alcuni casi sarebbero opportuni interventi di valorizzazione didattico-culturale e turistico museale, con recuperi parziali, sgombero dei detriti, riattivazione dell'estrazione nelle zone di interesse per l'artigianato locale e per il restauro di vecchi edifici.

4.1.3. Cave di argilla ed arenaria (tufo)

Le cave di argilla e di arenaria poco cementata, localmente denominata tufo, si distinguono nettamente dalle cave di materiali lapidei di cui ai paragrafi precedenti per una serie di elementi negativi e positivi.

Tra gli elementi negativi si evidenziano:

- l'instabilità dei fronti di cava, specialmente se sono stati lasciati con pendenze elevate, incompatibili con gli angoli di riposo di questi materiali;
- la facilità di erosione ad opera delle acque di ruscellamento superficiale, in quanto materiali teneri;
- la rapidità di degradazione per effetto delle escursioni termiche stagionali e dell'azione delle specie vegetali.

Tra gli elementi positivi si evidenziano:

- la possibilità per le specie vegetali di penetrare nel sottosuolo con l'apparato radicale, elemento che ne favorisce l'attecchimento e la crescita;
- la relativa abbondanza di sostanze nutritive e comunque di composti che sono alla base della formazione dell'humus.

Sulla base dell'inventario effettuato dalla Natur Project nel periodo agosto-ottobre 1997, vengono presi in considerazione i seguenti casi morfologici e litologici, in rapporto alla situazione ambientale circostante la cava.

A) Cave di argilla con pendenza del fronte di scavo inferiore a 22°

Nelle cave di argilla ove il fronte finale di scavo è stato lasciato con pendenza inferiore a 22° (pendenza limite per questo litotipo), non sono da prevedere fenomeni di instabilità nel tempo, purché vengano ripristinate condizioni di normale scorrimento delle acque e regolarizzato il profilo dello scavo.

Si dovrà in questo caso eseguire un intervento di recupero ambientale come schematizzato nella TIPOLOGIA 5 (vedi FIGURE 9 e 10), con l'esecuzione dei seguenti lavori:

- 1) Spianamento del terreno ottenendo un profilo finale inferiore a 22°. L'intervento potrà essere eseguito direttamente con bulldozer.
- 2) Costruzione di una canaletta di guardia sul ciglio superiore dello scavo.
- 3) Costruzione di una canaletta di drenaggio, a valle, alla fine del pendio.
- 4) Riporto di terra vegetale, spessore minimo 50 centimetri, sull'intera superficie della cava.
- 5) Semina manuale a spaglio di specie erbacce su tutte le superfici della cava.
- 6) Piantagione di specie arbustive ed arboree di alto fusto, in ragione di 2.000/ha, nel caso di recupero a bosco.
- 7) Eventuali concimazioni curative e correttive, sulla base del tipo di recupero agricolo previsto in progetto.

Le semine e le piantagioni saranno volta per volta scelte in base alla destinazione finale di utilizzo agricola, oppure forestale, oppure naturalistica.

B) Cave di argilla con pendenza del fronte di scavo superiore a 22°

Nelle cave di argilla ove il fronte finale di scavo è stato lasciato con pendenza superiore a 22° (pendenza limite per questo litotipo), sono da prevedere fenomeni di instabilità nel tempo, con possibili frane, anche di notevoli dimensioni.

Per garantire la stabilità ed il recupero ambientale del versante dovrà essere eseguito un intervento di rimodellamento a fronte unico, oppure per gradoni, a seconda dell'altezza totale della cava.

Verranno eseguiti i seguenti lavori, schematizzati nella TIPOLOGIA 6 (vedi FIGURE 11 e 12):

- 1) Rimodellamento del fronte dello scavo, con pendenza unica inferiore a 22°, oppure a gradoni di altezza massima di metri 5 con pendenza massima di 22° delle scarpate finali. L'intervento può essere eseguito con escavatore idraulico rovescio, o pala meccanica e bulldozer cingolato.
- 2) Costruzione di una canaletta di guardia sul ciglio superiore dello scavo, oppure, quando non sia possibile per mancanza di spazio, alla base della scarpata del gradone più elevato.
- 3) Costruzione di canalette di drenaggio su ciascun gradone e sul fondo cava, alla base della scarpata.
- 4) Riporto di terra vegetale, spessore minimo 20 centimetri sulle scarpate e 50 centimetri sul fondo cava.
- 5) Semina manuale a spaglio di specie erbacce su tutte le superfici della cava,
- 6) Piantagione di specie arbustive ed arboree di alto fusto, in ragione di 2.000/ha, nel caso di recupero a bosco.
- 7) Eventuali concimazioni curative e correttive, sulla base del tipo di recupero agricolo previsto in progetto.

Le semine e le piantagioni saranno volta per volta scelte in base alla destinazione finale di utilizzo agricola, oppure forestale, oppure naturalistica.

C) Cave di arenaria (tufo)

In alcune cave dismesse della Provincia di Pesaro e Urbino l'arenaria, localmente denominata tufo, si trova al di sopra dell'argilla di cui al precedente paragrafo 4.1.3.B, e veniva utilizzata per la composizione delle miscele per la fabbricazione dei laterizi.

In questo caso l'intervento di recupero ambientale può essere unico, come schematizzato nella TIPOLOGIA 6, lasciando i tratti in arenaria con pendenza inferiore a 35° oppure maggiore, con la tecnica delle terre armate descritta nel successivo capitolo 2.

Nel caso di cave costituite interamente da arenaria, l'intervento di recupero potrà essere eseguito come descritto nel paragrafo precedente 4.1.3.A, lasciando il profilo finale con pendenza unica inferiore a 25° per il recupero all'uso agricolo ed inferiore a 35° nel caso di recupero a bosco, con tratti a pendenza maggiore eventualmente sostenuti con la tecnica delle terre armate.

Cave di argilla con pendenza del fronte di scavo inferiore a 22°
(TIPOLOGIA 5)

FIGURA 9 - STATO ATTUALE

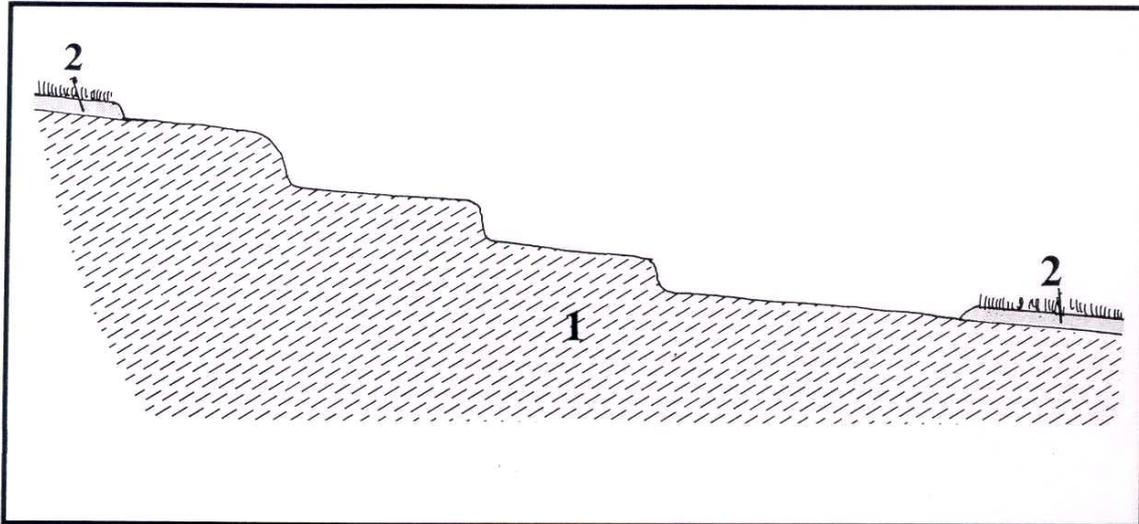
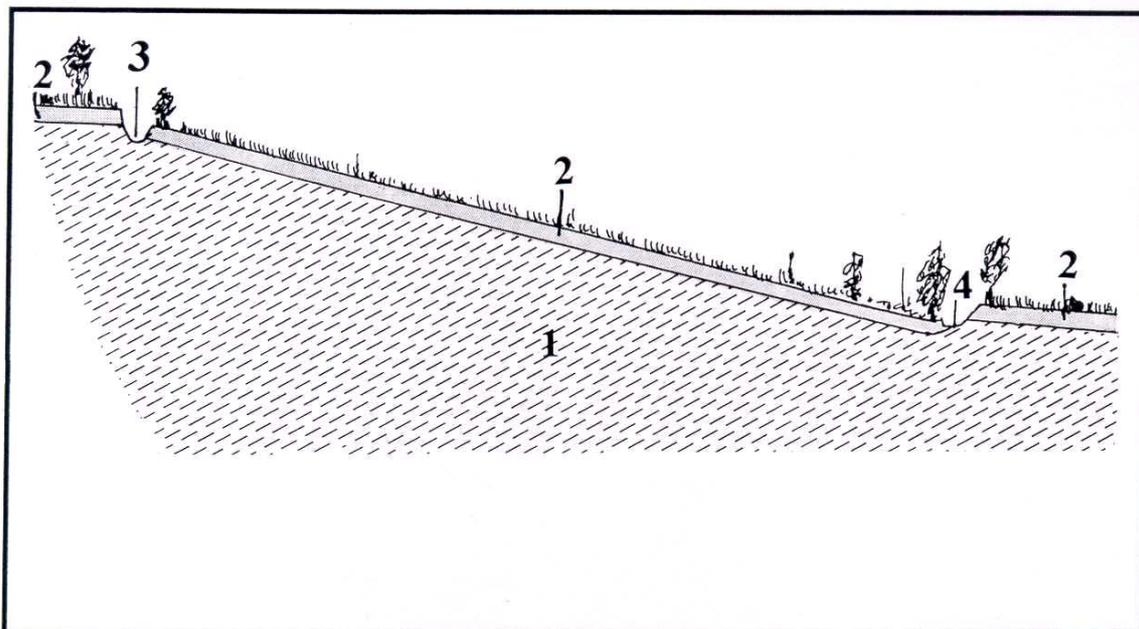


FIGURA 10 - STATO RIPRISTINATO



1 - Argilla 2 - Terreno vegetale 3 - Canale di guardia 4 - Canaletta di drenaggio

Cave di argilla con pendenza del fronte di scavo superiore a 22°
(TIPOLOGIA 6)

FIGURA 11 - STATO ATTUALE

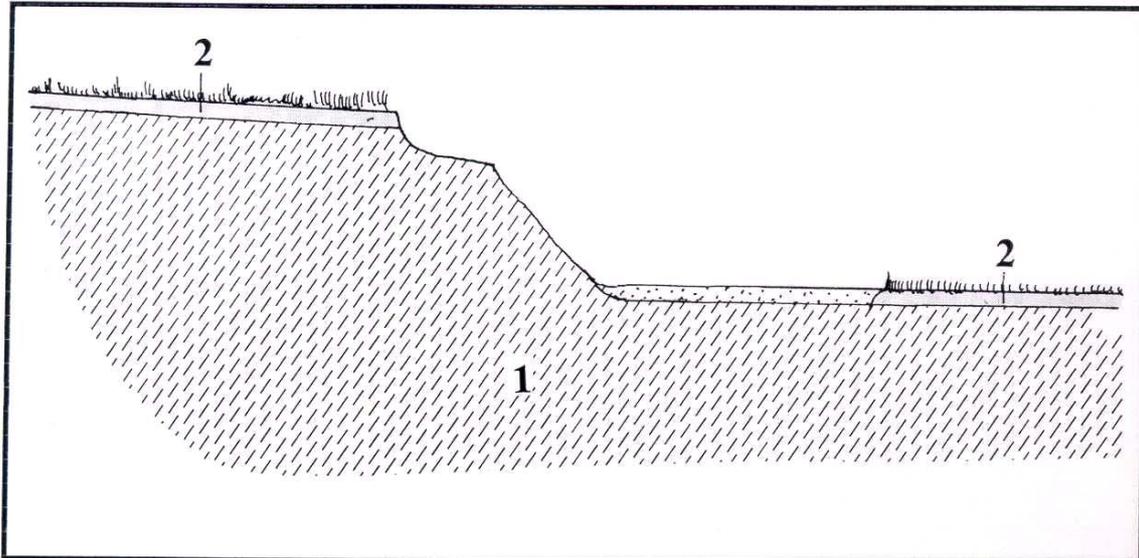
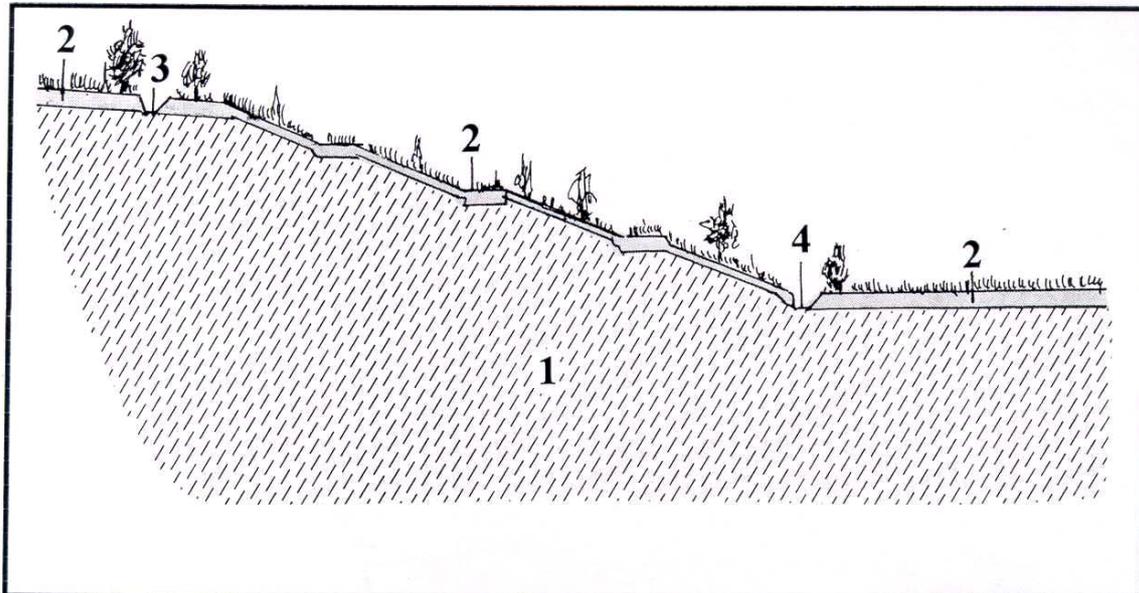


FIGURA 12 - STATO RIPRISTINATO



1 - Argilla	2 - Terreno vegetale	3 - Canale di guardia	4 - Canaletta di drenaggio
-------------	----------------------	-----------------------	----------------------------

4.1.4. Cave di detrito

Nella provincia di Pesaro e Urbino sono presenti numerose cave dismesse di detrito, in special modo in corrispondenza di conoidi naturali sottostanti le pareti calcaree nelle aree montane.

La pendenza naturale del detrito varia da 35° a 45°, a seconda del grado di cementazione, della pezzatura e della copertura vegetale.

Nella quasi totalità dei casi i conoidi di detrito sono stati scavati al piede, lasciando franare spontaneamente il materiale.

Pertanto nella quasi totalità delle cave dismesse la pendenza dei fronti di scavo è troppo elevata rispetto all'angolo di riposo naturale del materiale, né possono essere fatti ampliamenti verso monte, ove normalmente si hanno pareti rocciose ripide.

In queste cave occorrono interventi di riporto al piede per ridurre la pendenza, almeno parzialmente, nella parte terminale del fronte di scavo, fermando il processo erosivo.

Tali riporti possono essere eseguiti anche con materiali inerti provenienti da scavi e demolizioni di fabbricati e con altri materiali inerti anche di origine industriale.

In particolare verranno eseguiti i seguenti lavori:

1) Accumulo sul fronte dello scavo dei detriti eventualmente presenti sul fondo, in maniera da costruire un rilevato artificiale al piede, con lo scopo di un parziale mascheramento e di stabilizzazione del conoide di detrito.

Allo scopo si potrà utilizzare materiale inerte proveniente dall'esterno, quando il materiale reperito in cava o proveniente dal disgaggio non sarà sufficiente per il ricoprimento della parete previsto in progetto.

L'intervento potrà essere eseguito, a seconda dei casi, con escavatore idraulico frontale o pala meccanica o bulldozer.

2) Eventuale formazione di piccoli gradoni e tasche nelle posizioni favorevoli tramite disgaggio e scavo con escavatore idraulico, oppure con mezzi manuali.

3) Consolidamento di tratti ripidi con la tecnica delle terre armate, oppure con reti antierosione (tipo Enkamat), oppure con collanti di tipo biodegradabile.

4) Riporto di terra vegetale sul rilevato ai piedi del fronte di scavo, sui piccoli gradoni e nelle tasche, da eseguire con escavatore idraulico frontale di sbraccio adeguato e con metodi manuali.

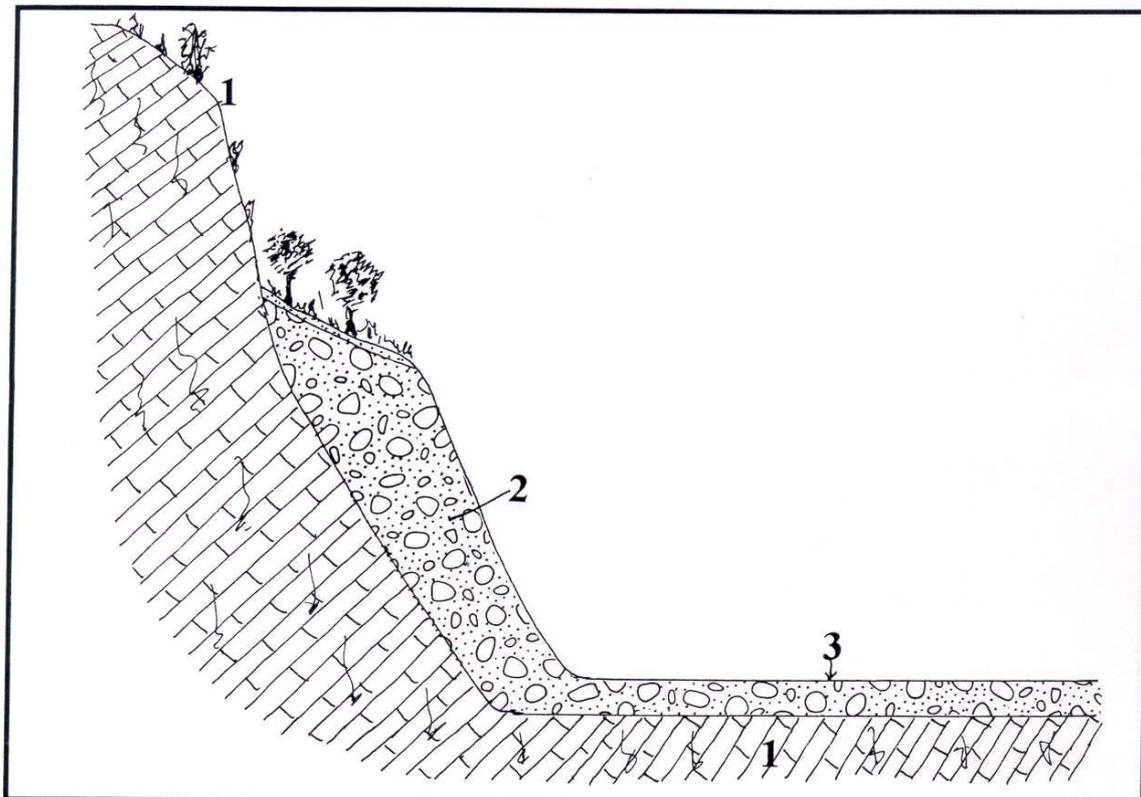
5) Idrosemia potenziata sulla parete, con lo scopo di favorire l'insediamento della vegetazione erbacea ed arbustiva, nei piccoli gradoni e nelle tasche.

6) Piantagione di specie arboree di alto fusto in ragione di 2.000 piantine per ettaro di superficie e di specie rampicanti sul rilevato costruito al piede del fronte di scavo.

L'intervento tipo di recupero ambientale è schematizzato nella TIPOLOGIA 7 (vedi FIGURE 13 e 14)

Cave di detrito
(TIPOLOGIA 7)

FIGURA 13
STATO ATTUALE



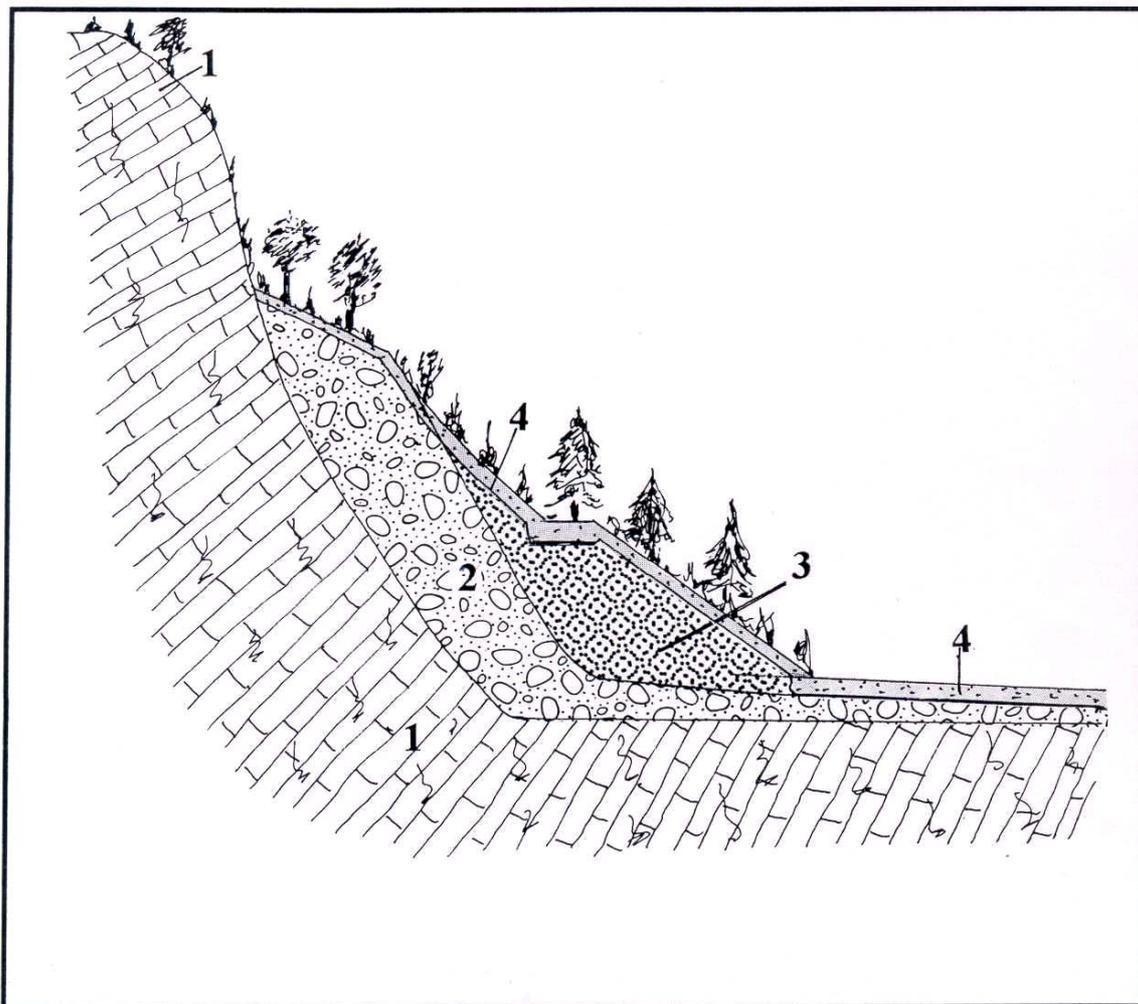
1 - Roccia in posto

2 - Detrito

3 - Fondo cava

Cave di detrito
(TIPOLOGIA 7)

FIGURA 14
STATO RIPRISTINATO



- 1 - Roccia in posto
- 2 - Detrito
- 3 - Materiale di riporto
- 4 - Terreno vegetale

4.2. CAVE DI PIANURA

4.2.1. Cave di sabbia e ghiaia nei terrazzi alluvionali rialzati

Nella provincia di Pesaro e Urbino sono presenti molte cave di pianura che hanno coltivato o stanno coltivando terrazzi alluvionali rialzati rispetto all'alveo fluviale.

L'escavazione consiste nell'arretramento verso monte del bordo del terrazzo.

In questo caso il fondo della cava si può ripristinare all'uso agricolo a piano ribassato rispetto a quello originario.

Dall'inventario risulta che nella maggior parte dei casi il recupero del fondo cava è già avvenuto, oppure è previsto nelle convenzioni allegate all'autorizzazione.

Tuttavia in alcuni casi i fronti di scavo vengono lasciati con pendenze eccessive rispetto all'angolo di riposo del materiale, che può variare tra i 35° ed i 45° a seconda della granulometria e del grado di cementazione, dovuto alla presenza di una maggiore o minore quantità di cemento di natura argillosa.

Per un recupero ambientale definitivo sono state distinte le seguenti tipologie.

A) Cave di sabbia e ghiaia con Pendenza del fronte di scavo superiore a 35°, senza possibilità di ampliamento

Nelle cave di sabbia e ghiaia ove il fronte finale di scavo è stato lasciato con pendenza superiore a 35° (pendenza limite per questo litotipo), sono da prevedere nel tempo fenomeni erosivi e piccoli crolli locali.

Nei casi in cui non sia possibile un arretramento verso monte per la presenza di vincoli ambientali e territoriali non superabili (bosco di alto fusto, aree edificate, morfologia sfavorevole, strade, canali ecc.), per garantire la stabilità ed il recupero ambientale definitivo dovrà essere eseguito un intervento di rimodellamento con riempimento al piede, a fronte unico, oppure per gradoni montanti a seconda dell'altezza totale della cava. Nel caso il riempimento totale del fronte della cava risulti molto oneroso e di difficile realizzazione, si potrà intervenire con interventi di ingegneria naturalistica (applicazione di reti antierosione, viminate, graticciate), realizzando pendenze non superiori a 45°.

Verranno eseguiti i seguenti lavori:

1) Rimodellamento a fronte unico, oppure a gradoni di altezza massima di metri 5, con pendenza massima di 45° delle scarpate finali.

L'intervento verrà eseguito con escavatore idraulico rovescio o frontale, oppure con pala meccanica e bulldozer.

2) Costruzione di una canaletta di guardia sul ciglio superiore dello scavo, oppure, quando non sia possibile per mancanza di spazio, alla base della scarpata del gradone più elevato.

3) Costruzione di canalette di drenaggio su ciascun gradone e sul fondo cava, alla base della scarpate.

4) Riporto di terra vegetale, spessore minimo di 30 centimetri sulle scarpate e di 80 centimetri sul fondo cava.

Le operazioni di riporto del terreno vegetale dovranno essere eseguite con i mezzi e con i metodi descritti nel successivo capitolo 2.

5) Ripristino delle colture agricole sul fondo cava e sulle sponde quando la pendenza delle stesse è stata lasciata inferiore a 15°.

6) Semina di specie erbacee ed arbustive e piantagioni nelle scarpate, quando è previsto il ripristino a bosco.

L'intervento tipo di recupero ambientale è schematizzato nella TIPOLOGIA 8 (vedi FIGURE 15 e 16)

B) Cave di sabbia e ghiaia con pendenza del fronte di scavo superiore a 35°, con possibilità di ampliamento

Nel casi in cui sia possibile un arretramento della scarpata per l'assenza di vincoli ambientali e territoriali non superabili (bosco di alto fusto, aree edificate, strade, canali morfologia sfavorevole, ecc.), per garantire la stabilità ed il recupero ambientale del versante dovrà essere eseguito un intervento di rimodellamento tramite scavo e riporto del materiale scavato.

Lo scavo a monte della scarpata ed il riempimento a valle potranno essere realizzati con escavatore idraulico rovescio o frontale, oppure con pala meccanica, oppure direttamente con bulldozer.

In particolare verranno eseguiti i seguenti lavori:

- 1) Scavo e riporto del materiale scavato rimodellando il fronte dello scavo in pendenza unica inferiore a 35°.
- 2) Costruzione di una canaletta di guardia sul ciglio superiore dello scavo.
- 3) Costruzione di canalette di drenaggio su ciascun gradone e sul fondo cava, alla base delle scarpate.
- 4) Riporto di terra vegetale, spessore minimo di 30 centimetri sulle scarpate e di 80 centimetri sul fondo cava.

Le operazioni di riporto del terreno vegetale dovranno essere eseguite con i mezzi e con i metodi descritti nel successivo capitolo 2.

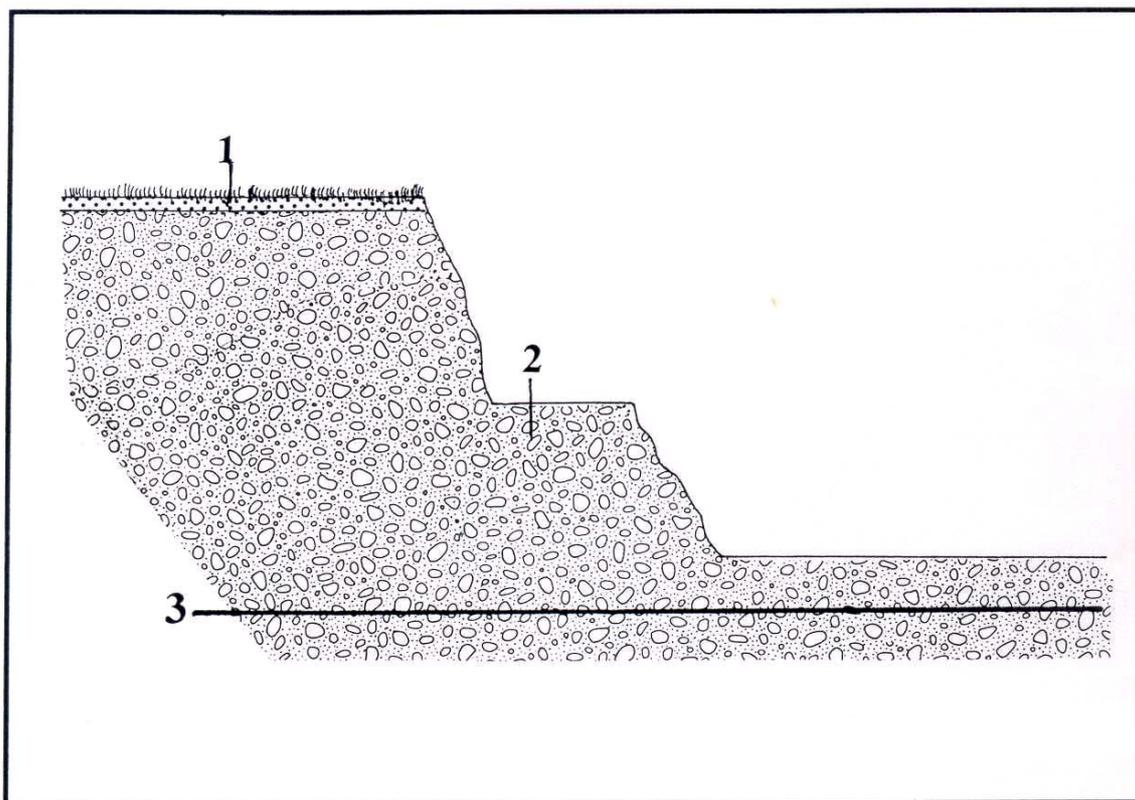
5) Ripristino delle colture agricole sul fondo cava e sulle sponde quando la pendenza delle stesse è stata lasciata inferiore a 25°.

6) Semina di specie erbacee ed arbustive e piantagioni nelle scarpate, quando è previsto il ripristino a bosco.

L'intervento tipo di recupero ambientale è schematizzato nella TIPOLOGIA 9 (vedi FIGURE 17 e 18)

**Cave di sabbia e ghiaia su terrazzo alluvionale rialzato
senza possibilità di ampliamento
(TIPOLOGIA 8)**

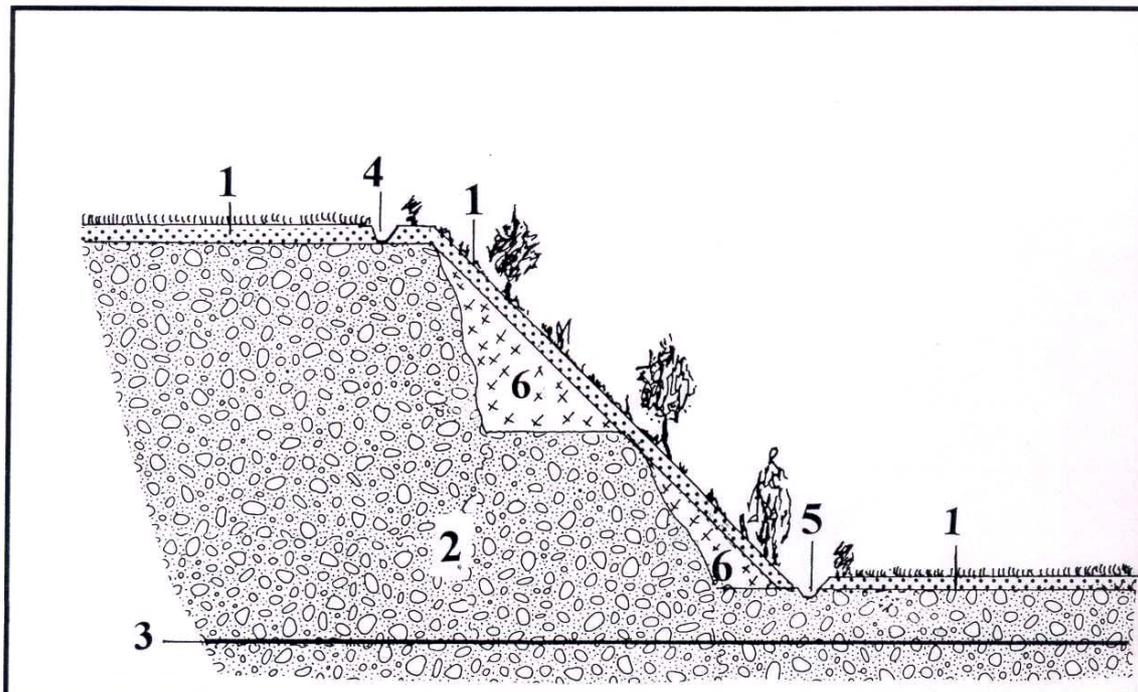
**FIGURA 15
STATO ATTUALE**



- 1 - Terreno vegetale
- 2 - Sabbia e ghiaia
- 3 - Livello della falda

**Cave di sabbia e ghiaia su terrazzo alluvionale rialzato
senza possibilità di ampliamento
(TIPOLOGIA 8)**

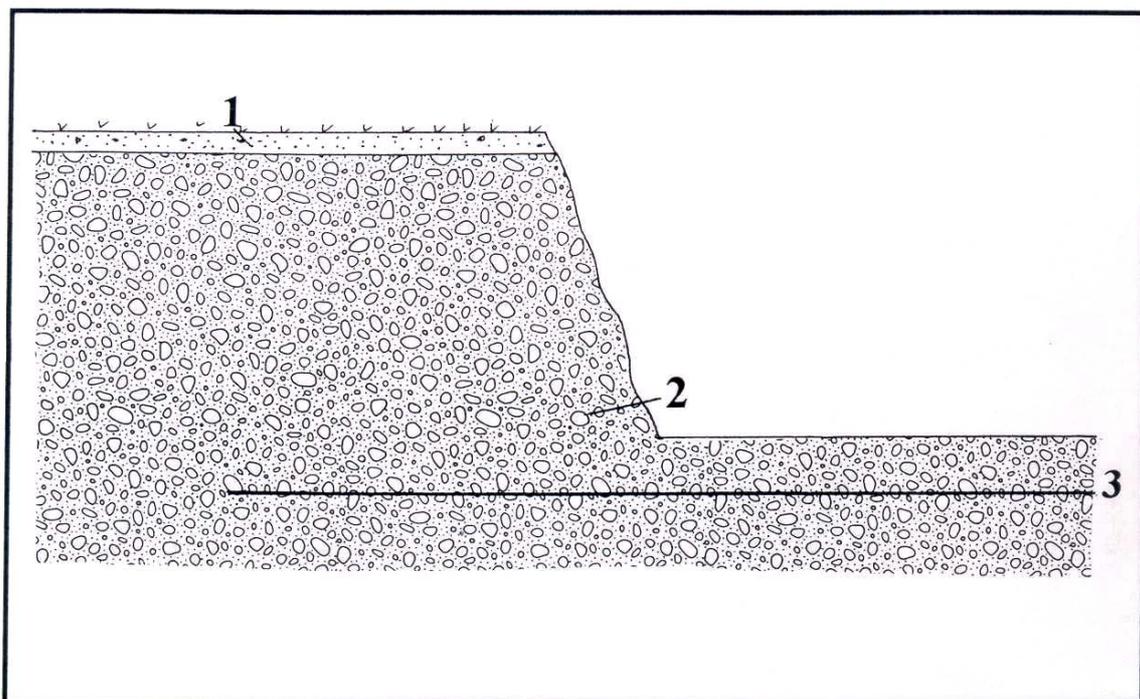
**FIGURA 16
STATO RIPRISTINATO**



- 1 - Terreno vegetale
- 2 - Sabbia e ghiaia
- 3 - Livello della falda
- 4 - Canale di guardia
- 5 - Canaletta di drenaggio
- 6 - Materiale di riporto

**Cave di sabbia e ghiaia su terrazzo alluvionale rialzato
con possibilità di ampliamento
(TIPOLOGIA 9)**

**FIGURA 17
STATO ATTUALE**



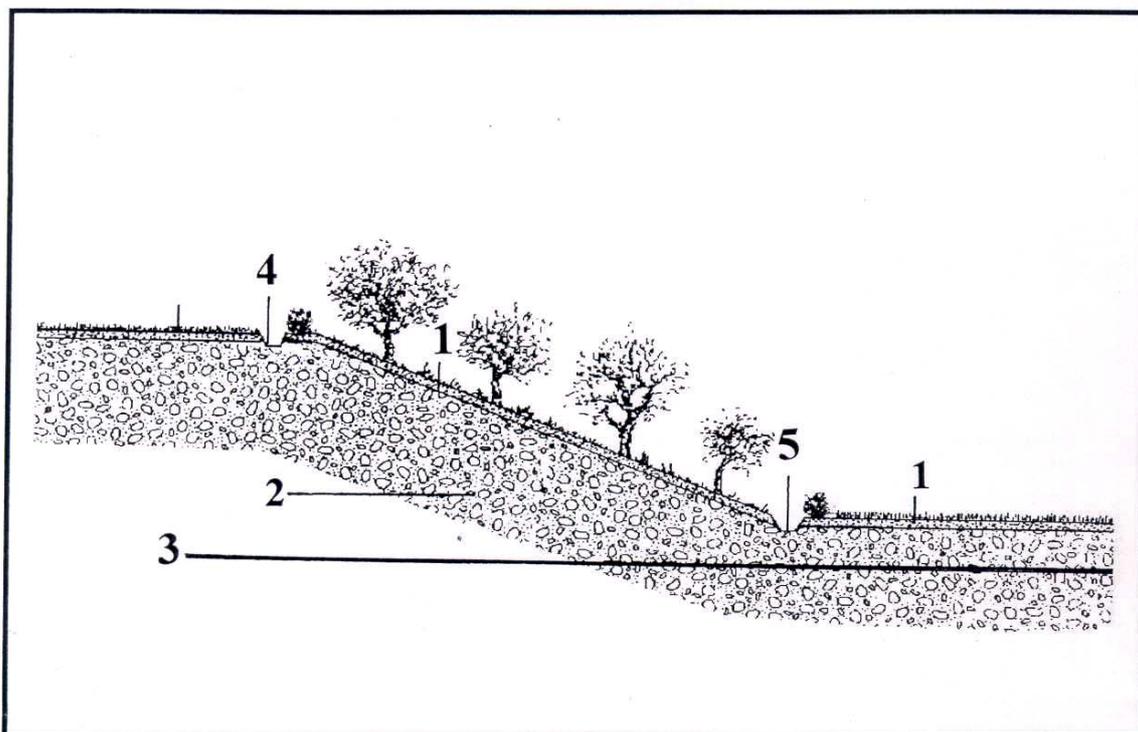
1 - Terreno vegetale

2 - Sabbia e ghiaia

3 - Livello della falda

Cave di sabbia e ghiaia su terrazzo alluvionale rialzato
con possibilità di ampliamento
(TIPOLOGIA 9)

FIGURA 18
STATO RIPRISTINATO



- 1 - Terreno vegetale
- 2 - Sabbia e ghiaia
- 3 - Livello della falda
- 4 - Canale di guardia
- 5 - Canaletta di drenaggio

4.2.2. Cave di sabbia e ghiaia nelle alluvioni di fondovalle

Nella provincia di Pesaro e Urbino sono presenti molte cave di sabbia e ghiaia scavate nelle alluvioni di fondovalle, in margine ai principali corsi d'acqua, ed anche all'interno della pianura.

Si tratta di fosse completamente chiuse, ribassate rispetto al piano di campagna circostante.

Nel caso sia stata messa a giorno la falda idrica, il terreno non può essere più recuperato all'uso agricolo e quindi si dovrà prevedere un recupero a laghetto per usi pescasportivi o naturalistici.

Nel caso di cave di piccole dimensioni può essere effettuato il riempimento totale della fossa con recupero al piano di campagna originario, mentre per cave di grandi dimensioni, il recupero avverrà a quota ribassata.

Sono state distinte le tipologie di recupero ambientale riportate di seguito.

A) Cave di sabbia e ghiaia coltivate a fossa, asciutte, con recupero al piano di campagna originario

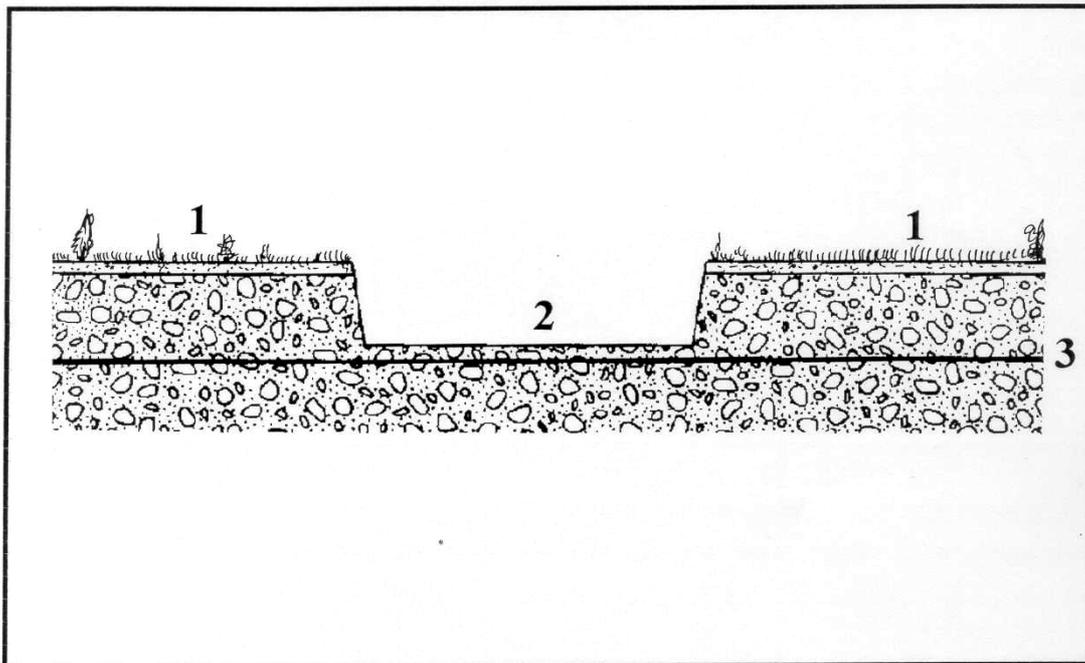
Nel caso di cave di piccole dimensioni, o comunque quando siano disponibili idonei materiali per il riempimento totale della fossa (limi degli impianti di lavorazione inerti, macerie edilizie, materiali inerti provenienti da scavi, scarti industriali di seconda categoria di tipo A e B, non tossici e nocivi) il recupero verrà effettuato al piano di campagna originario.

Verranno eseguiti gli interventi schematizzati nella TIPOLOGIA 10 (vedi FIGURE 19 e 20), di seguito illustrati:

- 1) Riempimento con materiali inerti sino a 80 centimetri al di sotto del piano di campagna dei terreni circostanti.
- 2) Riporto di terra vegetale, spessore minimo di 80 centimetri sull'intera superficie.
Le operazioni di riporto del terreno vegetale dovranno essere eseguite con i mezzi e con metodi descritti nel successivo capitolo 2.
- 3) Semine e concimazioni finalizzate al tipo di coltura agricola che si intende ripristinare.

Cave di sabbia e ghiaia coltivate a fossa, asciutte
con recupero al piano di campagna originario
(TIPOLOGIA 10)

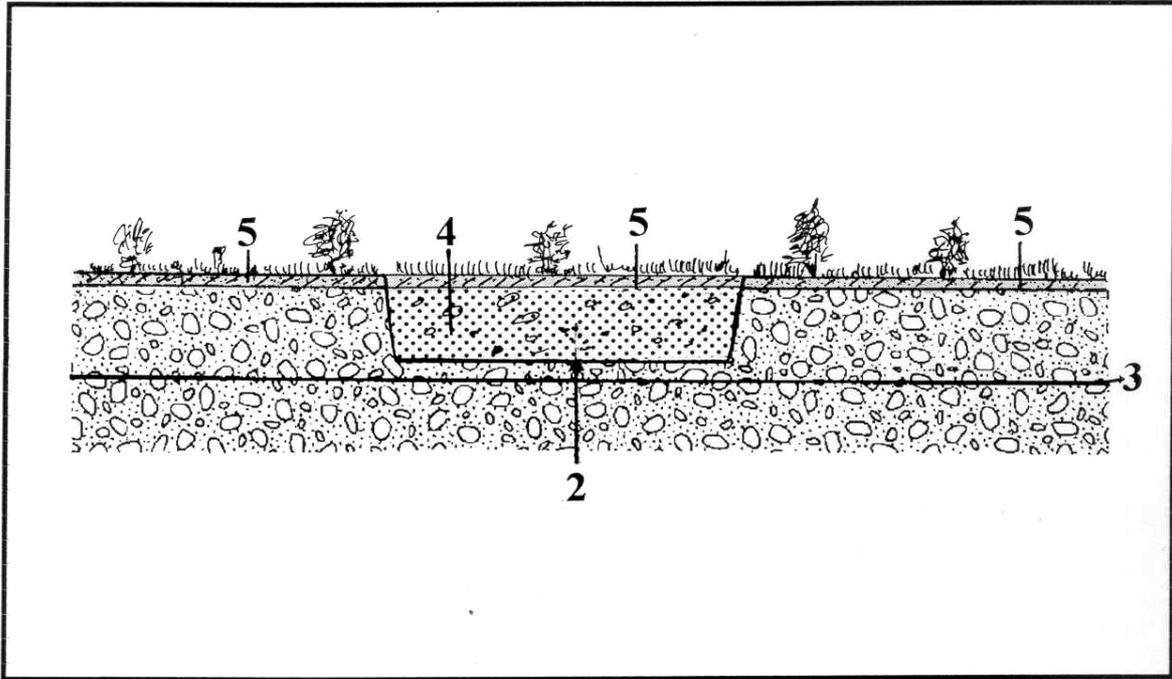
FIGURA 19 - STATO ATTUALE



- 1 - Piano di campagna originario
- 2 - Fondo cava
- 3 - Massimo livello della falda idrica
- 4 - Terreno vegetale

Cave di sabbia e ghiaia coltivate a fossa, asciutte
con recupero al piano di campagna originario
(TIPOLOGIA 10)

FIGURA 20 - STATO RIPRISTINATO



- 1 - Piano di campagna originario
- 2 - Fondo cava
- 3 - Massimo livello della falda idrica
- 4 - Materiale di riempimento
- 5 - Terreno vegetale

B) Cave di sabbia e ghiaia coltivate a piano ribassato

Quando a seguito della coltivazione il fondo cava si trova al di sopra del massimo livello stagionale della falda idrica, l'allagamento della fossa può verificarsi solo parzialmente ed a seguito di piogge intense.

E' quindi possibile il recupero della fossa ad una quota ribassata rispetto al piano di campagna originario, applicando la TIPOLOGIA 11 (Vedi FIGURE 21 e 22).

1) Rimodellamento delle scarpate laterali della fossa in pendenza unica inferiore a 35°, da eseguire tramite scavo, in caso sia possibile l'ampliamento, oppure con riporto. L'operazione verrà eseguita con escavatore idraulico rovescio o frontale e con bulldozer.

2) Costruzione di una canaletta di guardia sul ciglio superiore dello scavo al fine di evitare l'ingresso nella fossa di acque di ruscellamento provenienti dai terreni circostanti.

3) Costruzione di canalette di drenaggio sul fondo della fossa, al piede della scarpata e loro collegamento con una zona ribassata del fondo cava che funzionerà da volano per la raccolta temporanea delle acque piovane nel caso di piogge intense.

Lo smaltimento definitivo delle acque piovane avverrà in questo modo per infiltrazione nella falda sottostante.

4) Riporto di terra vegetale, spessore minimo di 30 centimetri sulle scarpate e di 80 centimetri sul fondo cava.

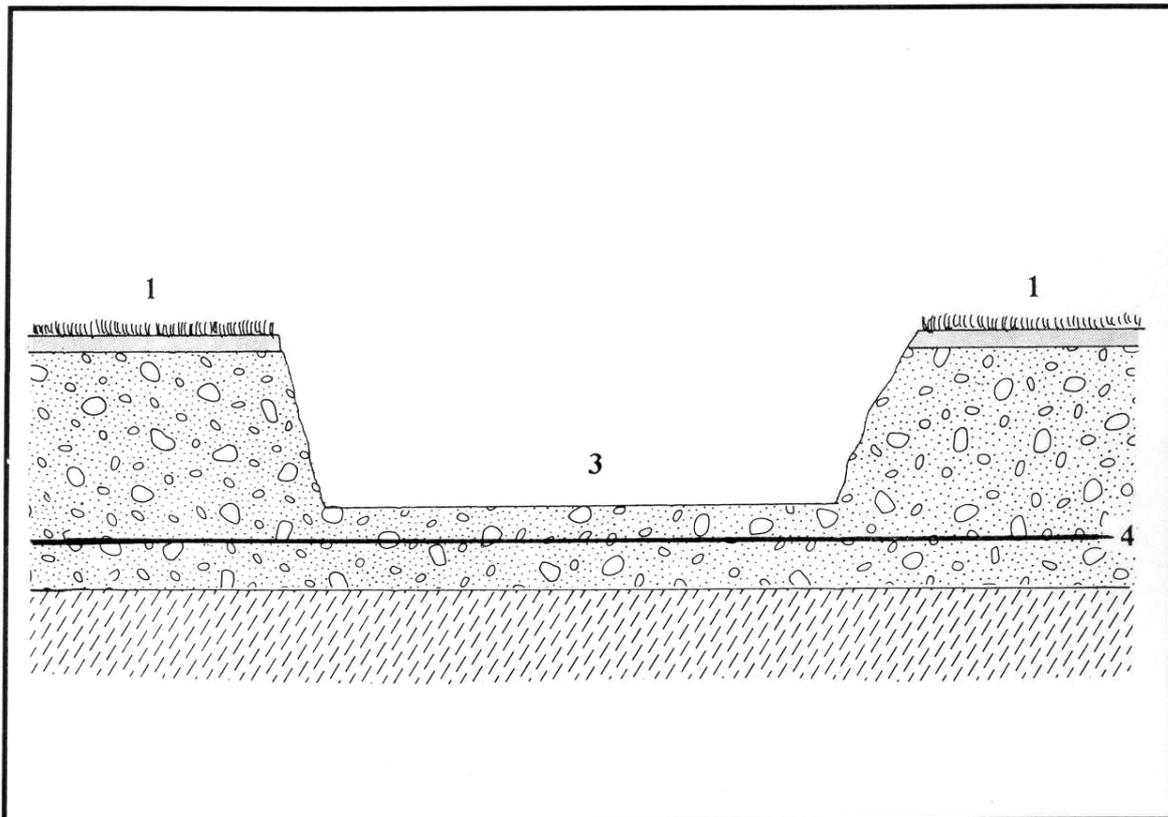
Le operazioni di riporto del terreno vegetale dovranno essere eseguite con i mezzi e con i metodi descritti nel successivo capitolo 3.

5) Ripristino delle colture agricole sul fondo cava e sulle sponde quando la pendenza delle stesse è stata lasciata inferiore a 15°

6) Semina di specie erbacee ed arbustive e piantagioni nelle scarpate, quando è previsto il ripristino a bosco.

Cave di sabbia e ghiaia coltivate a fossa, asciutte
con recupero a piano ribassato
(TIPOLOGIA 11)

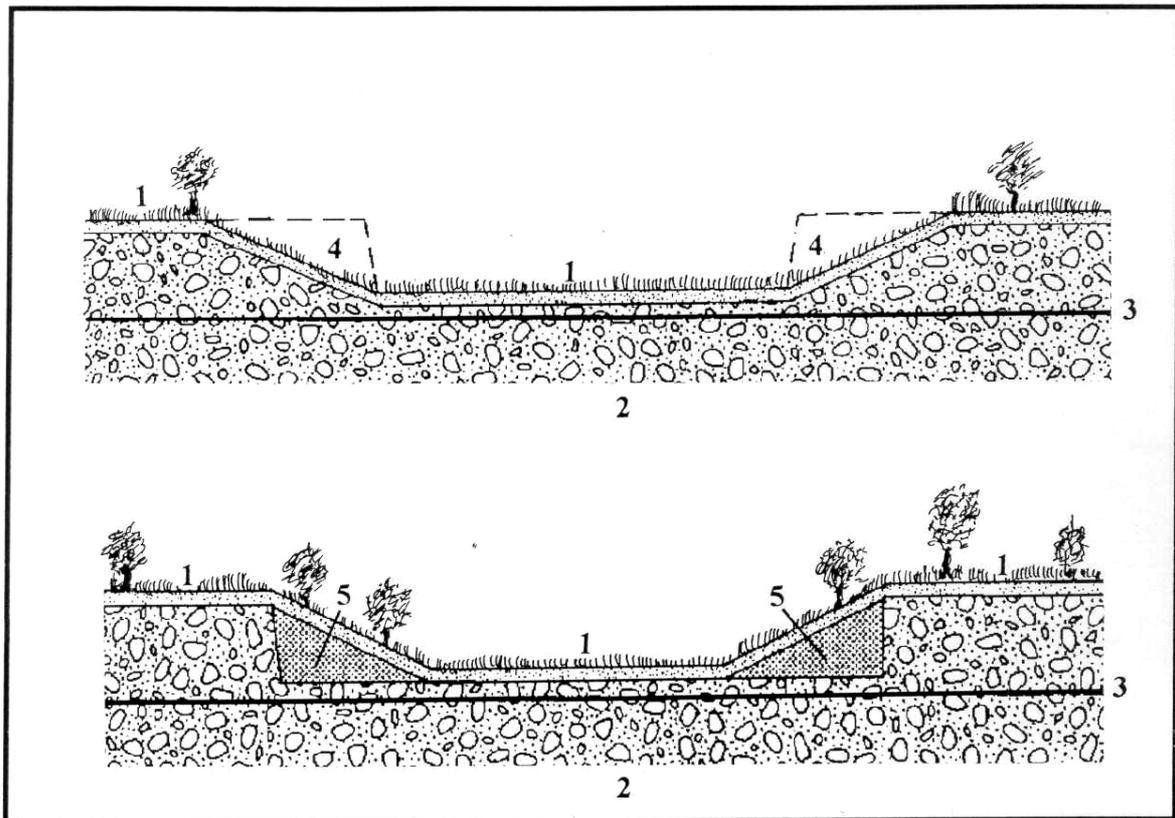
FIGURA 21
STATO ATTUALE



- 1 - Terreno di copertura
- 2 - Sabbia e Ghiaia
- 3 - Fondo cava
- 4 - Massimo livello della falda

**Cave di sabbia e ghiaia coltivate a fossa, asciutte
con recupero a piano ribassato
(TIPOLOGIA 11)**

**FIGURA 22
STATO RIPRISTINATO**



- 1 - Terreno di copertura
- 2 - Sabbia e Ghiaia
- 3 - Massimo livello della falda
- 4 - Rimodellamento con scavo
- 5 - Rimodellamento con riporto

B) Cave di sabbia e ghiaia coltivate a fossa in falda idrica

Quando la falda idrica è stata messa a giorno si ha, in genere, la definitiva perdita dell'uso agricolo del terreno, trasformato in laghetto artificiale.

Sulla base dell'inventario effettuato, vengono presi in considerazione i seguenti casi:

1) Cave con recupero a itticultura e/o pesca sportiva

Questo tipo di utilizzo è realizzabile con ampie superfici (generalmente da 2 a 4 ha) e battente di acqua di almeno 5 metri.

Gli interventi dovranno essere finalizzati al ripristino di piccole catene alimentari legate alla presenza di pesci ed alla sicurezza degli utenti.

L'intervento tipo di recupero ambientale, schematizzato nella TIPOLOGIA 12 (vedi FIGURE 23 e 24), dovrà comprendere le seguenti opere:

1) Sistemazione delle scarpate emerse intorno al laghetto con pendenza non superiore a 35°.

L'intervento potrà essere eseguito con escavatore idraulico rovescio, con pala meccanica e bulldozer e verrà progettato a seconda della morfologia e delle esigenze di fruizione da parte degli utenti.

2) Costruzione di canaletta di guardia sul ciglio superiore dello scavo ed eventualmente di canaletta di drenaggio al piede della scarpata.

3) Sistemazione di una fascia pianeggiante intorno al laghetto per l'accesso e la sosta degli utenti e per servizi, realizzabile con scavo, oppure con parziale riempimento, da eseguire con escavatore idraulico rovescio e con bulldozer.

4) Sistemazione delle scarpate sommerse del laghetto, soggette all'escursione stagionale del livello della falda idrica, con pendenza non superiore a 10° per almeno 5 metri di larghezza, per la sicurezza degli utenti in caso di caduta accidentale in acqua, da eseguire con escavatore idraulico rovescio.

5) Sistemazione della restante parte delle scarpate sommerse con pendenza inferiore a 35°, da eseguire con escavatore idraulico rovescio per profondità inferiori a 10 metri, oppure con dragline per profondità superiori.

6) Costruzione di pontili protetti con ringhiera per l'accesso dei pescatori alle zone più profonde del laghetto (punti pesca).

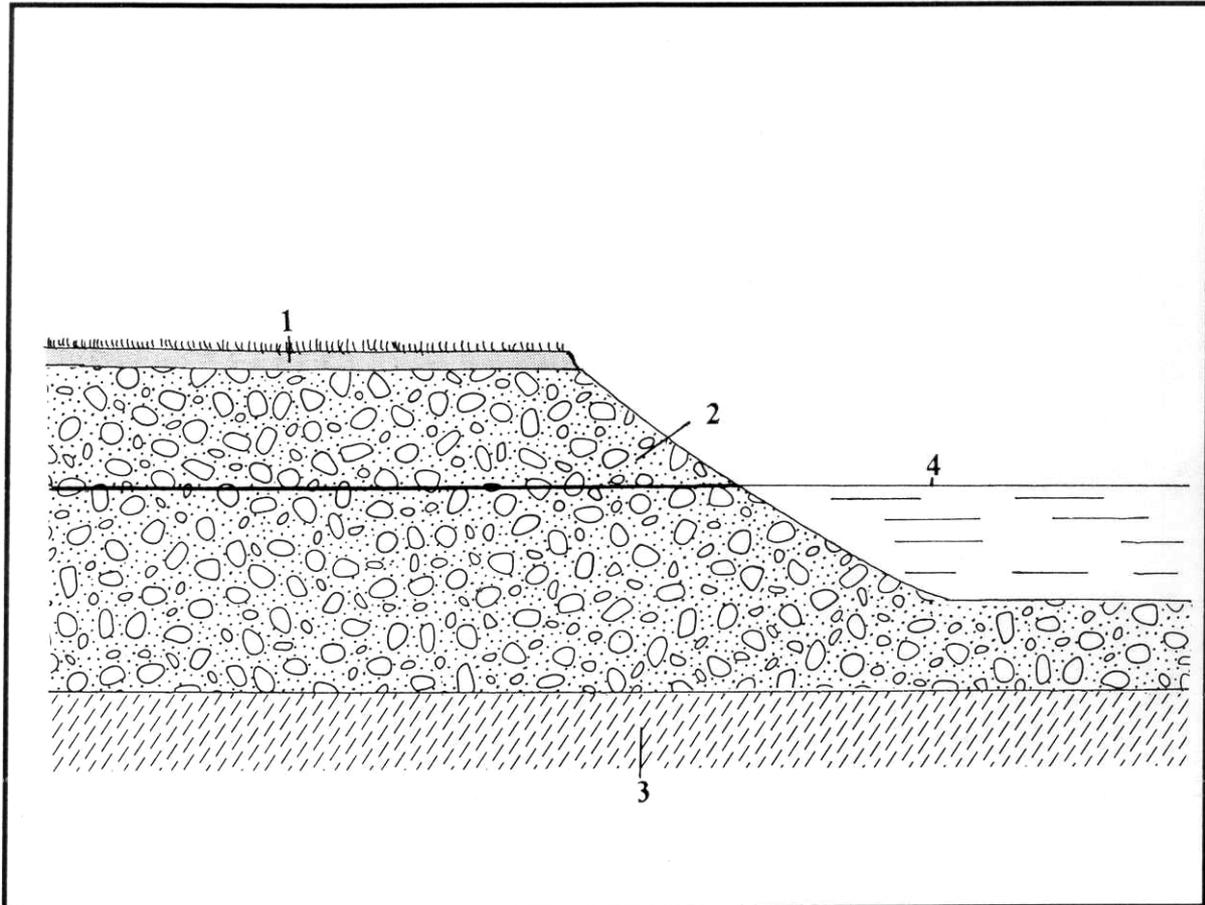
7) Riporto di terra vegetale, spessore 30 centimetri sulle scarpate e 50 centimetri sull'eventuale fondo cava emerso.

8) Semina e piantagione di specie igrofile nelle scarpate soggette alle variazioni della falda idrica.

9) Semina di specie erbacee ed arbustive e piantagione di piantine forestali nelle scarpate emerse.

**Cave di sabbia e ghiaia coltivate a fossa in falda idrica
con recupero a itticoltura e/o pescasportiva
(TIPOLOGIA 12)**

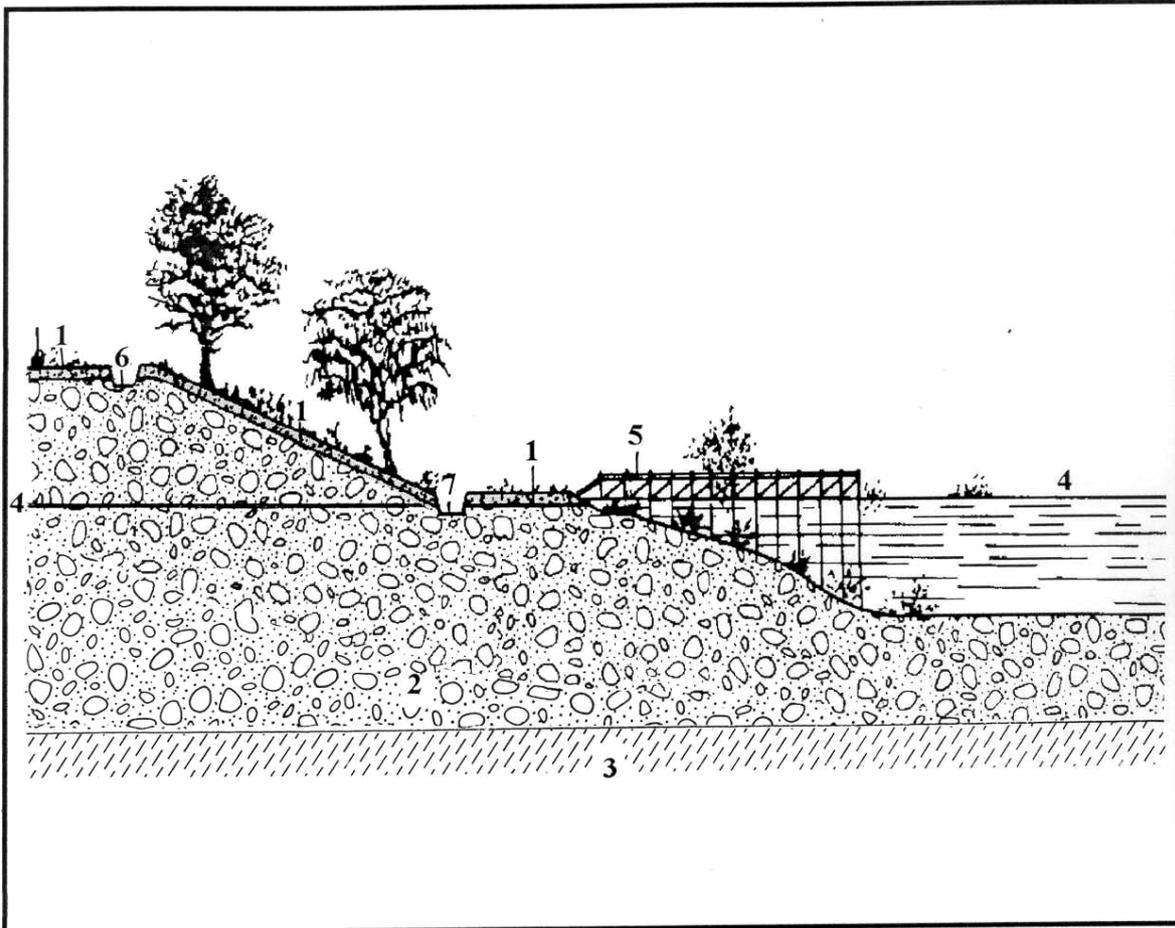
**FIGURA 23
STATO ATTUALE**



- 1- Terreno di copertura
- 2 - Sabbia e Ghiaia
- 3 - Substrato
- 4 - Massimo livello della falda

Cave di sabbia e ghiaia coltivate a fossa in falda idrica
con recupero a itticoltura e/o pescasportiva
(TIPOLOGIA 12)

FIGURA 24
STATO RIPRISTINATO



- 1 - Terreno di copertura
- 2 - Sabbia e Ghiaia
- 3 - Substrato
- 4 - Massimo livello della falda
- 5 - Pontile
- 6 - Canaletta di guardia
- 7 - Eventuale canaletta di drenaggio

2) Cave con recupero all'uso naturalistico

Questo tipo di utilizzo è possibile con superfici molto ampie, superiori in genere a 4 ha e battente di acqua variabile, con alternanza di aree profonde, spiagge e dirupi, aree paludose, capaci di garantire la presenza contemporanea di varie specie vegetali ed animali, instaurando un habitat favorevole alla presenza di avifauna stanziale e di passo. L'intervento tipo di recupero ambientale e, schematizzato nella TIPOLOGIA 13 (vedi FIGURE 25 e 26) dovrà comprendere le seguenti opere:

1) Sistemazione delle scarpate emerse intorno al laghetto con pendenza non superiore a 35°.

L'intervento potrà essere eseguito con escavatore idraulico rovescio, pala meccanica e bulldozer. a seconda della morfologia e delle esigenze di progetto.

2) Costruzione di canaletta di guardia sul ciglio superiore dello scavo ed eventualmente di canaletta di drenaggio al piede della scarpata.

3) Formazione di una o più isole artificiali all'interno del laghetto, utili per la nidificazione dell' avifauna.

4) Sistemazione delle scarpate sommerse del laghetto, con pendenza variabile, entro i limiti della sicurezza, creando ambienti vari, ghiaiosi, sabbiosi, limosi, da eseguire con escavatore idraulico rovescio per profondità sino a 10 metri e con dragline per profondità superiori.

5) Costruzione di torrette di osservazione, sul limite esterno del laghetto, in posizioni panoramiche, ma che non rechino disturbo all'avi fauna stanziale e di passo.

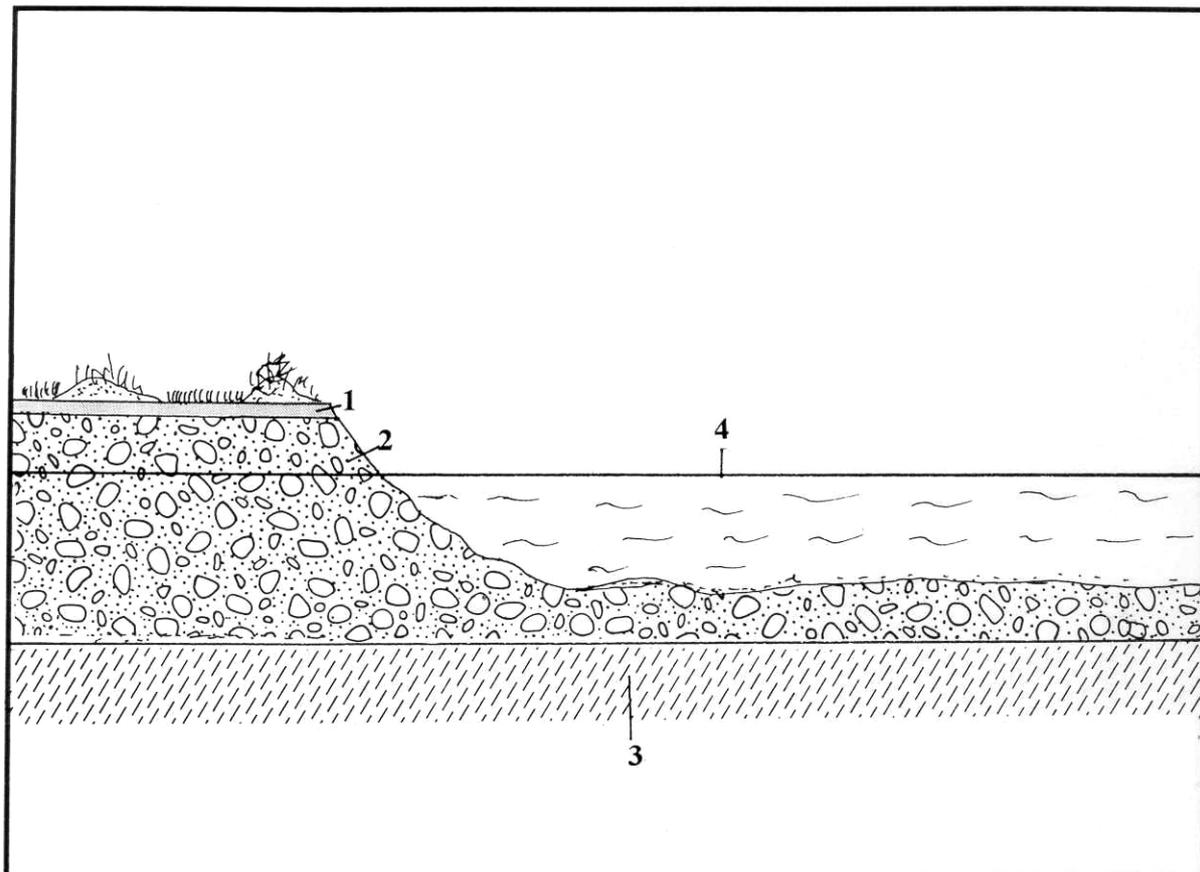
6) Riporto di terra vegetale, spessore minimo 20 centimetri, sulle scarpate emerse.

7) Semina e piantagione di specie igrofile nelle scarpate soggette alle variazioni della falda idrica.

8) Semina di specie erbacee ed arbustive e piantagioni di piantine forestali nelle scarpate emerse, con preferenza delle specie fruttifere per l'alimentazione degli uccelli.

**Cave di sabbia e ghiaia coltivate a fossa in falda idrica
con recupero all'uso naturalistico
(TIPOLOGIA 13)**

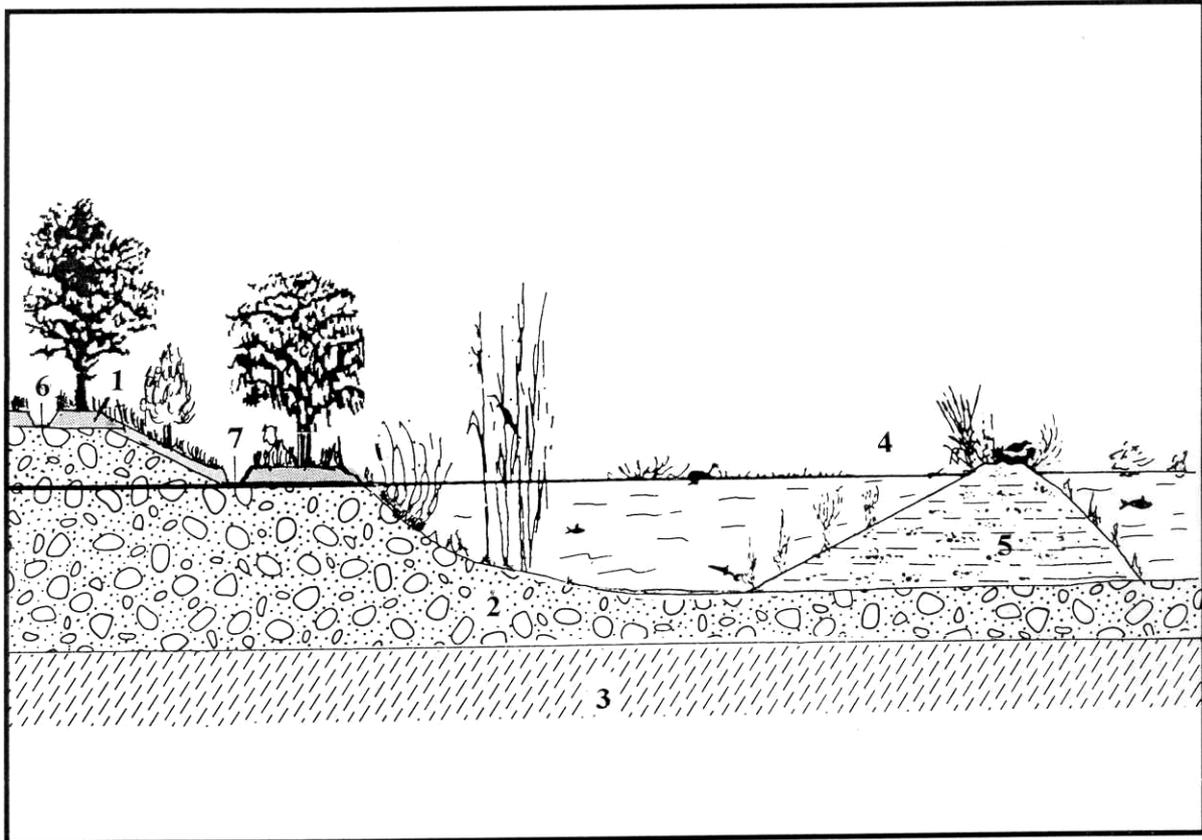
**FIGURA 25
STATO ATTUALE**



- 1- Terreno di copertura**
- 2 - Sabbia e Ghiaia**
- 3 - Substrato**
- 4 - Massimo livello della falda**

**Cave di sabbia e ghiaia coltivate a fossa in falda idrica
con recupero all'uso naturalistico
(TIPOLOGIA 13)**

**FIGURA 26
STATO RIPRISTINATO**



- 1 - Terreno di copertura**
- 2 - Sabbia e Ghiaia**
- 3 - Substrato**
- 4 - Massimo livello della falda**
- 5 - Isolotto**
- 6 - Canaletta di guardia**
- 7 - Eventuale canaletta di drenaggio**

5. SPECIFICHE TECNICHE ESECUTIVE

Di seguito vengono illustrate le **specifiche tecniche esecutive** per le opere in verde che rappresentano la fase terminale degli interventi di recupero ambientale. Le specifiche vengono articolate nelle seguenti categorie di opere:

- 1) scavo, conservazione e riporto del terreno vegetale
- 2) raccolta e smaltimento delle acque
- 3) semine di specie erbacee ed arbustive
- 4) piantagioni

5.1. SCAVO, CONSERVAZIONE E RIPORTO DEL TERRENO VEGETALE

5.1.1. Provenienza e caratteristiche del terreno vegetale

Prima della esecuzione degli interventi di rimodellamento, sino al conseguimento dei profili topo grafici finali previsti nel progetto, la cava verrà suddivisa in sub-aree con caratteristiche differenti, quali:

- aree da preservare integre, senza la rimozione della copertura vegetale
- aree da scoticare con preservazione del terreno vegetale di copertura
- aree nude da rinverdire.

Queste ultime verranno suddivise in **aree sub-pianeggianti** e **scarpate**, in quanto gli spessori del terreno vegetale da riportare saranno rispettivamente non inferiori a 50 e 20 centimetri.

Si procederà quindi ad un bilancio delle quantità di terreno necessarie per l'intervento, suddivise in:

- **disponibili in loco** (per accumuli pregressi)
- **da approvvigionare dall'esterno.**

Le caratteristiche del terreno vegetale da utilizzare saranno dipendenti dall' ambiente naturale della cava e delle aree circostanti e dalle specie previste in progetto per le semine e le piantagioni.

Allo scopo di caratterizzare il terreno dovranno essere eseguiti preventivamente pozzetti pedologici ed analisi chimiche con particolare riferimento alla presenza e distribuzione dei nutrienti.

In funzione della destinazione d'uso finale della cava si dovranno eseguire interventi differenti, come specificato nei paragrafi successivi.

a) Terreno sub-pianeggiante, destinato a coltivazioni agricole:

- spessore non inferiore a 80 cm, per consentire l'aratura con mezzi meccanici
- granulometria fine ed omogenea, eliminando sassi e ciottoli superiori a 2 cm di diametro;
- scheletro sabbioso-ghiaioso non superiore al 30%
- contenuto di humus non inferiore al 50%
- contenuto e ripartizione percentuale dei nutrienti in rapporto al tipo di coltivazione agricola prevista in progetto.

b) Terreno sub-pianeggiante, destinato a prato alberato e/o bosco:

- spessore non inferiore a 50 cm
- granulometria fine, eliminando sassi e ciottoli superiori a 2 cm di diametro;
- scheletro sabbioso-ghiaioso non superiore al 30%
- contenuto di humus non inferiore al 30%
- contenuto di nutrienti adeguato con rapporto prevalente di sostanze azotate.

c) Terreno destinato al rinverdimento di scarpate con pendenza inferiore a 30°, da recuperare a prato alberato oppure a legnose agrarie:

- spessore non inferiore a 30 cm
- granulometria fine, eliminando ciottoli superiori a 2 cm di diametro
- scheletro sabbioso-ghiaioso non superiore al 50%
- contenuto di humus non inferiore al 50%
- contenuto e ripartizione percentuale dei nutrienti in rapporto al tipo di coltivazione agricola prevista in progetto

d) terreno destinato al rinverdimento di scarpate con pendenza superiore a 30°. da recuperare a bosco:

- spessore non inferiore a 20 cm
- granulometria media, eliminando ciottoli superiori a 10 cm di diametro
- scheletro sabbioso-ghiaioso non superiore al 70%
- contenuto di humus non inferiore al 30%
- contenuto di nutrienti adeguato con prevalenza di sostanze azotate

5.1.2. Scavo, conservazione e posa in opera del terreno vegetale

a) Aree di cava da preservare integre, senza la rimozione della copertura vegetale

In queste aree si dovranno eseguire profili pedologici e campionamenti per conoscere la stratigrafia, la granulometria, la composizione chimica e tessiturale del terreno, con particolare riferimento al contenuto di humus e di nutrienti.

Si confronteranno i dati delle analisi con gli standard richiesti per la tipologia d'uso prevista in progetto, intervenendo con concimazioni curative-correttive ove necessario. Dovranno essere scavati non meno di 10 pozzetti pedologici per ettaro di terreno da recuperare.

In ciascun pozzetto verranno prelevati almeno 3 campioni, dei quali uno rappresentativo dello strato superiore di humus e gli altri due del substrato sino alla profondità di 2 m dal piano di campagna

b) Aree di cava da scoticare con preservazione del terreno vegetale di copertura

Anche in queste aree si dovranno eseguire profili pedologici per conoscere la stratigrafia, la granulometria, la composizione chimica e tessiturale del terreno, con particolare riferimento al contenuto di humus e di nutrienti, come specificato nel precedente paragrafo.

In base ai risultati, si deciderà sullo spessore di terreno da scoticare e mettere a stock per il successivo riutilizzo nell'area della cava.

Gli stock di terreno vegetale, che saranno soggetti alla degradazione ad opera degli agenti atmosferici (piogge, insolazione, vento), dovranno essere di altezza massima di 3 metri e protetti con semine di specie erbacee.

Di norma si utilizzeranno le leguminose, per conservare una buona percentuale di sostanze azotate (Trifolium pratense, Medicago lupulina).

c) Posa in opera del terreno vegetale in aree di cava nude, sub-pianeggianti da recuperare all'uso agricolo, forestale o naturalistico

Prima della posa in opera del terreno vegetale, il fondo della cava dovrà essere livellato in maniera da orientare il drenaggio delle acque piovane nella direzione di deflusso, evitando la formazione di buche e contropendenze con ristagno di acqua.

Nel caso di cave di sabbia e ghiaia e di argilla il livellamento avverrà di norma senza apporto di materiali dall'esterno.

Viceversa, quando il fondo della cava od i gradoni siano stati lasciati in roccia nuda, si dovrà mettere in opera uno strato di materiale incoerente di altezza minima di 1 metro per il recupero agricolo e di 0,5 metri per il recupero a prato alberato o bosco.

Si provvederà quindi alla messa in opera del terreno vegetale sopra il substrato come sopra costituito.

Come detto nel precedente paragrafo 5.1, lo spessore di terreno vegetale sarà almeno di 80 cm nel caso di recupero agricolo e di 50 cm nel caso di recupero a prato o bosco.

Le operazioni di posa in opera del terreno vegetale dovranno avvenire normalmente con tempo non piovoso, pena l'eccessiva compattazione ed il degrado delle caratteristiche agronomiche e tessiturali.

Le macchine operatrici dovranno preferibilmente lavorare a marcia indietro, evitando di transitare nel terreno riportato.

Quando ciò sia praticamente inevitabile per mancanza di vie di uscita o di adeguati spazi di manovra, si dovrà eseguire, immediatamente dopo la posa in opera, la zappatura e successiva erpicatura del terreno riportato.

d) Posa in opera del terreno vegetale sulle scarpate

Prima della posa in opera del terreno vegetale, le scarpate dovranno essere rimodellate con la pendenza e l'altezza prevista nel progetto e dovranno essere posti in opera i canali di guardia e le canalette di drenaggio e smaltimento delle acque piovane.

Nel caso di cave di sabbia e ghiaia e di argilla il livellamento avverrà di norma senza apporto di materiali dall'esterno.

Viceversa, quando la scarpata sia stata lasciata in roccia nuda, si dovrà mettere in opera uno strato di materiale incoerente, in maniera da costruire il substrato minimo per lo sviluppo dell'apparato radicale delle piante.

Si provvederà quindi alla messa in opera del terreno vegetale.

Nella FIGURA 27 è riportato il caso di una cava a gradoni con la ricostruzione artificiale del substrato a ridosso delle pareti rocciose con la successiva posa in opera del terreno vegetale verrà lasciato sull'esterno del gradone un tratto pianeggiante che consentirà l'accesso per la manutenzione periodica delle opere in verde (sostituzione delle fallanze). Come detto nel precedente paragrafo 5.1.1, lo spessore di terreno vegetale sarà almeno di 30 cm nel caso di pendenza finale inferiore a 30° e di 20 cm nel caso di pendenze superiori.

L'operazione di messa in opera del terreno avverrà di norma con escavatore idraulico a benna diritta e/o rovescia, che potrà operare dal basso o dall'alto, a seconda delle necessità operative, dipendenti dall'altezza delle scarpate.

Per pendenze inferiori a 20° è preferibile l'uso di pala meccanica e/o bulldozer.

Come già detto nel paragrafo precedente, le operazioni di posa in opera del terreno vegetale dovranno avvenire normalmente con tempo non piovoso, pena l'eccessiva compattazione ed il degrado delle caratteristiche agronomiche e tessiturali.

Le macchine operatrici dovranno preferibilmente lavorare a marcia indietro, evitando di transitare nel terreno riportato.

Quando ciò sia praticamente inevitabile per mancanza di vie di uscita o di adeguati spazi di manovra, si dovrà eseguire, immediatamente dopo la posa in opera, la zappatura e successiva erpicatura del terreno riportato.

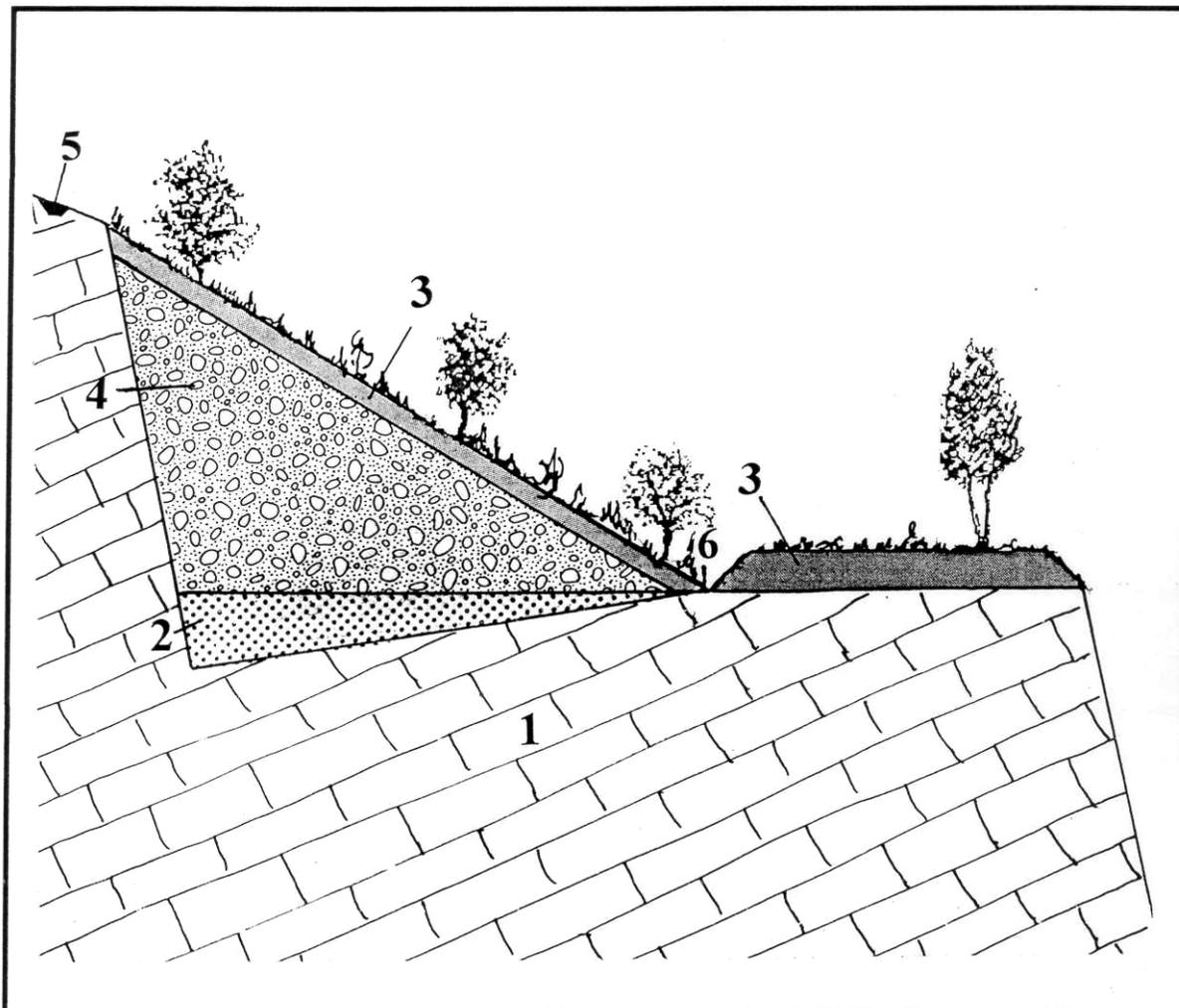
E' evidente che in scarpate di limitata estensione tale operazione verrà eseguita a mano. Nelle cave ove la pendenza finale della scarpata, dopo il riporto del terreno vegetale, sia superiore a 35°, si potranno eseguire opere di sostegno artificiali (fascinate, gradinate, impianto di talee orizzontali).

Con queste tecniche di sostegno si possono raggiungere pendenze finali stabili sino a 45°. Alcuni esempi pratici sono riportati nelle FIGURE 28 e 29.

Quando per mancanza di superfici orizzontali adeguate la scarpata dovrà essere lasciata con pendenza maggiore di 45°, si dovrà intervenire con la tecnica delle "terre armate", riportata nella FIGURA 30.

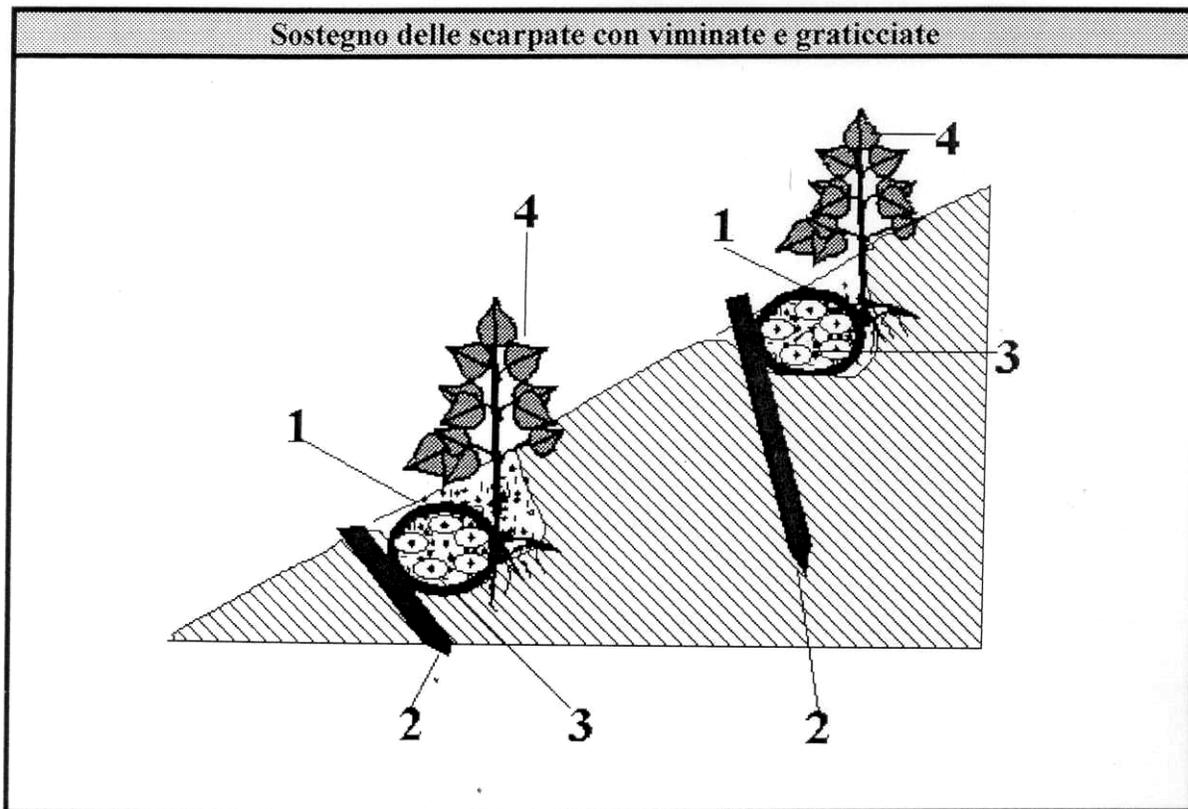
FIGURA 27

Schema di recupero ambientale di cave in roccia



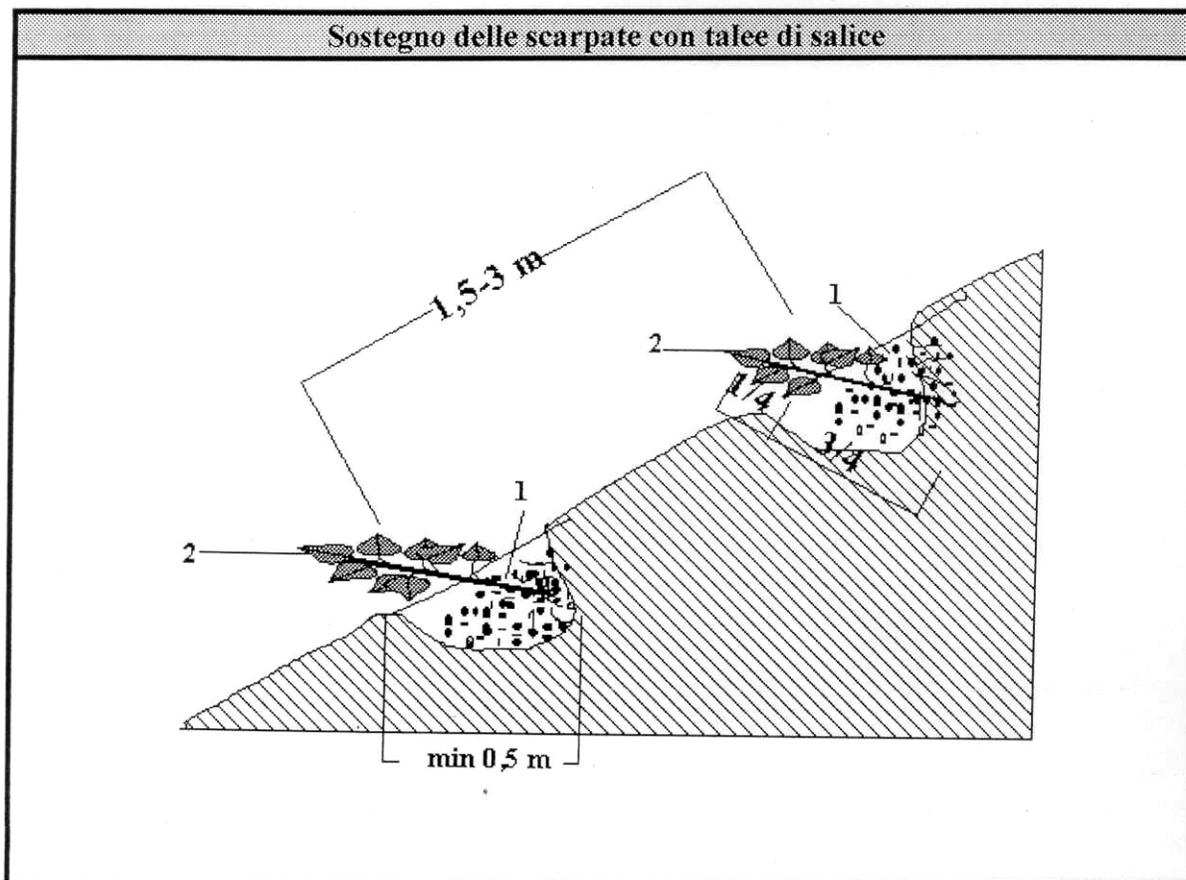
- 1- Roccia in posto
- 2- Limo argilloso
- 3- Terreno vegetale
- 4- Scarto di cava
- 5- Canale di guardia
- 6- Canaletta di drenaggio

FIGURA 28



- 1- Solco nel terreno di riporto
- 2 - Paletto di sostegno
- 3 - Vimate
- 4 - Piantine in fitocella di 2-3 anni di età

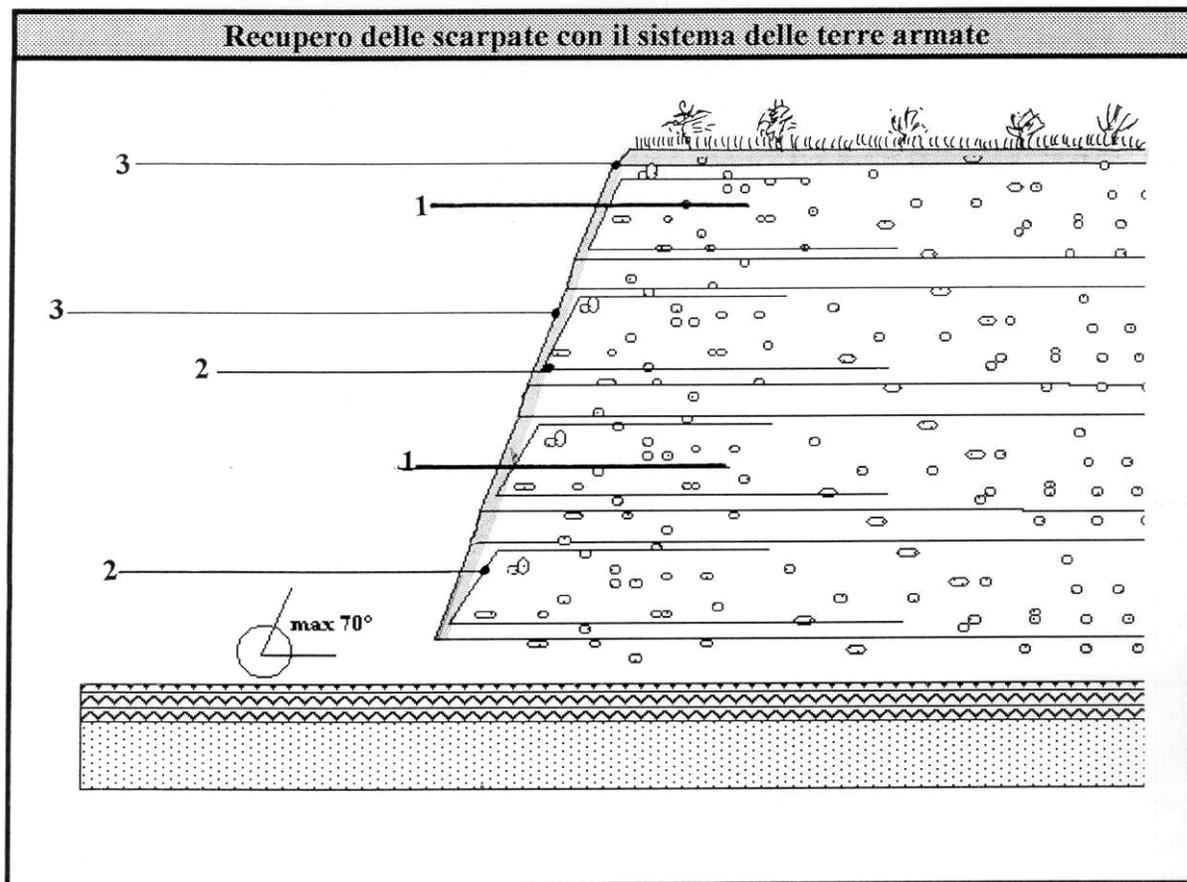
FIGURA 29



1 - Solco nel terreno di riporto

2- Talee di salice

FIGURA 30



1 - Strati di terreno di riporto

2 - Armatura con tondini di ferro

3 - Armatura con rete metallica, oppure di plastica dura

5.2. RACCOLTA E SMALTIMENTO DELLE ACQUE

Durante ed a seguito della messa in opera del terreno vegetale si dovranno eseguire le opere necessarie alla raccolta ed allo smaltimento delle acque piovane e di ruscellamento superficiale.

Queste opere sono indispensabili per evitare il dilavamento incontrollato del terreno di riporto, con la conseguente compromissione della stabilità e la perdita delle sostanze nutritive.

In dettaglio si dovranno costruire:

- canali di guardia a monte della cava
- canalette di drenaggio al piede delle scarpate e sul fondo cava
- canali di smaltimento a valle della cava.
-

5.2.1. Canali di guardia

La costruzione di un canale di guardia a monte della cava, immediatamente al di sopra del limite superiore dello scavo, eviterà il ruscellamento incontrollato delle acque piovane sulle scarpate con problemi di erosione e di stabilità.

Tali problemi ricorrono nelle rocce incoerenti (sabbia, ghiaia, detrito) e facilmente erodibili (argille) possono insorgere anche nelle rocce compatte intensamente fratturate ed in special modo nelle rocce carbonatiche, ove l'acidità della pioggia provoca fenomeni di dissoluzione e di carsismo.

Quando non è possibile l'ampliamento del fronte della cava, la effettiva necessità di un canale di guardia verrà giudicata sulla base della morfologia, della natura del materiale, della piovosità.

In questo caso il canale verrà scavato con mezzi manuali, non potendo accedere con mezzi meccanici al di sopra delle scarpate.

Nelle cave di roccia compatta suscettibili di ampliamento lo scavo del canale di guardia avverrà con martellone idraulico, evitando l'uso delle mine che provocherebbero l'ulteriore fessurazione della roccia.

Nelle cave di rocce incoerenti, lo scavo potrà avvenire indipendentemente a mano, oppure con escavatore idraulico rovescio, in base a criteri di economicità e di tempo di esecuzione, da specificare nella progettazione esecutiva.

In tutti i casi il canale di guardia verrà scavato prima di dare inizio ai lavori di rimodellamento delle scarpate, al fine di evitare che in caso di forti piogge le opere di recupero già eseguite vengano ad essere compromesse per il dilavamento delle acque piovane.

Il fondo e le pareti del canale di guardia dovranno essere impermeabilizzati al fine di evitare che il canale stesso si tramuti in mezzo di raccolta e di infiltrazione delle acque ricadenti a monte della cava.

Nel caso di rocce fratturate, si provvederà a stuccare le fratture in tutta la sezione del canale con malta a base di bentonite-cemento o di silicati o resine impermeabilizzanti.

Nel caso di rocce incoerenti, il canale di guardia dovrà essere rivestito con stuoia antierosione.

Nella FIGURA 31 è riportato un esempio di applicazione in un canale di guardia di una stuoia antierosione tipo Enkamat.

La stuoia verrà fissata nel canale e sulle sponde con appositi ganci.

E' costituita da:

- telo di base impermeabile
- strato vegetale (humus, torba, semi di specie erbacee)
- rete di protezione a maglia quadrata 5x5 cm, che consente il passaggio dell'erba e nello stesso tempo protegge dall'erosione.

La sezione del canale di guardia verrà calcolata in rapporto alla estensione, alla morfologia ed alla litologia del bacino imbrifero a monte.

In particolare verrà stabilito un coefficiente di deflusso e calcolata la portata massima in caso di piogge intense e di breve durata con un tempo di ritorno di 50 anni.

5.2.2. Canalette di drenaggio

Le acque ricadenti all'interno della cava verranno allontanate con canalette di drenaggio posizionate al piede delle scarpate nei singoli gradoni e sul fondo cava.

Per la metodologia di scavo e la protezione dall'erosione valgono le considerazioni già riportate nel paragrafo precedente.

Il percorso e la sezione delle canalette verranno volta per volta stabiliti in rapporto alla estensione ed alla morfologia della cava a seguito del rimodellamento, alla litologia, da cui dipende il coefficiente di infiltrazione, ed alla piovosità.

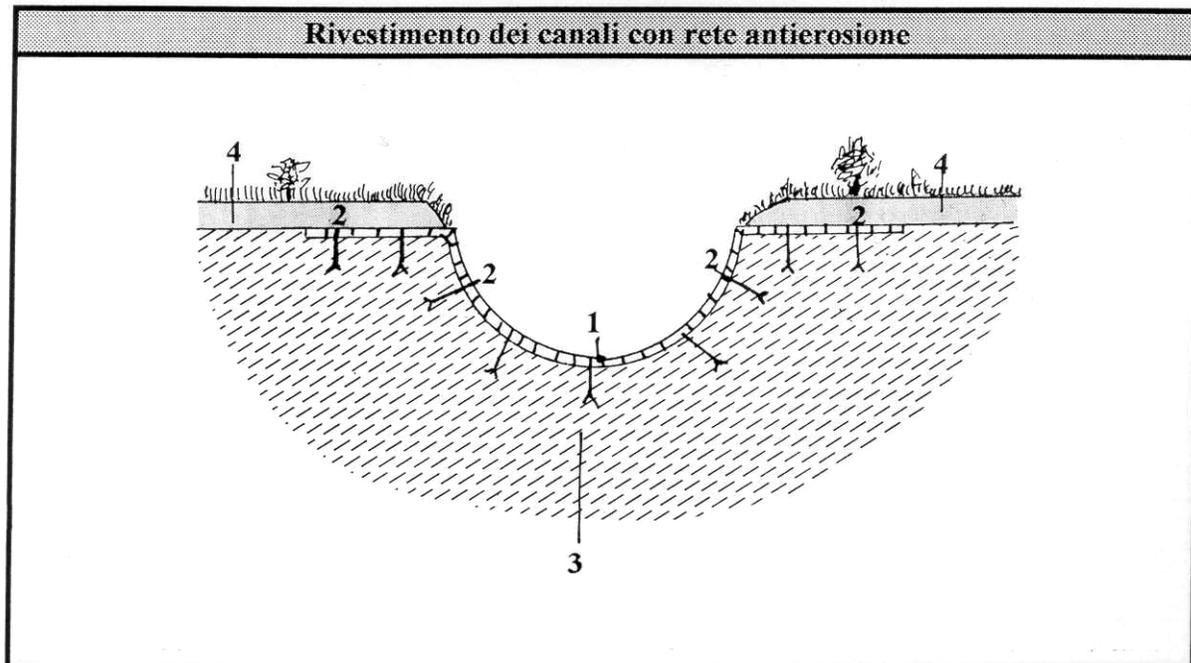
In particolare verrà stabilito un coefficiente di deflusso e calcolata la portata massima in caso di piogge intense di breve durata con un tempo di ritorno di 50 anni.

5.2.3. Canali di smaltimento

I canali di guardia e le canalette di drenaggio verranno collegati ad appositi canali di smaltimento da costruire a valle della cava, a loro volta collegati con la rete idrica naturale od artificiale della zona.

Per la costruzione, la protezione ed il dimensionamento dei canali di smaltimento valgono le considerazioni già illustrate per i canali di guardia.

FIGURA 31



- 1 - Rete tipo Enkamat
- 2 - Ganci per fissaggio al terreno
- 3 - Materiale in posto
- 4 - Terreno vegetale

5.3. SEMINE DI SPECIE ERBACEE ED ARBUSTIVE

Le semine di specie erbacee ed arbustive hanno la duplice funzione del rinverdimento ai fini paesaggistici ed ambientali e del consolidamento del terreno, evitandone il dilavamento ed il franamento.

Di norma verranno eseguite con mezzi meccanici; tuttavia vengono presi in esame anche metodi manuali, in particolare per i casi di difficile accesso.

5.3.1. Semine manuali a spaglio

Possono essere impiegate per il rinverdimento di superfici piane e di scarpate con pendenze inferiori a 20° ove i semi possono germinare regolarmente senza rischi di dilavamento ad opera dello scorrimento di acque superficiali.

Le miscele di semi verranno decise di volta in volta in base al progetto ed alla reperibilità sul mercato, secondo tabelle che riportano le quantità ed i rapporti tra le specie; in caso di mancata reperibilità sul mercato di alcune specie o per altri motivi, sono possibili variazioni della composizione.

Si dovranno inoltre controllare le miscele di sementi, sia per quanto riguarda la composizione quali-quantitativa, sia per quanto riguarda il grado di germinabilità.

Particolare cura dovrà essere posta nel rimescolare le sementi in loco, per garantire la distribuzione omogenea delle specie; è noto infatti che nel trasporto avviene una separazione gravitativa dei vari tipi di semi e in particolare si separano le graminacee dalle leguminose con gravi conseguenze sull'efficacia dell'inerbimento.

La semina dovrà avvenire preferibilmente nei mesi di aprile-maggio o agosto-settembre, con esclusione comunque dei mesi invernali.

5.3.2. Semine potenziate

Nelle scarpate con pendenza superiore ai 20° il problema maggiore è rappresentato dal rischio di dilavamento dei semi in caso di forti piogge; in questi casi sarà più opportuno eseguire semine potenziate.

La scelta delle specie è in funzione delle condizioni microambientali di ogni superficie d'intervento.

Il tipo di semina e i rapporti tra i componenti (concimanti, collanti, miscele di semi, substrato, ecc.) vanno studiati caso per caso.

Si riportano di seguito alcune tra le tecniche più in uso:

a) semina nero-verde

Viene seminato un miscuglio di semi di leguminose e graminacee scelte di volta in volta in base al progetto; i semi vengono ricoperti con paglia a fibre lunghe sulla quale viene spruzzata una emulsione legante idrobituminosa integrata con particolari concimi e prodotti ormonici.

Tali provvedimenti hanno lo scopo di impedire il dilavamento dei semi e della terra ad opera delle acque piovane; dopo pochi giorni spuntano i primi germogli, nel giro di 60 giorni, si arriva al rinverdimento totale.

Per garantire le riuscita è importante evitare la formazione di grumoli e assicurare la massima uniformità nello stendere la paglia e nella semina; i rapporti tra i componenti (concimanti, collanti, miscele di semi, substrato, ecc.) vanno studiati caso per caso, in funzione dei risultati delle indagini pedologiche, agronomiche e meteoclimatiche.

b) idrosemina

L'idrosemina consiste nello spargere sulle scarpate, con apposita attrezzatura (pompa, tubazioni, ugelli, ecc) una miscela di specie erbacee (graminacee e leguminose) ed arbustive insieme a collanti, aggreganti, torba ed humus.

Il collante ha lo scopo di evitare che i semi vengano dispersi dagli eventi meteorici (pioggia, vento, ecc) mentre la torba e l'humus hanno lo scopo di garantire il nutrimento dei semi nei primi anni di vita.

La germinazione dei semi avviene dopo 20 giorni e dopo due o tre mesi si ha il rinverdimento totale.

Questa tecnica è particolarmente consigliabile nel caso di pareti di notevole altezza e pendenza. Infatti le pompe possono raggiungere un'altezza di 70-80 metri mentre quelle utilizzate per spruzzare il bitume possono raggiungere un'altezza massima di 25 metri.

In alcuni casi più difficili è bene procedere ad una nuova concimazione con fertilizzante chimico dopo 6 settimane e se necessario ripeterla per almeno 1 o 2 anni; questo per garantire al massimo l'attecchimento ed il consolidamento del cotico erboso.

Solo in caso di pareti non molto ripide si possono impiantare, contemporaneamente alla semina delle specie erbacee, piante arbustive e arboree. Altrimenti occorre aspettare almeno 2 o 3 anni, cioè assicurarsi del buon attecchimento del cotico erboso.

I rapporti tra componenti (concimanti, collanti, miscela di semi, substrato, ecc.) vanno studiati caso per caso, in funzione dei risultati delle indagini pedologiche, agronomiche e meteoclimatiche.

5.3.3. Mantellate artificiali

Le mantellate sono particolarmente adatte per il rinverdimento di versanti molto ripidi; a differenza degli altri metodi, si può intervenire in qualsiasi stagione, anche durante i mesi piovosi.

Tale metodo consiste nel coprire le scarpate in maniera completa ed uniforme, mediante tappeti che vengono ancorati alla roccia con appositi ganci metallici e costituiti da:

uno strato torboso costituente il letto di semina (semi di graminacee e leguminose propriamente scelte con enzimi e microrganismi);

- uno strato intermedio di paglia tritata e cascami di cotone per l'assorbimento e la ritenzione dell'acqua;

- uno strato discontinuo di canne palustri, poste trasversalmente al versante per il rallentamento dell'acqua e per rendere rigida la stuoia;

- una rete di fili di perlon, o ferro zincato nel caso di pareti particolarmente inclinate, per collegare le canne.

5.3.4. Stuoie anti-erosione

Nei casi ove non sia possibile rimodellare i fronti con pendenze di sicurezza, si potranno mettere in opera stuoie artificiali anti-erosione in juta od in plastica, ottenendo contemporaneamente la stabilizzazione ed il rinverdimento delle scarpate.

5.4. PIANTAGIONI

Per la messa a dimora di specie arbustive ed arboree si useranno le specie previste in progetto.

Le piantine verranno messe a dimora in ragione di circa 3000 per ha, con disposizione sparsa a mosaico, a costituire una vegetazione mista, simile a quella naturalmente presente nella zona.

Vale la raccomandazione generale di reperire il più possibile piante provenienti da vivai locali o di condizioni ambientali simili a quelle della zona; è opportuno reperire in loco le talee di salici e delle altre specie che prevedono tale tipo di trapianto, in quanto si avranno maggiori possibilità di attecchimento.

Le talee e le barbatelle da utilizzare dovranno avere un diametro inferiore a 4 cm ed una lunghezza da 0,75 a 2 metri (media 1,2 m); verranno interrate a partire dalla base della scarpata in solchi larghi 0,5-1 metro con il fondo in leggera pendenza, a disposizione incrociata, sporgenti 1/5-1/4 della lunghezza dal terreno.

Le specie da trapiantare in fitocella o come piantine da 3-4 anni di età verranno intercalate a 1,5 metri a costituire una vegetazione mista.

Le specie arboree ed alto arbustive verranno messe a dimora alternate a quelle arbustive in ragione di 1 a 5.

Le piantine, in particolare le fitocelle degli alberi, dovranno essere sgomberate dall' erba circostante mediante pacciamatura manuale con paglia di frumento.

Fitocelle e piantine verranno messe a dimora in una fossa parzialmente riempita di torba e sostenute da un paletto. E' opportuno sostituire le fallanze ed i mancati attecchimenti, nonché operare sfoltimenti a seconda dei casi.

Per le opere di rinverdimento devono essere utilizzate specie erbacee, arbustive ed arboree compatibili con l'ambiente naturale circostante la cava e comunque caratteristiche del climax vegetazionale potenziale dei luoghi.

Un esempio di specie idonee all'ambiente della provincia di Pesaro-Urbino è riportato nella TABELLA I.

TABELLA 1 - Specie erbacee, arbustive ed arboree per le opere in verde

Specie erbacee	
Bromus inermis	Forasacco
Festuca Rubra	Festuca rossa
Lolium perenne	Loglio inglese
Dactylis glomerata	Erba mazzolina
Trifolium repens	Trifoglio
Lotus corniculatus	Ginestrino
Festuca ovina	Festuca dei Montoni
Phleum pratense	Coda di topo

Specie arbustive	
Prunus spinosa	Prugnolo
Corylus avellana	Nocciolo
Cornus mascula	Corniolo
Laburnus anagyroides	Maggiociondolo
Ilex aquifolium	Agrifoglio
Crataegus monogyna	Biancospino
Cornus sanguinea	Sanguinella
Spartium junceum	Ginestra di Spagna
Cytisus scoparium	Ginestra dei carbonai
Clematis vitalba	Vitalba comune
Medicago sativa	Erba medica
Trifolium pratense	Trifoglio
Poa pretensis	Erba fienarola
Festuca pratense	Festuca dei prati
Cynodon dactylon	Gramigna
Onobrychis sativa	Lupinella
Hedera helix	Edera comune

Specie arboree	
Quercus Ilex	Leccio
Quercus pubescens	Roverella
Quercus cerris	Cerro
Fagus sylvatica	Faggio
Ostrya carpinifolia	Carpino nero
Populus alba	Pioppo bianco
Salix alba	Salice comune
Salix viminalis	Salice da vimini
Fraxinus ornus	Orniello
Juniperus communis	Ginepro
Pinus nigra	Pino austriaco
Pinus sylvestris	Pino silvestre