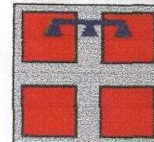


**Direzione Industria**

**Regione Piemonte**



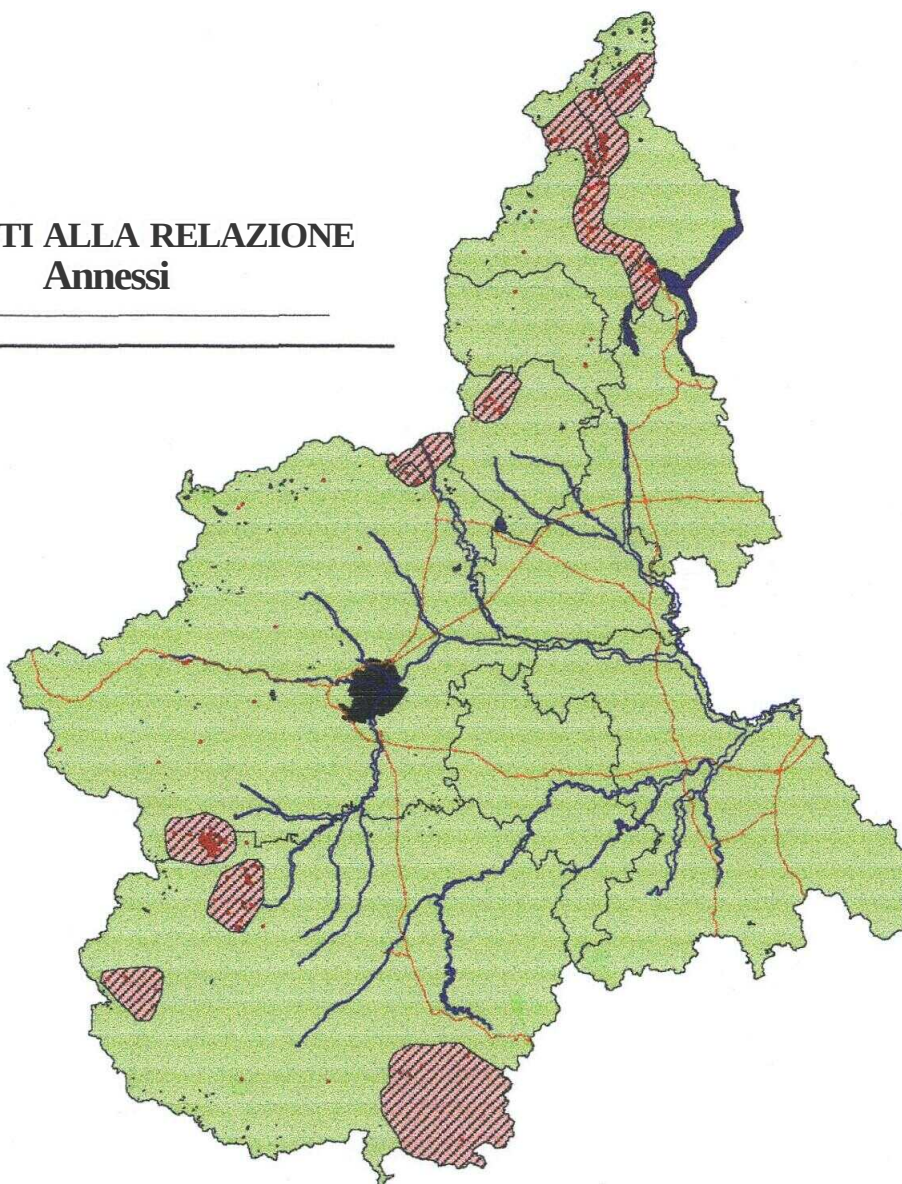
**DOCUMENTO DI PROGRAMMAZIONE DELLE  
ATTIVITA' ESTRATTIVE - D.P.A.E.**

---

**Volume 2**

**ALLEGATI ALLA RELAZIONE  
Annessi**

---



**SECONDO STRALCIO**

**PIETRE ORNAMENTALI**

## CONSULENZA SCIENTIFICA

|             |                                                                                                |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Prof. Ing.  | Vanni BADINO - Coordinatore<br>Politecnico di Torino - Dipartimento di Georisorse e Territorio |
| Prof. Ing.  | Giampiero BARISONE<br>Politecnico di Torino - Dipartimento di Georisorse e Territorio          |
| Prof. Ing.  | Mauro FORNARO<br>Politecnico di Torino - Dipartimento di Georisorse e Territorio               |
| Prof. Ing.  | Angelica FRISA MORANDINI<br>Politecnico di Torino - Dipartimento di Georisorse e Territorio    |
| Prof. Ing.  | Riccardo SANDRONE<br>Politecnico di Torino - Dipartimento di Georisorse e Territorio           |
| Prof. Arch. | Carlo SOCCO<br>Politecnico di Torino - Dipartimento Territorio                                 |

Le sezioni relative alle tematiche ambientali di analisi vegetazionale, climatica e pedologica e i relativi indirizzi di recupero ambientale sono tratti da studi di proprietà della Regione Piemonte redatti dall'I.P.L.A. S.p.A. negli anni dal 1985 al 1988 i cui autori sono il Prof. Gian Paolo MONDINO e la D.ssa Marta SCOTTA. Tali sezioni sono state adattate e rielaborate dal gruppo di Consulenza Scientifica e dal Dott. Pierpaolo VARETTO del Coordinamento Regionale.

## HANNO INOLTRE COLLABORATO :

Dott. Geol. Luca ALCIATI, Dott. Ing. Maurizio GOMEZ SERITO, Dott. Geol. Giuseppe MANDRONE, Dott. Ing. Grazia Maria MANGANO, Dott. Geol. Paola MARINI, Dott. Ing. Gianluca ODETTO, Dott. Ing. Claudio OGGERI, Dipl. Ing. Massimo T. RADICCI, Dott. Ing. Irene SACERDOTE, Dott. Ing. Katia ZAVAGLIA.

## COORDINAMENTO REGIONALE

### Settore Pianificazione e Verifica Attività Estrattiva

|       |                   |
|-------|-------------------|
| Dott. | Luigi VIGLIERO    |
| Dott. | Pierpaolo VARETTO |
| Ing.  | Andrea CARPI      |

## GESTIONE ED ELABORAZIONE DATI CARTOGRAFICI

C.S.I. Piemonte : Dott. Marco FELLA  
Dott. Cesare GERBINO

## SEGRETERIA ED ELABORAZIONE TESTI

### Settore Pianificazione e Verifica Attività Estrattiva

Sig.re Giovanna GARBOLINO BRESSA, Vincenza LONGO, Rita RICUPIDO



# INDICE

|                                                                                                                                                 | Pag. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1. SINTESI GEOSTRUTTURALE                                                                                                                       | 1    |
| 1.1. PREMESSA                                                                                                                                   | 1    |
| 1.2. ELABORAZIONE DATI                                                                                                                          | 1    |
| 1.3. RAPPRESENTAZIONE CARTOGRAFICA                                                                                                              | 3    |
| ALLEGATO A : SCHEDE <b>GIACIMENTOLOGICO-TECNICHE</b>                                                                                            | 5    |
| ALLEGATO B : DIAGRAMMI DI SCHMIDT                                                                                                               | 54   |
| 2. ASPETTI GEOMECCANICI DELLE COLTIVAZIONI DI CAVE DI<br>PIETRE ORNAMENTALI                                                                     | 60   |
| 2.1. <b>GENERALITA'</b> DEL PROBLEMA                                                                                                            | 60   |
| 2.2. AMMASSI ROCCIOSI OGGETTO DI COLTIVAZIONE                                                                                                   | 62   |
| 2.3. TECNICHE DI COLTIVAZIONE E GEOMORFOLOGIA                                                                                                   | 64   |
| 2.4. PROBLEMI DI <b>STABILITA'</b> NELLE CAVE :<br>I FRONTI, IN COLTIVAZIONE E RESIDUI                                                          | 65   |
| 2.5. PROBLEMI DI <b>STABILITA'</b> NELLE CAVE : COPERTURE                                                                                       | 69   |
| 2.6. PROBLEMI DI <b>STABILITA'</b> NELLE CAVE : LE DISCARICHE                                                                                   | 72   |
| 2.7. INDAGINI, METODI DI PROGETTO E VERIFICA                                                                                                    | 75   |
| 2.8. MISURAZIONI IN SITO                                                                                                                        | 80   |
| 2.9. CAVE IN SOTTERRANEO                                                                                                                        | 82   |
| 2.10. BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE                                                                                                                   | 84   |
| 2.11. FIGURE                                                                                                                                    | 84   |
| 3. L'UTILIZZO DEGLI SCARTI LAPIDEI                                                                                                              | 93   |
| 3.1. PREMESSA                                                                                                                                   | 93   |
| 3.2. LA NORMATIVA ESISTENTE                                                                                                                     | 94   |
| 3.3. GLI INERTI DI CAVA                                                                                                                         | 95   |
| 3.4. LA PRODUZIONE ITALIANA DI SCARTI LAPIDEI                                                                                                   | 97   |
| 3.5. LA SITUAZIONE IN PIEMONTE                                                                                                                  | 101  |
| 3.6. I FANGHI DI LAVORAZIONE                                                                                                                    | 106  |
| 3.7. CONCLUSIONI                                                                                                                                | 110  |
| 4.     SIGNIFICATO TECNICO-ECONOMICO DELLA PRODUZIONE<br>DI PIETRE ORNAMENTALI NELLE VALLATE PIEMONTESI :<br>IL BACINO DEL LUSERNA - INFERNOTTO | 111  |
| 4.1 PRESENTAZIONE                                                                                                                               | 111  |
| 4.2 CENNI STORICI                                                                                                                               | 111  |
| 4.3 LA STRUTTURA PRODUTTIVA NEL 1997                                                                                                            | 126  |
| 4.4 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI                                                                                                                   | 177  |

|                                                                                                                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5. MARMI STORICI E PATRIMONIO STORICO-ARCHITETTONICO                                                                                                            |     |
| IL CASO DEL MONREGALESE                                                                                                                                         | 181 |
| 5.1 PRESENTAZIONE                                                                                                                                               | 181 |
| 5.2 NOTIZIE STORICHE SUI MARMI DEL MONREGALESE                                                                                                                  | 181 |
| 5.3 INVENTARIO DEI MARMI STORICI E RICERCA DEI RELATIVI SITI DI CAVA :<br>INQUADRAMENTO METODOLOGICO                                                            | 184 |
| 5.4 I MARMI MONREGALESI NEGLI UTILIZZI LOCALI :<br>INDAGINI E RILIEVI SUI MONUMENTI                                                                             | 186 |
| 5.5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E MORFOLOGICO DEL BACINO MONREGALESE                                                                                                | 187 |
| 5.6 LOCALIZZAZIONE DEI SITI DI CAVA ED ESEMPI DI <b>RISULTATI</b> OTTENUTI<br>DALLE INDAGINI SUL TERRENO                                                        | 197 |
| 5.7 CONCLUSIONI : <b>POSSIBILITA'</b> E CONDIZIONI PER LA RIPRESA<br>DELL'ATTIVITÀ ESTRATTIVA                                                                   | 207 |
| 5.8 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI                                                                                                                                   | 210 |
| 5.9 ILLUSTRAZIONI E CARTE <b>GEOGIACIMENTOLOGICHE</b>                                                                                                           | 212 |
| 6. RECUPERO AMBIENTALE DI CAVE DI PIETRE ORNAMENTALI                                                                                                            |     |
| STUDI CONDOTTI NEI BACINI DEL FORMAZZA, DEL <b>SEMPIONE</b> ,<br><b>DELL'ANTIGORIO</b> , DELLA BEOLA, DEI LAGHI E NEL BACINO DEL<br><b>LUSERNA - INFERNOTTO</b> | 217 |
| 6.1 STUDI CONDOTTI NEI BACINI DEL FORMAZZA, DEL SEMPIONE,<br><b>DELL'ANTIGORIO</b> , DELLA BEOLA E DEI LAGHI                                                    | 217 |
| 6.1.1. LA VEGETAZIONE ATTUALE                                                                                                                                   | 218 |
| 6.1.2. L'EVOLUZIONE NATURALE DELLA VEGETAZIONE NELLE AREE DISMESSE                                                                                              | 237 |
| 6.1.3. INDIRIZZI OPERATIVI PER IL RECUPERO DELLE CAVE NEI BACINI DEL<br>FORMAZZA, DEL SEMPIONE, DELL'ANTIGORIO, DELLA BEOLA E DEI<br>LAGHI                      | 264 |
| 6.2. STUDI CONDOTTI NEL BACINO DEL <b>LUSERNA-INFERNOTTO</b>                                                                                                    | 275 |
| <b>6.2.1. CLIMA</b>                                                                                                                                             | 276 |
| 6.2.2. LA VEGETAZIONE NATURALE ATTUALE                                                                                                                          | 278 |
| 6.2.3. LA VEGETAZIONE SECONDARIA DELLE CAVE ED IL LORO RECUPERO                                                                                                 | 285 |
| 6.2.4. INDIRIZZI OPERATIVI PER IL RECUPERO DELLE CAVE DEL BACINO DEL<br><b>LUSERNA-INFERNOTTO</b>                                                               | 287 |



## 1. SINTESI GEO-STRUTTURALE

### 1.1 PREMESSA

Nel corso delle indagini condotte in ambito geo-giacimentologico per la stesura del DPAE secondo stralcio è stata effettuata una serie di sopralluoghi in una cinquantina di cave e centri estrattivi di rocce per uso ornamentale sparsi lungo l'intero arco alpino piemontese.

Ciò allo scopo sia di effettuare controlli o rilievi ex novo del grado di fratturazione delle formazioni rocciose coltivate (tramite misure di velocità delle onde elastiche in situ e rilievi geostrutturali - classici e di sintesi), sia di prelevare campioni per le successive prove di laboratorio, sia, infine, di verificare la qualità ed entità delle riserve coltivabili, le caratteristiche della formazione utile e la presenza di problematiche idrogeologiche più o meno accentuate (riferite, ovviamente, al giacimento in corso di coltivazione).

A seguito dei sopralluoghi è stata redatta, per ogni sito censito, una sintetica scheda giacimentologico-tecnica, appositamente elaborata, il cui schema è riprodotto nella Tab.7.2 della relazione generale; nell'allegato A del presente Annesso sono invece integralmente riportate le 48 schede compilate.

### 1.2 ELABORAZIONE DATI

Le giaciture delle discontinuità interessanti gli ammassi rocciosi, sia ricavate da dati d'archivio (Settore regionale Pianificazione e Verifica Attività Estrattiva, pubblicazioni scientifiche, tesi di laurea e di dottorato, ecc.), sia misurate direttamente durante le indagini condotte in situ, sono state elaborate per via automatica, utilizzando il programma informatico DIPS. Tale programma opera riportando su di una proiezione polare (proiezione equiareale di Schmidt) i poli delle discontinuità rilevate, e fornendo poi le curve di isodensità dei poli stessi, tramite le quali è agevole individuare le principali famiglie di discontinuità e risalire alla loro giacitura media (immersione ed inclinazione).

I valori medi così ottenuti sono quindi stati posti a confronto, raggruppati per litotipi e/o aree geografiche omogenee, allo scopo di individuare eventuali similitudini nel numero e nella giacitura delle famiglie presenti; i risultati sono sintetizzati nella Tab.1 e, sotto forma dei cerchi massimi dei piani di giacitura medi, in una serie di reticoli di Schmidt (Allegato B e carta giacimentologico-tecnica) riferiti alle diverse zone omogenee individuate. Va comunque sottolineato come le famiglie di fratture sopracitate non siano da intendere come rappresentative di tutti i sistemi riscontrati, ma solo di quelli che hanno evidenziato una notevole costanza di giacitura e che sono risultati presenti

nella gran maggioranza dei rilievi a disposizione; ne consegue che, ovviamente, il numero di sistemi di fratture presenti in realtà nelle formazioni rocciose di riferimento sarà in genere superiore a quanto riportato in tabella, raramente inferiore.

*Tab. 1 - Giacitura media dei sistemi di discontinuità maggiormente frequenti nelle diverse zone omogenee individuate*

| Zona di riferimento | Litotipo | Giacitura media (immersione/inclinazione) dei sistemi di discontinuità più frequenti [°] |       |       |        |        |        |        |
|---------------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
|                     |          |                                                                                          |       |       |        |        |        |        |
| Monregalese         | Calcari  | 160/20                                                                                   | 30/50 |       | 110/75 | 200/60 |        |        |
| Val Maira           | Vari     | 230/20                                                                                   |       |       | 130/50 | 200/80 | 280/80 |        |
| V. Luserna B        | Gneiss   | 230/20                                                                                   | 20/60 | 70/80 |        |        |        | 340/75 |
| V. Luserna R        | Gneiss   | 240/20                                                                                   |       | 80/80 |        |        |        | 340/80 |
| V. Susa             | Vari     | 300/20                                                                                   |       |       | 130/80 | 240/50 |        | 360/60 |
| Dora Baltea         | Gneiss   | 300/25                                                                                   |       | 90/70 |        | 200/60 |        |        |
| Dora Baltea         | Dioriti  | 160/20                                                                                   |       |       | 100/85 | 220/80 |        | 350/70 |
| Valle Cervo         | Sieniti  | 90/30                                                                                    |       |       | 110/80 | 170/80 | 250/80 |        |
| Laghi               | Graniti  |                                                                                          |       |       |        |        | 240/80 | 300/50 |
| Val d'Ossola        | Gneiss   | 290/40                                                                                   |       | 70/70 | 130/50 |        |        |        |

Per quanto concerne il grado di fratturazione degli ammassi rocciosi, si è scelto di rappresentarlo tramite il valore di  $J_v$ , corrispondente al numero medio di discontinuità presenti in un metro cubo di roccia. La scelta di questo parametro è stata fatta in ragione della sua rappresentatività, del buon grado di correlabilità con le caratteristiche geomeccaniche "globali" degli ammassi rocciosi e della sua semplicità di calcolo.

Il valore di  $J_v$  dipende in ultima analisi, come è noto, dal numero di sistemi di fratture presenti e dalla loro spaziatura; quest'ultima è stata calcolata, per i rilievi eseguiti direttamente, tramite la formula:

$$S = d * (1 + 1/20 * L) * \sin(I_f - I_d) * \sin(i_d)$$

dove:

$S$  = spaziatura media del sistema di fratture  $K_n$

$d$  = spaziatura apparente (rapporto tra lunghezza dello stendimento e numero di discontinuità della famiglia  $K_n$  intercettate)

$L$  = lunghezza media delle fratture della famiglia  $K_n$

If = immersione del fronte lungo cui è stato condotto lo stendimento

Id = immersione media sistema Kn

id = inclinazione media sistema Kn

### 1.3. RAPPRESENTAZIONE CARTOGRAFICA

I risultati ottenuti dall'elaborazione e sintesi dei dati raccolti sono stati riportati graficamente, per un migliore inquadramento nel territorio ed una migliore immediatezza di visione, in una carta giacimentologico-tecnica in scala 1:250.000.

Su di una base costituita dalla carta geolitologica di sintesi ricavata tramite una rielaborazione e semplificazione della Carta litologico-giacimentologica in scala 1:100.000 edita dalla Regione Piemonte (Vedi Cap.7 della Relazione generale) sono state riportate, con opportuna simbologia, le principali informazioni desunte dalle schede giacimentologico-tecniche compilate nel corso dei rilevamenti in situ, mentre a margine della carta stessa appaiono i reticoli di Schmidt sintetizzanti l'andamento medio dei sistemi di fratturazione che interessano le formazioni coltivate.

Per quanto attiene la simbologia adottata per sintetizzare i dati delle schede, essendo necessario riportare nove gruppi di dati è stato scelto un simbolo avente la forma di una rosa dei venti ad otto punte, ciascuna delle quali corrispondente ad uno dei parametri evidenziati nella scheda raccolta dati; i simboli, necessariamente grandi in rapporto alla scala della carta per evidenti ragioni di leggibilità, sono stati per quanto possibile posti in corrispondenza della località oggetto del rilevamento.

Più in dettaglio, la sigla della scheda è riportata, in forma alfanumerica, al centro del simbolo, mentre le otto punte corrispondono rispettivamente (a partire dalla punta centrale superiore, e procedendo in senso orario) a: litotipo coltivato, numero di cave attive nell'area cui la scheda fa riferimento, tipo di lavorazione, grado medio di fratturazione dell'ammasso roccioso, riserve potenziali della formazione coltivata, rarità del materiale, possibili usi degli scarti di coltivazione, eventuali problematiche idrogeologiche generali interessanti il "giacimento".

Per ciascuno di questi parametri sono previsti diversi "gradi" o "classi", ciascuno individuato tramite il colore attribuito alla punta corrispondente; si hanno, in particolare:

- cinque classi per la categoria cui appartiene il litotipo coltivato (nell'ordine: rocce sedimentarie, magmatiche sialiche, magmatiche femiche, metamorfiche massive e metamorfiche scistose), per il numero di cave attive coltivanti in zona, il litotipo in oggetto (nell'ordine: O, 1, 2÷5, 6÷10, >10) e per le problematiche idrogeologiche del giacimento (si badi bene, non della o delle attività



estrattive in atto; nell'ordine: problematiche trascurabili, limitate, gravi inerenti la stabilità dei versanti, gravi per interferenza con corsi d'acqua, gravi per entrambe le problematiche citate);

- quattro classi per il grado medio di fratturazione ( $J_v$ ) della formazione coltivata (nell'ordine:  $<1$ ,  $1 \div 5$ ,  $5 \div 10$ ,  $>10$ ), per la rarità del materiale (intesa come possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi; nell'ordine: materiale molto comune, comune, poco comune, raro), per le possibilità d'uso degli sfridi (nell'ordine per: riempimenti, inerti di pregio, blocchi da scogliera, usi industriali);
- tre classi per il tipo di lavorazione prevalente (nell'ordine: spacco sottile, spacco grossolano, segagione) e per le riserve potenziali della formazione coltivata (giacimentologicamente intese, e prescindendo quindi da eventuali vincoli amministrativi o di proprietà; nell'ordine riserve: scarse - sufficienti a supportare la produzione per un arco temporale computabile in anni, medie - arco temporale computabile in decine d'anni, elevate - arco temporale computabile in secoli).

---

**ALLEGATO A : Schede giacimentologico-tecniche**

---

## SCHEDAGIACIMENTOLOGICO-TECNICA

AVEI

Denominazione Cava o gruppo di cave: \_\_\_\_\_

Comune: BAGNOLO P. \_\_\_\_\_

Località: \_ AVEI \_\_\_\_\_

Litotipo: GNEISS \_\_\_\_\_

Sigla interna: VLU16 \_\_\_\_\_

1) Numero cave attive in zona:

☐ 0      ☐ 1      ☐ 2-5      ☐ 6-10      • > 10

2) Lavorazione:

• spacco sottile      • spacco grossolano      D segagione

3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):

☐ < 1      • 1-5      ☐ 5-10      ☐ > 10

4) Riserve potenziali della formazione coltivata:

☐ scarse (anni)      D medie (decine d'anni)      • elevate (praticamente illimitate)

5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):

☒ molto comune      ☐ comune      D poco comune      ☐ raro

6) Possibilità di uso degli sfridi:

☒ riempimenti      ☐ inerti di pregio      • blocchi da scogliera      ☐ usi industriali

7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:

• trascurabili      D limitate  
☐ gravi (stabilità dei versanti)      D gravi (interferenza con corsi d'acqua)16/10/99  
Data: \_\_\_\_\_



## SCHEDA GIACIMENTOLOGICO-TECNICA

VILLARO

Denominazione Cava o gruppo di cave: \_\_\_\_\_

Comune: ACCEGLIOLocalità: VILLAROLitotipo: OFICALCESigla interna: VMA 11) Numero cave attive in zona:• ☐ 0      ☐ 1      ☐ 2-5      ☐ 6-10      ☐ > 102) Lavorazione:• ☐ spacco sottile      ☐ spacco grossolano      • ☐ segagione3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):• ☐ < 1      ☐ 1-5      ☐ 5-10      ☐ > 104) Riserve potenziali della formazione coltivata:☐ scarse (anni)      • ☐ medie (decine d'anni)      D elevate (praticamente illimitate)5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):☐ molto comune      ☐ comune      8 poco comune      D raro6) Possibilità di uso degli sfridi:• ☐ riempimenti      ☐ inerti di pregio      • ☐ blocchi da scogliera      D usi industriali7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:• ☐ trascurabili      D limitate☐ gravi (stabilità dei versanti)      D gravi (interferenza con corsi d'acqua)30/07/98  
Data: \_\_\_\_\_

## SCHEDA GIACIMENTOLOGICO-TECNICA

SARETTO

Denominazione Cava o gruppo di cave: \_\_\_\_\_

Comune: ACCEGLIOLocalità: SARETTOLitotipo: CALCARESigla interna: VMA 21) Numero cave attive in zona:• ☒ 0      ☐ 1      ☐ 2-5      ☐ 6-10      ☐ > 102) Lavorazione:• ☐ spacco sottile      ☐ spacco grossolano      • ☐ segagione3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):☐ < 1      ☒ 1-5      ☐ 5-10      ☐ > 104) Riserve potenziali della formazione coltivata:☐ scarse (anni)      ☐ D medie (decine d'anni)      • ☐ elevate (praticamente illimitate)5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):☐ D molto comune      ☒ comune      ☐ poco comune      ☐ D raro6) Possibilità di uso degli sfridi:☐ riempimenti      ☐ D inerti di pregio      • ☐ blocchi da scogliera      ☐ usi industriali7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:• ☐ trascurabili      ☐ D limitate  
☐ gravi (stabilità dei versanti)      ☐ D gravi (interferenza con corsi d'acqua)

30/07/98

Data: \_\_\_\_\_

## SCHEDA GIACIMENTOLOGICO-TECNICA

GILBA

Denominazione Cava o gruppo di cave: \_\_\_\_\_

Comune: BROSSASCOLocalità: V. GILBALitotipo: GNEISSSigla interna: VMA 3

1) Numero cave attive in zona:

☐ 0☐ 1☒ 2-5☐ 6-10☐ > 102) Lavorazione:

• spacco sottile

☐ spacco grossolano☐ segagione

3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):

D &lt; 1

☐ 1-5☒ 5-10☐ > 10

4) Riserve potenziali della formazione coltivata:

D scarse (anni)

D medie (decine d'anni)

• elevate (praticamente illimitate)

5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):

• molto comune

D comune

D poco comune

☐ raro

6) Possibilità di uso degli sfridi:

• riempimenti

D inerti di pregio

• blocchi da scogliera ☐ usi industriali

7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:

• trascurabili

☐ limitate

D gravi (stabilità dei versanti)

☐ gravi (interferenza con corsi d'acqua)

03/07/98

Data: \_\_\_\_\_

## SCHEDA GIACIMENTOLOGICO-TECNICA

DUCCO

Denominazione Cava o gruppo di cave: \_\_\_\_\_

Comune: BROSSASCOLocalità: DUCCOLitotipo: OFICALCITESigla interna: VMA 41) Numero cave attive in zona:• ☒ 0      ☐ 1      ☐ 2-5      ☐ 6-10      ☐ > 102) Lavorazione:spacco sottile      ☐ spacco grossolano      • segagione3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):• ☒ < 1      ☐ 1-5      ☐ 5-10      ☐ > 104) Riserve potenziali della formazione coltivata:D scarse (anni)      • medie (decine d'anni)      ☐ elevate (praticamente illimitate)5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):D molto comune      D comune      ☐ poco comune      • raro6) Possibilità di uso degli sfridi:☐ riempimenti      ☐ inerti di pregio      • blocchi da scogliera      ☐ usi industriali7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:• trascurabili      D limitate  
☐ gravi (stabilità dei versanti)      D gravi (interferenza con corsi d'acqua)

04/08/99

Data: \_\_\_\_\_



## SCHEDA GIACIMENTOLOGICO-TECNICA

RORA

Denominazione Cava o gruppo di cave: \_\_\_\_\_

Comune: BROSSASCOLocalità: V. GILBALitotipo: GNEISSSigla interna: VMA 51) Numero cave attive in zona:☐ 0      ☐ 1      ☒ 2-5      ☐ 6-10      ☐ > 102) Lavorazione:• spacco sottile      • spacco grossolano      ☐ segagione3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):☐ < 1      ☐ 1-5      ☐ 5-10      ☒ > 104) Riserve potenziali della formazione coltivata:☐ scarse (anni)      • medie (decine d'anni)      D elevate (praticamente illimitate)5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):• molto comune      ☐ comune      D poco comune      D raro6) Possibilità di uso degli sfridi:• riempimenti      ☐ inerti di pregio      • blocchi da scogliera      ☐ usi industriali7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:☐ trascurabili      • limitate  
☐ gravi (stabilità dei versanti)      ☐ gravi (interferenza con corsi d'acqua)04/08/99  
Data: \_\_\_\_\_

## SCHEDA GIACIMENTOLOGICO-TECNICA

BORE

Denominazione Cava o gruppo di cave: \_\_\_\_\_

Comune: ROSAZZA

Località: BORE

Litotipo: SIENITE

Sigla interna: VCE 1

1) Numero cave attive in zona:

☒ 0      ☐ 1      ☐ 2-5      **D 6-10**      ☐ > 10

2) Lavorazione:

D spacco sottile

• spacco grossolano

• segagione

3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):

D &lt; 1

• 1-5

☐ 5-10☐ > 10

4) Riserve potenziali della formazione coltivata:

☐ scarse (anni)

D medie (decine d'anni)

• elevate (praticamente illimitate)

5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):

☒ molto comune

D comune

☐ poco comune

D raro

6) Possibilità di uso degli sfridi:

☐ riempimenti

• inerti di pregio

• blocchi da scogliera

☐ usi industriali

7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:

• trascurabili

D limitate

D gravi (stabilità dei versanti)

D gravi (interferenza con corsi d'acqua)

26/02/99

Data: \_\_\_\_\_

## SCHEDA GIACIMENTOLOGICO-TECNICA

## VEJ DELLE BALME

Denominazione Cava o gruppo di cave: \_\_\_\_\_

Comune: S. PAOLO CERVOLocalità: BALMELitotipo: SIENITESigla interna: VCE 21) Numero cave attive in zona:• ☒ 0    ☐ 1    ☐ 2-5    **D 6-10**    ☐ > 102) Lavorazione:

D spacco sottile

• spacco grossolano

• segagione

3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):

D &lt; 1

• 1-5

☐ 5-10☐ > 104) Riserve potenziali della formazione coltivata:

D scarse (anni)

D medie (decine d'anni)

• elevate (praticamente illimitate)

5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):

D molto comune

• comune

D poco comune

D raro

6) Possibilità di uso degli sfridi:

D riempimenti

• inerti di pregio

• blocchi da scogliera

☐ usi industriali7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:☐ trascurabili

• limitate

☐ gravi (stabilità dei versanti)

D gravi (interferenza con corsi d'acqua)

26/02/99

Data: \_\_\_\_\_

## SCHEDA GIACIMENTOLOGICO-TECNICA

PIEGNA

Denominazione Cava o gruppo di cave: \_\_\_\_\_

Comune: CAMPIGLIA CERVO \_\_\_\_\_

Località: PIEGNA \_\_\_\_\_

Litotipo: SIENITE \_\_\_\_\_

Sigla interna: VCE 3 \_\_\_\_\_

1) Numero cave attive in zona:• ☒ 0      ☐ 1      ☐ 2-5      ☐ 6-10      ☐ > 102) Lavorazione:☐ spacco sottile      • spacco grossolano      • segagione3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):☐ < 1      ☐ 1-5      ☒ 5-10      ☐ > 104) Riserve potenziali della formazione coltivata:☐ scarse (anni)      • medie (decine d'anni)      ☐ elevate (praticamente illimitate)5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):D molto comune      ☒ comune      ☐ poco comune      ☐ raro6) Possibilità di uso degli sfridi:• riempimenti      ☐ inerti di pregio      D blocchi da scogliera      • usi industriali7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:☐ trascurabili      • limitate  
☐ gravi (stabilità dei versanti)      ☐ gravi (interferenza con corsi d'acqua)26/02/99  
Data: \_\_\_\_\_



## SCHEDA GIACIMENTOLOGICO-TECNICA

- Denominazione Cava o gruppo di cave: BALMA
- Comune: S. PAOLO CERVO Località: QUARONA
- Litotipo: SIENITE
- Sigla interna: VCE 4
- 1) Numero cave attive in zona:
- ☒ 0      ☐ 1      ☐ 2-5      ☐ 6-10      ☐ > 10
- 2) Lavorazione:
- D spacco sottile      • spacco grossolano      • segagione
- 3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):
- ☐ < 1      ☒ 1-5      ☐ 5-10      ☐ > 10
- 4) Riserve potenziali della formazione coltivata:
- D scarse (anni)      ☐ medie (decine d'anni)      • elevate (praticamente illimitate)
- 5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):
- D molto comune      ☒ comune      D poco comune      ☐ raro
- 6) Possibilità di uso degli sfridi:
- D riempimenti      • inerti di pregio      • blocchi da scogliera      D usi industriali
- 7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:
- D trascurabili      • limitate
- D gravi (stabilità dei versanti)      D gravi (interferenza con corsi d'acqua)

10/04/99  
Data: \_\_\_\_\_

## SCHEDA GIACIMENTOLOGICO-TECNICA

Denominazione Cava o gruppo di cave: GAMMA  
 Comune: S. PAOLO CERVO Località: R. COLOMBARI  
 Litotipo: SIENITE  
 Sigla interna: VCE 5

- 1) Numero cave attive in zona:  
 DO ☐ 1 ☒ 2-5 **D 6 - 10** ☐ > 10
- 2) Lavorazione:  
 D spacco sottile D spacco grossolano • segagione
- 3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):  
 • < 1 ☐ 1-5 ☐ 5-10 ☐ > 10
- 4) Riserve potenziali della formazione coltivata:  
☐ scarse (anni) D medie (decine d'anni) • elevate (praticamente illimitate)
- 5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):  
☐ molto comune ☒ comune ☐ poco comune ☐ raro
- 6) Possibilità di uso degli sfridi:  
☐ riempimenti • inerti di pregio • blocchi da scogliera ☐ usi industriali
- 7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:  
 D trascurabili • limitate  
☐ gravi (stabilità dei versanti) D gravi (interferenza con corsi d'acqua)

10/04/99  
 Data: \_\_\_\_\_

## SCHEDA GIACIMENTOLOGICO-TECNICA

- Denominazione Cava o gruppo di cave: BAVENO 1
- Comune: BAVENO Località: BAVENO
- Litotipo: GRANITO
- Sigla interna: LAG 1
- 1) Numero cave attive in zona:  
DO ☐ 1 ☒ 2-5 ☐ 6-10 ☐ > 10
- 2) Lavorazione:  
D spacco sottile D spacco grossolano • segagione
- 3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):  
☐ < 1 ☐ 1-5 ☐ 5-10 ☒ > 10
- 4) Riserve potenziali della formazione coltivata:  
☐ scarse (anni) D medie (decine d'anni) • elevate (praticamente illimitate)
- 5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):  
D molto comune D comune 8 poco comune ☐ raro
- 6) Possibilità di uso degli sfridi:  
☐ riempimenti • inerti di pregio • blocchi da scogliera ☐ usi industriali
- 7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:  
☐ trascurabili ☐ limitate  
• gravi (stabilità dei versanti) ☐ gravi (interferenza con corsi d'acqua)

16/11/98  
Data: \_\_\_\_\_

## SCHEDA GIACIMENTOLOGICO-TECNICA

Denominazione Cava o gruppo di cave: BAVENO 2

Comune: BAVENO Località: BAVENO

Litotipo: GRANITO

Sigla interna: LAG 2

1) Numero cave attive in zona:

☐ 0      ☐ 1      ☒ 2-5      ☐ 6-10      ☐ > 10

2) Lavorazione:

☐ spacco sottile      ☐ spacco grossolano      • segagione

3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):

☐ < 1      ☒ 1-5      ☐ 5-10      ☐ > 10

4) Riserve potenziali della formazione coltivata:

☐ scarse (anni)      D medie (decine d'anni)      • elevate (praticamente illimitate)

5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):

☐ molto comune      ☐ comune      • poco comune      ☐ raro

6) Possibilità di uso degli sfridi:

☐ riempimenti      • inerti di pregio      • blocchi da scogliera      ☐ usi industriali

7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:

D trascurabili      • limitate

D gravi (stabilità dei versanti)      D gravi (interferenza con corsi d'acqua)

16/11/98  
Data: \_\_\_\_\_



## SCHEDA GIACIMENTOLOGICO-TECNICA

Denominazione Cava o gruppo di cave: CAMOSCIO

Comune: BAVENO Località: M. CAMOSCIO

Litotipo: GRANITO

Sigla interna: LAG 5

1) Numero cave attive in zona:  
☒ DO      ☐ 1      ☒ 2-5      ☐ 6-10      ☐ > 10

2) Lavorazione:  
☐ D spacco sottile      ☐ D spacco grossolano      • segagione

3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):  
☐ < 1      ☒ 1-5      ☐ 5-10      ☐ > 10

4) Riserve potenziali della formazione coltivata:  
☐ scarse (anni)      ☐ medie (decine d'anni)      • elevate (praticamente illimitate)

5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):  
☐ molto comune      ☐ comune      • poco comune      ☐ raro

6) Possibilità di uso degli sfridi:  
☐ riempimenti      • inerti di pregio      • blocchi da scogliera      ☐ usi industriali

7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:  
☐ trascurabili      • limitate  
☐ D gravi (stabilità dei versanti)      ☐ D gravi (interferenza con corsi d'acqua)

09/08/99  
 Data: \_\_\_\_\_

## SCHEDAGIACIMENTOLOGICO-TECNICA

Denominazione Cava o gruppo di cave: CAVADONNA  
Comune: VERBANIA Località: MONTQRFANO  
Litotipo: GRANITO  
Sigla interna: LAG 4

- 1) Numero cave attive in zona:  
☐ 0      ☐ 1      ☒ 2-5      ☐ 6-10      D > 10
- 2) Lavorazione:  
☐ spacco sottile      ☐ spacco grossolano      • segagione
- 3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):  
☐ < 1      ☒ 1-5      ☐ 5-10      ☐ > 10
- 4) Riserve potenziali della formazione coltivata:  
☐ scarse (anni)      D medie (decine d'anni)      • elevate (praticamente illimitate)
- 5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):  
D molto comune      ☐ comune      ☒ poco comune      ☐ raro
- 6) Possibilità di uso degli sfridi:  
☐ riempimenti      • inerti di pregio      • blocchi da scogliera      D usi industriali
- 7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:  
• trascurabili      D limitate  
D gravi (stabilità dei versanti)      D gravi (interferenza con corsi d'acqua)

09/08/99  
Data: \_\_\_\_\_

## SCHEDA GIACIMENTOLOGICO-TECNICA

Denominazione Cava o gruppo di cave: ANZOLA

Comune: ANZOLA Località: ANZOLA

Litotipo: NQRITE

Sigla interna: VOS 1

- 1) Numero cave attive in zona:
- ☐ 0      ☐ 1      ☐ 2-5      ☐ 6-10      ☐ > 10
- 2) Lavorazione:
- D spacco sottile      D spacco grossolano      • segagione
- 3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):
- ☐ < 1      D 1-5      ☒ 5-10      ☐ > 10
- 4) Riserve potenziali della formazione coltivata:
- D scarse (anni)      • medie (decine d'anni)      D elevate (praticamente illimitate)
- 5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):
- D molto comune      D comune      D poco comune      ☒ raro
- 6) Possibilità di uso degli sfridi:
- D riempimenti      • inerti di pregio      • blocchi da scogliera      D usi industriali
- 7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:
- trascurabili      D limitate
- D gravi (stabilità dei versanti)      D gravi (interferenza con corsi d'acqua)

16/11/98  
Data: \_\_\_\_\_

## SCHEDA GIACIMENTO LOGICO-TECNICA

Denominazione Cava o gruppo di cave: LORGINO

Comune: CREVQLADOSSOLA Località: LORGINO

Litotipo: CALCARE

Sigla interna: VOS 2

- 1) Numero cave attive in zona:  
☐ n0      ☐ 1      ☒ m 2-5      ☐ 6-10      ☐ > 10
- 2) Lavorazione:  
☐ spacco sottile      ☐ spacco grossolano      • segagione
- 3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):  
☐ < 1      ☒ 1-5      ☐ 5-10      ☐ > 10
- 4) Riserve potenziali della formazione coltivata:  
 n scarse (anni)      • medie (decine d'anni)      n elevate (praticamente illimitate)
- 5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):  
 n molto comune      • comune      n poco comune      n raro
- 6) Possibilità di uso degli sfridi:  
 n riempimenti      • inerti di pregio      • blocchi da scogliera      ☐ usi industriali
- 7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:  
 D trascurabili      • limitate  
 n gravi (stabilità dei versanti)      n gravi (interferenza con corsi d'acqua)

17/11/98  
 Data: \_\_\_\_\_



## SCHEDA GIACIMENTOLOGICO-TECNICA

Denominazione Cava o gruppo di cave: CASTELLUCCIO  
Comune: MONTECRESTESE Località: CASTELLUCCIO  
Litotipo: CALCARE  
Sigla interna: VOS 3

1) Numero cave attive in zona:

☐ 0      ☒ 1      ☐ 2-5      ☐ 6-10      D > 10

2) Lavorazione:

D spacco sottile      • spacco grossolano      D segagione

3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):

• <1      D 1-5      ☐ 5-10      ☐ > 10

4) Riserve potenziali della formazione coltivata:

☐ scarse (anni)      D medie (decine d'anni)      ☒ elevate (praticamente illimitate)

5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):

• molto comune      D comune      D poco comune      D raro

6) Possibilità di uso degli sfridi:

☐ riempimenti      ☐ inerti di pregio      • blocchi da scogliera      D usi industriali

7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:

• trascurabili      ☐ limitate  
☐ gravi (stabilità dei versanti)      D gravi (interferenza con corsi d'acqua)

17/11/98  
Data: \_\_\_\_\_

## SCHEDA GIACIMENTOLOGICO-TECNICA

Denominazione Cava o gruppo di cave: CUSINA  
Comune: CRODO Località: CUSINA  
Litotipo: GNEISS  
Sigla interna: VOS 4

- 1) Numero cave attive in zona:  
DO ☐ 1 ☐ 2-5 ☒ 6-10 ☐ > 10
- 2) Lavorazione:  
D spacco sottile • spacco grossolano • segagione
- 3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):  
D < 1 ☒ 1-5 ☐ 5-10 ☐ > 10
- 4) Riserve potenziali della formazione coltivata:  
☐ scarse (anni) ☐ medie (decine d'anni) ☒ elevate (praticamente illimitate)
- 5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):  
• molto comune D comune ☐ poco comune ☐ raro
- 6) Possibilità di uso degli sfridi:  
☐ riempimenti D inerti di pregio • blocchi da scogliera D usi industriali
- 7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:  
D trascurabili • limitate  
D gravi (stabilità dei versanti) D gravi (interferenza con corsi d'acqua)

17/11/98  
Data: \_\_\_\_\_

## SCHEDA GIACIMENTOLOGICO-TECNICA

Denominazione Cava o gruppo di cave: OGLIANA

Comune: BEURA Località: OGLIANA DI POZZOLO

Litotipo: GNEISS

Sigla interna: VOS 5

1) Numero cave attive in zona:  
 DO ☐ 1 ☐ 2-5 ☒ 6-10 ☐ > 10

2) Lavorazione:  
 D spacco sottile • spacco grossolano • segagione

3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):  
☐ < 1 ☒ 1-5 ☐ 5-10 ☐ > 10

4) Riserve potenziali della formazione coltivata:  
☐ scarse (anni) D medie (decine d'anni) • elevate (praticamente illimitate)

5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):  
 • molto comune ☐ comune D poco comune ☐ raro

6) Possibilità di uso degli sfridi:  
 D riempimenti ☐ inerti di pregio • blocchi da scogliera ☐ usi industriali

7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:  
 D trascurabili • limitate  
☐ gravi (stabilità dei versanti) D gravi (interferenza con corsi d'acqua)

17/11/98  
 Data: \_\_\_\_\_

## SCHEDAGIACIMENTOLOGICO-TECNICA

Denominazione Cava o gruppo di cave: PIAN DEI SALICI  
Comune: ANTRONA SCHIERANCO Località: CAVQUR  
Litotipo: GNEISS  
Sigla interna: VOS 6

- 1) Numero cave attive in zona:  
• ☒ 0      ☐ 1      ☐ 2-5      ☐ 6-10      ☐ > 10
- 2) Lavorazione:  
☐ spacco sottile      D spacco grossolano      • segagione
- 3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):  
• ☒ <1      D 1-5      ☐ 5-10      ☐ > 10
- 4) Riserve potenziali della formazione coltivata:  
D scarse (anni)      D medie (decine d'anni)      • elevate (praticamente illimitate)
- 5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):  
• molto comune      D comune      ☐ poco comune      ☐ raro
- 6) Possibilità di uso degli sfridi:  
D riempimenti      ☐ inerti di pregio      • blocchi da scogliera      ☐ usi industriali
- 7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:  
D trascurabili      • limitate  
D gravi (stabilità dei versanti)      ☐ gravi (interferenza con corsi d'acqua)

10/08/99  
Data: \_\_\_\_\_



## SCHEDA GIACIMENTOLOGICO-TECNICA

Denominazione Cava o gruppo di cave: PONTE NUOVO

Comune: CREVOLADOSSOLA Località: PONTE NUOVO

Litotipo: GNEISS

Sigla interna: VOS 7

1) Numero cave attive in zona:  
 DO ☐ 1 ☒ 2-5 ☐ 6-10 ☐ > 10

2) Lavorazione:  
 n spacco sottile D spacco grossolano • segagione

3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):  
 • < 1 n 1-5 ☒ 5-10 ☐ > 10

4) Riserve potenziali della formazione coltivata:  
 n scarse (anni) n medie (decine d'anni) ☒ elevate (praticamente illimitate)

5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):  
 • molto comune n comune n poco comune n raro

6) Possibilità di uso degli sfridi:  
 n riempimenti n inerti di pregio • blocchi da scogliera n usi industriali

7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:  
 n trascurabili n limitate  
 • gravi (stabilità dei versanti) D gravi (interferenza con corsi d'acqua)

8) Osservazioni: In molte zone Jv 5 - 10

10/08/99  
 Data: \_\_\_\_\_

## SCHEDA GIACIMENTOLOGICO-TECNICA

Denominazione Cava o gruppo di cave: FOGARSO

Comune: PREMIA Località: PASSO

Litotipo: GNEISS

Sigla interna: VOS 8

- 1) Numero cave attive in zona:  
☐ 0      ☐ 1      ☐ 2-5      ☒ 6-10      ☐ > 10
- 2) Lavorazione:  
☒ D spacco sottile      ☐ spacco grossolano      • segagione
- 3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):  
☐ < 1      ☒ 1-5      ☐ 5-10      ☐ > 10
- 4) Riserve potenziali della formazione coltivata:  
☐ scarse (anni)      ☒ D medie (decine d'anni)      • elevate (praticamente illimitate)
- 5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):  
☒ molto comune      ☐ comune      ☐ poco comune      ☐ raro
- 6) Possibilità di uso degli sfridi:  
 • riempimenti      • inerti di pregio      • blocchi da scogliera      D usi industriali
- 7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:  
☐ trascurabili      • limitate  
☒ D gravi (stabilità dei versanti)      ☐ gravi (interferenza con corsi d'acqua)
- 8) Osservazioni: Buona situazione per il Gruppo Fogarso, critica più a sponda opposta (a valle corsi d'acqua, o. sx stabilità coltri detritiche)

10/08/99  
 Data: \_\_\_\_\_

## SCHEDA GIACIMENTOLOGICO-TECNICA

Denominazione Cava o gruppo di cave: S. MARIA

Comune: QUINCINETTO Località: LA SBIANCA

Litotipo: GNEISS

Sigla interna: DBA 1

- 1) Numero cave attive in zona:
- ☐ 0      ☐ 1      ☒ 2-5      ☐ 6-10      ☐ > 10
- 2) Lavorazione:
- D spacco sottile      ☐ spacco grossolano      • segagione
- 3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):
- ☐ < 1      ☐ 1-5      ☐ 5-10      ☒ > 10
- 4) Riserve potenziali della formazione coltivata:
- D scarse (anni)      D medie (decine d'anni)      • elevate (praticamente illimitate)
- 5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):
- D molto comune      • comune      D poco comune      D raro
- 6) Possibilità di uso degli sfridi:
- riempimenti      ☐ inerti di pregio      • blocchi da scogliera      ☐ usi industriali
- 7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:
- ☐ trascurabili      • limitate (stabilità fronte)
- D gravi (stabilità dei versanti)      ☐ gravi (interferenza con corsi d'acqua)
- 8) Osservazioni: Cave in speroni rocciosi molto fratturati; notevole  
del materiale spesso ossidato o molto micaceo; grandi faglie ossidate  
del giacimento

9/07/99  
Data: \_\_\_\_\_

## SCHEDA GIACIMENTOLOGICO-TECNICA

Denominazione Cava o gruppo di cave: GRANITELLO

Comune: SETTIMO VITTONÈ Località: ARGENTERÀ

Litotipo: GNEISS

Sigla interna: DBA 2

- 1) Numero cave attive in zona:  
☒ 0      ☒ 1      ☐ 2-5      ☐ 6-10      ☐ > 10
- 2) Lavorazione:  
☐ spacco sottile      D spacco grossolano      • segagione
- 3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):  
☐ < 1      • 1-5      ☐ 5-10      ☐ > 10
- 4) Riserve potenziali della formazione coltivata:  
D scarse (anni)      D medie (decine d'anni)      • elevate (praticamente illimitate)
- 5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):  
D molto comune      • comune      D poco comune      ☐ raro
- 6) Possibilità di uso degli sfridi:  
• riempimenti      D inerti di pregio      D blocchi da scogliera      D usi industriali
- 7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:  
• trascurabili      ☐ limitate (stabilità fronte)  
D gravi (stabilità dei versanti)      D gravi (interferenza con corsi d'acqua)
- 8) Osservazioni: Molto visibile dal fondovalle. Riserve facilmente  
abbastanza elevate. Possibilità di cave in zona di materiale analogo.  
Grandi fratture con pareti ossidate

9/07/99  
Data: \_\_\_\_\_



## SCHEDA GIACIMENTOLOGICO-TECNICA

Denominazione Cava o gruppo di cave: CAMPIGLIA  
Comune: VICO CANAVESE Località: PIAN CAMPIGLIA  
Litotipo: DIORITE  
Sigla interna: DBA 3

- 1) Numero cave attive in zona:  
DO ☐ 1 ☒ 2-5 ☐ 6-10 D > 10
- 2) Lavorazione:  
D spacco sottile D spacco grossolano • segagione
- 3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):  
☐ < 1 ☒ 1-5 ☐ 5-10 ☐ > 10
- 4) Riserve potenziali della formazione coltivata:  
☐ scarse (anni) D medie (decine d'anni) ☒ elevate (praticamente illimitate)
- 5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):  
D molto comune ☒ comune D poco comune D raro
- 6) Possibilità di uso degli sfridi:  
D riempimenti • inerti di pregio • blocchi da scogliera D usi industriali
- 7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:  
• trascurabili ☐ limitate (stabilità fronte)  
D gravi (stabilità dei versanti) D gravi (interferenza con corsi d'acqua)

10/07/99  
Data: \_\_\_\_\_

## SCHEDA GIACIMENTOLOGICO-TECNICA

Denominazione Cava o gruppo di cave: VALTARDITA  
Comune: MONBASIGLIO Località: VALTARDITA  
Litotipo: CALCARE  
Sigla interna: MON 1

- 1) Numero cave attive in zona:  
☐ 0      ☒ 1      ☐ 2-5      ☐ 6-10      ☐ > 10
- 2) Lavorazione:  
D spacco sottile      ☐ spacco grossolano      • segagione
- 3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):  
☐ < 1      ☐ 1-5      ☒ 5-10      ☐ > 10
- 4) Riserve potenziali della formazione coltivata:  
☐ scarse (anni)      • medie (decine d'anni)      ☐ elevate (praticamente illimitate)
- 5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):  
☐ molto comune      8 comune      ☐ poco comune      ☐ raro
- 6) Possibilità di uso degli sfridi:  
• riempimenti      ☐ inerti di pregio      ☐ blocchi da scogliera      ☐ usi industriali
- 7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:  
☐ trascurabili      • limitate (stabilità fronte)  
D gravi (stabilità dei versanti)      D gravi (interferenza con corsi d'acqua)

24/07/98  
Data: \_\_\_\_\_

## SCHEDA GIACIMENTOLOGICO-TECNICA

Denominazione Cava o gruppo di cave: PRA DEL TORNO

Comune: FRABOSA SOPRANA Località: PRA DEL TORNO

Litotipo: CALCARE

Sigla interna: MON 2

1) Numero cave attive in zona:

☐ 0      ☒ 1      ☐ 2-5      ☐ 6-10      ☐ > 10

2) Lavorazione:

☐ spacco sottile      D spacco grossolano      • segagione

3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):

D < 1      D 1-5      ☒ 5-10      ☐ > 10

4) Riserve potenziali della formazione coltivata:

• scarse (anni)      ☐ medie (decine d'anni)      ☐ elevate (praticamente illimitate)

5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):

D molto comune      • comune      ☐ poco comune      D raro

6) Possibilità di uso degli sfridi:

D riempimenti      • inerti di pregio      • blocchi da scogliera      ☐ usi industriali

7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:

D trascurabili      • limitate (stabilità fronte)

D gravi (stabilità dei versanti)      D gravi (interferenza con corsi d'acqua)

8) Osservazioni: Vicinanza grotte (carsismo) ostacola prosecuzione lavori  
(possibilità interferenza)

24/07/98  
Data: \_\_\_\_\_

## SCHEDA GIACIMENTOLOGICO-TECNICA

Denominazione Cava o gruppo di cave: MIROGLIO

Comune: FRABOSA SOPRANA Località: MIROGLIO

Litotipo: CALCARE

Sigla interna: MON 3

1) Numero cave attive in zona:  
☒ 0      ☐ 1      ☐ 2-5      ☐ 6-10      ☐ > 10

2) Lavorazione:  
☐ spacco sottile      ☐ spacco grossolano      • segagione

3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):  
☐ < 1      • 1-5      ☐ 5-10      ☐ > 10

4) Riserve potenziali della formazione coltivata:  
D scarse (anni)      • medie (decine d'anni)      D elevate (praticamente illimitate)

5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):  
☐ molto comune      ☐ comune      • poco comune      D raro

6) Possibilità di uso degli sfridi:  
D riempimenti      • inerti di pregio      • blocchi da scogliera      n usi industriali

7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:  
• trascurabili      ☐ limitate (stabilità fronte)  
☐ gravi (stabilità dei versanti)      D gravi (interferenza con corsi d'acqua)

24/07/98  
Data: \_\_\_\_\_



## SCHEDA GIACIMENTOLOGICO-TECNICA

Denominazione Cava o gruppo di cave: FORESTO

Comune: BUSSOLENO Località: FORESTO

Litotipo: CALCARE

Sigla interna: VSU 1

- 1) Numero cave attive in zona:  
 • ☒ 0      ☐ 1      ☐ 2-5      ☐ 6-10      ☐ > 10
- 2) Lavorazione:  
 D spacco sottile      ☐ spacco grossolano      • segagione
- 3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):  
☐ < 1      D 1-5      ☐ 5-10      ☒ > 10
- 4) Riserve potenziali della formazione coltivata:  
☐ scarse (anni)      • medie (decine d'anni)      ☐ elevate (praticamente illimitate)
- 5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):  
 n molto comune      ☒ comune      ☐ poco comune      ☐ raro
- 6) Possibilità di uso degli sfridi:  
 D riempimenti      • inerti di pregio      n blocchi da scogliera      • usi industriali
- 7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:  
 D trascurabili      • limitate (stabilità fronte)  
 D gravi (stabilità dei versanti)      ☐ gravi (interferenza con corsi d'acqua)

11\09\99  
 Data: \_\_\_\_\_

## SCHEDA GIACIMENTOLOGICO-TECNICA

Denominazione Cava o gruppo di cave: MAOMETTO 4  
Comune: BORGONE Località: MAOMETTO  
Litotipo: GNEISS  
Sigla interna: VSU 2

- 1) Numero cave attive in zona:  
• ☒ 0      ☐ 1      ☐ 2-5      ☐ 6-10      ☐ > 10
- 2) Lavorazione:  
☐ spacco sottile      • spacco grossolano      ☐ segagione
- 3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):  
☐ < 1      ☐ 1-5      ☒ 5-10      ☐ > 10
- 4) Riserve potenziali della formazione coltivata:  
☐ scarse (anni)      ☐ medie (decine d'anni)      • elevate (praticamente illimitate)
- 5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):  
☒ molto comune      ☐ comune      ☐ poco comune      ☐ raro
- 6) Possibilità di uso degli sfridi:  
• riempimenti      ☐ inerti di pregio      • blocchi da scogliera      ☐ usi industriali
- 7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:  
• trascurabili      D limitate (stabilità fronte)  
D gravi (stabilità dei versanti)      ☐ gravi (interferenza con corsi d'acqua)

11/09/99  
Data: \_\_\_\_\_

## SCHEDA GIACIMENTOLOGICO-TECNICA

Denominazione Cava o gruppo di cave: TIGNAI  
Comune: BUSSOLENO Località: TIGNAI  
Litotipo: GNEISS  
Sigla interna: VSU 3

- 1) Numero cave attive in zona:  
☐ 0      ☒ 1      ☐ 2-5      ☐ 6-10      ☐ > 10
- 2) Lavorazione:  
☐ spacco sottile      • spacco grossolano      D segagione
- 3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):  
D < 1      ☒ 1-5      ☐ 5-10      ☐ > 10
- 4) Riserve potenziali della formazione coltivata:  
D scarse (anni)      ☐ medie (decine d'anni)      • elevate (praticamente illimitate)
- 5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):  
• molto comune      D comune      ☐ poco comune      D raro
- 6) Possibilità di uso degli sfridi:  
• riempimenti      D inerti di pregio      • blocchi da scogliera      ☐ usi industriali
- 7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:  
• trascurabili      D limitate (stabilità fronte)  
☐ gravi (stabilità dei versanti)      ☐ gravi (interferenza con corsi d'acqua)

11/09/99  
Data: \_\_\_\_\_

## SCHEDA GIACIMENTOLOGICO-TECNICA

Denominazione Cava o gruppo di cave: VALLE ORCO

Comune: PONT - LOCANA Località: \_\_\_\_\_

Litotipo: GNEISS

Sigla interna: VOR 1

1) Numero cave attive in zona:

• ☒ 0      ☐ 1      ☐ 2-5      ☐ 6-10      D > 10

2) Lavorazione:

D spacco sottile      D spacco grossolano      I segagione

3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):

☐ < 1      ☐ 1-5      ☒ 5-10      ☐ > 10

4) Riserve potenziali della formazione coltivata:

D scarse (anni)      ☐ medie (decine d'anni)      • elevate (praticamente illimitate)

5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):

☒ molto comune      ☐ comune      ☐ poco comune      D raro

6) Possibilità di uso degli sfridi:

• riempimenti      ☐ inerti di pregio      • blocchi da scogliera      ☐ usi industriali

7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:

• trascurabili      ☐ limitate (stabilità fronte)  
☐ gravi (stabilità dei versanti)      ☐ gravi (interferenza con corsi d'acqua)

8) Osservazioni: Le cave indicate sulla cartografia regionale di cui due

in ipotesi di riattivazione, sfruttavano il detrito di falda al piede dei versanti;  
In caso di ripresa è prevedibile uno scarso recupero per blocchi da telaio e buono  
da scogliera

10/07/99  
 Data: \_\_\_\_\_



# SCHEDA GIACIMENTOLOGICO-TECNICA

Denominazione Cava o gruppo di cave: ROCCA DEL BEC

Comune: RORA' Località: ROCCA DEL BEC

Litotipo: GNEISS

Sigla interna: VLU 1

1) Numero cave attive in zona:

DO ☐ 1 ☐ 2-5 ☒ 6-10 ☐ > 10

2) Lavorazione:

D spacco sottile • spacco grossolano ☐ segagione

3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):

☐ < 1 ☐ 1-5 ☐ 5-10 ☒ > 10

4) Riserve potenziali della formazione coltivata:

☐ scarse (anni) D medie (decine d'anni) • elevate (praticamente illimitate)

5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):

☒ molto comune ☐ comune ☐ poco comune ☐ raro

6) Possibilità di uso degli sfridi:

• riempimenti ☐ inerti di pregio • blocchi da scogliera ☐ usi industriali

7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:

• trascurabili D limitate (stabilità fronte)

☐ gravi (stabilità dei versanti) D gravi (interferenza con corsi d'acqua)

05/08/99

Data: \_\_\_\_\_

## SCHEDA GIACIMENTOLOGICO-TECNICA

Denominazione Cava o gruppo di cave: SPINAFUOGLIO  
Comune: RORA' Località: SPINAFUOGLIO  
Litotipo: GNEISS  
Sigla interna: VLU 2

- 1) Numero cave attive in zona:  
DO ☐ 1 ☐ 2-5 ☒ 6-10 D > 10
- 2) Lavorazione:  
☐ spacco sottile • spacco grossolano ☐ segagione
- 3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):  
☐ < 1 ☐ 1-5 ☐ 5-10 ☒ > 10
- 4) Riserve potenziali della formazione coltivata:  
D scarse (anni) D medie (decine d'anni) • elevate (praticamente illimitate)
- 5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):  
• molto comune D comune D poco comune ☐ raro
- 6) Possibilità di uso degli sfridi:  
• riempimenti ☐ inerti di pregio • blocchi da scogliera ☐ usi industriali
- 7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:  
• trascurabili ☐ limitate (stabilità fronte)  
☐ gravi (stabilità dei versanti) ☐ gravi (interferenza con corsi d'acqua)

05/08/99  
Data: \_\_\_\_\_

## SCHEDA GIACIMENTOLOGICO-TECNICA

Denominazione Cava o gruppo di cave: CIAFALCO

Comune: BAGNOLO P. Località: CIAFALCO

Litotipo: GNEISS

Sigla interna: VLU 3

1) Numero cave attive in zona:  
☐ 0      ☐ 1      ☐ 2-5      ☐ 6-10      ☒ > 10

2) Lavorazione:  
• spacco sottile      • spacco grossolano      ☐ segagione

3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):  
☐ < 1      ☐ 1-5      ☐ 5-10      ☒ > 10

4) Riserve potenziali della formazione coltivata:  
☐ scarse (anni)      ☐ medie (decine d'anni)      • elevate (praticamente illimitate)

5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):  
• molto comune      D comune      ☐ poco comune      ☐ raro

6) Possibilità di uso degli sfridi:  
• riempimenti      D inerti di pregio      • blocchi da scogliera      ☐ usi industriali

7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:  
• trascurabili      ☐ limitate (stabilità fronte)  
☐ gravi (stabilità dei versanti)      D gravi (interferenza con corsi d'acqua)

05/08/99

Data: \_\_\_\_\_

## SCHEDA GIACIMENTOLOGICO-TECNICA

Denominazione Cava o gruppo di cave: SECCAREZZE  
Comune: LUSERNA S.G. Località: SECCAREZZE  
Litotipo: GNEISS  
Sigla interna: VLU 4

- 1) Numero cave attive in zona:  
☐ 0      ☐ 1      ☒ 2-5      ☐ 6-10      ☐ > 10
- 2) Lavorazione:  
☐ spacco sottile      • spacco grossolano      • segagione
- 3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):  
☐ < 1      ☐ 1-5      ☐ 5-10      ☒ > 10
- 4) Riserve potenziali della formazione coltivata:  
D scarse (anni)      D medie (decine d'anni)      • elevate (praticamente illimitate)
- 5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):  
☒ molto comune      ☐ comune      D poco comune      ☐ raro
- 6) Possibilità di uso degli sfridi:  
• riempimenti      D inerti di pregio      • blocchi da scogliera      ☐ usi industriali
- 7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:  
D trascurabili      • limitate (stabilità fronte)  
D gravi (stabilità dei versanti)      ☐ gravi (interferenza con corsi d'acqua)

05\08\99  
Data: \_\_\_\_\_



## SCHEDA GIACIMENTOLOGICO-TECNICA

Denominazione Cava o gruppo di cave: CRIVELLA

Comune: BAGNOLO P. Località: CRIVELLA SUP.

Litotipo: GNEISS

Sigla interna: VLU 5

- 1) Numero cave attive in zona:  
☐ 0      ☐ 1      ☐ 2-5      ☒ **6-10**      ☒ > 10
- 2) Lavorazione:  
• spacco sottile      • spacco grossolano      D segagione
- 3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):  
D < 1      ☐ 1-5      ☐ 5-10      ☒ **> 10**
- 4) Riserve potenziali della formazione coltivata:  
D scarse (anni)      D medie (decine d'anni)      • elevate (praticamente illimitate)
- 5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):  
☒ molto comune      D comune      D poco comune      D raro
- 6) Possibilità di uso degli sfridi:  
• riempimenti      ☐ inerti di pregio      ☐ blocchi da scogliera      ☐ usi industriali
- 7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:  
• trascurabili      D limitate (stabilità fronte)  
☐ gravi (stabilità dei versanti)      ☐ gravi (interferenza con corsi d'acqua)

06/08/98  
Data: \_\_\_\_\_

## SCHEDA GIACIMENTOLOGICO-TECNICA

Denominazione Cava o gruppo di cave: BRICCO VOLTI

Comune: BAGNOLO P. Località: BRICCO

Litotipo: GNEISS

Sigla interna: VLU 6

1) Numero cave attive in zona:

☐ 0      ☐ 1      ☐ 2-5      ☒ 6-10      ☐ > 10

2) Lavorazione:

D spacco **sottile**      • spacco grossolano      ☒ segagione

3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):

☐ < 1      ☒ 1-5      ☐ 5-10      ☐ > 10

4) Riserve potenziali della formazione coltivata:

D scarse (anni)      D medie (decine d'anni)      • elevate (praticamente illimitate)

5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):

• molto comune      D comune      D poco comune      D raro

6) Possibilità di uso degli sfridi:

• riempimenti      ☐ inerti di pregio      • blocchi da scogliera      D usi industriali

7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:

• trascurabili      ☐ limitate (stabilità fronte)

☐ gravi (stabilità dei versanti)      D gravi (interferenza con corsi d'acqua)

06\08\98  
Data: \_\_\_\_\_

## SCHEDA GIACIMENTOLOGICO-TECNICA

Denominazione Cava o gruppo di cave: PRAVALLINO

Comune: BAGNOLO P. Località: PRAVALLINO

Litotipo: GNEISS

Sigla interna: VLU 7

1) Numero cave attive in zona:

☐ 0      ☐ 1      ☐ 2-5      ☒ 6-10      D > 10

2) Lavorazione:

D spacco sottile      • spacco grossolano      D segagione

3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):

☐ < 1      ☐ 1-5      ☐ 5-10      ☒ > 10

4) Riserve potenziali della formazione coltivata:

☐ scarse (anni)      D medie (decine d'anni)      • elevate (praticamente illimitate)

5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):

• molto comune      D comune      D poco comune      ☐ raro

6) Possibilità di uso degli sfridi:

• riempimenti      ☐ inerti di pregio      D blocchi da scogliera      ☐ usi industriali

7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:

• trascurabili      ☐ limitate (stabilità fronte)

D gravi (stabilità dei versanti)      ☐ gravi (interferenza con corsi d'acqua)

06\08\98

Data: \_\_\_\_\_

## SCHEDA GIACIMENTOLOGICO-TECNICA

Denominazione Cava o gruppo di cave: TUBE

Comune: BAGNOLO P. Località: TUBE

Litotipo: GNEISS

Sigla interna: VLU 8

1) Numero cave attive in zona:  
☐ 0      ☐ 1      ☐ 2-5      ☐ 6-10      «> 10

2) Lavorazione:  
 D spacco sottile      • spacco grossolano      • segagione

3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):  
 D < 1      ☐ 1-5      ☒ 5-10      ☐ > 10

4) Riserve potenziali della formazione coltivata:  
 D scarse (anni)      D medie (decine d'anni)      • elevate (praticamente illimitate)

5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):  
 • molto comune      D comune      D poco comune      D raro

6) Possibilità di uso degli sfridi:  
 • riempimenti      D inerti di pregio      D blocchi da scogliera      D usi industriali

7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:  
 • trascurabili      D limitate (stabilità fronte)  
 D gravi (stabilità dei versanti)      D gravi (interferenza con corsi d'acqua)

06/08/98  
 Data: \_\_\_\_\_



## SCHEDA GIACIMENTOLOGICO-TECNICA

Denominazione Cava o gruppo di cave: CASSETTE  
Comune: BAGNOLO P. Località: CASSETTE  
Litotipo: GNEISS  
Sigla interna: VLU 9

- 1) Numero cave attive in zona:  
DO ☐ 1 ☒ 2-5 ☐ 6-10 ☐ > 10
- 2) Lavorazione:  
• spacco sottile • spacco grossolano D segagione
- 3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):  
☐ < 1 ☐ 1-5 ☐ 5-10 • > 10
- 4) Riserve potenziali della formazione coltivata:  
☐ scarse (anni) ☐ medie (decine d'anni) • elevate (praticamente illimitate)
- 5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):  
• molto comune ☐ comune ☐ poco comune D raro
- 6) Possibilità di uso degli sfridi:  
• riempimenti ☐ inerti di pregio ☐ blocchi da scogliera D usi industriali
- 7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:  
• trascurabili D limitate (stabilità fronte)  
☐ gravi (stabilità dei versanti) D gravi (interferenza con corsi d'acqua)

06/08/98  
Data: \_\_\_\_\_

## SCHEDA GIACIMENTOLOGICO-TECNICA

CIABOT

Denominazione Cava o gruppo di cave: \_\_\_\_\_

Comune: BAGNOLO P. \_\_\_\_\_

Località: CIABOT \_\_\_\_\_

Litotipo: GNEISS \_\_\_\_\_

Sigla interna: VLU 10 \_\_\_\_\_

1) Numero cave attive in zona:

DO

☐ 1☒ 2-5☐ 6-10

D &gt; 10

2) Lavorazione:

• spacco sottile

• spacco grossolano

D segagione

3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):☐ < 1☐ 1-5☒ 5-10☐ > 104) Riserve potenziali della formazione coltivata:

D scarse (anni)

D medie (decine d'anni)

• elevate (praticamente illimitate)

5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):☒ molto comune

D comune

D poco comune

☐ raro6) Possibilità di uso degli sfridi:

• riempimenti

D inerti di pregio

D blocchi da scogliera

D usi industriali

7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:

• trascurabili

D **limitate** (stabilità fronte)D **gravi** (stabilità dei versanti)D **gravi** (interferenza con corsi d'acqua)

15/10/99

Data: \_\_\_\_\_

## SCHEDA GIACIMENTOLOGICO-TECNICA

Denominazione Cava o gruppo di cave: COULOUR  
 Comune: RORA' Località: CQULQUR  
 Litotipo: GNEISS  
 Sigla interna: VLU11

1) Numero cave attive in zona:

☐ 0      ☐ 1      ☐ 2-5      ☒ 6-10      ☐ > 10

2) Lavorazione:

• spacco sottile      • spacco grossolano      ☐ segagione

3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):

☐ < 1      D 1-5      ☒ 5-10      ☐ > 10

4) Riserve potenziali della formazione coltivata:

D scarse (anni)      D medie (decine d'anni)      • elevate (praticamente illimitate)

5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):

☒ molto comune      ☐ comune      ☐ poco comune      D raro

6) Possibilità di uso degli sfridi:

• riempimenti      D inerti di pregio      • blocchi da scogliera      D usi industriali

7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:

• trascurabili      D limitate (stabilità fronte)  
☐ gravi (stabilità dei versanti)      ☐ gravi (interferenza con corsi d'acqua)

15/10/99  
 Data: \_\_\_\_\_

## SCHEDA GIACIMENTOLOGICO-TECNICA

Denominazione Cava o gruppo di cave: LUETTA  
Comune: RORA' Località: LUETTA  
Litotipo: GNEISS  
Sigla interna: VLU12

1) Numero cave attive in zona:

☐ 0      ☐ 1      ☒ 2-5      ☐ 6-10      ☐ > 10

2) Lavorazione:

• spacco sottile      ☒ spacco grossolano      D segagione

3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):

D < 1      ☐ 1-5      ☐ 5-10      ☒ > 10

4) Riserve potenziali della formazione coltivata:

D scarse (anni)      ☐ medie (decine d'anni)      • elevate (praticamente illimitate)

5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):

☒ molto comune      ☐ comune      ☐ poco comune      ☐ raro

6) Possibilità di uso degli sfridi:

• riempimenti      ☐ inerti di pregio      • blocchi da scogliera      ☐ usi industriali

7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:

• trascurabili      ☐ limitate (stabilità fronte)  
☐ gravi (stabilità dei versanti)      D gravi (interferenza con corsi d'acqua)

15/10/99  
Data: \_\_\_\_\_



SCHEDA GIACIMENTOLOGICO-TECNICA

Denominazione Cava o gruppo di cave: ALLOCCO

Comune: RORA' Località: ALLOCCO

Litotipo: GNEISS

Sigla interna: VLU13

1) Numero cave attive in zona:

• ☒ 0    ☐ 1    ☐ 2-5    **D 6-10**    ☐ > 10

2) Lavorazione:

D spacco sottile    • spacco grossolano    ☐ segagione

3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):

☐ < 1    ☐ 1-5    ☒ 5-10    ☐ > 10

4) Riserve potenziali della formazione coltivata:

D scarse (anni)    D medie (decine d'anni)    • elevate (praticamente illimitate)

5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):

• molto comune    D comune    ☐ poco comune    D raro

6) Possibilità di uso degli sfridi:

• riempimenti    D inerti di pregio    • blocchi da scogliera    ☐ usi industriali

7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:

• trascurabili    D limitate (stabilità fronte)

D gravi (stabilità dei versanti)    ☐ gravi (interferenza con corsi d'acqua)

16/10/99  
Data: \_\_\_\_\_

## SCHEDA GIACIMENTOLOGICO-TECNICA

Denominazione Cava o gruppo di cave: FIN  
Comune: RORA' Località: FIN  
Litotipo: GNEISS  
Sigla interna: VLU14

- 1) Numero cave attive in zona:  
• ☒ 0      ☐ 1      ☐ 2-5      ☐ 6-10      ☐ > 10
- 2) Lavorazione:  
• ☒ spacco sottile      ☐ spacco grossolano      ☐ segagione
- 3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):  
☐ < 1      ☐ 1-5      ☒ 5-10      ☐ > 10
- 4) Riserve potenziali della formazione coltivata:  
☐ scarse (anni)      D medie (decine d'anni)      • elevate (praticamente illimitate)
- 5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):  
• molto comune      D comune      D poco comune      ☐ raro
- 6) Possibilità di uso degli sfridi:  
• ☒ riempimenti      ☐ inerti di pregio      ☐ blocchi da scogliera      ☐ usi industriali
- 7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:  
• trascurabili      D limitate (stabilità fronte)  
☐ gravi (stabilità dei versanti)      D gravi (interferenza con corsi d'acqua)

16/10/99  
Data: \_\_\_\_\_

## SCHEDAGIACIMENTOLOGICO-TECNICA

## TIGLIO

Denominazione Cava o gruppo di cave: \_\_\_\_\_

Comune: RORA'Località: PRA DEL TORNOLitotipo: GNEISSSigla interna: VLU151) Numero cave attive in zona:☐ 0☐ 1☐ 2-5☒ 6-10☐ > 102) Lavorazione:

• spacco sottile

• spacco grossolano

D segagione

3) Grado medio di fratturazione della formazione coltivata (Jv):

D &lt; 1

☐ 1-5☐ 5-10☒ > 104) Riserve potenziali della formazione coltivata:

D scarse (anni)

D medie (decine d'anni)

• elevate (praticamente illimitate)

5) Rarità del materiale (possibilità di aprire altre cave nel giacimento o in altri analoghi):

8 molto comune

D comune

D poco comune

D raro

6) Possibilità di uso degli sfridi:

• riempimenti

D inerti di pregio

• blocchi da scogliera ☐ usi industriali7) Problematiche idrogeologiche del giacimento:

• trascurabili

D limitate (stabilità fronte)

D gravi (stabilità dei versanti)

D gravi (interferenza con corsi d'acqua)

16/10/99

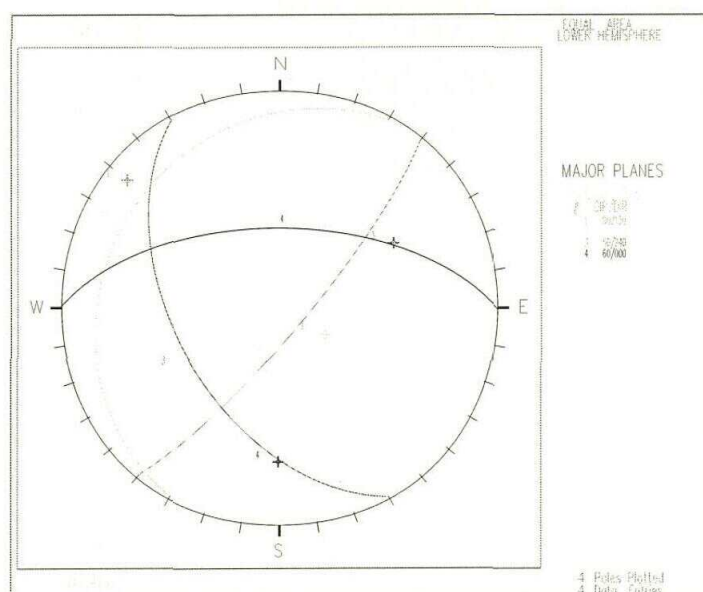
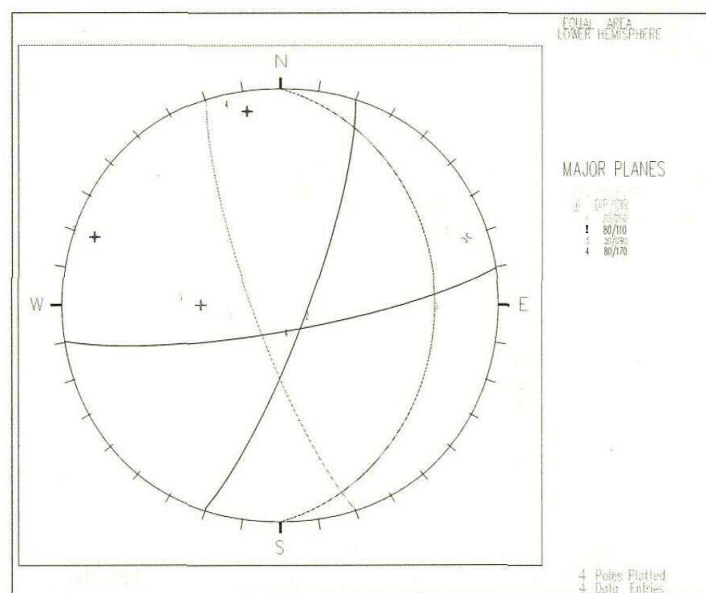
Data: \_\_\_\_\_

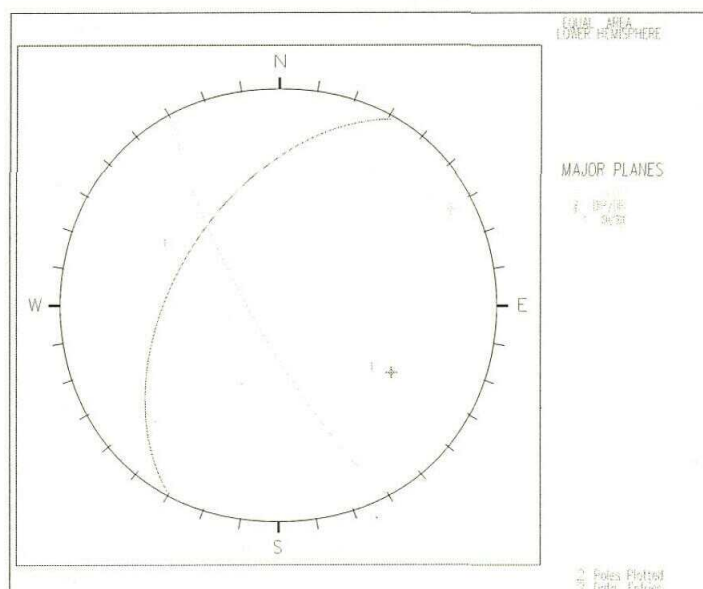
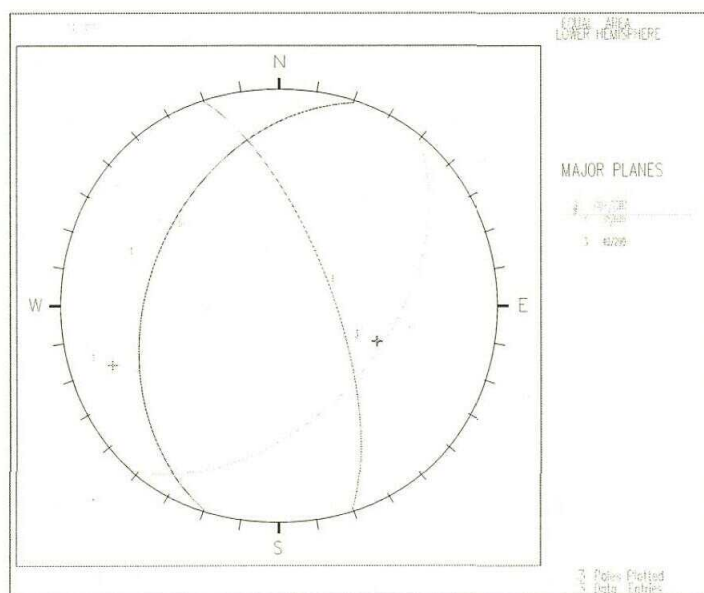
---

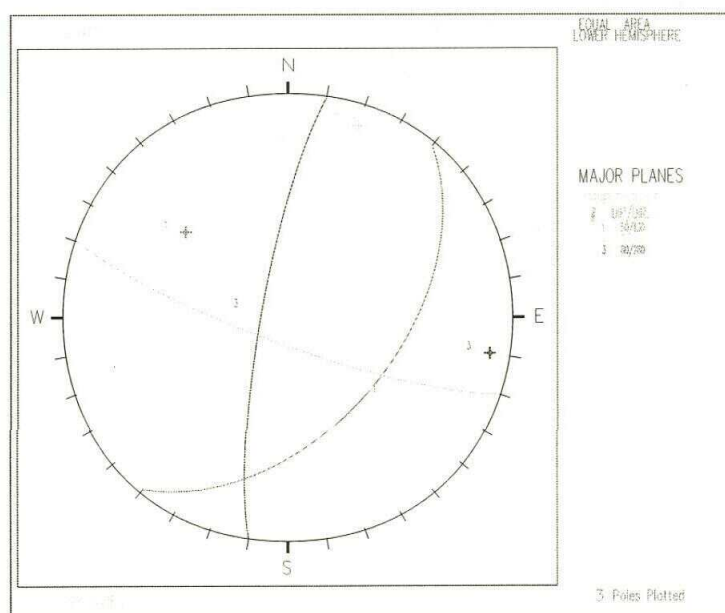
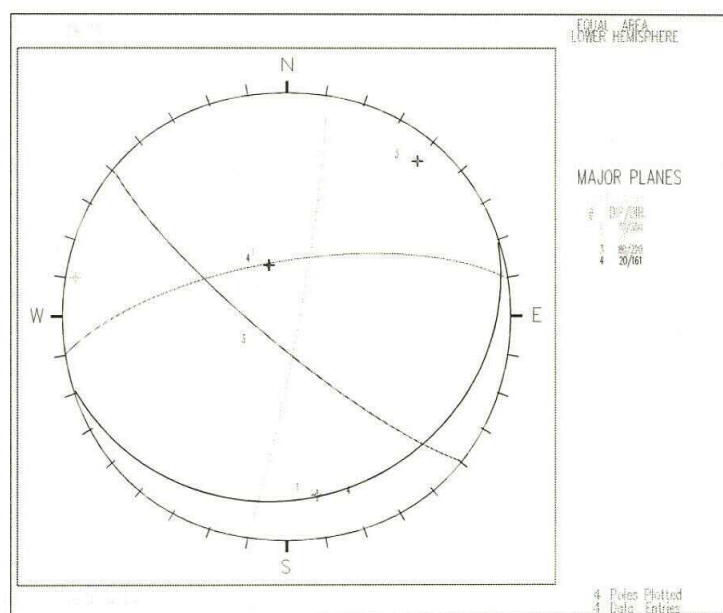
**ALLEGATO B : Diagrammi di Schmidt**

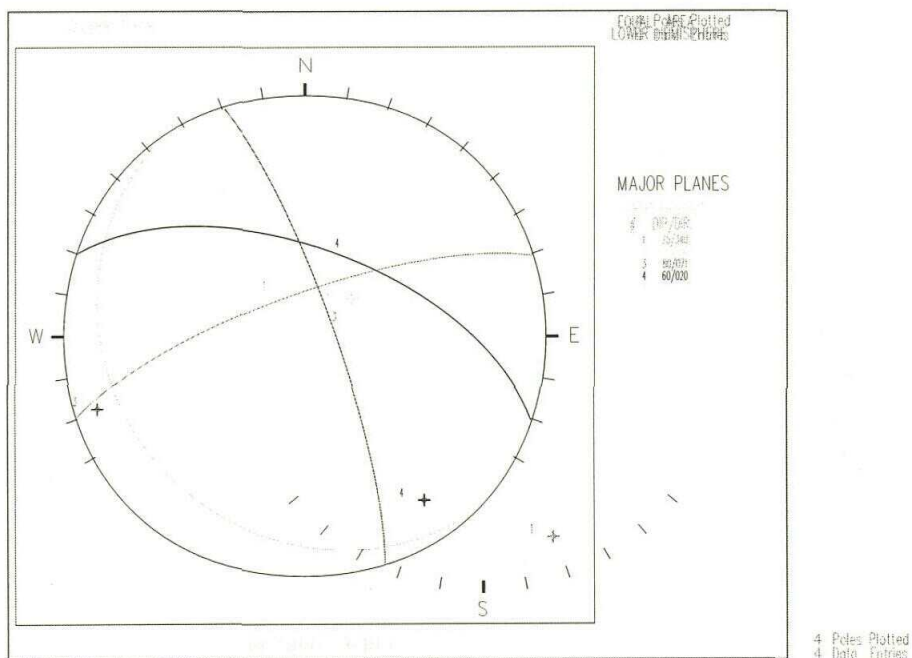
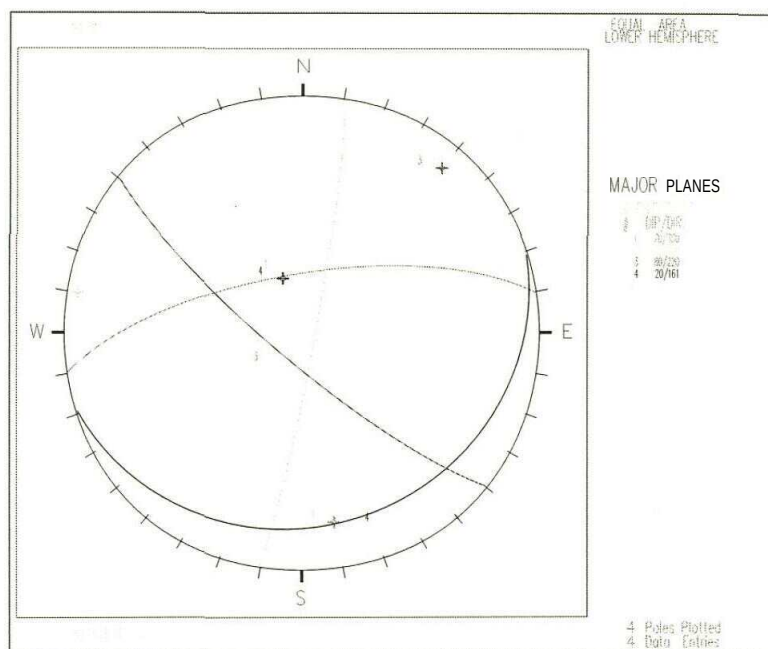
---



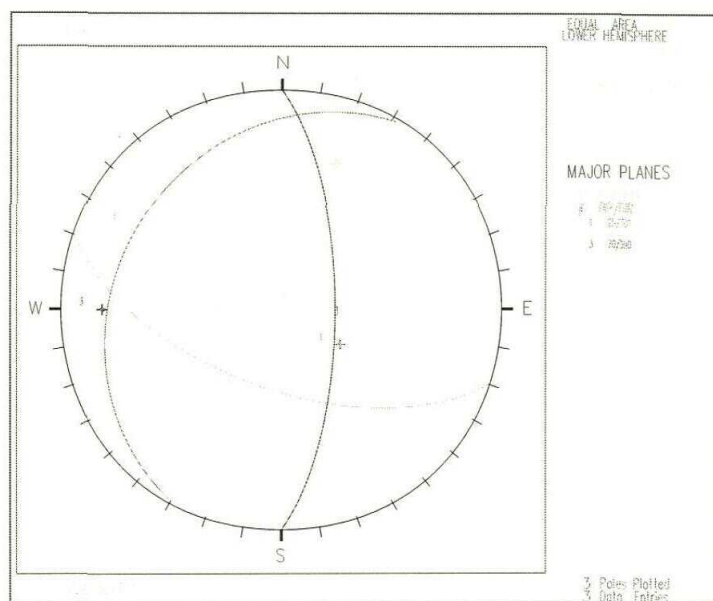












## **2. ASPETTI GEOMECCANICI DELLE COLTIVAZIONI DI CAVE DI PIETRE ORNAMENTALI**

### **2.1 GENERALITÀ DEL PROBLEMA**

Le coltivazioni di cave di pietra ornamentale hanno un interesse regionale notevole, non solo sotto il profilo economico e tecnologico, ma anche per l'interazione, talora marcata, che esse presentano con il territorio ove sono situate.

Esistono diversi aspetti concomitanti che contribuiscono alla definizione dell'entità "cava" e delle relative implicazioni pratiche; alcuni sono materializzabili nei costituenti fisici di essa: le coperture, le aree di scavo, il piazzale, la discarica, gli impianti e i mezzi di scavo e movimentazione; altri sono invece connessi alle attività che vengono svolte: le operazioni di coltivazione, la sicurezza del cantiere, le modalità di abbattimento del massiccio roccioso. La presenza dell'uomo e delle circostanti, eventuali infrastrutture (strade, ferrovie, abitati, linee elettriche, parchi, etc) completano il quadro d'insieme di ciò che deve sostanzialmente coesistere spingendo ad operare in modo ottimale.

Fra i vari aspetti sinteticamente richiamati sopra, un cardine operativo della coltivazione di cava è costituito dalla situazione geomeccanica. La stabilità condiziona infatti fortemente l'apertura, lo sviluppo, l'ampliamento e il recupero ambientale del sito dopo la dismissione della cava.

Un primo requisito essenziale per la corretta coltivazione di una cava è quello della stabilità dei fronti, la cui configurazione, spesso, condiziona gli aspetti di sicurezza del cantiere. Gli eventi di instabilità, in genere, alterano da un punto di vista geometrico l'impostazione progettuale degli scavi, sia su grande sia su piccola scala, con pregiudizio per le fasi operative, l'uso delle attrezzature e la produzione di elementi lapidei integri e continui di forma regolare, prerogativa quest'ultima specifica per le rocce ornamentali.

Esistono poi due ulteriori situazioni che occorre valutare al fine di una corretta progettazione e gestione dell'attività estrattiva, soprattutto considerando il fatto che la preponderanza delle cave oggetto del presente documento è localizzata lungo versanti montani. Tali situazioni sono relative alle stabilità delle coperture a ridosso dell'area di cava e alla stabilità delle discariche dei materiali non recuperabili o non recuperati, costituiti questi sia dagli sfridi di roccia utile sia dalle coperture sterili asportate.

Nelle coltivazioni di pietre ornamentali gli ammassi rocciosi si presentano in genere con buone caratteristiche geomeccaniche, almeno per ciò che riguarda gli elementi lapidei continui.

Questi ultimi inoltre devono presentare volumi rocciosi unitari mediamente compatibili con la destinazione proponibile del prodotto lavorato.

Si ritiene a questo punto opportuno premettere alcune considerazioni tecniche generali che possono aiutare a meglio comprendere l'importanza dell'aspetto geotecnico della realtà estrattiva delle pietre ornamentali. Un approccio pianificatorio deve infatti, per essere attuabile, fornire, tra le altre, indicazioni e norme volte a coniugare la stabilità delle coltivazioni (con il corollario della sicurezza per ciò che riguarda il mezzo roccioso) e la tecnica di scavo (con il corollario del rendimento globale, prodotto di recupero del giacimento e resa in prodotti da commercializzare).

Per quanto riguarda le coltivazioni a giorno, è preponderante, come si è detto in RELAZIONE, la presenza in Piemonte delle cave lungo versanti montani, talora anche molto acclivi. Il contesto geostrutturale della massa rocciosa oggetto della coltivazione è in genere rivolto a classi geomeccaniche di elevate caratteristiche, proprio per la particolare destinazione dei litotipi.

Ciò nonostante, com'è noto, i problemi di stabilità sono generalmente presenti, anche se correlabili a diversi contesti. Per tale ragione la stabilità generale del versante, la stabilità del fronte della cava in coltivazione, la stabilità delle coperture, la stabilità delle discariche, la stabilità a lungo termine dei luoghi dopo la chiusura della cava vanno indagate e definite con attenzione.

Nelle cave in sotterraneo, ambito attualmente marginale nelle cave piemontesi, se escludiamo il caso singolare non rappresentativo della Cava Madre di Candoglia, i problemi possono derivare dalla creazione di vuoti, anche di notevoli dimensioni, in situazioni spesso parietali pur con coperture talora non trascurabili. La presenza di singole discontinuità di elevata persistenza determina inoltre situazioni potenzialmente critiche: a carico, ad esempio, di pilastri in posto, oppure nelle zone in cui si aprono superfici libere di una certa rilevanza, in corrispondenza delle quali si possono formare ed isolare solidi di roccia.

Anche facendo riferimento ai contesti regionali confinanti, si osserva come le coltivazioni in sotterraneo privilegino ad oggi rocce di tipo sedimentario o metamorfico (oficalciti, ardesie, marmi), non interessando le rocce intrinseche e alcune metamorfiche (graniti e gneiss). Tale situazione non deriva da vincoli di natura geomeccanica, quanto piuttosto da scelte operative e capacità tecnologiche di taglio non sufficientemente affidabili in termini produttivi (usura degli utensili e velocità di taglio) oppure di sicurezza (limitatezza degli spazi). Vale comunque la pena aver qui ricordato che l'alternativa del sotterraneo esiste e ad essa ci si potrà probabilmente rivolgere con maggior frequenza nel futuro, a patto di non costituire sul lungo periodo un'alternanza dei due metodi, ognuno come risolutivo dei problemi dell'altro. Il sotterraneo come alternativa alla creazione di scarpate di notevoli dimensioni e all'impatto visivo non dovrà nel tempo richiedere il

ritorno alla coltivazione a giorno per ovviare a problemi di stabilità del versante intanto eventualmente originatisi a seguito di una incontrollata gestione del sotterraneo stesso, né è accettabile un ricorso al sotterraneo come estrema prosecuzione di una coltivazione ormai di precario controllo a cielo aperto.

Una parte della documentazione progettuale di cava, così come un corrispondente riscontro in termini di regolamento o normativo, dovrà quindi riguardare gli aspetti geomeccanici, nelle varie sfaccettature elencate, dalle indagini preliminari alle analisi di stabilità degli scavi, in esercizio e ad opera conclusa.

In questo Annesso Tecnico - ad integrazione ed esplicazione di concetti già esposti in RELAZIONE ed a supporto di conseguenti linee di comportamento proposte nelle NORME di indirizzo - non si persegue l'intendimento di fornire una trattazione sulla meccanica delle rocce applicata ai fronti di scavo, ma si vuole sensibilizzare gli utenti del DPAE, siano essi operatori, progettisti o enti pubblici, verso alcuni aspetti peculiari e delicati riguardanti la stabilità delle cave di pietra ornamentale. Specifiche indicazioni bibliografiche sono altresì fornite per ulteriori approfondimenti tecnici

## **2.2. AMMASSI ROCCIOSI OGGETTO DI COLTIVAZIONE**

Gli ammassi rocciosi lapidei coltivati in Piemonte, ad oggi di rilevanza commerciale, riguardano principalmente formazioni ignee e metamorfiche, relegando in subordine le rocce sedimentarie.

Da un punto di vista generale, ogni ammasso roccioso è comunque costituito da un discontinuo, ove cioè coesistono elementi lapidei integri di varia forma e dimensione e discontinuità; queste ultime sono rappresentate sia dalle strutture maggiori, ovvero dalle fratturazioni, dai contatti tra litotipi diversi, dai disturbi tettonici - faglie con eventuale riempimento oppure fasce cataclasate - sia dalle strutture minori nella scala di osservazione, quali scistosità, inclusioni, irregolarità.

Per giungere alla conoscenza dell'ammasso roccioso, elemento fondamentale per qualunque problema di geoingegneria e ancor più per la coltivazione che tale ammasso sfrutta e parcellizza nel dettaglio, si seguono procedure di rilievo, restituzione e interpretazione dei dati, integrando lo studio con sondaggi, fotografie aeree, mappe tematiche e quanto altro eventualmente a disposizione nell'area.



Il comportamento dell'ammasso roccioso in termini geomeccanici dipende dalle caratteristiche intrinseche dei materiali, dalle discontinuità, dalla configurazione geometrica degli scavi e dall'entità e dalla tipologia delle forze in gioco.

E' evidente che per essere sede di una coltivazione di pietra ornamentale il massiccio deve presentare elementi rocciosi che per forma e volume offrano un recupero di materiale significativo.

Nella realtà, anche nelle situazioni più fortunate, si riscontrano comunque zone in cui la fratturazione o la qualità del materiale è tale da condizionare negativamente il recupero di materiale. Tali zone possono essere ricomprese entro l'area di coltivazione, naturalmente a scapito dei parametri di tipo produttivo; in tal senso si rammenta ancora una volta che per recupero minerario si intende il volume di materiale estratto rapportato al volume disponibile, mentre per resa in blocchi si intende il volume commerciale ricavabile dal materiale estratto; infine per rendimento complessivo si intende il prodotto dei primi due fattori.

Un elemento di novità che in questa sede si vuole esplicitamente ribadire, anche se, come concetto è già ben evidente agli esercenti delle cave, è quello della necessità di definire sin dalla sede progettuale, al fine anche delle valutazioni preventive di bilancio, quelli che potranno essere i valori dei sopracitati parametri produttivi. Questo fatto richiede ovviamente un particolare sforzo di conoscenza sul massiccio roccioso e di trattamento dei dati, ma impegna nella individuazione dei modi più produttivi di attacco dei fronti di coltivazione, con l'eventuale scelta quindi di configurazioni effettive di scavo che, in molti casi, dovrebbero contemporaneamente soddisfare anche il criterio di compatibilità statica. Come presupposto infatti vi deve essere quello di effettuare lo scavo ricercando il buon governo del giacimento, soprattutto minimizzando gli scarti, garantendo la stabilità ed incrementando il rendimento.

Tuttavia le voci principali contemplate nei progetti di cava non riportano solitamente i concetti di resa e di rendimento, limitandosi in prima istanza ai calcoli volumetrici. E' ben chiaro come in effetti sia molto difficile e delicata una valutazione a priori, ma le esperienze di anni di esercizio delle cave e le potenzialità di trattamento numerico dei dati geostrutturali devono comunque dare un indirizzo verso l'obiettivo di una stima di un intervallo possibile di esistenza per i citati parametri; è pertanto da ribadire come sia importante ai fini progettuali, ai fini economici ma anche ai fini pianificatori quindi autorizzativi e di controllo, disporre di un aggiornato e realistico osservatorio sulle reali produzioni sui piazzali.

L'inquadramento delle masse rocciose in coltivazione o di interesse può essere realizzato in senso anagrafico oppure per tipologie di riferimento. La seconda strada appare più adatta ad uno strumento di programmazione, poiché recepisce le caratteristiche salienti delle varie situazioni e su

queste fornisce quindi dei criteri generali, permettendo l'affinamento successivo di scelte progettuali o l'adozione di interventi particolari commisurati alle specifiche esigenze dei siti.

Utilizzando come modo di lettura degli ammassi rocciosi il dominio geo-strutturale, è possibile collocare i casi esaminati nelle seguenti tipologie.

a) Il sistema principale delle discontinuità è sub-orizzontale, i sistemi accessori (spesso uno, talora due) hanno inclinazioni accentuate. Vi sono casi in cui nel complesso si rilevano quindi tre sistemi con giacitura mutuamente ortogonale. Il sistema principale ha in genere persistenze elevate, talora totali sugli affioramenti o sulle scarpate artificiali scavate. Vi possono essere materiali di riempimento, da detritico ad argilloso, potenzialmente sede di circolazione di acque.

Esempi di situazioni di questo genere si riscontrano - non però esclusivamente - nel bacino della Pietra di Luserna (es. Ciaffalco), oppure nella Diorite di Brosso. In alcune zone la massa rocciosa presenta una maggiore complessità (es. Seccarezze). Addirittura, alcune discontinuità maggiori separano, nella successione verticale, litotipi di caratteristiche geomeccaniche diverse.

b) Il sistema principale delle discontinuità è subverticale, con discontinuità accessorie sub-orizzontali e/o inclinate. Esempi di situazioni di questo genere si hanno in alcune Beole, oppure nella Sienite biellese. E' estremamente opportuno indagare con attenzione in sede di rilievo geostrutturale quelle caratteristiche delle discontinuità in grado di influenzare la continuità e la circolazione dell'acqua: persistenza, riempimento, grado di alterazione. L'alterazione può essere elevata anche in profondità rispetto alla superficie topografica originaria, e può condizionare il modo di rottura degli elementi rocciosi in posto. I materiali di riempimento in particolare sono terrosi oppure sono costituiti da scaglie di materiale alterato.

c) Il sistema principale delle discontinuità ha inclinazione media (indicativamente a partire dai 25° sino ai 60°). Come accessori vi sono due sistemi subortogonali al primo (non sempre molto ricorrenti però), oppure discontinuità oblique. Spesso si segnalano venule di materiale di litologia diversa (calcitica, quarzitica, etc.), le quali sono da considerare sia in rapporto alla loro presenza lungo le bancate e i gradoni di cava, sia in relazione alla loro incidenza nei blocchi staccati.

### **2.3. TECNICHE DI COLTIVAZIONE E GEOMORFOLOGIA**

L'inserimento di una coltivazione di cava nel territorio pone, tra gli altri, alcuni problemi di natura geotecnica. La stabilità complessiva dei versanti, la modificazione delle morfologie, la creazione di aree di accumulo di detriti o di materiale terroso sciolto costituiscono i punti sui quali occorre incentrare l'attenzione. Non disgiunto da ciò occorre valutare particolari rischi connessi alle

fasi di coltivazione. Una prima classe di rischi è legata all'instabilità di blocchi durante il distacco e la loro movimentazione, nonché al franamento di elementi della copertura o delle discariche, anche in conseguenza di fenomeni meteorici di particolare intensità. Queste situazioni condizionano la sicurezza delle infrastrutture adiacenti, quali strade, ferrovie, elettrodotti, torrenti. Occorre pertanto un'azione di sensibilizzazione nei confronti del problema della caduta di massi anche nell'ambito di cava così come questo è già da anni ben presente nel settore delle infrastrutture viarie.

Le cave sono generalmente impostate lungo versante. Tale situazione presenta un'esposizione visiva frontale degli scavi, addirittura parziale al di sopra di una certa quota ed a partire da una certa distanza; per contro, la possibilità di accedere a volumi consistenti di roccia richiede l'arretramento del fronte globale nel massiccio con conseguente interessamento di importanti porzioni di coperture. La coltivazione pur impostata in ordine discendente, espone comunque nel tempo un fronte di cava di acclività maggiore rispetto alla situazione originale, con i conseguenti problemi di stabilità.

Le cave di crinale o di culmine determinano una variazione della sky line, poiché si aprono su spazi estesi; in questi casi possono quindi esservi controindicazioni a causa dell'impatto visivo. Tuttavia, la loro presenza è da giustificarsi, se non addirittura da perseguirsi, nei casi in cui si voglia cambiare la modalità di coltivazione, da una coltivazione che arretra nell'ammasso ad una che discende a partire dall'alto, oppure nelle situazioni in cui cave di lotti diversi impostate su versanti opposti giungano a ridurre lo spazio materiale tra i confini di escavazione, creando situazioni non razionali da un punto di vista territoriale e della sicurezza. La conversione operativamente concordata e pianificata verso un raccordo tra le distinte coltivazioni mette in grado di gestire, in modo attento anche ai risvolti ambientali, la situazione pregressa. Lo scavo e le condizioni geomeccaniche relative sono da ritenersi in questa tipologia di cava sensibilmente più agevoli, poiché la coltivazione è impostata generalmente per successivi splateamenti, rimanendo il punto cruciale essenzialmente la situazione del fronte finale in abbandono.

Infine le cave a fossa, a pozzo oppure ad anfiteatro non sono particolarmente rilevanti in ambito regionale; di queste tipologie ritroviamo solo alcuni siti coltivati per gneiss lastroidi con configurazioni ad anfiteatro, comportando perciò problemi geotecnici a seconda delle orientazioni relative delle pareti di scavo rispetto alle discontinuità.

#### **2.4. PROBLEMI DI STABILITÀ NELLE CAVE: I FRONTI, IN COLTIVAZIONE E RESIDUI**

Per fronti di cava in coltivazione si intendono i fronti che evolvono nel tempo a seguito delle operazioni di scavo. Per fronti residui si intendono sia i fronti che complessivamente costituiranno il

profilo finale della cava a fine coltivazione sia i fronti abbandonati in vecchie coltivazioni ed ai quali occorra soggiacere per eventuali riprese di attività estrattive o per bonifiche.

I fronti in coltivazione devono seguire il criterio del massimo recupero di materiale a partire dalla massa rocciosa tal quale, garantendo comunque la richiesta produttività per unità di tempo della cava. Nell'impostazione del metodo di coltivazione si deve altresì tenere preventivamente conto delle esigenze di sicurezza nella coltivazione e nella movimentazione di mezzi e blocchi, della stabilità complessiva e della possibilità di accedere sui tempi lunghi alle varie parti della cava, avendo cura di non pregiudicare l'eventualità di interventi di bonifica, di consolidamento o di ripresa della coltivazione.

Durante il distacco dal monte, sia esso attuato con esplosivo o con taglio con filo, si creano successivamente nuove superfici libere, la cui estensione e disposizione sono dipendenti dal metodo di coltivazione scelto: il distacco delle trincee o delle bancate espone istantaneamente superfici maggiori rispetto ad un distacco di blocchi con coltivazione a gradino basso.

Questa osservazione ha importanza perché si determina una "gradualità" nella creazione di nuove situazioni, potendo quindi regolare la capacità di intervento in caso di problemi di stabilità.

Con taluni metodi, ad esempio nell'attacco laterale di massicci con piano di pioda inclinato e fronti aggettanti, l'apertura di un canale sommitale e l'esaurimento per trincee affiancate, dall'alto al basso, permettono una visione progressiva del fronte finale. Nella stessa situazione strutturale, l'esaurimento delle bancate con prevalente allungamento parallelo alla direzione della massima pendenza e il distacco dei blocchi a gradino basso permette, in talune situazioni strutturali, di disporre di maggiore continuità laterale (la cui effettiva consistenza è però da constatare in corso d'opera attraverso i dati di persistenza desumibili dai rilievi), con una favorevole condizione di controllo locale, e quindi di sicurezza, ma non risolve del tutto l'aspetto relativo alla stabilità finale del fronte.

L'attenzione maggiore deve dunque concentrarsi sulle condizioni di parete delle pioda e dei sistemi a queste subortogonali. In particolare, la persistenza delle pioda è solitamente prossima al 100%, mentre i sistemi di trincante (giaciture che espongono la lineazione negli scisti) e di contro (giaciture che trancano l'allungamento degli scisti) hanno persistenze minori. In ogni caso la stima della persistenza e della spaziatura deve avere carattere sia complessivo (rilievo sull'intera cava), sia singolare, ovvero a carico delle discontinuità che costituiscono giunti di trazione, anche oltre il ciglio di cava. A titolo di esempio va fatto notare come ponti di roccia anche di modesta entità (5-10% dell'area esposta dalla bancata) disposti lungo giunti di trazione sommitali possano rendere stabili le bancate.

La stima delle caratteristiche di resistenza a taglio lungo le piode è fondamentale, in quanto meno aleatoria e suscettibile di variabilità, al fine di ottenere una condizione di equilibrio minima e garantita, con considerazioni di validità generale.

La legge vieta fronti aggettanti, pertanto ogni configurazione finale dovrà rispettare tale imposizione. Non è sempre detto comunque che il disegno geometrico regolare, non aggettante e gradonato, si traduca in una garanzia di stabilità del fronte. Ciò è dovuto all'interazione tra profili geometrici e andamento delle discontinuità. Tale concetto trova la sua applicazione alla coltivazione delle cave ossolane che presentano piode inclinate, e nelle quali in molte occasioni fronti aggettanti sono perfettamente stabili. Anche nei riguardi di scivolamenti planari, la minore inclinazione di un profilo gradonato non mette al riparo da problemi, poiché questi si hanno in conseguenza della fratturazione della roccia e non solo dell'inclinazione del fronte.

La panoramica sui fronti di cava piemontesi evidenzia nel complesso alcune diverse situazioni.

Nel bacino della Pietra di Luserna vi sono casi di cave adiacenti in cui il concorde sviluppo dei fronti deve divenire requisito non solo per una razionale pianificazione dell'estrazione ma anche per evitare che possano crearsi volumetrie rocciose esposte in conseguenza dell'arretramento dei diversi fronti. Instabilità si possono manifestare per distacco di blocchi anche di modeste dimensioni da fronti di considerevole altezza. Le pareti hanno talora un'intensa fratturazione che rende possibili crolli di torrioni rocciosi. Frequentemente si evidenzia la presenza di una massa rocciosa fratturata, suddivisa in prevalenti elementi prismatici o tabulari oppure in volumi rocciosi unitari dell'ordine di diversi  $m^3$ , che si presenta in bancate il cui affioramento è interrotto a tratti dal detrito superficiale ma la cui continuità strutturale è comunque riconoscibile. A questa situazione si affianca un ammasso roccioso compatto giuntato in corrispondenza dei piani di pioda (talora a franapoggio verso i piazzali di cava con inclinazione media - dell'ordine di  $15^\circ$ -  $20^\circ$ ) con volumi rocciosi unitari eccezionalmente grandi, dell'ordine delle decine di  $m^3$ , oggetto di coltivazione per blocchi da telaio.

La separazione e la transizione dall'una all'altra delle suddette unità non è sempre netta e ben individuabile nel bacino. Vi sono infatti situazioni locali in cui la presenza di pronunciati affioramenti rocciosi laterali delimita zone di accumulo detritico terroso, così come vi sono elementi lapidei, monolitici o mutuamente interconnessi, emergenti dalle scarpate artificiali create con l'apertura delle piste.

Pertanto le instabilità possono anche aversi per ribaltamento di volumi in elevazione, oppure per scalzamento al piede di bancate intesamente fratturate.



Le sieniti del Biellese hanno alti fronti, in cui i problemi di stabilità sono legati soprattutto a volumi rocciosi isolati dal resto della massa.

Nell'Ossola, oltre al già esposto caso dei serizzi con pioda inclinata, vi è il caso delle beole a prevalente fratturazione subverticale, sia con andamento a reggipoggio sia con andamento a franapoggio. Il comportamento fissile della roccia, combinato alla giacitura subverticale dei piani di pioda, determina la formazione di elementi tabulari. Dal punto di vista dei cinematismi in effetti vi è poca differenza, poiché le instabilità per rottura flessionale al piede dei fronti oppure per ribaltamento a seguito di spinta di acqua sono spesso concomitanti.

Le analisi di stabilità dovranno valutare le possibilità di cinematismi di ribaltamento sia lungo singoli gradoni, sia qualora si abbiano masse rocciose colonnari o lastroidi. Le proiezioni stereografiche e le verifiche numeriche devono pertanto contemplare anche tali situazioni.

La coltivazione con diversa impostazione della cava, a partire dall'alto con scavo su ampia area e abbandono di fronti eventualmente consolidati o geometricamente risagomati pare essere la soluzione più opportuna. Si è in grado così anche di evitare che il detensionamento al piede possa mobilitare improvvisamente cospicui volumi rocciosi, ben oltre il singolo elemento tabulare superficiale.

Altre situazioni (dioriti del Canavese, gneiss della Val Maira, i marmi Ossolani) presentano problemi soprattutto per distacchi locali o a seguito dell'azione dell'acqua di percolazione. L'analisi geostrutturale deve ulteriormente finalizzare caso per caso il tipo di cinematismo da prendere in considerazione.

E' opportuno rammentare che anche l'osservazione visiva delle singole bancate durante le normali attività di cava deve essere considerata, perché permette di individuare aspetti che non possono essere contemplati totalmente a livello progettuale, quali ad esempio la presenza di una lamina o di un diedro roccioso isolato immediatamente retrostante la bancata in lavorazione, costituente reale pericolo per la sicurezza del cantiere.

I fronti residui devono essere stabili, meglio se naturalmente. A lungo termine (decenni) non si può infatti fare ragionevolmente affidamento su interventi di consolidamento in parete (bulloni, reti) data la comunque limitata durezza dei materiali impiegati. Possono invece considerarsi efficaci, se ben realizzati, interventi di drenaggio. I casi di instabilità locali possono così nel tempo essere assorbiti dalla presenza di opere passive: un piazzale di base, un rilevato paramassi sono strutture durevoli e sicure.

I fronti abbandonati di vecchie coltivazioni, qualora dovessero essere ripresi, devono essere oggetto di rilievo strutturale, eseguibile anche con tecnica fotogrammetrica ove sussistano problemi

di sicurezza. Occorre porre attenzione agli eventuali accumuli di materiale di sfrido di vecchie discariche o alla presenza di fratture con riempimenti per la possibilità che si riscontrino situazioni di equilibrio precario legate alla circolazione di acque.

## **2.5. PROBLEMI DI STABILITÀ NELLE CAVE: COPERTURE**

L'impostazione delle cave di pietra ornamentale a prevalente sviluppo lungo versanti montani impone un esame preliminare delle condizioni delle "coperture". Con tale termine si indica il materiale che sovrasta i volumi oggetto di coltivazione destinati a fornire elementi lapidei commerciabili. Le coperture sono variabili come tipologia di materiale e come entità. Se, come è ovvio, l'asportazione delle coperture diventa una fase della coltivazione, risolvendosi quindi in un problema di tecnica mineraria, la loro stabilità rappresenta un punto di particolare attenzione. Sono essenzialmente tre gli aspetti da tenere in considerazione.

- a) Durante la fase di scopertura dell'ammasso occorre garantire, e controllare, che le porzioni movimentate non determinino fenomenologie franose in grado di compromettere la sicurezza delle strutture della cava o di strutture adiacenti o sottostanti ad essa.
- b) La copertura asportata presenta un limite di confine legato all'estensione dell'intervento, condizionato questo dalla morfologia del versante, dalla presenza più o meno accentuata della copertura stessa, dai limiti areali di autorizzazione di cava. Si perviene pertanto, in numerosi casi, alla formazione di scarpate artificiali di scavo per le quali la stabilità va comunque indagata, nel breve medio termine, in relazione alle operazioni di cava: nel lungo termine se questa può pregiudicare le condizioni complessive di stabilità del versante e le opere di sistemazione, recupero e rinaturalizzazione dei fronti abbandonati. In genere le coperture, quando presenti, hanno spessore variabile da pochi decimetri sino ad un massimo di 5-6 metri. Oltre tali valori la movimentazione e la stabilizzazione delle coltri su grandi aree acclivi diventa problematica.
- c) Le coperture mascherano inevitabilmente l'ammasso roccioso sottostante. La loro asportazione diviene in talune situazioni pertanto necessaria anche in aree non direttamente oggetto di coltivazione. La ragione di questa scopertura, preliminare e comunque preventiva, si radica nella necessità di accertare o scongiurare l'esistenza di importanti discontinuità (ovvero discontinuità molto persistenti), a monte dei fronti di coltivazione, con giacitura sfavorevole alla stabilità del massiccio roccioso. La presenza di giunti di trazione trasversali alle piode a franapoggio oppure la presenza di fasce intensamente fratturate e veicolo di circolazione di acque, in ammassi rocciosi con sistemi di discontinuità subverticali, richiedono una scopertura rilevante, solo in parte mitigabile con il ricorso preventivo ed alternativo ad indagini geognostiche in grado di

riconoscere e circoscrivere aree "a rischio". Peraltro tali indagini non sono sempre di agevole conduzione e univoca interpretazione (geofisica e sondaggi geognostici).

Non esiste una regola che consenta di correlare l'estensione della zona di copertura da rimuovere sulla base delle evidenze geostrutturali dell'ammasso, poiché, sul piano teorico un cinematisma piano si sviluppa anche per blocchi di lunghezza indefinita. Esistono invece dei suggerimenti per la stima di tale estensione, basandosi sui dati dei parametri di persistenza e spaziatura delle discontinuità, nonché sulle caratteristiche meccaniche delle superfici delle discontinuità. I sovraccarichi agenti (le coperture stesse e la presenza di acqua) sono comunque da tenere in considerazione nell'analisi di stabilità. Un'ipotesi di lavoro - non esaustiva però - può avvalersi del valore di spaziatura massima osservabile sulle pareti già esposte o sugli affioramenti accessibili, per ciò che riguarda i giunti di trazione, negli ammassi rocciosi caratterizzati principalmente da un sistema con inclinazione rilevante (pioda) e utilizzare nelle analisi di stabilità la situazione geostrutturale come ripetuta oltre il ciglio di cava anche oltre il limite della fascia di scopertura. Altresì l'analisi di stabilità deve essere eseguita anche per valori discreti della posizione del giunto di trazione a partire dal valore minimo, per individuare eventuali minimi del fattore di sicurezza, possibili se si considera la variazione del contenuto d'acqua e i cinematismi tridimensionali. E' così evidente che, se non si dispone di ragguardevoli angoli di resistenza a taglio, la scopertura necessaria può raggiungere valori di diverse decine di metri.

Una fra le possibili situazioni critiche si verifica se, non rilevando fratture sub-ortogonali alla pioda una volta effettuata la scopertura e ispezionata la superficie lapidea così esposta, si ipotizza che la frattura sub-ortogonale si collochi immediatamente al di là del limite della fascia di scopertura.

Per tale configurazione occorrerà effettuare un'apposita analisi di stabilità, valutando altresì le condizioni di drenaggio derivanti anche dalla possibilità che la copertura ancora in posto possa ospitare un flusso idrico. L'analisi va fatta sia per il singolo gradone esposto sia nella configurazione finale.

Bisogna inoltre ricordare che oltre ai meccanismi classici di scivolamento (planare e a cuneo) esistono anche cinematismi "segmentati", per i quali si ha coinvolgimento contemporaneo di più discontinuità appartenenti a sistemi diversi, tra loro unite da zone a minor resistenza nelle quali si possono anche verificare fenomeni di rottura progressiva.

Un altro suggerimento è quindi quello di valutare complessivamente i potenziali movimenti, non solo della copertura ma anche del bedrock, giacché la regola sopra esposta non è di applicazione generale. Ad esempio in un ammasso con sistema principale sub verticale e spaziatura

fitta, oltre al valore della spaziatura stessa vanno considerate l'altezza e l'estensione del fronte in coltivazione e la presenza d'acqua quali fattori fortemente condizionanti la stabilità. In ammassi rocciosi costituiti da orizzonti fratturati a blocchi può esserci coinvolgimento delle coperture non già per instabilità di queste ultime, ma a seguito di un processo di rottura progressiva.

Le coperture usualmente rinvenibili nel territorio piemontese sono riconducibili ad alcune tipologie base.

- a) Materiale morenico con granulometria molto distribuita, oppure materiale di natura eluvio-colluviale. In entrambi i casi possono essere presenti lenti di materiale medio fine ospitanti acqua. Tale materiale presenta generalmente una coesione significativa, funzione della presenza di materiale fine, e discreti angoli di attrito. L'erosione ed il diminuito confinamento dovuto agli scavi determina nel tempo il decadimento delle proprietà coesive.
- b) Materiale detritico di pezzatura media (detriti di falda e di scarpate rocciose), talora con materiale terroso fine. Tale materiale presenta generalmente buone coesioni ed elevati angoli di attrito, poco variabili nel tempo. In particolare si hanno angoli di attrito molto elevati se c'è mutuo incastro tra elementi spigolosi, mentre i valori sono significativamente inferiori se vi sono accumuli di elementi lastroidi o tabulari.
- c) Blocchi alterati e/o dislocati di pezzatura molto variabile con singoli elementi anche di cospicue dimensioni; le discontinuità possono essere riempite con materiale anche fine, presentare alterazione lungo le pareti ed essere sede di circolazione di acqua e formazione di ghiaccio. Tali coperture presentano generalmente bassa o nulla coesione, ed angoli di attrito "residui", pur se di valore medio alto; molto più scadenti i parametri in caso di riempimenti terrosi.

Una considerazione particolare va poi fatta per i canaloni naturali, eventualmente sovrastanti le cave. Una valutazione delle condizioni idrologiche e geotecniche dell'area a monte della cava e della tipologia di materiale presente nel canalone deve chiarire se esistono possibilità di inneschi di fenomeni veloci (es. debris flow), non necessariamente connessi all'attività stessa di cava.

I valori dei parametri geotecnici da attribuire ai materiali di copertura sono di difficile quantificazione. Ciò è dovuto a due ragioni fondamentali. La prima risiede nella eterogeneità che in genere caratterizza questi materiali e nella loro elevata deformabilità; di rado infatti troviamo dei suoli originatisi in posto, per i quali non vi siano pregressi movimenti. La seconda risiede poi nell'arbitrario trasferimento di tali valori a modelli di calcolo per le analisi di stabilità in cui le geometrie dei casi sono fortemente irregolari e tali da condizionare il buon esito delle analisi condotte.

Come regola generale si può considerare che debbano essere attribuiti parametri residui, con intervento della coesione limitata a casi assolutamente ben documentati. Le verifiche devono riguardare condizioni a breve o a lungo termine (o ambedue) a seconda del tipo di copertura.

I modi di instabilità possibili e riscontrabili vanno dalla caduta blocchi, alla frana in terra o in roccia, ai debris flow, alle frane complesse.

Le azioni da contrapporre a queste evenienze risiedono in una impostazione degli scavi rispettosa del regime delle acque superficiali, nell'adozione di profili delle scarpate compatibili con l'angolo di riposo del materiale. Non sembrano essere consigliabili opere massive di tipo strutturale, quanto piuttosto opere che si integrino nel contesto geomorfologico: ad esempio la realizzazione di scogliere di massi ben fondate su estensioni limitate, opere di ingegneria naturalistica e attenta riprofilatura delle coperture.

I monitoraggi si rivelano efficaci solo se interessanti fenomenologie franose già individuabili e progressive. Infine, l'adozione di consolidamenti locali in roccia (interventi attivi) oppure di protezioni con reti o barriere paramassi (interventi passivi) sono volte a migliorare le condizioni di sicurezza; è opportuno prevedere sempre i monitoraggi con fenomeni franosi in atto a carico di coperture consistenti.

## **2.6. PROBLEMI DI STABILITÀ NELLE CAVE: LE DISCARICHE**

Le discariche delle coltivazioni di cava di pietra ornamentale sono costituite da materiale detritico o terroso rimosso dalle coperture e da materiale a pezzatura irregolare o di caratteristiche merceologiche scadenti. Inoltre potrebbero essere presenti quantità di materiali fini provenienti dalle operazioni di taglio al monte (fanghi di perforazione e di decantazione dalle operazioni di taglio con filo diamantato o con tagliatrice).

E' opportuno notare che anche se le normative statale e regionale individuano una specifica classe di rifiuto, e quindi una categoria di discarica anche per i materiali di cava (Cat.IIa secondo la legge regionale e deliberazione comitato interministeriale 27.7.1984), gli scarti di cava non necessariamente sono da considerarsi rifiuto. Oltre al prodotto primario (blocchi, lastre, cubetti) di più elevato valore commerciale, vi sono sotto-prodotti che trovano comunque valido impiego nelle bonifiche, in lavori di difesa spondale, nelle colmate, in lavori di edilizia grezza; elementi informi di media pezzatura sono utilizzati come blocchi da scogliera, scaglie di riquadratura e piccoli elementi informi sono usati nelle colmate, blocchetti da spacco sono utilizzati nelle murature a secco. Se la commercializzazione è possibile, quindi, tali materiali, pur non costituendo il prodotto per cui la



cava è stata aperta, costituiscono un sotto-prodotto che li fa escludere dallo scarto. Inoltre, questi prodotti possono rivendicare una loro dignità quando non esistano comunque alternative con altri materiali per la destinazione finale in cui saranno impiegati.

Rimangono effettivamente come rifiuti i materiali non altrimenti utilizzabili e i fanghi di decantazione dalle operazioni di taglio, qualora non rientrino nei parametri indicati negli allegati al D.M. 5/2/98. Le coperture, se non si prevede un loro reimpiego a fine coltivazione nel recupero ambientale (frazioni terrose), dovranno essere classificate in base alla loro possibilità di impiego, altrimenti saranno anch'esse da trattare come rifiuto.

Anche la discarica contribuisce ad una notevole variazione della morfologia dei luoghi. La forma e la dimensione delle discariche sono invero mutate nel corso degli anni, forse in conseguenza del diverso concetto che è stato maturato per la discarica. Nelle cave antiche sono, in parte, ancora presenti grandi discariche, talora non adeguatamente sistemate o recuperate. Ciò si è originato in conseguenza delle tecniche di scavo meno "conservative" applicate in passato, mentre oggi, con l'introduzione e il perfezionamento dello scavo meccanico (filo, tagliatrice, water jet) la roccia è stata intrinsecamente valorizzata, e lo stesso scavo con esplosivo ha visto un utilizzo chirurgico dello stesso, attraverso le varie tecniche di smooth blasting. Il gettito dall'alto verso il basso degli sfridi ha determinato in molti casi la creazione di conoidi singole oppure di superfici terminali laterali a conoide. Le condizioni di stabilità di questi corpi sono quelle di depositi ad accumulo, in cui si è in situazione di equilibrio limite, talora con angoli di scarpa anche elevati, grazie all'effetto di mutuo incastro dei frammenti lapidei. La caduta massi è possibile o in fase di gettito oppure a seguito di ripresa dei cumuli. Potenziali cinematismi si possono avere quindi con movimenti di insieme, magari conseguenti ad erosione, o per estesi sovraccarichi alla sommità (allargamento del piazzale per riporto). La stessa diversa impostazione delle sequenze di coltivazione, con cantieri coltivati in ordine discendente, ha permesso sin dalle fasi precoci di vita delle cave di avere graduali rimozioni delle coperture e reimpieghi di parte dei materiali asportati non troppo differiti nel tempo. Se, infine, a tutto ciò aggiungiamo una maggiore incisività delle norme per la tutela ambientale e la richiesta di prodotti di scarto da parte di settori dell'industria delle costruzioni (scogliere, colmate) e mineraria (recupero dei feldspati da granulati di rocce granitiche), si comprende come oggi il problema delle discariche abbia perso gli aspetti drammatici del passato.

Discariche di una certa estensione si trovano nel bacino della Pietra di Luserna, nelle sieniti del Biellese, nei graniti dei laghi, nelle quarziti del Monte Bracco, nella Val Maira.

La discarica comunque è una nuova struttura che insiste su un versante o su una vallecchia, e oltre ad influenzare le caratteristiche di stabilità del substrato ospitante, deve presentare autonomamente requisiti di stabilità, soprattutto per ciò che riguarda gli aspetti di circolazione delle acque.

I problemi da considerare sono dunque i seguenti.

- La stabilità del versante su cui la discarica è impostata riguarda spesso la stabilità di coltri di materiale detritico o eluvio-colluviale, le cui condizioni originarie sono modificate a causa del sovraccarico esterno e dalla interazione con la circolazione naturale dell'acqua. E' opportuno che la zona di imposta sia perciò indagata dal punto di vista geotecnico. Le zone con emergenze di acque o con livelli a bassa resistenza a taglio non dovranno essere utilizzate per imposta di discarica.
- La stabilità del corpo della discarica è propria sia di materiali a grande pezzatura ed informi, sia di materiali più fini e terrosi provenienti dalle coperture. Per queste strutture è fondamentale una costruzione geometricamente regolare, eventualmente con la creazione di berme, con l'adozione degli opportuni provvedimenti, quando necessari, volti a consentire un regolare deflusso delle acque meteoriche. Da evitare gli accumuli lungo impluvi o alvei di torrenti, situazioni nelle quali anche la presenza di permeabilità di insieme non è tale da scongiurare l'insorgenza di fenomeni parossistici (ad es. debris flow). Si dovrà verificare sia la stabilità delle singole gradonature sia della globalità del corpo di discarica. La messa a dimora del materiale a partire dalle quote inferiori e per riporto di strati orizzontali dovrebbe permettere un migliore assestamento del materiale e la possibilità di allevare altresì le opere di drenaggio. Il piede della discarica rimane quindi fisicamente impostato sin dall'inizio, con un recupero precoce delle parti già sistemate.

Naturalmente permangono gli aspetti relativi al recupero ambientale e paesistico dei cumuli di discarica e al controllo dei fenomeni erosivi nel tempo, per i quali è opportuno intervenire con provvedimenti che garantiscano il perdurare dell'efficacia nel tempo: scogliere, drenaggi, geometrie non acclivi etc. In particolare sono ammissibili le scogliere di grandi blocchi, su *altezza* contenute in alcuni metri e comunque verificate in progetto, qualora la tipologia del materiale di scarto non permetta una stabile impostazione del piede.

Sono in genere da evitare coltivazioni soggiacenti a discariche, sia antiche sia di nuova impostazione, ancorché verificate e correttamente costruite. Sono da evitare discariche costituite per semplice gettito di materiale.

Qualora parte del piazzale di cava sia impostato su materiale di discarica, si rende necessaria l'introduzione nelle analisi di stabilità dei sovraccarichi agenti (mezzi meccanici, blocchi stoccati) e soprattutto una verifica operativa delle condizioni di messa in posto del materiale.

I fini derivanti da lavorazioni di taglio vanno stoccati in aree già rese stabili.

Anche per le discariche dunque è opportuno che sia impostata una progettazione, in cui siano evidenziate le geometrie, la scelta dei parametri e del metodo di calcolo per le analisi di stabilità, i provvedimenti per la stabilizzazione, le eventuali installazioni per misurazioni.

## **2.7. INDAGINI, METODI DI PROGETTO E VERIFICA**

La progettazione delle cave di pietra ornamentale, per ciò che concerne gli aspetti di meccanica delle rocce, segue una procedura che prevede l'acquisizione di dati sulle caratteristiche geologiche, morfologiche e strutturali dell'ammasso roccioso, sulle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali e delle discontinuità ed una successiva elaborazione dei dati stessi al fine di giungere al calcolo delle condizioni di stabilità.

Le indagini da eseguire sono mirate alla definizione dei punti seguenti:

- descrizione topografica, aggiornata e finalizzata allo sviluppo delle coltivazioni con attenzione ad eventuali documentazioni di tipo storico;
- definizione dell'assetto geologico dell'area interessata dalla cava nonché delle aree limitrofe, con riguardo anche ad eventuali aspetti di tipo idrogeologico;
- situazione geostrutturale dell'ammasso roccioso, comprendente i domini strutturali presenti, i sistemi di discontinuità, le singolarità di rilevante interesse;
- stabilità complessiva dell'area e interazione con le aree limitrofe che potrebbero essere interessate da fenomeni di instabilità, caduta massi etc.;
- caratterizzazione geomeccanica di dettaglio dei litotipi presenti, dei riempimenti e delle caratteristiche delle discontinuità, della distribuzione dei volumi rocciosi;
- valutazione dei modi di comportamento delle masse rocciose e delle coperture quando siano oggetto di scavi. Tale momento rende possibile l'individuazione dei parametri più appropriati e delle tecniche di calcolo più opportune per la successiva modellazione dei fenomeni.

Sulla scorta dei dati acquisiti ed elaborati devono essere effettuate le analisi di stabilità. Le analisi di stabilità riguardano sia la situazione dell'intero versante sia le condizioni locali o globali dei fronti di scavo. Una appropriata valutazione delle forze agenti, coniugata alla conoscenza dei parametri geomeccanici e della geometria del sito permette in linea generale l'adozione di metodi di

calcolo analitici (metodo dell'equilibrio limite), grafici (proiezioni stereografiche) o misti (metodo dei blocchi) nel caso di situazioni ben delineate, quali ad esempio i casi di scivolamento planare. A proposito delle indagini geostrutturali si deve segnalare che non sempre lo studio progettuale è in grado di fornire dati rilevati trattabili con metodi statistici; in tal caso si devono considerare talune fratture o discontinuità come singolarità, non necessariamente annoverabili in un sistema.

Nelle situazioni in cui è opportuna una analisi parametrica, ovvero quando le condizioni di rottura non sono riconducibili a casi schematici è possibile ricorrere a metodi di calcolo numerici.

I metodi numerici agli elementi finiti oppure alle differenze finite sono particolarmente utili nello studio delle condizioni tensionali e deformative degli ammassi rocciosi nelle cave sotterranee di pietre ornamentali poiché sono in grado di considerare la geometria complessa di tali vuoti sotterranei e le fasi che sono state seguite durante lo sviluppo delle coltivazioni. Entrambi questi aspetti condizionano in modo marcato le condizioni di stabilità della cava e, quindi, devono sempre essere prese in considerazione per lo studio ed il progetto di una cava in sotterraneo. Particolarmente interessante risulta lo studio tridimensionale del comportamento dei pilastri in roccia, che presentano generalmente uno stato tensionale disomogeneo al proprio interno, che non può essere rappresentato semplicemente dalla tensione media, parametro tipico di analisi tensionali con strumenti analitici più semplici (ad es. il metodo dell'area di influenza). Inoltre, è possibile anche analizzare quali possano essere le modalità di coltivazione e le eventuali tecniche di sostegno utili a rendere contenuto il rilascio tensionale della roccia e, quindi, la sua plasticizzazione, che è sempre dannosa nelle rocce ornamentali.

Tali metodi numerici, esplicitati in codici bi- o tri-dimensionali, permettono di valutare le possibili influenze sulla superficie del suolo e, soprattutto, sulle discariche o sulle cave a giorno attive o eventualmente abbandonate, talora presenti in prossimità della coltivazione sotterranea.

Particolarmente interessante è lo studio degli effetti delle coltivazioni sotterranee sulla stabilità dei pendii, quando i vuoti siano realizzati a piccola distanza dalla superficie e quando vanno ad interessare una possibile superficie di scivolamento di ammassi rocciosi esposti.

Pur essendo il sotterraneo l'applicazione privilegiata per tali metodi, anche i problemi di scavi a giorno possono essere validamente affrontati. Un fronte di scavo in roccia, con una geometria a gradoni, un piazzale di base e una copertura oltre il ciglio di cava può essere agevolmente modellato, evidenziando soprattutto gli aspetti tensionali e deformativi di insieme. Infatti, tali modelli trattano il mezzo roccioso come un mezzo continuo equivalente, ovvero considerano la presenza degli elementi rocciosi e delle discontinuità in un mezzo "omogeneizzato", per il quale è possibile al più introdurre qualche discontinuità singolare. Negli ammassi rocciosi di pietra

ornamentale queste condizioni talvolta si verificano, in genere quando si abbia a che fare con formazioni sedimentarie o metamorfosate in cui la fratturazione assume un carattere abbastanza omogeneo e disperso (arenarie, marmi). Ben diversa è la situazione per rocce di alto metamorfismo o ignee, per le quali si ha una netta distinzione tra discontinuità ed elementi continui (graniti, gneiss lastroidi). Per queste ultime situazioni l'applicazione dei metodi FEM e FDM può essere problematica.

I limiti di tali metodi numerici consistono essenzialmente in:

- onerosità computazionale ed interpretativa, soprattutto nei modelli numerici tridimensionali;
- difficoltà, per i tempi ed i costi necessari, a realizzare una corretta back analysis delle eventuali misure disponibili in sito;
- scarsa possibilità a rappresentare correttamente le variabilità spaziali delle caratteristiche meccaniche della roccia e la presenza ed il comportamento delle discontinuità naturali in ammassi rocciosi poco fratturati;
- impossibilità di valutare situazioni di rischio legate al distacco di piccoli blocchi instabili, isolati da discontinuità naturali od eventualmente prodotti dalla plasticizzazione localizzata della roccia.

Il metodo degli elementi distinti (DEM) fa parte dei metodi numerici che schematizzano invece l'ammasso roccioso come un mezzo discontinuo (discretizzazione), in cui ogni elemento di roccia viene individuato distintamente grazie alla creazione di una rete di discontinuità. Ogni blocco interagisce con quelli adiacenti variando le sue condizioni di equilibrio a seguito della variazione di condizioni al contorno, quali ad esempio, l'applicazione di forze concentrate, la realizzazione di scavi, spinte addizionali dovute alla presenza dell'acqua. Il metodo, esplicitato in codici di calcolo bi- e tri-dimensionali, analizza sistemi di blocchi stabili e instabili fornendo essenzialmente i valori degli spostamenti, delle velocità di spostamento e delle sollecitazioni scambiate per ogni blocco. Tali codici si adattano bene quindi ad ammassi rocciosi mediamente giuntati, in cui i singoli blocchi siano dotati di discrete caratteristiche geomeccaniche (ad es. le oficalciti o brecce serpentinitiche, gli gneiss tabulari). Gli scavi a giorno sono ben modellizzati, così come i problemi di movimenti franosi di grossi blocchi di roccia. Nel caso delle cave di pietra ornamentale il metodo si presta efficacemente allo studio di fronti di scavo mediamente o fratturati, anche in condizioni cinematiche particolari (ad es. problemi di ribaltamento o con grandi spostamenti). Le versioni aggiornate dei codici di calcolo permettono di simulare in modo particolareggiato sia la presenza dell'acqua sia i criteri di comportamento delle discontinuità.



Tale metodo è limitato come potenzialità di applicazione dal processo di discretizzazione dell'ammasso roccioso. Occorrono quindi elaboratori di calcolo dotati di grande memoria e di potenza di calcolo per poter gestire non solo regioni limitate ma anche strutture geologicamente più complesse.

Il metodo degli elementi di contorno BEM è meno utilizzato e impiega sostanzialmente le leggi della meccanica del continuo, in campo elastico per lo più, alla fascia di roccia prossima al fronte di scavo. In tale modo si alleggerisce l'onere computazionale, pervenendo a risultati di massima di un certo interesse qualora si preveda un comportamento di tipo elastico e l'influenza dello scavo si risenta solo limitatamente oltre il contorno dello scavo stesso.

Nonostante i molti limiti, dai quali comunque non sono esenti neppure i metodi analitici, i metodi numerici sono oggi strumenti di calcolo insostituibili e sempre più applicabili alle problematiche relative ai problemi di geoingegneria delle cave. La prossima "frontiera" dei metodi numerici è stata individuata nella realizzazione di codici misti, in grado di adattarsi alle diverse tipologie di ammasso roccioso, gestendo inoltre la parametrizzazione dell'ammasso stesso in via non soltanto deterministica, come adesso - a parte alcune eccezioni - accade, ma anche con procedure probabilistiche, capaci di assegnare sia variabilità ai parametri tipici delle discontinuità, sia variabilità ai parametri di massa della roccia.

Un commento va infine rivolto alle procedure di scelta dei parametri e alla relativa validazione del modello, quest'ultima attuabile attraverso una procedura di analisi a ritroso (back-analysis). Nello studio dei cinematismi in scavi a giorno i livelli tensionali sono in genere abbastanza modesti se confrontati con le intrinseche caratteristiche di resistenza dei materiali lapidei. Per tale ragione assumono importanza prioritaria le caratteristiche di resistenza, di deformabilità e di tipo idrogeologico delle discontinuità. I parametri che vengono indagati sono relativi quindi alla resistenza a taglio, compresi gli aspetti relativi alle condizioni delle pareti delle discontinuità: alterazione, resistenza di parete, rugosità a piccola e grande scala, persistenza.

I parametri fisici e meccanici determinati attraverso procedure di rilievo presentano una certa dispersione, connessa all'intrinseca variabilità delle condizioni reali. Le analisi di stabilità, siano esse realizzate in forma chiusa oppure con algoritmi, si basano generalmente invece su valori che mediano i vari domini strutturali, e ciò comporta quindi una prima scelta a partire da una gamma assai più ampia di valori. Inoltre, i parametri devono essere attribuibili alla scala della vera grandezza dei problemi in esame, quando non sempre questi sono stati determinati nell'identico contesto; ciò comporta una seconda approssimazione del problema. Infine, i parametri che sono introdotti nei calcoli di stabilità non rispecchiano rigorosamente il fenomeno che essi vogliono

descrivere, quantificare e modellare, poiché proprio l'assunzione di un modello interpretativo deve semplificare e inquadrare complessivamente un problema, comportando ancora una volta delle approssimazioni. Vi sono anche metodi di attribuzione di parametri alla roccia che utilizzano classificazioni tecniche e che forniscono direttamente o attraverso ulteriori correlazioni i parametri di calcolo (indici tipo RMR modificato, GSI, etc.), e non sempre il passaggio tra quanto viene fornito dalla procedura di classificazione empirica è immediatamente traducibile in parametri di resistenza a taglio.

Per quanto sopra esposto una back-analysis è consigliabile quando ci si appresta ad un nuovo progetto o alla verifica di una situazione incognita.

Attraverso l'utilizzo del metodo dell'equilibrio limite, si perviene ad un risultato in termini di fattore di sicurezza del volume roccioso considerato, espresso in termini di forze al contorno o al più in termini di sollecitazioni. Non vi sono naturalmente possibilità di misurare direttamente un fattore di sicurezza nel sito, tranne , in alcune circostanze, le situazioni in cui si riconosce un'incipiente instabilità ( $F_s = 1.0$ ). La back analysis deve quindi essere imperniata su una serie di valori misurati di grandezze ben riconoscibili, soprattutto spostamenti, sollecitazioni e carichi. Attraverso il confronto con quanto ottenibile in fase previsionale e quanto riscontrabile dalle misurazioni si può pervenire alla migliore scelta dei parametri da assumere nei calcoli di progetto nella fase successiva. Poiché alcuni parametri hanno un forte condizionamento sui risultati in uscita dalle analisi (il caso più emblematico riguarda la coesione, sia di massa sia delle discontinuità) è opportuno procedere metodologicamente nella back-analysis e non solo per attribuzioni arbitrarie dei valori dei parametri, soprattutto qualora più parametri entrino contemporaneamente nelle analisi di stabilità, ciascuno con la propria dispersione.

A tal proposito quindi, limitatamente a situazioni reali in cui se ne intraveda la necessità e l'opportunità, occorre considerare contemporaneamente il tipo di metodo risolutivo del problema, i parametri dotati di incertezza, la funzione errore da attribuire loro e, infine, le misure di confronto sulle quali impennare la back-analysis per poter giungere finalmente ad un set consistente e ben condizionato di parametri in ingresso nella modellazione.

Qualora non si disponga di misure, si può ricorrere a prove di caratterizzazione in sito e in laboratorio (ad es. tilt test, misura della rugosità, rilievo accuratissimo della persistenza e della spaziatura delle discontinuità): in tal modo non si persegue lo scopo di pervenire ad un solo valore dei parametri indagati, bensì si intende individuare le condizioni limite di variabilità dei parametri, sulla base delle quali quindi possono essere eseguite le analisi. Lo stesso concetto va applicato nelle

elaborazioni consuete di analisi di stabilità effettuate con procedure più speditive, ove si hanno minori certezze sui dati di ingresso.

Tuttavia, anche in presenza di una procedura apparentemente rigorosa quale quella esposta, le situazioni locali o singolari, quali la stabilità di un gradone o di una porzione di fronte in abbandono, possono non essere adeguatamente studiate. Infatti, la back analysis attribuisce parametri complessivi alla roccia, seppur variabili da zona a zona; quindi, la garanzia di ottenere fattori di sicurezza corretti scaturisce da una puntuale attribuzione dei parametri fisici e meccanici ora al caso locale, ora al versante nel suo complesso. Riprendendo un concetto esposto in precedenza, va notato come la parametrizzazione di un ammasso roccioso interessato da una coltivazione di pietra ornamentale può seguire gli stessi criteri di altri problemi di geoingegneria; attenzione va posta al fatto che non sempre un approccio deterministico allo studio della fratturazione naturale o indotta è sufficiente o realistico negli ammassi rocciosi, ma neanche un approccio statistico può rendere conto in modo appropriato di una situazione comunque localizzata nello spazio e non mediabile su grandi estensioni, come accade nel caso dello studio geostrutturale delle condizioni che si riscontrano lungo il tracciato di una lunga galleria ad esempio, anche se lo sviluppo del tracciato può essere suddiviso in tratte appartenenti a classi di scavo simili. Nel caso della cava si dispone cioè di volumi limitati o concentrati sui quali si sceglie di lavorare disponendo essenzialmente delle sole condizioni naturali del massiccio, nel caso di una galleria l'esigenza ultima è quella di porre dei sostegni, questi invece variabili e integrabili nel tempo e nello spazio.

La scelta dei parametri di progetto (picco, residuo) e il tipo di analisi (drenata, non drenata) devono essere infine operate in modo da individuare le circostanze che mediamente possono interessare i diversi domini strutturali della cava, evidenziando al contempo le condizioni più gravose nei riguardi di ciascuna delle operazioni di coltivazione, a breve o a lungo termine: rimozione della copertura, distacco di una bancata, rimozione del blocco; in ciascuna di queste fasi si dovrà prendere in considerazione sia l'equilibrio del volume roccioso direttamente interessato dall'operazione, sia quanto residua in posto. Tale procedura non può ovviamente essere richiesta preventivamente al progettista, piuttosto deve essere oggetto di successivi aggiornamenti in fase di coltivazione.

## **2.8. MISURAZIONI IN SITO**

Le misurazioni in sito offrono il complemento alle determinazioni di laboratorio le quali, oltre alle informazioni di carattere eminentemente petrografico e merceologico, forniscono alcuni

parametri utili per il progetto (moduli di deformabilità, angoli di resistenza a taglio, caratteristiche di resistenza). In sito quindi è possibile individuare gli aspetti geomeccanici su scala ampliata, prioritariamente l'assetto geostrutturale della roccia. La giacitura, la persistenza e le caratteristiche di parete delle discontinuità sono fondamentali, sia per una appropriata caratterizzazione geomeccanica, sia per l'individuazione delle singole problematiche relative alla stabilità.

Le misurazioni trovano inoltre applicazione nel controllo delle strutture durante le fasi di coltivazione. Nel caso di cave a giorno sono ricorrenti le misurazioni di spostamenti, effettuate su singoli elementi rocciosi isolati, oppure attraverso importanti discontinuità con carattere singolare per finire alle coperture.

Trasduttori di spostamento elettrico-resistivi o a corda vibrante sono utilizzabili allo scopo, secondo diverse configurazioni di installazione.

Sempre più spesso si abbinano misure topografiche e fotogrammetriche di precisione, molto utili per la possibilità di disporre di informazioni aggiornate sull'intera area di cava con tempi rapidi e costi accettabili. Le strumentazioni più recenti di cui ci si avvale contemplano sia stazioni totali sia distanziometri ad onde (senza l'uso di prisma) montati su teodolite per ciò che riguarda la topografia, e apparecchiature di presa e restituzione digitali per ciò che riguarda la fotogrammetria. La possibilità di riprodurre a tavolino la situazione di un fronte di cava agevola sia l'interpretazione delle misure sia il controllo di aspetti particolari, quali il distacco e la caduta di blocchi.

Le misurazioni inclinometriche incontrano invece serie limitazioni dovute al tipo di movimenti che vengono in prevalenza indagati, che sono per lo più movimenti rigidi di blocchi rocciosi. Si può avere impiego di inclinometri nelle coperture sciolte di una certa importanza.

Ulteriori misurazioni in sito possono poi riguardare gli interventi di sostegno posti in opera per situazioni di particolare gravità, quali ad esempio tirantature e bullonature di pareti rocciose. In tali situazioni misure di carico sugli elementi di sostegno offrono valide indicazioni sulle prestazioni e sulla efficacia degli stessi.

Nel controllo a lungo termine della stabilità di ampie pareti subverticali può essere presa in considerazione la misurazione della distensione della massa rocciosa attraverso misure estensimetriche in foro. Tali strumentazioni sono collocabili in via definitiva nelle posizioni che non verranno più raggiunte dallo scavo, ad esempio porzioni sommitali della cava coltivate precocemente e subito interessate dall'installazione degli strumenti. Tale accorgimento permette di misurare la maggior parte dello spostamento del fronte a seguito delle ulteriori escavazioni. Le installazioni in foro possono essere di tipo multibase, ad aste, con trasduttori a bocca foro fissi - a corda vibrante o potenziometrici - (in tal caso occorre una accurata protezione dagli agenti

meteorici), oppure rimovibili, in tal caso possono anche essere meccanici. La misurazione della distensione in corso d'opera con fronte mobile attraverso l'adozione di tubi estensimetrici incrementali in foro, sezionabili e smontabili per settori, ampiamente adottata per misure di estrusione del fronte di scavo in gallerie in rocce deboli, è allo stato ancora da definire, poiché nel caso di rocce compatte vi sono problemi legati alla scelta della lunghezza dei settori dei tubi e alla modalità di rimozione degli stessi senza danneggiare l'installazione in foro.

Nel caso delle cave in sotterraneo le misurazioni in sito acquistano una straordinaria importanza. In queste situazioni infatti le tipologie di misura vanno dalla determinazione dello stato tensionale, naturale o indotto, alle misure di carico sui sostegni, alle misure di spostamento dei lembi delle discontinuità sino alle misure di convergenza e di distensione delle pareti delle camere sotterranee.

In tutti i casi è comunque opportuno: a) individuare bene il problema che si vuole studiare; b) individuare le grandezze da misurare ; c) scegliere l'ubicazione, la tipologia e il numero di strumentazioni da installare; d) correlare la frequenza di acquisizione dei dati, e quindi il modo di acquisizione dei dati, con il problema in esame.

Il supporto delle misure è molto utile nelle fasi decisionali. Vi sono delle controindicazioni o delle precauzioni di cui comunque occorre tener conto, valide soprattutto per le cave a giorno. Il comportamento dei massicci costituiti da blocchi rocciosi non dimostra una particolare gradualità nell'evoluzione dei fenomeni e dei cinematismi. Molto spesso tale fatto si traduce in fenomenologie improvvise, e ciò può essere imputabile a cause anch'esse mutevoli con rapidità: la rottura fragile di ponti di roccia, l'aumento della spinta dell'acqua entro fratture, il mancato confinamento a seguito di volate di produzione o di bonifica. Pertanto, è altresì fondamentale comprendere le situazioni in essere e prevedere l'evoluzione possibile e la portata dei fenomeni di instabilità, avendo quindi percezione e sensibilità sulla fiducia da riporre nelle misurazioni. Anche in questo caso non esistono regole precise attraverso le quali discriminare le situazioni misurabili da quelle in cui comunque la misura non aggiungerebbe informazioni utili. L'indicazione che ragionevolmente può essere offerta a titolo generale è quella di comprendere bene ciò che una strumentazione è in grado di misurare e di indagare con attenzione le caratteristiche meccaniche delle discontinuità nei riguardi della loro legge di comportamento.

## **2.9. CAVE IN SOTTERRANEO**

Le cave di pietra ornamentale in sotterraneo stanno incontrando una crescente diffusione, in alcuni casi per bacini di estrazione. In Italia complessivamente sono una decina le località in cui si



incontrano cave sotterranee in attività: le oficalciti della Val d'Aosta, i marmi rosa-grigio di Candoglia e del Boden, il conglomerato del lago d'Iseo, il marmo di Lasa e di Covelano, la calcarenite Berica, le ardesie liguri, il Portoro ligure, i marmi di Carrara, il calcare tufaceo di Cutrofiano. Vi sono poi esempi storici (Pietra di Saltrio) oppure in progetto (travertini romani e graniti dell'Ossola).

Nella nostra regione lo sviluppo del sotterraneo è quindi tuttora circoscritto, e ciò è legato a diversi fattori: la non ancora adeguata e competitiva tecnologia per l'apertura dei tracciamenti in sotterraneo prima ancora che per la coltivazione a regime per ribassi; la necessità di circoscrivere a volumi ben individuati le camere di coltivazione, esigendo quindi una preventiva conoscenza dell'ammasso fondamentale per una impostazione pianificata delle geometrie degli scavi; l'intrinseco valore inferiore delle rocce dure, per i quali il taglio comporta consumi maggiori e gli utensili, rispetto ai marmi, per i quali invece la tecnologia è già ampiamente disponibile, addirittura con svariate possibilità di scelta, quando non anche in fase di ulteriore miglioramento.

Da un punto di vista geomeccanico la scelta del sotterraneo pone alcuni aspetti particolari. In primo luogo si deve prevedere la realizzazione di vuoti singoli di grosse dimensioni (caverne) oppure, molto più spesso, di vuoti multipli di dimensioni più ridotte (camere). Le strutture rocciose lasciate in posto non devono generalmente presentare esigenze di importanti opere di sostegno artificiali, poiché questo fatto incide in modo significativo sulle voci di costi di scavo. Le strutture in posto, pilastri, diaframmi e solettoni, devono quindi presentare caratteristiche di stabilità a lungo termine, contemplando l'uso di mezzi di sostegno artificiale essenzialmente per le garanzie di stabilità locali. Tale fatto ha inoltre una corrispondenza nel fatto che sul lungo termine (oltre i 30 anni) la durabilità delle opere di sostegno può non essere garantita. Costituisce eccezione la possibilità di ripienare i vuoti in sotterraneo, sia perché non si dispone di sufficiente materiale di scarto, sia perché la messa in posto della ripiena deve essere valutata al fine di un contributo migliorativo alla stabilità, difficile da conseguire semplicemente "buttando" del materiale entro i vuoti.

A partire da un attento esame dei dati geostrutturali disponibili, occorre quindi definire le più idonee disposizioni relative tra le discontinuità presenti e le strutture rocciose. Nel caso in cui la scelta sia imposta dalla necessità di mantenere uno schema geometrico e ripetitivo delle coltivazioni, possono anche determinarsi situazioni gravose a causa della formazione di volumi rocciosi rimovibili. Ciò va ovviamente previsto se possibile, comunque occorre porvi rimedio con bullonature o tirantature.

Le condizioni di sollecitazione indotte dagli scavi in genere non sono gravose al punto da determinare plasticizzazioni diffuse nella roccia. Tuttavia, sia in conseguenza della influenza che particolari condizioni **geologico-strutturali** oppure tensionali possono avere sui vuoti, sia in conseguenza del fatto che, ovviamente, si cerca di recuperare il materiale più integro lasciando in posto le zone più fratturate, non si può escludere che vi siano situazioni in cui porzioni significative della roccia superino le condizioni di resistenza dell'ammasso. In ogni caso occorre dettagliare la possibilità di innesco di cinematismi rigidi, sia piani sia tridimensionali, a carico di elementi rocciosi.

Infine è estremamente opportuno uno studio che affronti gli aspetti relativi alla stabilità complessiva della porzione di massiccio in cui la cava è inserita, in particolare nel riguardo ai versanti montani, alla presenza di anomale azioni tettoniche e infine alla presenza di particolari contesti geologici.

Le misurazioni in sito, per ciò che riguarda spostamenti e sollecitazioni nelle strutture rocciose, devono costituire parte integrante della progettazione e della dotazione di cava, alla stessa stregua dell'impianto di **illuminazione** o di ventilazione. Per le coltivazioni in sotterraneo è fondamentale disporre di misurazioni in sito quindi sia per esigenze di verifica del progetto sia per esigenze di sicurezza del lavoro.

## 2.10. BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

Hoek E., Bray J.W. (1981) *Rock Slope Engineering*. IMM, London.

AA.VV. *Cave*. Regione Piemonte.

Pelizza S., Fornaro M., Peila D., Ben G. (1988) *Linee guida per la progettazione delle cave di monte*. Boll. GEAM n.93, Torino.

Del Greco O., Fornaro M., Oggeri C. (1992) *Structural conditions and quarry development for dimensionstone in the Western Alps*. Proc. ISRM Reg. Symp., Oxford and IBH Publ., New Delhi.

Del Greco, Fornaro M., Oggeri C. (1995) *Improvement of dimension stone exploitation using Structural analyses*. Proc. MJFR, Balkema, Rotterdam.

Del Greco O., Fornaro M., Oggeri C. (2000) *Overburden stability of rock slopes in quarries*. Proc. VIII Congr. on Landslides, Cardiff.

## 2.11. FIGURE

**Figura 1. Principali tipi di cinematismi di scivolamento in roccia:**

a) planare; b) planare con giunto di trazione; c) a gradini; d) con superficie poligonale; e) a cuneo; f) a cuneo con giunto di trazione; g) per intersezione di superfici a gradini; h) composta con superfici a gradini mutuamente intersecantesi.

*Figura 2.* Disposizioni relative di fronti di scavo e dei blocchi rocciosi isolati in parete. Indicazione dei potenziali cinematismi.

*Figura 3.* Schemi tipi di fronti di coltivazione con pioda rispettivamente (a partire dall'alto) sub-orizzontale, mediamente inclinata, sub-verticale.

*Figura 4.* Tipi di meccanismi di ribaltamento:

a) primario flessionale; b) primario progressivo; c) primario composto; d) secondario per scivolamento alla base e ribaltamento in cresta; e) secondario per ribaltamento alla base e scivolamento rotazionale in cresta; f) secondario per ribaltamento al piede e scivolamento piano; g) secondario per erosione al piede; h) secondario per scivolamento del terreno al piede.

*Figura 5-6.* Schema di due fronti alte di cava di cui una soggiacente.

*Figura 7.* Schema di una parete in roccia lastroide costituente fronte in abbandono da bonificare.

*Figura 8.* Schema di un fronte con elementi lastroidi e colonnari.

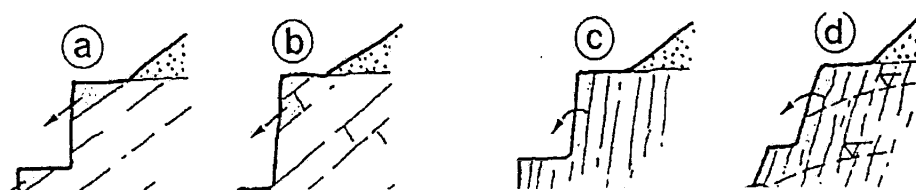
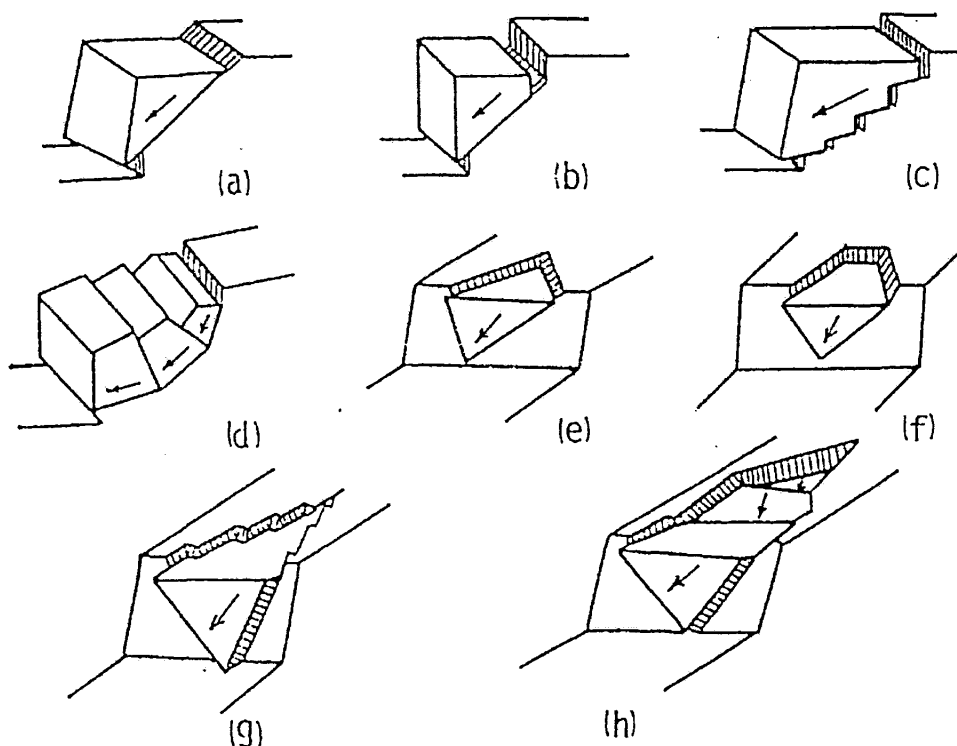
*Figura 9.* Schema per l'individuazione qualitativa dei possibili cinematismi di un blocco.

*Figura 10a.* Schema della scopertura al di sopra del ciglio di cava ( I ) e ipotesi di frattura nascosta ( ? ).

*Figura 10b.* Schema di profilatura finale e complessiva del fronte con ipotesi di frattura nascosta ( f ).

**Figura 1.** Principali tipi di cinematismi di scivolamento in roccia:

a) planare; b) planare con giunto di trazione; c) a gradini; d) con superficie poligonale; e) a cuneo; f) a cuneo con giunto di trazione; g) per intersezione di superfici a gradini; h) composta con superfici a gradini mutuamente intersecantesi.

**Figura 2.** Disposizioni relative di fronti di scavo e dei blocchi rocciosi isolati in parete. Indicazione dei potenziali cinematismi.

**Figura 3.** Schemi tipi di fronti di coltivazione con podda rispettivamente (a partire dall'alto) sub-orizzontale, mediamente inclinata, sub-verticale.

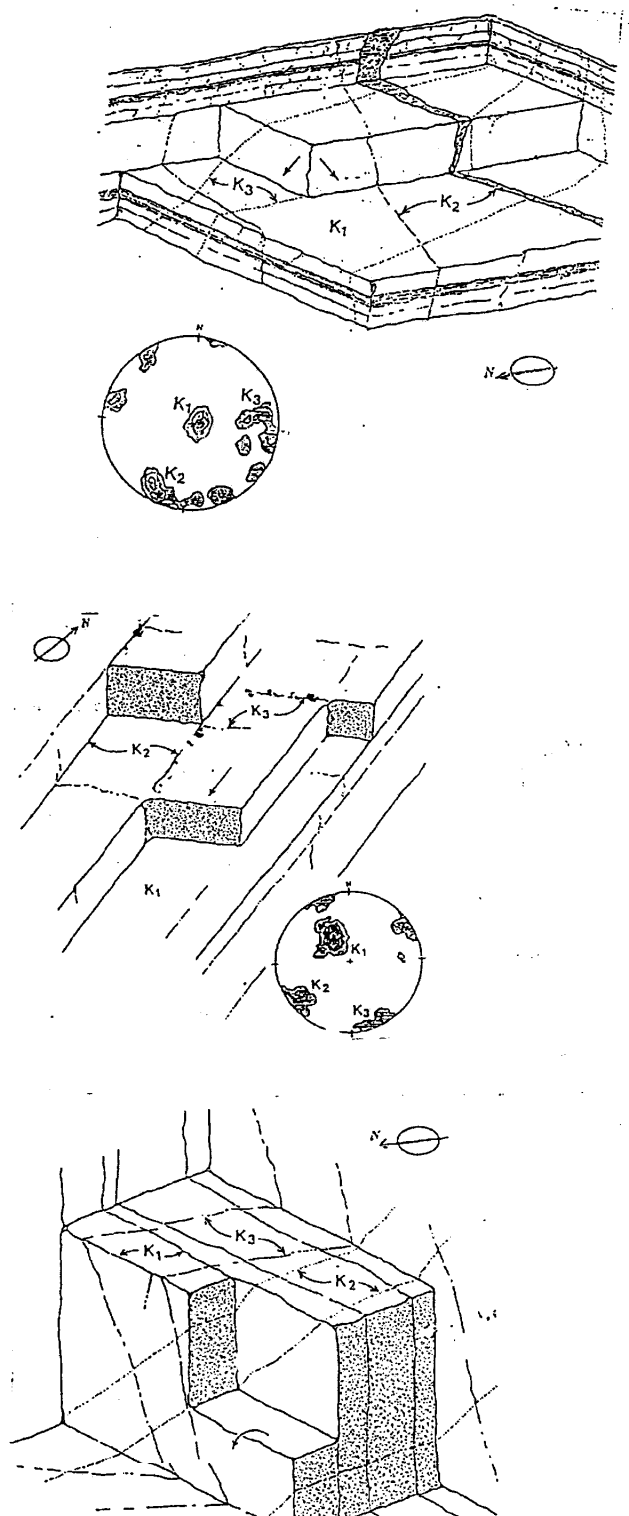
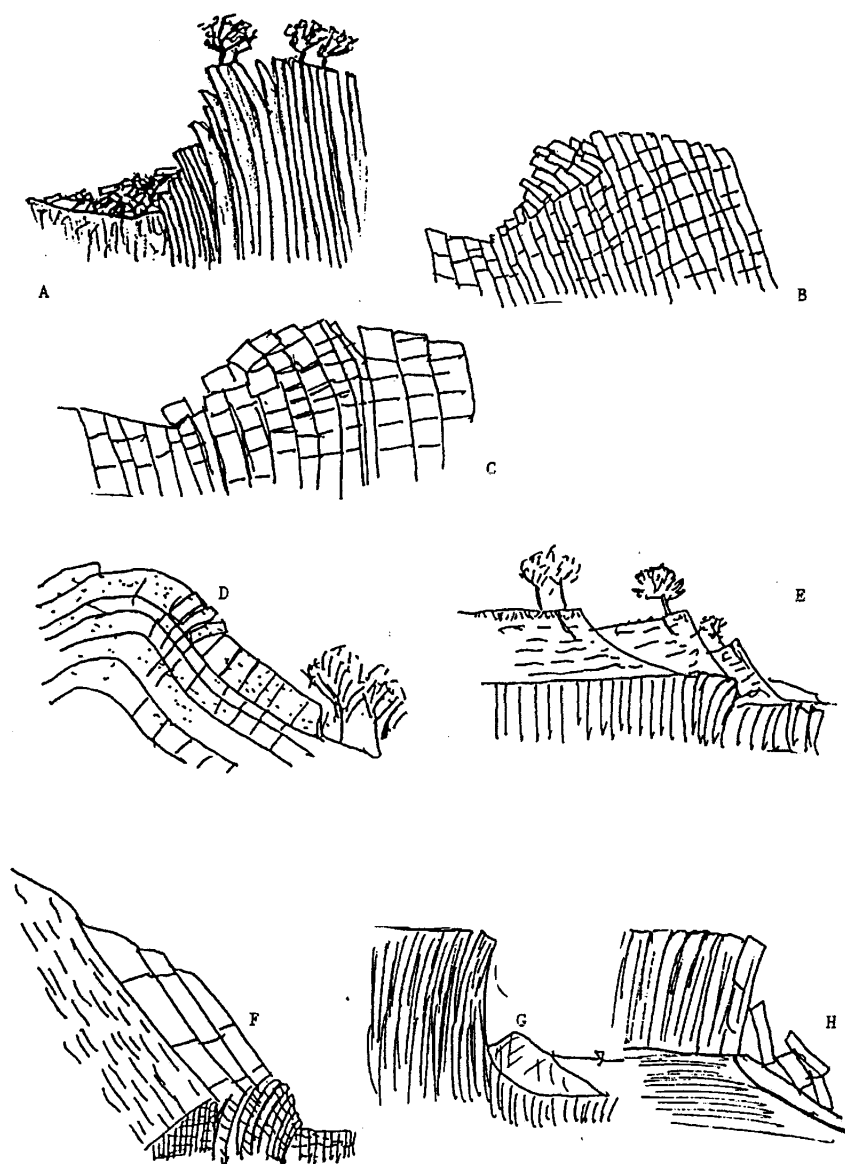


Figura 4. Tipi di meccanismi di ribaltamento:

a) primario flessionale; b) primario progressivo; c) primario composto; d) secondario per scivolamento alla base e ribaltamento in cresta; e) secondario per ribaltamento alla base e scivolamento rotazionale in cresta; f) secondario per ribaltamento al piede e scivolamento piano; g) secondario per erosione al piede; h) secondario per scivolamento del terreno al piede.





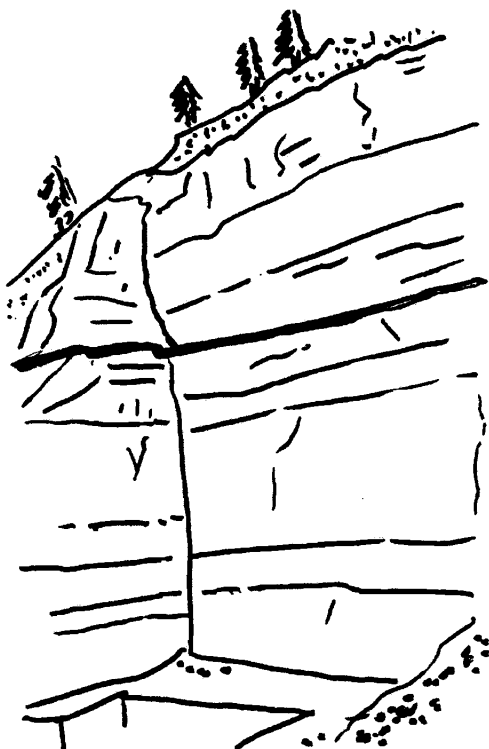


FIGURA 5

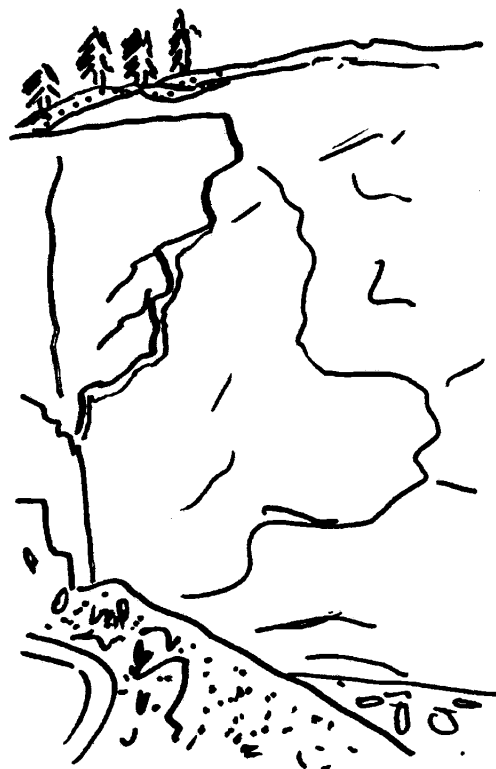


FIGURA 6

**Figura 5-6. Schema di due fronti alte di cava di cui una soggiacente.**

Figura 7. Schema di una parete in roccia lastroide costituente fronte in abbandono da bonificare.

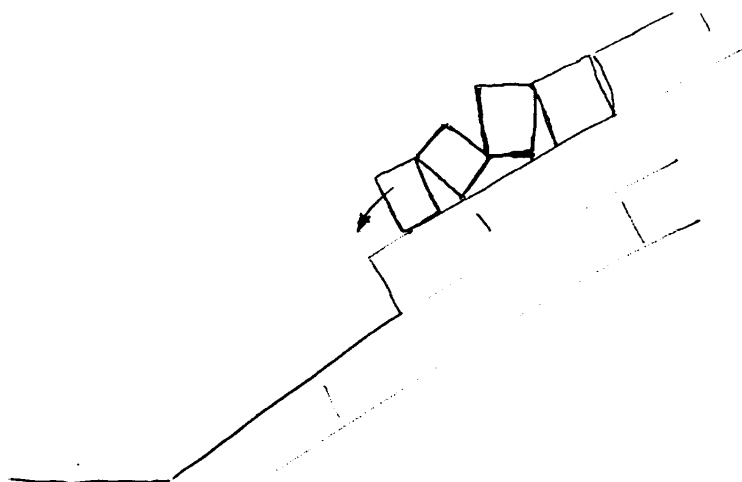


FIGURA 7

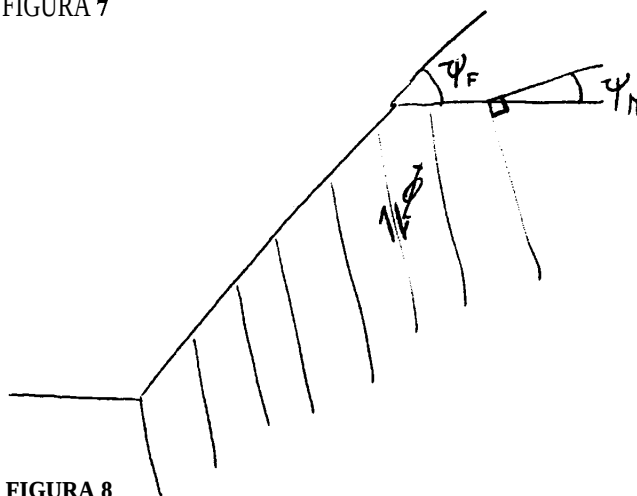


FIGURA 8

Figura 8. Schema di un fronte con elementi lastroidi e colonnari.

Figura 9. Schema per l'individuazione qualitativa dei possibili cinematismi di un blocco.

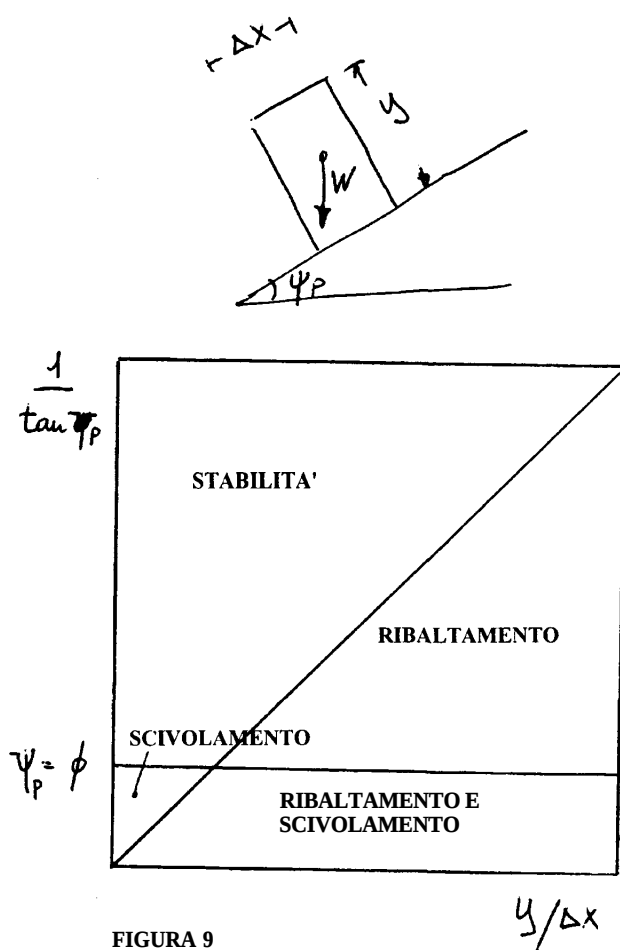
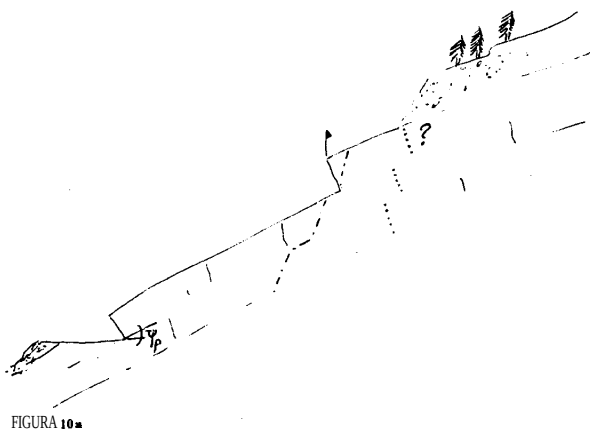
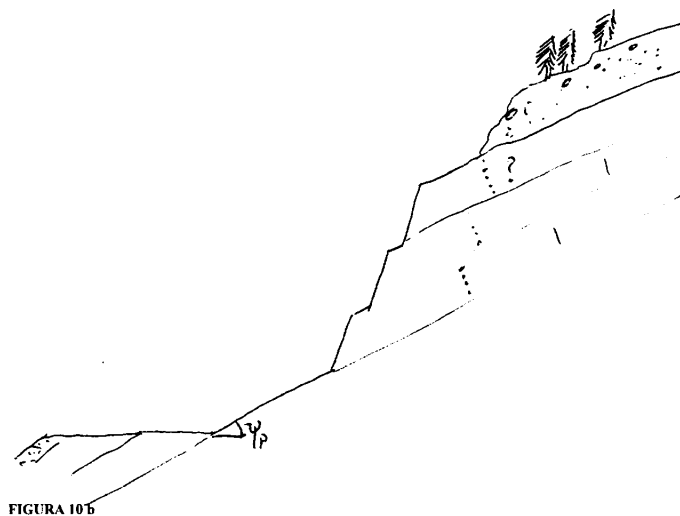


FIGURA 9



**Figura 10a.** Schema della scopertura al di sopra del ciglio di cava (↑) e ipotesi di frattura nascosta (?).



**Figura 10b.** Schema di profilatura finale e complessiva del fronte con ipotesi di frattura nascosta (?).

### 3. L'UTILIZZO DEGLI SCARTI LAPIDEI

#### 3.1 PREMESSA

Una nota caratteristica delle cave di pietra ornamentali è la contestuale produzione di parecchio materiale litoide non utilizzabile nel primario ciclo produttivo, volto questo soprattutto alla fornitura di blocchi, regolari e con adeguate dimensioni, per una proficua trasformazione in lastre (semilavorato). E' infatti assai frequente la necessità, per la cava, sia di operare consistenti scoperture di roccia non ornamentale - per natura petrografica o grado di fratturazione- sia di asportare comunque - per ragioni operative di cantiere - parti presenti nel giacimento, di cattiva qualità od affatto sterili.

In determinate situazioni spazio - temporali, vuoi per sfavorevole collocazione della cava vuoi per diverso programma produttivo aziendale, tali volumi rocciosi, non commerciali, vengono posti a discarica nelle immediate vicinanze del sito di estrazione se non addirittura sistemati in cava, occupando così versanti naturali o piazzali di servizio; in un caso o nell'altro ne consegue, molto spesso, non solo un tipico impatto, sul paesaggio e sul territorio, ma anche un impedimento allo sviluppo della cava stessa ed alla operatività di cantiere.

Dal punto di vista economico va peraltro ricordato che tutto il materiale estratto - anche quello di scarto - ha un costo di scavo e di movimentazione e che la messa a discarica di volumi scartati rappresenta solitamente uno spreco, di spazi e di risorse, oltre che un rischio, non trascurabile, per la stabilità idrogeologica dei siti.

In altri termini si deve anzitutto perseguire, attraverso una "buona tecnica" mineraria e con le moderne tecnologie di cava, un migliore rendimento della coltivazione; in secondo luogo un'attenta revisione del ciclo produttivo, nel suo complesso, può altresì evidenziare talune modalità di valorizzazione della risorsa lapidea estratta - anche se di forma qualità e dimensioni inadatte a fornire i semi lavorati primariamente richiesti dai laboratori - per esempio attraverso lavorazioni particolari, anche manuali; in terzo luogo anche litotipi di scarso interesse ornamentale possono rappresentare un validissimo materiale per massi da scogliere, come le straordinarie richieste per la sistemazione di corsi d'acqua in Piemonte hanno recentemente dimostrato; infine, richiamando quanto già evidenziato nel I Stralcio del DPAE (Inerti da calcestruzzo, conglomerati bituminosi e tout venant per riempimenti e sottofondi), ed in particolare riportato nell'Annesso 2 (Alternative all'utilizzo di granulati naturali nell'industria delle costruzioni) si ribadisce la non trascurabile opportunità offerta, al settore dei pietrischi proprio degli scarti lapidei di cava.

### 3.2 LA NORMATIVA ESISTENTE

In tema di rifiuti le così dette "materie prime seconde" sono risultate, sin dalla sua entrata in vigore, escluse dalla applicazione della legge 915/82. Tra le materie prime seconde potevano essere ricomprese non solo le risulite degli scavi minerari, altrimenti disciplinate, ma anche gli scarti di talune lavorazioni successive alla fase di estrazione, quali, nel caso dei lapidei, lo sfrido di stabilimento (cocciamme di lastre, ritagli di pezzi, ecc.) ed, a determinate condizioni, anche i fanghi di segagione (la c.d. "marmettola").

Il D.M. 5/9/94, da parte sua, fornì un primo elenco dei rifiuti destinati al recupero — limitatamente ai rifiuti "non pericolosi" - che peraltro non comprendeva gli scarti delle escavazioni; attualmente il Decreto 5/2/98 - in attuazione dei due Decreti Ronchi (n° 22 del 5/2/97 e n° 389 del 8/11/97) ha abrogato il precedente elenco, individuando tre categorie dei recuperi: di materia, di energia ed ambientale; vengono quindi stabilite le condizioni generali di utilizzo dei rifiuti stessi e soprattutto è introdotto il concetto di "materiale equivalente": materiale con caratteristiche sostanziali equivalenti alle materie prime utilizzate nei cicli produttivi, e pertanto impiegabili nei medesimi settori di produzione di quelle, però rispettando le specifiche dell'Allegato 1 e, segnatamente, ciò che è indicato alla tipologia 7.2. "Rifiuti di rocce di cave autorizzate".

Nella fattispecie sono menzionate la previste attività di recupero: per la fabbricazione del cemento, la produzione di aggregati litoidi, la realizzazione di infrastniture viarie e l'effettuazione di recuperi ambientali.

Ricordando quanto già previsto nelle Norme di Indirizzo del DPAE -Primo Stralcio - all'art 10, l'impiego di scarti di cava dei lapidei, quale tout venant litoide o previa comminuzione ed eventuale miscelazione con altri inerti disponibili, dovrebbe permettere di ridurre i prelievi dalla cave ordinarie, qualora sussistano la condizioni operative per le forniture e le caratteristiche litoapplicative dei materiali lo consentono tecnicamente.

D'altra parte, proprio per la realizzazione di grandi opere civili previste da accordi specifici Stato Regione, ai sensi della LR 30/99 dovrà essere prioritariamente fatto ricorso, per l'esecuzione di rilevati e sottostrutture, a tal genere di materiale "equivalente" in alternativa all'apertura di nuove cave sul territorio.

Nella Regione Piemonte, distribuiti nei vari ambiti sarebbero, almeno teoricamente, disponibili annualmente oltre 200.000 m<sup>3</sup> di scarti lapidei, in parte senz'altro utilizzabili allo scopo anzi detto.



A patto tuttavia che, dietro preliminare accettazione tecnica dei materiali da parte della Committenza, vengono previsti, già in sede di appalto delle opere, accanto alle ordinarie forniture da cave autorizzate, anche i possibili prelievi da discariche lapidee, logisticamente più convenienti.

### **3.3 GLI INERTI DI CAVA**

Come già detto in premessa il materiale considerato di "scarto" nelle cave di pietra ornamentale è costituito anzitutto dalle coperture litoidi, solitamente abbattute nel modo più pratico ed economico - ossia con uso di mine - e quindi producendo molto materiale informe di varia pezzatura.

In molti casi si tratta di una produzione definibile "accessoria", in quanto fornisce un prodotto comunque richiesto ad esempio dalle imprese di costruzione per lavori di sistemazione idraulica dei corsi d'acqua; non certo quindi di un "rifiuto", almeno per buona parte di essa, purché sana e di idonea pezzatura, esistendo peraltro cave appositamente coltivate per massi da scogliera di caratteristiche del tutto equivalenti.

Un'altra tipologia di prodotto, talvolta considerato di scarto, è rappresentato, come già detto, da elementi lapidei inadatti ad una primaria lavorazione convenzionale sottotelaio; in tali casi, sia per costituzione della pietra - con macchie o imperfezioni evidenti -, sia per dimensione dei blocchi - troppo piccoli per i grandi telai oggi utilizzati -, sia per forma dei volumi - troppo irregolare per una lavorazione sempre più automatizzata -, solo una saggia gestione del piazzale permette di riconoscere, selezionare e se possibile sezionare volumi almeno in parte recuperabili.

La valorizzazione di essi può dunque avvenire attraverso l'ottenimento di "sottomisure" idonee alla produzione: per es. di elementi "a correre", con frese a disco, o di elementi a spacco "naturale", per vari utilizzi in opera.

Questo tipo di produzione, definibile "secondaria", ha evidentemente tutte le caratteristiche di fornitura commerciale, pur partendo da materiale spesso mandato inopinatamente a discarica, vuoi per la minore redditività rispetto al blocco da telaio, vuoi per la scarsità di mano d'opera disponibile (ed abile), vuoi infine per problemi logistici ed organizzativi di cantiere.

E' in questa fascia "grigia" di produzione secondaria che sussistono oggi i maggiori margini operativi per un incremento della resa di bancata: verrebbe ridotta la discarica e migliorato il rendimento della coltivazione, a pari recupero giacimentologico.

Anche in questo caso, dunque, non pare appropriato parlare di utilizzo di rifiuto: semmai di progressiva valorizzazione integrale del materiale lapideo.

Semberebbero quindi sempre più lontani i tempi nei quali la resa in cava non raggiungeva il 20% dell'abbattuto; oltre ad un incremento della resa primaria (in blocchi) si deve sempre più prevedere una resa secondaria (in sottomisure), considerando anche in certi casi una produzione accessoria di materiale litoide di grossa pezzatura (massi da scogliera) ed, eventualmente, di materiale comminuto (granulati).

Solo l'asportazione della discarica già presente o l'alienazione di materiale "fluente" da comminuzione, - per una valorizzazione a parte, quale riutilizzo ad esempio in un impianto per produzione di pietrisco - avrebbe quindi le caratteristiche del recupero di un "rifiuto" (ai sensi del D.L. attuativo del 5/2/98), con tutti gli adempimenti, peraltro semplificati, rispetto ai rifiuti ordinari del caso.

Così facendo l'utilizzazione della risorsa lapidea, al fine anche di una produzione di materiali litoidi non ornamentali, potrebbe davvero rappresentare l'80% ed oltre dello scavato, riducendo a poca cosa le discariche tradizionali, tenuto peraltro conto della necessità di utilizzare lo sfrido ed il terreno presente sia per la realizzazione delle opportune rampe di servizio in cava sia per le necessarie opere di recupero ambientale.

Vale la pena di ricordare infine, fra i riutilizzi dei materiali lapidei di sfrido, compreso il c.d. "cocciamme" di laboratorio - quale il ritaglio di lastre di pezzi particolari ecc - per la fabbricazione, sempre più perfezionata, delle "pietre ricostruite". Si tratta della produzione di lastre artificiali - poi suddivisibili in marmette commerciali - a partire dai granulati ottenuti dal trattamento degli sfridi sopra indicati.

L'agglomerazione può avvenire con cementi o con resine, ottenendo un prodotto esteticamente bello e soprattutto regolare: la stessa colorazione del legante può essere data a richiesta, per grandi forniture in tempi molto brevi, cosa solitamente improbabile per materiali lapidei naturali.

La tecnologia di preparazione è assai evoluta ed oggi è possibile imitare pietre famose di gran pregio, soprattutto nel campo delle brecce e dei graniti. Nel caso dei "marmi" i blocchi artificialmente ricostruiti vengono tagliati a lastre con telai a lame verticali; nel caso dei "graniti", di oneroso taglio successivo, vengono formate direttamente le lastre grezze, calibrate e successivamente levigate con utensili diamantati. Questo secondo sistema può servire per la produzione anche di lastre di pietra carbonatica, con i vantaggi dell'installazione di un impianto polifunzionale.

### 3.4 LA PRODUZIONE ITALIANA DI SCARTI LAPIDEI

Il quadro nazionale del settore è quanto mai vario e contraddittorio.

A bacini nei quali, pur con una resa di cava del 20 - 30%, si raggiunge un coefficiente di utilizzo complessivo del materiale scavato dell'80% ed oltre, fanno da contrapposizione altri, non meno importanti per produzione, nei quali il 70-80% del materiale escavato è tuttora messo a discarica.

Nella tabella, risalente a metà anni '90, sono riportate le produzioni di scarti "cumulative" in alcuni bacini italiani rappresentativi.

Tabella 3.1: Produzione degli scarti in alcuni bacini italiani.

| località | Pietra     | Cubatura $Mm^3$ | Produzione $Mm^3/a$ |
|----------|------------|-----------------|---------------------|
| Carrara  | Marmo      | 50-60           | 1-1.5               |
| Apricena | Calcare    | 15-20           | 0.5-1.0             |
| Rapolano | Travertino | 6-7             | 0.1-0.2             |
| Trento   | Porfido    | 15-20           | 1                   |
| Sardegna | Granito    | 200             | 0.8                 |
| Ossola   | Gneiss     | 2-3             | 0.3                 |

Tali materiali, sulla base di prove tecniche di caratterizzazione, sono evidentemente suscettibili di un utilizzo quali materie prime seconde in diversi comparti industriali: per la produzione di granulati, di carbonati, di leganti ecc.

La situazione è peraltro diversa da caso a caso, non solo per costituzione mineralogica degli scarti ma anche per volumetrie disponibili, nelle diverse località estrattive, e per collocazione geografica rispetto alle infrastrutture viarie e di trasporto.

Particolarmente sfavorevoli, per un riciclo "economico" del materiale deposto si presentano ad esempio quelle discariche nelle quali le "gettate" sono avvenute in modo irrazionale e disordinato, così da imporre, per una ripresa in sicurezza, notevoli oneri di movimentazione e trattamento (separazione delle diverse componenti, lapidee, terrose ed altro), tenuto conto delle difficoltà oggettive dovute alla tipologia delle discariche stesse: prevalentemente a mezza costa ("ravaneti") a Carrara; a fossa e/o in cumulo ad Apricena; pedemontane, a ridosso dei fronti dismessi, in Trentino.

Raramente, in Italia, sono stati operati dei ripienamenti di vuoti sotterranei di cave mediante gli stessi scarti di coltivazione; a parte il caso, singolarissimo, delle ardesie, i cui scarti (argilloscisti assai degradabili) sono peraltro di problematico riutilizzo (pur citato nel Decreto 5/2/98, in All.1 al punto 7.2.4, per "malte ardesiache").

A titolo indicativo, proprio per i tre casi citati, Trentino, Carrara, Apricena, giudicati rappresentativi per l'intero contesto nazionale, si ritiene interessante fornire alcuni dati inerenti la situazione del riutilizzo degli scarti.

### **3.4.1 LE CAVE DI MARMODI CARRARA**

Da uno studio recentemente effettuato dal Dipartimento nei diversi bacini del Comune di Carrara (Bergamasco L., Fornaro M.), è risultata una produzione complessiva dichiarata di oltre 1 Mt/a di così dette "scaglie", ossia di sfrido di coltivazione di particolare interesse industriale. Si tratta infatti di materiale carbonatico (calcare metamorfico) di notevole purezza e, quindi, non solo utilizzabile come pietrisco di qualità ma anche come materia prima per l'industria chimica di base, esportabile anche a ragguardevoli distanze grazie alla comoda vicinanza - oltre che della ferrovia tirrenica - del porto stesso di Marina di Carrara.

La fornitura di scaglie è peraltro ben diversa da bacino a bacino; ufficialmente trascurabile in alcuni fortunatissimi poli, ad esempio di "statuario", essa è variabile dal 40 al 60% del totale prodotto in altri.

Considerando la produzione lapidea "primaria" di blocchi (250000 t) e "secondaria" (700.000 t) di semisquadrati (270.000 t) e informi (430.000 t), insieme si può dire che, complessivamente, tanto viene prodotto come pietra ornamentale quanto risulta essere utilizzato come granulato più o meno nobile.

Si tratta sia di scaglie di formazione "fluente" in cava, sia di provenienza da "ravaneti" già in posto; l'unico controllo possibile è quello degli autocarri che, dopo aver percorso le difficili reti viarie degli agri marmiferi, entrano nella viabilità ordinaria spesso intasandola.

Da tali controlli si evidenzerebbe peraltro, sulla base di uno studio eseguito dagli Uffici Tecnici comunali nel 1997, una commercializzazione di scaglie anche doppia: 2 Mt/a !

Questa situazione, giudicata emblematica per quanto si sta studiando, comporta almeno due ordini di problemi:

- Il primo, a cui già si è accennato, riguarda il traffico che si viene a determinare sulle strade: 3 Mt/a, fra blocchi e scaglie di marmo, passano attraverso punti obbligati creando grosse difficoltà

alla circolazione. Sono perciò previsti svincoli, by pass, raddoppi di carreggiata, di onerosa realizzazione data la morfologia e la urbanistica esistente;

- Il secondo, imprevedibile anni addietro, - nei quali la vistosa presenza delle discariche sui monti Apuani era considerata deturpante- consiste nelle vistose modificazioni paesaggistiche prodotte non già dalle cave ma dalla asportazione degli stessi ravaneti, ormai facenti parte dell'ambiente, a riprova del fatto che il paesaggio non si identifica con lo stato "naturale" dei luoghi ma risulta dalla interazione fra uomo e territorio, con la creazione di sempre nuovi scenari.
- In ogni caso la valorizzazione della risorsa marmo abbraccia oggi integralmente sia la tipologia lapidea sia quella litoide, con risultato economico non trascurabile anche per quest'ultima voce, date le quantità in gioco.

### **3.4.2 LE CAVE DI CALCARE AD APRICENA**

Lo sviluppo dell'attività estrattiva nel bacino pugliese, negli ultimi 50 anni ma con particolare intensità a partire dagli anni 60 - 70, (De Santis et al.) ha interessato una pietra carbonatica prodotta in diverse qualità commerciali.

Lo stato di fratturazione naturale del giacimento, con disturbi tettonici, e tecniche di escavazione c.d. convenzionali, prevalentemente basate sull'uso dell'esplosivo, hanno prodotto e tuttora in buona parte, producono notevoli quantità di scarti di cava, valutabili, almeno fino a qualche anno fa, in circa 1 Mm<sup>3</sup>/a. Le discariche sono sparse un po' su tutto il territorio, pianeggiante, in forma di diverse decine di cumuli, alti anche 50 m; raramente, con esse, sono state riempite le grandi fosse di escavazione, profonde anche diverse decine di m, diffuse su un areale di qualche km<sup>2</sup>.

Globalmente sono state effettuate stime di cubatura dei cumuli (la metà ormai fermi da tempo), arrivando al calcolo di 17 Mm<sup>3</sup> (Ballestrazzi et al. 1994).

Si tratta di materiale messo a discarica in modo totalmente casuale; questa eterogeneità se da un lato ha favorito la reciproca commistione degli elementi litoidi - grossolani, fini, terrosi etc - e quindi il consolidamento e la stabilizzazione dei corpi (su angoli di scarpata fino a 40°), dall'altro rende problematica e penalizza economicamente una ripresa dei materiali stessi. Deve infatti essere previsto, oltre al normale tracciamento - se già non ci sono, di piste di arrocco alla sommità dei cumuli, che siano adeguate ai mezzi di trasporto - un trattamento meccanico del misto per la prima selezione di ciò che deve andare agli impianti, per esempio di comminuzione e vagliatura se si intende così produrre granulati per calcestruzzi o ballast per massicciate.

La composizione, grosso modo, delle discariche è stata valutata con metodi di analisi comparativa da immagini fotografiche delle falde dei cumuli stessi (Mancini et al.); così facendo si è stimata una presenza di massi di scarto ed informi ( $0,5 \div 2,0 \text{ m}^3$ ) pari al 15%, di pezzame (dimensioni  $0,15 \div 0,40 \text{ m}^3$ ) pari al 50%, di misto (soprattutto terreno di copertura) pari al 35%.

Il materiale litoide selezionato, avendo un tenore in carbonato di calcio superiore al 90%, può essere utilizzato anche industrialmente per la produzione di calce, oltre che per altre produzioni industriali quali le industrie dei mangimi, della ceramica, del vetro ecc. e per la correzione dei terreni in agricoltura ed il trattamento di effluenti inquinati.

Si tratta quindi davvero di materia prima seconda, peraltro ancor poco utilizzata, ma di notevole potenzialità, anche a livello extra regionale.

L'impiego prevalente locale è stato, almeno in passato, limitato infatti al settore delle costruzioni, per iniziativa di imprese soprattutto stradali interessate alla realizzazione di rilevati, di scogliere ecc., potendosi così evitare l'apertura di c.d. "cave di prestito".

Ma un utilizzo sistematico, industriale delle risorse, costituita dalla discarica lapidea nella Capitanata, attraverso un piano razionale di ripresa del materiale almeno come pietrisco, che consentirebbe una bonifica territoriale importante, non pare imminente.

Studi di fattibilità di metà anni '90 (Ivaldi et al., Eurocave '92) hanno da un lato dimostrato la validità complessiva dell'idea di una fornitura regolare di granulati (oltre  $200.000 \text{ m}^3/\text{a}$ ) a regioni adriatiche più o meno vicine, prive di altre risorse primarie congeneri. Tuttavia, a parte i problemi organizzativi locali, comunque superabili, e le difficoltà amministrative, nel vigente regime fondiario, l'ostacolo tecnico ed economico principale rimane quello di un così impegnativo trasporto, pensando di utilizzare la linea ferroviaria costiera con lunghi convogli notturni.

Con riferimento per esempio al caso della Romagna, potenzialmente interessatissima a siffatte forniture, il costo del trasporto, con appositi vagoni - per carico e scarico automatico, tutto da realizzare - nell'ipotesi di margine, fra prezzo di vendita in arrivo e costo di produzione, in partenza, di almeno 10.000 L/t rimarrebbero, per un "pareggio" di impresa, non più di 20 L/t km da confrontare con le tariffe di un servizio ferroviario tutto da verificare, (presentando tra l'altro tratti ancora a binario unico fra S. Severo e Termoli). Tariffe che attualmente prevedono, per il trasporto di granulati (in container) un prezzo di circa 100 L/t km (su tratte superiori ai 500km), quindi indicativamente 5 volte superiori al limite prima calcolato.



### 3.4.3 LE CAVE DI PORFIDO DEL TRENTINO

La produzione di questo litotipo costituisce una parte importante nel settore lapideo nazionale: quasi 1 Mt/a commerciali, di cui una larga parte (40%) viene esportata, soprattutto in Paesi Europei.

La regola empirica, che 1 m<sup>3</sup> di abbattuto (2,5 t) determina solo 0,6 t di grezzo lavorabile, indica che la resa di cava può essere considerata del 25 %, e ciò comporta la produzione annua di circa 1,5 Mm<sup>3</sup> in mucchio.

Si tratta quindi di quantità considerevoli, e di un ottimo materiale ignimbrico, dalle molteplici applicazioni in diversi settori civili - a parte l'uso come pietra ornamentale, soprattutto grezza, a spacco naturale, ma anche segata e lavorata in superficie -, non solo come classica pavimentazione o copertura.

Le buone caratteristiche fisico - meccaniche e litoapplicative in genere hanno, negli anni scorsi, indotto le aziende produttrici della Val di Cembra, operanti in un regime consortile - esemplare in Italia - ad avviare, dopo opportune prove di comminuzione, un efficiente impianto di produzione di granulati di qualità, secondo un progetto ROSE (Recupero Organizzato Scarti Edili, tecnologia già citata nel DPAE I Stralcio ed oggetto di diverse ricerche in Italia), da 250.000 m<sup>3</sup>/a.

Tale impianto (Top Center Porfido), elaborando parte del materiale estratto nelle cave ma non utilizzato per altre lavorazioni, lo trasforma industrialmente in granulato, secondo diverse tipologie granulometriche: sabbia, pietrischi per conglomerati ecc. ma soprattutto in ballast ferroviario e stabilizzato stradale, fornendo anche materiale per rilevati, sottofondi ecc.

Le soluzioni adottate, soprattutto nella scelta delle macchine costituenti il ciclo di lavorazione, hanno permesso la produzione di granulati con un buon coefficiente di forma, superando cioè le tradizionali difficoltà di frantumazione del porfido, materiale assai abrasivo e con tendenza a rompersi in scaglie. Controlli di qualità sui materiali di comminuzione assicurano, ormai da tempo, l'ottenimento di ottimi risultati, sotto tutti gli aspetti, non solo produttivi, ma anche ambientali, in termini di contenimento di consumi, polvere e rumori.

I pietrischi ottenuti vengono consumati con raggio di commercializzazione superiore ai 150 ÷ 200 km (ad es. in Emilia), a parte il ballast ormai utilizzato in tutto il Nord.

### 3.5 LA SITUAZIONE IN PIEMONTE

Dall'indagine svolta in occasione dello studio propedeutico alla formazione del DPAE, è risultata, complessivamente, nella nostra Regione la seguente produzione di scarti di cava:

Tabella 3.2: produzione degli scarti di cava in Piemonte

| <b>AMBITO</b>            | <b>SCARTI</b><br>[m <sup>3</sup> ] | <b>COMMERCIALI</b><br>[m <sup>3</sup> ] | <b>MASSI SCOGLIERA</b><br>[m <sup>3</sup> ] |
|--------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------|
| <b>Torinese</b>          | <b>6.000</b>                       | <b>28.000</b>                           | <b>10.000</b>                               |
| <b>Biellese</b>          | <b>1.000</b>                       | <b>4.000</b>                            | <b>2.500</b>                                |
| <b>Novarese e V.C.O.</b> | <b>151.000</b>                     | <b>320.000</b>                          | <b>127.000</b>                              |
| <b>Cuneese</b>           | <b>53.000</b>                      | <b>171.000</b>                          | <b>73.000</b>                               |
| <b>Totale</b>            | <b>211.000</b>                     | <b>523.000</b>                          | <b>212.000</b>                              |

Globalmente si può quindi parlare (essendo i massi di scogliera, 25 — 30% del totale commercializzati dalle stesse aziende operanti) di "resa" di scavo pari ad oltre il 70% (comprendendo anche le scoperture litoidi sterili).

Andando nel dettaglio dei singoli bacini si è ottenuto, significativamente:

Tabella 3.3a: Produzione degli scarti di cava nell'ambito Torinese

| <b>AMBITO TORINESE</b> | <b>LITOTIPO</b> | <b>SCARTI</b><br>[m <sup>3</sup> ] | <b>COMMERCIALI</b><br>[m <sup>3</sup> ] | <b>MASSI</b><br>[m <sup>3</sup> ] |
|------------------------|-----------------|------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------|
| Bacino Dora Baltea     | gneiss          | 3-4.000                            | 15.000                                  | 5.000                             |
| Bacino Val Chiusella   | diorite         | 2.5-3.000                          | 11.000                                  | 6.000                             |
| Marmi di Prali         | marmo           | 250-500                            | 2.000                                   | 100                               |
| <b>Totale</b>          |                 | <b>6-7.500</b>                     | <b>28.000</b>                           | <b>11.000</b>                     |

I massi da scogliera risultano circa il 30% dello abbattuto (ed il 40% circa del materiale utile commercializzato)

Tabella 3.3b: Produzione degli scarti di cava nell'ambito Biellese

| <b>AMBITO BIELLESE</b>    | <b>LITOTIPO</b> | <b>SCARTI</b><br>[m <sup>3</sup> ] | <b>COMMERCIALI</b><br>[m <sup>3</sup> ] | <b>MASSI</b><br>[m <sup>3</sup> ] |
|---------------------------|-----------------|------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Bacino Valle Cervo</b> | <b>sienite</b>  | <b>1.000</b>                       | <b>5.000</b>                            | <b>3.000</b>                      |

**Ben il 50% dell'abbattuto è destinato a dare massi per scogliera, mentre l'80% dello scavato viene comunque utilizzato.**

Tabella 3.3c: Produzione degli scarti di cava nell'ambito Novarese

| <i>AMBITO NOVARESE</i><br>F.C. O. | <i>LITOTIPO</i> | <i>SCARTI</i><br>[m <sup>3</sup> ] | <i>COMMERCIALI</i><br>[m <sup>3</sup> ] | <i>MASSI</i><br>[m <sup>3</sup> ] |
|-----------------------------------|-----------------|------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------|
| Bacino del Formazza               | gneiss          | 29.000                             | 78.000                                  | 23.000                            |
| Bacino del Sempione               | gneiss          | 7.000                              | 23.000                                  | 7.000                             |
| Bacino dell'Antigorio             | gneiss          | 24.000                             | 124.000                                 | 62.000                            |
| Bacino di Beura                   | gneiss          | 12.000                             | 45.000                                  | 17.000                            |
| Bacino dei Laghi                  | granito         | 75.000                             | 35.000                                  | 17.000                            |
| Altre                             | marmo           | 3.000                              | 4.000                                   | 1.000                             |
| Totale                            |                 | 150.000                            | 309.000                                 | 127.000                           |

La resa complessiva di scavo corrisponde pertanto al 65-70%; i massi da scogliera rappresentano il 25-30% dell'abbattuto (ed oltre il 40% del materiale utile commercializzato).

Tabella 3.3d: Produzione degli scarti di cava nell'ambito Cuneese

| <i>AMBITO CUNEESE</i>     | <i>LITOTIPO</i> | <i>SCARTI</i><br>[m <sup>3</sup> ] | <i>COMMERCIALI</i><br>[m <sup>3</sup> ] | <i>MASSI</i><br>[m <sup>3</sup> ] |
|---------------------------|-----------------|------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------|
| Bacino Luserna-Infernotto | gneiss          | 49.000                             | 155.000                                 | 70.000                            |
| Bacino Monte Bracco       | Quarzite        | 2.000                              | 5.000                                   |                                   |
| Altre                     | marmo           | 1.000                              | 3.000                                   | 2.000                             |
| Totale                    |                 | 52.000                             | 163.000                                 | 90.000                            |

La resa complessiva, segnata fortemente dal bacino dello gneiss, è dunque del 75% in virtù soprattutto del marcato impiego di massi da scogliera (sempre superiore al 40% dell'abbattuto) date le particolari caratteristiche del litotipo.

### 3.5.1 LE PROSPETTIVE NEI DIVERSI AMBITI

Sulla base dei risultati dell'inchiesta risultano pertanto prodotti complessivamente in Regione oltre 200.000 m<sup>3</sup> di scarti lapidei -forse sottostimati - contro una produzione di pietre ornamentali di 250-300.000 m<sup>3</sup> alle quali si debbono aggiungere 200-250.000 m<sup>3</sup> di massi da scogliera. Questo ultimo prodotto, come si è già osservato, rappresenta una produzione "associata" di crescente interesse estrattivo, data la notevole richiesta del mercato delle costruzioni idrauliche.

Degli scarti, corrispondenti a circa il 30% dell'abbattuto totale, una parte, come già si disse parlando di materiali "alternativi agli scarti", può essere sistematicamente trattata al fine di ottenere granulati di discreta qualità, operando in appositi impianti industriali.

Studi precisi per il caso Ossolano e di Luserna - Bagnolo hanno infatti sperimentalmente comprovato la possibilità tecnica di produrre sia ballast da massicciate sia pietrisco da calcestruzzo, facendo tuttavia ricorso oltre che a particolari tipologie di comminuzione (per es. ad urto), ad opportune miscele (per es. con sabbie naturali). Ciò allo scopo di ottenere determinate morfologie e composizioni granulometriche, esenti da frazioni fini lamellari (dovuti, nella fattispecie degli gneiss, alla mica costituente). In ogni caso il materiale ottenuto possiede i requisiti necessari per essere utilizzato soprattutto nei lavori stradali, tenuto conto dei buoni valori evidenziati dai saggi "Los Angeles", sui quali già si è riferito sull'Annesso alla relazione DPAE, I Stralcio, e che qui in parte si richiama per memoria.

Dal punto di vista litoapplicativo il materiale gneissico di scarto della Val d'Ossola ha dato, come risultato delle prove effettuate, resistenze ad "usura" comprese tra 0,7 e 0,9, con valori unitari, ed anche superiori, per i graniti dei laghi; le resistenze all'abrasione (saggi Los Angeles) hanno invece dato risultati non molto buoni per i serizzi (essendo compresi tra 26 e 35) se non cattivi per le beole (andando da 33 a 42), quando per le dioriti accettate dalle FS si parla di 16 - 20, su granulometrie 38/76 mm. I graniti esaminati (Montorfano, Baveno, ecc.) hanno presentato peraltro estrema variabilità, a partire da 26 per le granulometrie maggiori, e sino a 42 per le granulometrie più fini (19/38 mm) rispettivamente. Gli indici "di appiattimento" determinati sperimentalmente e confrontati con il materiale alluvionale, si sono invece dimostrati più che accettabili, soprattutto se la comminuzione avviene ad impulso (frantumatori ad urto).

I materiali frantumati hanno quindi manifestato proprietà sostanzialmente buone - anche come forma ottenibile dei grani - se confrontati con quelle delle ghiaie naturali.

La caratteristica angolosità e rugosità superficiale, inoltre, influenzano positivamente sia l'angolo di attrito interno - fondamentale per la stabilità di rilevati e massicciate - sia la consistenza delle malte; ma soprattutto migliorano lo strato superficiale dei materiali stradali, favorendo l'aderenza dei pneumatici ed impedendo la formazione di film d'acqua.

D'altra parte analoghe prove, svolte sugli gneiss di Luserna, hanno dato coefficienti - per la classe di granulometria confrontabile 31/63 - attorno a 25, quindi assai vicini ai risultati ottenuti nel granito di Montorfano e non troppo discosti dai granulati di dioriti, assunti quale riferimento nelle perdite di peso per abrasione.

Provini di calcestruzzo, confezionato con gli scarti degli gneiss di Luserna - sulla base della curva di Füller, e con rapporto A/C alquanto maggiore (30% in più) dell'usuale 0,5 - hanno dato significative resistenze a compressione (sui 20 MPa) raffrontabili con quanto ottenuto, in modo del tutto analogo, su provini confezionati con pietrischi convenzionali, per i quali si è tuttavia avuto, mediamente, almeno un 30% in più di resistenza.

Ciò è stato attribuito soprattutto alla tipica forma degli aggregati gneissici, con grani ben più piatti degli usuali pietrischi calcarei, ed alla presenza di mica, in particolare nelle classi più fini sino a suggerirne la sostituzione con altre sabbie per esempio di fiume.

In conclusione va pertanto ulteriormente precisato che oltre ai controlli di qualità sui materiali - che rimane la premessa tecnica indispensabile per un utilizzo razionale - risulta opportuno accertare la fattibilità economica di una utilizzazione in termini di costi/benefici "globali".

I costi derivano principalmente dalle operazioni del carico, trasporto e preparazione del materiale lapideo di scarica; tra i benefici devono essere annoverati non solo i proventi di impresa dalle vendite, ma anche - e talvolta soprattutto - i vantaggi ambientali della collettività, derivanti dal risparmio di risorse "non rinnovabili", dall'economia di territorio occupato da altre cave e da discariche, ecc.

In altri termini si ribadisce il convincimento che, per raggiungere tali obiettivi di interesse davvero "sociale" attraverso interventi praticamente realizzabili, occorra seguire non solo criteri di economia aziendale ma più ampie strategie pubbliche, comprendenti direttive particolari nell'esecuzione di opere, quali indicazioni sui prelievi di materiali litoidi da utilizzare, sgravi fiscali se non incentivi diretti e, soprattutto, semplificazioni amministrative.

Dal punto di vista organizzativo si devono comunque prevedere diverse soluzioni, valide per le differenti situazioni dei bacini estrattivi:

- Impiego di materiali di scarto "fluenti" direttamente dalle cave di pietra, quale risultato di una specifica azione consortile;
- Ripresa di vecchie discariche presenti in talune aree estrattive "storielle";
- Una combinazione programmata delle due soluzioni dette, è auspicabile soprattutto per i citati bacini della Val d'Ossola e di Bagnolo - Luserna.

Soluzioni particolari, emergenti ad esempio nei Graniti dei Laghi e nelle Quarziti di Barge, lasciano peraltro ipotizzare riprese sistematiche di discariche "storielle", presenti nei tenitori di cava, al fine di un recupero "parallelo" anche di minerali di interesse industriale - segnatamente quarzo e feldspati - classificabili di 1° categoria ai sensi della legge Mineraria Italiana del 1927, tuttora vigente.

In particolare, nel bacino dei Laghi, vengono prelevate da alcuni anni oltre 50.000 t/anno di scarti lapidei già messi a discarica (bianco di Montorfano e Rosa di Baveno, composti per quasi due terzi da feldspati - sodico e potassico - e per un terzo da quarzo). Successivamente macinato e trattato magneticamente e mineralurgicamente per la separazione degli indesiderati componenti femici (mica biotite, soprattutto). Il materiale rappresenta già una valida alternativa al reperimento delle risorse primarie (di miniera), per l'industria vetraria oltre che per le ceramiche (l'industria delle piastrelle, in certi casi "concorrente" dell'industria lapidea, produce in Italia oltre 1/2 milione di m<sup>2</sup>, nel solo 1998, utilizzando 9 Mt/anno di materie prime ed esportando però 2/3 dei prodotti ceramici in tutto il mondo) in generale.

Proprio questi settori, impegnati in una costante ricerca tecnologica sono quindi interessati all'utilizzo anche di scarti di altri litotipi, quali ad esempio le quarziti, gli gneiss, le sieniti.

Nel caso del Monte Bracco, ad esempio, è previsto un imminente avvio di un impianto pilota (da 10÷20.000 t/anno) per la macinazione degli scarti delle cave di quarzite, dietro apposito convenzionamento con un'Amministrazione Comunale, proprietaria del giacimento.

Si ritiene questo genere di iniziative sicuramente promettente anche per altri contesti alpini in Piemonte.

### 3.6 I FANGHI DI LAVORAZIONE

I blocchi estratti in cava ed il materiale sottomisura di piazzale, suscettibile di trasformazione in semilavorati (lastre, masselli, cordoli, marmette ecc.) sono trasportati in stabilimento per le rispettive lavorazioni industriali: segagione, trattamento superficiale, ed eventuali finiture.

Queste lavorazioni sono fatte con macchine apposite e, di regola, per via umida sia per un migliore asporto dei fini sia per il raffreddamento degli utensili, diamantati o con inserti di widia.

Tradizionalmente vengono utilizzati, per segare i blocchi in lastre di determinato spessore, telai a lame d'acciaio che impiegano graniglia metallica dura (**carborundum**), fornita "a pioggia" nei tagli sotto forma di torbida d'acqua, alla quale può aggiungersi - oltre allo sfrido della pietra stessa - calce allo scopo di evitare l'ossidazione del ferro che si consuma e potrebbe così macchiare di ruggine le lastre tagliate.

Ciò non è evidentemente necessario per i tagli con dischi diamantati, anche su grande diametro, di più corrente impiego per gli elementi lapidei di minore dimensione o irregolari.

Recentemente sono state anche introdotte tagliatrici multifilo diamantate, con buoni risultati.



In ogni caso la torbida che si produce viene riciclata in parte, sia per il recupero della graniglia - sino alla "consunzione" di questa, quindi da reintegrare con nuova - sia per il riciclo dell'acqua, dopo decantazione in vasche apposite.

Il fango residuo, ben diverso per contenuti solidi a seconda dei materiali lapidei segati, addensato costituisce la c.d. "mermettola" che rappresenta per gli stabilimenti di segagione della pietra un frequente problema di rifiuto industriale, al fine dello smaltimento.

Si tratta infatti di quantità notevoli, se è vero che oltre il 20% del volume del blocco lavorato in stabilimento finisce nel fango; nei maggiori bacini ove si lavora la pietra, si possono quindi produrre alcune t/giorno di detto materiale.

### **3.6.1 POSSIBILITA' DI RIUTILIZZO**

E' norma generale, rispettata il più possibile, tenere separati i fanghi provenienti dalle diverse lavorazioni, su lapidei di differente natura; sono così distinte le linee dei carbonatici (marmi e affini) da quelle dei silicatici (graniti e altro).

Ciò per non escludere, fra l'altro, di poter destinare a diversi riutilizzi i materiali ottenibili, di differenti caratteristiche mineralogiche e chimiche.

In ogni caso gli operatori debbono prestare la massima attenzione a non contaminare gli scarti dei tagli - costituiti da sfridi di pietre naturali - con altre sostanze utilizzate per successive lavorazioni superficiali (lucidature ecc.) potenzialmente inquinanti (piombo ecc.) o con oli (lubrificanti ecc.).

Operando correttamente diviene possibile, dopo addensamento e filtropressatura, ottenere del materiale solido "palabile", di granulometria molto fine, in relazione sia al materiale tagliato sia alla tecnologia del taglio.

Viceversa, mescolando indistintamente tutti i residui di stabilimento, si giunge ad un rifiuto che, se non disperso con azione criminale, può richiedere notevoli costi di discarica, in relazione per esempio alle prove di "cessione" per metalli, previste dalla legge sullo smaltimento.

Con riferimento invece ai fanghi prodotti esclusivamente dalla segagione del "marmo" (commercialmente inteso) si può annoverare fra le possibilità di loro riutilizzo, l'industria chimica di base (per cartonati, anche assai puri, nella fabbricazione del vetro) o altre (per cemento, calce, "cariche" per carta, plastica ecc.), oltre agli impieghi in agricoltura (correttivi di terreni acidi) e nel trattamento delle acque reflue (depuratori) e dei fumi dei combustibili solforati (da centrali termiche ecc.)

La granulometria del solido - che va reso con contenuto d'acqua inferiore al 20% - è, indicativamente, per il 50% inferiore a 0,01 mm<sup>1</sup>.

Quanto ai fanghi di segazione di graniti ed affini (sieniti, dioriti, gabbri, quarziti, serpentiniti ecc.) - un prodotto quindi relativamente variabile, ma indicativamente costituito dal 60% di silice e 10% di allumina, più altro (Fe, Mn, Na, ecc.) - la presenza di possibili inquinamenti metallici (Pb, Zn, Cr) obbliga, caso per caso, alle necessarie analisi chimiche prima di un riutilizzo, anche se controlli effettuati presso importanti stabilimenti in Veneto avrebbero, per il Pb, ad esempio indicato un contenuto globale nei fanghi relativamente modesto, tenendo conto che solo il 5÷10% dei fanghi prodotti complessivamente deriva dalla linea di trattamento (lucidatura) che utilizza (non sempre) il Pb.

Un riutilizzo possibile di tali fanghi può essere considerata la produzione - con miscela di sabbia, cemento ed acqua additivata - manufatti di cemento, quali prefabbricati o masselli autobloccanti; oppure la produzione di pezzi lateritici - miscelandoli con delle argille comuni -; oppure ancora, unendo particolari scorie di origine metallurgica e portando a fusione la miscela, per la produzione i mattonelle vetrose per usi speciali; a patto di disporre di sufficienti e costanti quantità di fanghi stessi.

La produzione di migliaia di t/giorno di fanghi può solo essere garantita, in forma consortile, da diversi stabilimenti di una certa dimensione, opportunamente organizzati per la consegna di fanghi filtropressati ed essiccati, anche al fine di ridurre lo svantaggioso trasporto della frazione acqua.

Le difficoltà a realizzare, in modo soddisfacente, queste condizioni preliminari danno tuttavia ragione della pratica, più consueta, di messa a discarica dei fanghi di segazione di prevalenti pietre silicatiche.

Tanto più che proprio dei fanghi di segazione dei lapidei sono stati anche usati - non da soli - come sottofondi di discariche di rifiuti solidi - urbani, in virtù della loro intrinseca caratteristica granulometrica di "limo", perciò con scarsa permeabilità ( $10^{-7}$  m/s) data la finezza delle particelle solide della marmettola stessa: il 60÷70% ha infatti dimensione inferiore a 0,02 mm (mentre il 15% è inferiore a 5 µm pur essendo anche presente una frazione sabbiosa - 0,5 mm - non trascurabile).

---

<sup>1</sup> A titolo informativo va altresì segnalato l'interessante utilizzo della polvere di marmo, agglomerata con legante sintetico, per la produzione di un materiale, in marmette, per rivestimenti definibili "pseudo lapidei" (in Paesi Arabi)

### 3.6.2 L'ASPETTO DELLA TOSSICITA'/NOCIVITA' DEI FANGHI

Un tempo i fanghi, non considerati "rifiuti" dal D.P.R. 915/82 e successive deliberazioni del Comitato Interministeriale del 27/07/84 perché - fra l'altro - derivanti dal "trattamento" delle risorse estrattive (art. 2), erano definiti "speciali", perché di origine, comunque, industriale e "non tossici né nocivi" - sempre in base all'Allegato A della 915 - perché le sostanze ivi indicate non superano, in concentrazione, i limiti fissati dal C.I. di cui sopra.

Tabella 3.4 Determinazioni analitiche su campioni di fanghi da segazione di graniti e confronto con le concentrazioni limite (CL)

| Elemento  | Concentrazioni (mg/kg) |             |      |
|-----------|------------------------|-------------|------|
|           | Campione 1             | Campione 2  | CL   |
| As        | Assente                | Minore di 5 | 100  |
| Be        | Assente                | n.d.        | 500  |
| Cd        | Minore di 0.01         | Minore di 2 | 100  |
| Cr VI     | Minore di 0.4          | n.d.        | 100  |
| Hg        | Assente                | n.d.        | 100  |
| Pb        | 210                    | 220         | 5000 |
| Cu        | 580                    | 20          | 5000 |
| Se        | Assente                | n.d.        | 100  |
| Te        | Assente                | n.d.        | 100  |
| Cr totale | 510                    | 60          | -    |
| Sn        | 45                     | n.d.        | -    |
| Ni        | n.d.                   | 50          | -    |

Tabella 3.5 Esempi di composizione chimica di campioni di fanghi da segazione di marmi

| Campione | P.C.  | CaO   | MgO  | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | TiO <sub>2</sub> | MnO  |
|----------|-------|-------|------|-------------------|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|------|
| 1        | 42.64 | 55.12 | 1.27 | 0.00              | 0.04             | 0.68             | 0.17                           | 0.01                           | 0.01             | 0.06 |
| 2        | 43.25 | 55.17 | 1.23 | 0.00              | 0.02             | 0.21             | 0.07                           | 0.00                           | 0.00             | 0.06 |
| 3        | 42.10 | 54.77 | 0.76 | 0.00              | 0.10             | 1.82             | 0.40                           | 0.48                           | 0.01             | 0.06 |

Erano perciò fanghi smaltibili in discarica, di 2° categoria dopo stabilizzazione e disidratazione (<25÷30% d'acqua, rispetto al 70÷75% originario).

Riprendendo quindi quanto anticipato al punto 2 del presente Annesso ("Normativa Esistente"), si richiama il Decreto 5/2/98, attuativo dei c.d. "Ronchi 1 e 2"; il riutilizzo dei fanghi di segazione appare senz'altro fra quelli ammessi per le sostanze "non pericolose" - ai sensi del D.M. 5/9/94 già citato - e quindi riconoscibili come "materiale equivalente" (per esempio carbonati utilizzabili nei cicli industriali; oppure limi argillosi per miscelazione e riuso nei recuperi ambientali di cave e discariche) purché si rispettino le specifiche dell'Allegato 1 e, segnatamente, ciò che è

indicato alla tipologia 7.2 "rifiuti di rocce da cave autorizzate", ripetendo ad esempio sistematicamente i previsti test di cessione.

In tal caso anche l'impiego, già sperimentato in Val d'Ossola per arricchire in fini le discariche di materiale prevalentemente grossolano esistenti - sulle quali anche l'IPLA svolse specifiche ricerche (Mondino et al. 1991) - potrebbe essere di nuovo possibile e, in certi casi, persino raccomandato.

### 3.7 CONCLUSIONI

Il riutilizzo del materiale di risulta delle cave di pietre ornamentali, al quale può essere senz'altro assimilato anche il "cocciame" lapideo - più o meno abbondante - da segagione in stabilimento, è una operazione senz'altro conveniente sotto tutti gli aspetti:

- della valorizzazione integrale della risorsa
- del risparmio di altro territorio
- della tutela ambientale
- della riduzione delle discariche

dando non solo vantaggio all'azienda in termini di costi complessivi, ma anche beneficio alla collettività con minori impatti dell'attività di cava in generale.

Occorre tuttavia, per ottenere davvero i vantaggi citati una convergenza di intenti ed un coordinamento di azioni da parte di tre attori fondamentali:

- le Ditte operanti;
- le Autorità competenti;
- le Committenti delle opere.

Le prime - oltre a ridurre la produzione di scarti a monte - dovranno sempre più organizzarsi in forma consortile, al fine di abbassare i costi operativi di confinamento, trasporto, trattamento; le seconde dovranno, attraverso una Pianificazione di dettaglio, provvedere a fissare delle regole, bacino per bacino, curandone l'attuazione; le terze dovranno programmare l'esecuzione di opere importanti sul territorio (strade, ferrovie ecc.) già pensando all'utilizzo prioritario dei materiali di cui sopra.

Un quarto attore, non protagonista ma auspicabilmente suggeritore, dovrebbero essere gli Istituti di Ricerca, soprattutto universitari; i quali, attraverso prove tecniche e non solo per dei cantieri, potranno su richiesta dei vari Enti promotori e delle stesse Aziende costruttrici, fornire le necessarie indicazioni per una corretta realizzazione delle opere.

#### **4. SIGNIFICATO TECNICO ECONOMICO DELLA PRODUZIONE DI PIETRE ORNAMENTALI NELLE VALLATE PIEMONTESI: IL BACINO DEL LUSERNA-INFERNOTTO**

##### **4.1 PRESENTAZIONE**

L'obiettivo del presente lavoro è quello di analizzare la struttura produttiva del bacino di estrazione e lavorazione della Pietra di Luserna allo scopo di evidenziare le caratteristiche tecnico-economiche e individuarne il significato nel contesto socio-economico dell'area in cui è inserito.

Il lavoro prende lo spunto da un'indagine storica sul bacino che consente di inquadrare le caratteristiche del settore nell'ottica dell'evoluzione tecnologica e strutturale che ha portato alla situazione attuale.

La struttura produttiva è quindi presentata e analizzata, per quanto riguarda sia le cave che i laboratori, sulla base dei dati conoscitivi raccolti con l'inchiesta specifica effettuata nel 1998 ed elaborati nel corso dello studio per il DPAE.

Si procede quindi alla stima del valore della produzione e alla valutazione del significato economico del settore sul contesto socio-economico locale.

L'annesso è corredato da due tavole illustranti rispettivamente la geologia del bacino (Tavola 1) e la distribuzione delle cave e delle discariche (Tavola 2).

Lo studio del bacino di Luserna è particolarmente significativo ai fini della valutazione del significato tecnico-economico del settore industriale lapideo nell'intera Regione, poiché questo bacino ospita oltre il 40% delle cave di pietra ornamentale piemontesi che forniscono una produzione pari a un terzo in quantità ma corrispondente a quasi il 60% in valore della produzione complessiva regionale.

In ogni caso il metodo di analisi adottato è assolutamente generale e potrà essere applicato alla restante parte del settore lapideo, e in particolare all'ambito del Verbano Cusio Ossola che, aggiunto a quello di Luserna, porta a coprire più del 90% della produzione piemontese.

##### **4.2 CENNI STORICI**

###### **4.2.1 DALLE ORIGINI AGLI ANNI SETTANTA**

Nessun documento ad oggi noto contiene un sicuro riferimento alle cave di gneiss del bacino fino alla metà del Settecento, quando il bilancio comunale di Rorà iniziò a registrare il reddito delle *lòse* (TOURN, 1999a, pag. 22), anche se l'architettura locale testimonia l'uso di masselli gneissici

già nell'XI secolo (DI FRANCESCO, 1999): il divieto per i Valdesi di lavorare nelle cave, imposto dai Signori di Luserna nel 1377 (JALLA, 1934, pag. 39), potrebbe infatti riferirsi alle cave di pietra da calce di Rorà (TOURN, 1999a, pag. 13) e l'ordine di ricoprire tutte le abitazioni del paese in coppi o *lòse*, dato ai Bargesi da Ludovico di Savoia nel 1439 (DI FRANCESCO, 1999, pag. 25), dimostra soltanto la reperibilità *in loco* di questi materiali. Al 1828 risale il primo atto municipale di Bagnolo relativo alle cave (DI FRANCESCO, 1999, pag. 49).

Solo dal 1835 in poi, comunque, si trovano riferimenti all'estrazione dello gneiss in volumi a stampa (BARELLI, 1835).

Di pochi anni successiva è la costruzione della «strada privilegiata Mugniva» in Val Luserna, autorizzata in data 25/08/1843 e collaudata il 24/10/1845 (MARTINA, 1979), che collegò la località di Mugniva con l'abitato di Luserna. Questa strada, costruita per iniziativa di privati in cambio del diritto di esazione di pedaggio e di sfruttamento delle cave di proprietà comunale di Mugniva per la durata di un trentennio, rappresenta la prima infrastruttura di cui si ha notizia, realizzata espressamente in funzione dell'attività estrattiva.

Nella metà dell'Ottocento la pietra veniva coltivata in 42 cave nel territorio di Bagnolo, in 32 cave in quello di Barge (DE BARTOLOMEIS, 1847) e in una ventina di cave in Val Luserna (MARTINA, 1979). Era utilizzata come «ardesia da coperto e pavimento, lastroni per balconi e marciapiedi, scorsi da finestra, modioni» (MARTINA, 1979), cioè come materiale relativamente povero (prezzi nel 1855 da 2,00 a 2,60 Lire/m<sup>2</sup>, approssimativamente atualizzabili al 1997 moltiplicando per 7.000), con un mercato sostanzialmente limitato a Torino e provincia.

I dati sulla manodopera impiegata e sulla produzione dell'epoca sono molto frammentari: DE BARTOLOMEIS (1847) riferisce di 84 operai in Bagnolo, che avrebbero prodotto 2.000 «trabucchi lineali»<sup>2</sup> di lastre per tetti e pavimenti del valore di 18-20.000 Lire, e di 116 operai in Barge, la cui produzione sarebbe stata di circa 3.500 «carra»<sup>3</sup> (10-15.000 t ?) per un valore di 40-45.000 Lire. MARTINA (1979) parla di 1.000 m<sup>2</sup> di lavorati vari, prodotti nel 1855 da quattro operai dipendenti

---

<sup>2</sup> 1 trabucco = 3,086 m

<sup>3</sup> Il termine «carra» non deve essere inteso nel senso dell'unità di misura dei liquidi (1 carro = 10 brente = 493,1 l) ma come carico di un carro; una stima del suo valore metrico può essere dedotta dal «Regolamento per l'esercizio delle cave, dell'uso delle strade soggette a pedaggio per le cave e dell'uso del peso pubblico in relazione col pedaggio», adottato dal Comune di Bagnolo nel 1906: all'art. 18 prescriveva che «a tutela e buona conservazione della strada il carico massimo per ogni carro è fissato a miriagrammi 300. Verificandosi un peso maggiore verrà su questo di più applicato un diritto di lire 1,50 per ogni tonnellata oltre il pedaggio normale di lire 2,25».



del concessionario della strada di Mugniva, e di 10.470,74 t di materiale trasportato su quella strada da 11 ditte nel periodo novembre 1875-ottobre 1876.

Il prolungamento della ferrovia Torino-Pinerolo fino a Torre Pellice, completato nel 1882, la sua diramazione, che da Bricherasio raggiungeva Barge passando per Bagnolo, inaugurata nel 1885 (DI FRANCESCO, 1999), e la costruzione nel 1889 della strada comunale da Bagnolo alle cave site nella zona di Montoso (BLANGINO, 1895) facilitarono i trasporti e favorirono una impressionante espansione del mercato nell'arco di pochi anni; la produzione annua rappresentava circa 1/5 dell'intera produzione piemontese di gneiss tabulari e occupava un migliaio di addetti.

Per quanto riguarda la coltivazione, la lavorazione e i trasporti, BLANGINO (1895) scriveva che a Bagnolo «per l'estrazione dei singoli pezzi di pietra che vengono poi adoperati in molteplici lavori, si usa generalmente il seguente procedimento: si incomincia con isgombrare la terra, i detriti, ecc., che si trovano alla superficie (la quale può trovarsi alle falde, sui fianchi ed anche sulla cresta della montagna) ossia nel luogo in cui si vuole stabilire la cava, quindi con le mine o per mezzo di grossi scalpelli si esporta via uno strato di pietra, detto cappellaccio, di spessore più o meno grande, sino insomma ad arrivare alla roccia sana, pulita e che contenga il minor numero possibile di peli o delitti<sup>4</sup>, quindi incominciando dai fianchi, ossia dalle teste degli strati superiori, si praticano nel senso dello strozzo<sup>5</sup> per mezzo di scalpelli in acciaio, degli incastri di sufficiente dimensione ed a seconda del bisogno, poi nel senso del letto di posa<sup>6</sup>, ossia normali ai suddetti incastri, si infiggono a colpi di martello dei piccoli scalpelli alla distanza da 5 a 10 centimetri uno dall'altro sino a tanto che lo strato di pietra superiore dia segno di staccarsi dal sottostante masso, allora si surrogano uno per volta i detti scalpelli con delle sottilissime lame pur esse in acciaio ed in forma di cunei, le quali vengono spinte nell'interno gradatamente con leggeri colpi di martello finché lo strato superiore si separi completamente dall'inferiore; a questo punto il masso viene, con le debite precauzioni e per

---

<sup>4</sup> Secondo la definizione di BLANGINO (1895) sono «falle o rotture che per la loro irregolare inclinazione rispetto al piano di posa interrompono, quasi sempre, malauguratamente in più sensi la continuità degli altri strati, per cui accade sovente volte di avere da estrarre parecchi massi di pietra prima di ottenerne qualcuno utilizzabile per un dato lavoro».

<sup>5</sup> Secondo BLANGINO (1895) «per *strozzo* ed anche *taglio di testa* s'intende quando il masso di pietra viene, per così dire, tagliato da un piano perpendicolare ed in senso trasversale al letto di posa». Così definito, lo «strozzo» corrisponderebbe al «contro» dei cavaatori di Carrara (detto altrove «mozzatura»), ovvero a un piano che avrebbe la stessa direzione del «letto di posa» e immersione perpendicolare a questo (PRIMAVORI, 1997).

<sup>6</sup> Corrisponde alla scistosità (o foliazione) della roccia, secondo la quale essa è facilmente fissile, detta «verso» dai cavaatori di Carrara e altrove, specie nel caso di rocce silicatiche, «pioda» (PRIMAVORI, 1997).



mezzo di pali di ferro e di curri in legno, sollevato e poi trasportato in luogo adatto del cantiere, ove con analoga operazione, dei piccoli scalpelli e delle lamine che abbiamo detto vien poi diviso in tante lastre quanti sono gli strati che esso contiene, e più ancora a seconda dello spessore che approssimativamente si vuole avere. .... Per ridurre anche grossolanamente alle dimensioni volute i lastroni di pietra ottenuti dai suddetti strati, si usa prima di tutto tagliarli con piccoli scalpelli di acciaio, detti comunemente *punciotti*, nel senso del trincante<sup>7</sup> che sarebbe normale allo strozzo, quindi nel senso dello strozzo ossia perpendicolare al trincante ed al letto di posa; quanto, alle varie lavorazioni, cioè alla punta, alla martellina, ecc., vengono generalmente eseguite nei cantieri posti alle falde dei monti. .... La strada che costeggia la vetta del monte Montuoso e che mette in comunicazione le varie cave di pietra da taglio non è che un ruvido e tortuoso sentiero di irregolare larghezza e pendenza, costruito dagli stessi cavatori di pietra man mano che se ne presentava il bisogno; tal sentiero, abbastanza ampio per far passare le varie pietre da lavoro, mette capo alla nuova strada comunale opportunamente costrutta e che dalla stazione ferroviaria di Bagnolo conduce fino quasi alla sommità della montagna.

Questa bellissima strada che dalla regione detta *Prà Giurato* limitrofo al *Bric dei Voli* in cui trovansi le sopraccennate cave di pietra, e che passando fra amenissimi e poetici luoghi conduce a Bagnolo, venne costrutta per conto del Comune nell'anno 1889 dall'egregio impresario signor Ing. Destefanis; essa ha una lunghezza di 8 chilometri circa, la sua larghezza è di metri 4, e la pendenza varia a seconda dei tratti dal 7 al 13 per %.

Per il transito su tale strada il Comune fa pagare un diritto così detto di pedaggio di L. 1,00 [approssimativamente atualizzabili al 1997 moltiplicando per 6.000 - N.d.A.] per ogni 100 miriagramma. A seconda della comodità della cava la spesa di trasporto sino a Bagnolo, per ogni 100 miriagramma di pietra greggia od in qualsiasi modo lavorata, può variare da L. 3 a L. 5; da Bagnolo a Torino per ferrovia costa L. 4,00 circa per tonnellata; costa quasi di più il trasporto dalla cava a Bagnolo che da Bagnolo a Torino. Tutto sommato il trasporto della pietra da taglio dal luogo di estrazione a Torino costa in media L. 10,00 ogni cento miriagrammi.

Pel trasporto della pietra da taglio dalle cave a Bagnolo si usano carri speciali, a due ruote i quali sono muniti nella parte posteriore da due robuste sbarre in legno forte, poste in senso orizzontale e sul prolungamento dei fianchi, sporgenti di circa un metro oltre la lunghezza del carro;

---

<sup>7</sup> Secondo la definizione di BLANGINO (1895) «il *trincante* ossia *trinciante* è quel piano che taglia il masso perpendicolarmente al letto di posa e allo *strozzo*». Esso corrisponde al «secondo» dei cavatori di Carrara (PRIMAVERI, 1997). Nella Pietra di **Luserna** è facilmente individuabile grazie a una marcata lineazione, detta *ponda 'd pera*.

esse hanno lo scopo di facilitare il carico e lo scarico delle pietre, di aumentar l'attrito e quindi ritenere i carri quando percorrono la strada in discesa; le ruote di detti carri hanno piccoli diametri, e sono munite di potenti freni che ne regolano la velocità a seconda del carico e della pendenza della strada che devono percorrere.

La pietra da taglio di Bagnolo come materiale costerebbe pochissimo; è l'estrazione, la lavorazione, il pedaggio ed il trasporto che elevano il suo prezzo in modo da non poter far fronte alla seria concorrenza di altre pietre congeneri che si estraggono nelle regioni limitrofe. Si aggiunga ancora l'odierna crisi edilizia che ne ha scemata di molto la sua esportazione e si comprenderà chiaramente perché i due quinti circa delle numerose cave di pietra da taglio fin qui accennate siano completamente abbandonati, sebbene il Comune a cui appartengono faciliti i concessionari il più possibile con tenui prezzi di pigione».

Al 1906 risale il primo «Regolamento per l'esercizio delle cave, dell'uso delle strade soggette a pedaggio delle cave e dell'uso del peso pubblico in relazione al pedaggio» di cui si abbia notizia. Approvato dal Consiglio Comunale di Bagnolo e pubblicato a stampa (COMUNE DI BAGNOLO PIEMONTE, 1906), esso è stato nel tempo modificato e aggiornato più volte, ma i principi essenziali in esso contenuti sono ancora presenti nel «Regolamento Comunale Cave» attualmente in vigore e ad esso si sono ispirati i regolamenti di cui si sono poi dotati i Comuni di Rorà e Luserna San Giovanni.

Sebbene il costo ed il peso limitassero l'uso della Pietra di Luserna per coperture di tetti (SACCO, 1907), l'inizio del secolo trovò un mercato in ripresa e, sull'esempio di quanto pochi anni prima era stato realizzato negli agri marmiferi delle Alpi Apuane, nacque l'ambizioso progetto di un collegamento ferroviario per le cave della Val Luserna (PARONA, 1909; TOMMASINA, 1910; CONTINO, 1999; TOURN, 1999a).

Benché la produzione fosse notevolmente aumentata, perduravano infatti gravi carenze tecniche nella gestione delle cave e nel trasporto dei materiali, come si può dedurre dall'impetosa descrizione di ROCCATI (1913) sotto riportata.

«Attualmente, tranne per poche cave dei territori di Luserna, di Bagnolo e di Rorà, la lavorazione è si può dire saltuaria e fatta da affittuari, i quali, con l'impiego di scarso capitale e per una locazione di pochi anni, cercano in quel breve tempo di sfruttare il maggiormente possibile e con il minimo di spesa la loro cava, sovente tenendosi paghi di lavorare i detriti naturali provenienti dalla degradazione meteorica e non facendo opere tali da mettere veramente in valore il giacimento.

Eccetto in un caso, per una zona del territorio di Rorà ove esiste una funicolare aerea, la discesa del materiale dalle cave a fondo della valle viene eseguita a braccia d'uomo, lungo piani

inclinati ripidissimi e mediante slitte rudimentali, il cui maneggio costituisce non soltanto un lavoro improbo, veramente inumano, ma un continuo pericolo per chi vi è addetto! Tant'è che, per quanto frequenti siano gli infortuni, è da stupirsi non siano più numerosi, certamente in grazia alla abilità degli operai, i quali da padre in figlio si trasmettono nelle valli il mestiere di cavatore.

Nonostante una così rudimentale organizzazione e povertà di mezzi nella coltivazione delle cave, esse danno annualmente una produzione di circa 40.000 metri cubi<sup>8</sup> per la sola valle del Luserna ed anche in queste condizioni la produzione potrebbe essere molto maggiore se non fosse della deficienza e sovente assoluta mancanza delle vie di comunicazione, per cui molte cave, pure con splendido materiale, sono ora inattive o completamente abbandonate, ad esempio in diversi punti del territorio di Torre Pellice e di Villar Pellice.

Un altro inconveniente poi è gravissimo che già si fa sentire nelle cave maggiormente attive, e che è destinato a farsi sentire sempre più se ad esso non si cerca adeguato ripiego, si è quello dell'enorme, straordinario accumulo del materiale di scarto e di sgombro, il quale materiale, sotto forma dei cosiddetti «scapoli», rende ovunque difficile la lavorazione, invadendo e premendo per ogni lato sul poco spazio rimanente a costituire i piazzali delle cave ed i loro dintorni, ostacolando ed anche impedendo del tutto il libero usufruimento del materiale utile.

Chi abbia avuto occasione di visitare nella parte terminale del vallone di Luserna il cosiddetto Ventaglio o Ventaglina, oppure una qualsiasi delle cave dell'intera regione, non potrà non essere stato impressionato dalla sempre crescente quantità di tali detriti, fra i quali si osservano non di rado lastre enormi e blocchi di pietra splendida, i quali, specialmente in tempi passati, allor quando, come si praticò fin ad un venti anni addietro, tutto il trasporto si faceva a forza d'uomo o a dorso di mulo, furono per necessità di cose abbandonati, mentre hanno sovente un pregio non trascurabile.

Gli «scapoli» sono frammenti dalle dimensioni variabilissime, ma sempre più o meno perfettamente poliedrici, limitati da nette e piane superficie di divisione. Essi potrebbero costituire, e costituiranno certamente in avvenire, anche a distanza del luogo di origine, un ottimo materiale da costruzione come pietra greggia, potendo in molti casi fare utile concorrenza per prezzo e convenienza d'opera anche ai mattoni, il giorno in cui la loro esportazione sarà resa materialmente ed economicamente possibile. Attualmente servono esclusivamente alla fabbricazione, a secco,

---

<sup>8</sup> Il dato non è considerato credibile da SANDRONE *et al.* (1989), secondo i quali ROCCATI avrebbe scambiato m con t. Questa ipotesi è suffragata dai valori di produzione riportati da BELTRAMO (1992), DI FRANCESCO (1999) e TOURN (1999a): nel 1913 Luserna produsse 26.496,95 t, Bagnolo 15.260 t, di cui circa un quinto proveniente dalla Val Luserna, e Rorà negli anni a cavallo del 1910 produceva mediamente 2.500 t/a.



delle caratteristiche dimore degli operai in prossimità delle cave; per le case di campagna; per muri di sostegno e simili. Va però ricordato qui come gli scapoli hanno trovato un uso geniale nell'elegante nuova chiesa cattolica di Luserna, la quale ha la sua facciata interamente costruita con scapoli, che hanno pure servito in buona parte al rivestimento esterno dell'edificio».

Le condizioni di lavoro, che ROCCATI (1913) considerava disumane, appaiono ancor peggiori se riguardate nell'ottica odierna. Tutto il lavoro era manuale e mazze di vario peso (da 4 a 15-16 kg), leve e scalpelli erano gli utensili più impiegati. Solo la rimozione del cappellaccio e dei detriti era «meccanizzata» dove era disponibile acqua che, raccolta in grosse vasche, veniva poi usata per creare piccole alluvioni che scoprivano la roccia in posto. Ad eccezione dei giorni festivi, gli operai vivevano sulle cave in casupole costruite con gli «scapoli». La patogenicità della Pietra di Luserna, che contiene un 30-40% in volume di quarzo, era sconosciuta e tale rimase fino alla fine degli Anni Quaranta. La retribuzione era a cottimo e variava per l'estrazione e la prima sagomatura tra 0,80 e 1,00 Lire/m<sup>2</sup> (approssimativamente attualizzabili al 1997 moltiplicando per 5.500), secondo lo spessore delle lastre. Il trasporto sino alla ferrovia a Luserna o Torre Pellice, che veniva eseguito con carri trainati da animali, comportava mediamente un costo di circa 10 Lire/t ed il prezzo del materiale reso in Torino variava tra 4 e 8 Lire/m<sup>3</sup> ed era anch'esso in relazione allo spessore delle lastre.

Per ulteriori notizie sull'estrazione, la lavorazione e il trasporto della Pietra di Luserna e sulle condizioni di lavoro in quegli anni, si rimanda a DA PARE 'N FIEUL (1982), BELTRAMO (1992), CONTINO (1999), DI FRANCESCO (1999) e TOURN (1999a; b).

In base ai dati riportati nei lavori sopracitati, si può tentare di valutare la produttività di quel tempo, pur con la cautela raccomandata da BELTRAMO (1992) che, esaminando criticamente la qualità delle sue fonti, scrive: «Purtroppo .... i documenti d'archivio da soli non sempre riescono a darci una completa visione della materia a causa dell'incompletezza e della discontinuità delle serie esistenti e conseguentemente della loro relativa inconcludenza. Essi vanno maneggiati inoltre con l'accortezza di non considerarli sempre strumenti neutri, in quanto a volte subiscono la chiara influenza dell'ideologia o degli interessi del redattore.

Il lavoro in nero è poi, nell'arco temporale analizzato, una costante nel settore lapideo, con una percentuale sempre abbastanza alta. Per questo le statistiche riportate debbono considerarsi con una forte approssimazione e con valori normalmente ridotti rispetto a quella che era la situazione reale. La doppia attività di contadino- scalpellino poteva far sì che a volte essi fossero registrati come contadini pur svolgendo contemporaneamente, nei periodi di stasi dei lavori agricoli, la loro

opera nel campo della lavorazione della pietra. Erano infatti questi due mestieri che si completavano vicendevolmente».

A queste considerazioni bisogna aggiungere che, con le tecniche di trasporto dell'epoca, il materiale veniva asportato dalla cava almeno come semilavorato e ciò rende ancor meno attendibile ogni paragone con la situazione attuale.

Con tutte queste premesse la produzione annua media di un operaio di Bagnolo risulterebbe di 58 t, con un minimo di 33 t e un massimo di 80 t, nel decennio 1905-1914 e di 94 t nel 1939. La produzione annua media di un operaio di Luserna sarebbe stata di 253 t nel 1915, di 211 t nel 1916 e di 204 t nel 1934. Dalla relazione di TOMMASINA (1910), infine, si può desumere un valore annuo intorno a 130 t/uomo, che non si discosta moltissimo dalle 200 t/uomo, ricavabili dall'analisi di GECHELE & PELIZZA (1979) relativa a cave del bacino prive di macchinari ed effettuata sulla base di dati raccolti *in loco* nel 1975-76 (ZUCCHETTI *et al.*, 1977; 1980).

Lo scoppio della 1<sup>a</sup> Guerra Mondiale bloccò ogni sviluppo, provocando un crollo nella produzione, che scese a 20.000 t/a per l'intero Piemonte. Solo dopo il 1920 si ebbe una ripresa e la produzione piemontese risalì a 36.000 t/a, valore sul quale rimase fino all'inizio della 2<sup>a</sup> Guerra Mondiale.

Mentre la quantità di materiale trasportato sulla strada di Mugniva e pesato al peso pubblico di Luserna S. Giovanni restò costantemente tra le 10-11.000 t/a, tra il 1922 e il 1930 la produzione di gneiss in provincia di Torino scese da 14.000 t/a a 11.000 t/a e in provincia di Cuneo crebbe da 7.000 t/a a 16.000 t/a. Questi dati evidenziano il crescente contributo delle cave presso Montoso in comune di Bagnolo P.te alla produzione di Pietra di Luserna.

Nel 1929 sono riportati dall'Annuario curato dalla FEDERAZIONE NAZIONALE FASCISTA DELL'INDUSTRIA DEL MARMO, DEL GRANITO, DELLA PIETRA ED AFFINI i nominativi di 5 ditte operanti a Bagnolo, 2 a Barge e 11 a Luserna<sup>9</sup>: di esse 8 svolgevano solo attività di estrazione e 5 solo di lavorazione, mentre le restanti 5 svolgevano entrambe le attività.

E' abbastanza difficile valutare il recupero di materiale in quegli anni, che doveva essere tuttavia modesto in considerazione del fatto che veniva scartato tutto il materiale non suscettibile di fornire forme geometriche regolari superiori a 40x40 cm<sup>2</sup>. SANDRONE *et al.* (1989), sulla base di testimonianze orali, riferiscono di un recupero dell'ordine del 40%, cioè all'incirca pari ai valori odierni. Questo confronto non è tuttavia significativo, poiché in passato si poteva attivare

---

<sup>9</sup> Si ricorda che dal 1928 al 1946 il Comune di Rorà fu aggregato a Luserna S.G.

l'estrazione solo dove la pietra era scoperta e lavorabile; ne consegue che il cappellaccio rappresentava una frazione relativamente modesta dell'abbattuto, valutabile intorno al 30%.

Nella seconda metà degli Anni Trenta cominciarono a manifestarsi i sintomi di una crisi che si sarebbe protratta a lungo: al crollo dovuto alla 2<sup>a</sup> Guerra Mondiale, durante la quale le produzioni delle province di Cuneo e Torino rispettivamente si dimezzarono e si ridussero ad un terzo, non fece infatti seguito alcuna ripresa fino alla metà degli Anni Cinquanta. La ricostruzione che seguì alle ingenti distruzioni belliche nella città di Torino e il successivo boom edilizio, che si protrasse sino all'inizio degli Anni Settanta, trovarono la Pietra di Luserna relegata nell'utilizzo del tutto secondario di cordolo per marciapiedi. Le sue tradizionali utilizzazioni, infatti, erano tutte superate sul piano tecnologico o di immagine: il cemento armato la sostituiva vantaggiosamente nella costruzione dei balconi, il catrame nella pavimentazione esterna e il marmo o l'agglomerato lucidabile in quella interna e per i gradini.

Se si prescinde dai trasporti, che nel 1946 cominciarono ad essere eseguiti con autocarri (DI FRANCESCO, 1999, pag. 131), le condizioni di lavoro sulle cave erano ancora quelle dell'anteguerra. Alla metà degli Anni Cinquanta iniziò la produzione del «mosaico», ovvero di pezzame di forma irregolare e dimensioni pluridecimetriche, idoneo per pavimentazioni esterne ad «opus incertum». Ciò consentì un significativo incremento del recupero in cava, che passò per le bancate utili dal 40% al 70%, e il parziale riutilizzo delle discariche che, tra gli anni 1960 e 1970 si trasformarono in cave (SANDRONE *et al.*, 1989).

Nel 1952 comparve sulle cave il primo martello perforatore (un «Cobra» dell'ATLAS-COPCO) e nel 1955 furono installate in alcuni laboratori le prime frese a ponte (DI FRANCESCO, 1999): iniziava così la meccanizzazione dell'estrazione e della lavorazione della pietra, mentre l'avvio della motorizzazione di massa liberava gli operai dalla necessità di trattenersi sulle cave al di fuori delle ore lavorative.

Ad un periodo di forte sviluppo della produzione nella prima metà degli Anni Sessanta, che provocò a Bagnolo un primo flusso migratorio di manodopera sarda, seguì nel 1967 l'installazione dei primi telai multilama e, poco dopo, dei fili elicoidali a carborundum (i cosiddetti «fili rapidi») per la segagione dei blocchi. E' notevole come durante il decennio 1961-1971, a fronte di una marcatissima diminuzione nel comprensorio di Pinerolo dei posti di lavoro nell'industria, la manodopera restò stabile nel settore estrattivo e, nel comprensorio di Saluzzo, si verificò a Bagnolo il massimo incremento di posti di lavoro industriale, da porre in relazione all'indotto dell'attività estrattiva (GECHELE & PELIZZA, 1979).



La segagione dei blocchi costituì un'innovazione rivoluzionaria: essa infatti da un lato consentì la ripresa e l'ampliamento dello sfruttamento delle bancate massicce, il cui materiale aveva perso le tradizionali utilizzazioni, e contemporaneamente riqualificò la Pietra di Luserna, che poteva essere lucidata come il granito. E' significativo a questo proposito che il primo materiale segato sia stato commercializzato come «Granito Sant'Elena». L'introduzione del trattamento superficiale alla fiamma del materiale segato, inoltre, lo ripropose in alternativa al materiale lucidato, con aspetto non dissimile dalla lastra a spacco naturale.

Il successo della segagione portò nel volgere di pochi anni alla generalizzata installazione di telai e alla valorizzazione di cave da tempo abbandonate o poco sfruttate, perché non idonee alla produzione di lastre sottili a spacco naturale (Seccarezze, Tube Medie, Funsà-Galiverga).

Quasi nello stesso periodo iniziò lo sviluppo del mercato tedesco, essenzialmente rivolto all'edilizia funeraria, e venne sperimentato con scarso successo il taglio al monte della pietra con fiamma (GOLA & PELIZZA, 1972).

#### 4.2.2 LA SITUAZIONE NEGLI ANNI SETTANTA

A seguito del D.P.R. 14 gennaio 1972, n. 2 «Trasferimento alle Regioni a Statuto ordinario delle funzioni amministrative statali in materia di acque minerali e termali, di cave e torbiere e di artigianato e del relativo personale», la Regione Piemonte promosse uno studio geologico applicativo e tecnico economico sui problemi delle cave esistenti sul suo territorio, che venne affidato al Politecnico di Torino e, per esso, all'Istituto di Giacimenti Minerari e Geologia Applicata (ZUCCHETTI *et al.*, 1977; 1980).

Nel corso di questo studio furono censite 447 cave di gneiss nei Comuni di Bagnolo Piemonte (363)<sup>10</sup>, Barge (3), Bobbio Pellice (2), Luserna San Giovanni (17), Rorà (54), Torre Pellice (2) e Villar Pellice (6).

Alla fine degli Anni Settanta la produzione era valutabile intorno a 140-150.000 t/a (BARISONE *et al.*, 1979), in sostanziale accordo con i dati forniti da MARTINA (1979) sui quantitativi di materiale soggetto a diritto di escavazione pesati nel 1978 a Luserna (23.000 t, comprensive della produzione di Rorà e con esclusione della pietra estratta nelle cave di proprietà privata, non pagante

---

<sup>10</sup> Numero dei lotti della larghezza originaria di 20 m ciascuno, da adibire all'attività estrattiva.



quindi il diritto di escavazione) e a Bagnolo (90.000 t): ad essa le cave dei comuni di Bagnolo, Luserna e Rorà contribuivano rispettivamente per il 75%, il 20% e il 5%.

Quanto al numero delle unità estrattive, la situazione risultava per ciascun comune la seguente (BARISONE *et al.*, 1979):

- Bagnolo - Dei lotti di proprietà comunale, 60 erano sfitti, circa un centinaio erano attivi e gli altri erano in temporaneo abbandono («a riposo»). Considerando che gli operatori lavoravano generalmente su diversi lotti, contigui o meno, si stimavano in una cinquantina le unità-cava produttive su terreni comunali; altre 3 cave (su un totale di 10) erano in attività su terreni privati.

- Luserna S.G. - Dei 16 lotti comunali di varia estensione ne erano attivi 10 e uno era sfitto; un'altra cava era in attività su terreni privati.

Rorà - Negli oltre 50 siti di cava (una quarantina affittati dal Comune e una decina su terreni privati) erano attive solo 5 unità.

Due cave (Rocche Poirino e Camisa) erano attive rispettivamente in Barge e Villar Pellice, mentre le molte altre descritte da TOMMASINA (1910) e ROCCATI (1913) nei comuni di Bobbio, Villar e Torre Pellice erano in abbandono.

In quegli anni la coltivazione era condotta quasi esclusivamente su fronte unico, di altezza variabile da alcuni metri fin oltre 50 metri; l'abbattimento della roccia era ottenuto in parte con uso di esplosivo (in genere polvere nera) con mine ordinarie o taglio con miccia detonante e in parte manualente, con fori ravvicinati, cunei e punciotti ed eventuale ausilio di pala meccanica. La resa di coltivazione delle varie cave, intesa come quantità di materiale utilizzabile sul totale dell'abbattuto, era mediamente compresa fra 30 e 40%.

Le dimensioni dei blocchi da telaio potevano raggiungere parecchi metri cubi, vincolate, nei casi migliori, solo dalle possibilità di trasporto; per le lastre si arrivava fino ad alcuni metri quadrati. I prodotti utili principali erano costituiti da blocchi, lastre e pezzame: nelle diverse cave si producevano uno solo di questi materiali o più spesso due, con notevoli scarti fra le forti produzioni delle grandi cave e quelle esigue delle piccole unità. Nell'8% delle cave si estraevano solo blocchi, nel 6% blocchi e pezzame (in quantità circa pari), nel 30% delle cave si produceva solo pezzame, nel 56% pezzame e lastre (in proporzioni di circa 2/3 e 1/3).

Le lavorazioni in cava consistevano essenzialmente in riquadratura di blocchi con martelli e cunei, divisione in lastre, eventuale spacco di masselli e recupero di pezzame per mosaico.

Nella maggior parte delle cave in attività il macchinario era piuttosto scarso: un motocompressore di modesta potenza, 1-2 martelli perforatori ad uso manuale, un piccolo argano, in alcuni casi una pala meccanica o un escavatore, raramente un derrick. Soltanto in poche cave di

maggiori dimensioni e potenzialità, l'attività estrattiva comportava l'utilizzazione di un parco-macchinari più complesso e più ricco di quello medio, con un numero accresciuto di compressori di varia potenza, di martelli manuali e anche di perforatrici con sostegno meccanico.

Nel 60% delle cave la potenza installata era inferiore ai 100 CV e di questa circa il 25% era utilizzato per produzione di aria compressa e circa il 75% per il movimento dei materiali (pale, derrick, argani, autocarri in servizio di cava). Le potenze variavano da un minimo di pochi CV termici (per l'arganetto) a massimi dell'ordine del migliaio con picchi di frequenza di 0-25 CV (per il 38% delle cave, la cui attrezzatura di base era costituita da compressore + martello + arganetto) e 100-200 CV (per il 25% delle cave, con attrezzatura di base composta da compressore + martello + pala meccanica).

La potenza installata complessivamente nelle cave dell'intero bacino si aggirava sui 7-8.000 CV (circa 10.000 kW).

Il numero di persone impiegate in ogni cava era di norma assai esiguo, nel 90% dei casi variabile da 1 a 3 unità (precisamente nel 22% delle cave operava 1 persona, nel 45% delle cave 2 persone, nel 23% delle cave 3 persone); solo nel 10% dei casi il numero saliva a 4 o più persone, con un massimo di 8-10.

In totale, la manodopera attiva nelle cave del bacino estrattivo ammontava a circa 200 unità ed era costituita da persone per la massima parte del luogo, di età per il 73% compresa fra i 30 ed i 50 anni, per il 18% superiore ai 50 e solo per il 9% inferiore ai 30 anni.

Il periodo di attività nell'arco dell'anno era assai variabile da caso a caso, da minimi di 2-3 mesi a massimi di 10 mesi; mediamente si aggirava sui 6-7 mesi/anno, con un numero di giornate lavorative compreso fra 100 e 140 (in media 107). A determinare tale situazione, oltretutto la quota altimetrica delle cave e il frequente maltempo della zona, contribuivano le interruzioni del lavoro in occasione di esercitazioni militari di tiro al proietto e la duplice attività, estrattiva e agricola, svolta ancora da una parte significativa dei cavatori.

La produttività annua media era intorno a 750 t/uomo, con minimi di circa 200 t/uomo nelle cave prive di macchinari e massimi di oltre 2000 t/uomo nelle cave più attrezzate.

In base ai dati relativi alla prima metà degli Anni Settanta, gli infortuni in cava risultavano rarissimi: 5-6 casi leggeri e uno più grave, con referto superiore ai 30 giorni, in un periodo considerato di 5 anni. Non erano segnalati casi di malattie professionali.

Assai vari erano i volumi annui di sterili messi a discarica nelle diverse cave (da decine di metri cubi a parecchie migliaia di metri cubi), così come le aree occupate dalle discariche stesse (da poche centinaia a parecchie migliaia di metri quadrati, talora anche più di 10.000 m<sup>2</sup>), mentre la

loro ubicazione era abitualmente subito a valle del piazzale di cava, pur non mancando qualche caso di discarica consortile.

Il quantitativo annuo veniva valutato in circa 200.000 t e si stimava, sulla scorta delle osservazioni dirette e dell'esame di foto aeree, che la superficie occupata dalle discariche rappresentasse un 7-8% dell'intera superficie del bacino.

Il trasporto dei prodotti utili era realizzato con autocarri, generalmente non di proprietà delle ditte esercenti le cave; quello dei materiali a discarica di solito con pala meccanica, talora a noleggio.

Gli stabilimenti di lavorazione risultavano localizzati in massima parte nei territori dei Comuni di Bagnolo e Barge. Entrati in esercizio dopo la 2<sup>a</sup> Guerra Mondiale (la maggior parte tra gli Anni Sessanta e Settanta), si sviluppavano su aree in genere di alcune migliaia di m<sup>2</sup> ciascuno (da 3.000 a 6.000), con massimi di 16.000 m<sup>2</sup>, di cui le parti coperte variavano da poche centinaia ad oltre 3.000 m<sup>2</sup>.

Il ciclo di lavorazione, a partire dal parco blocchi, aveva vario sviluppo a seconda dei casi; le operazioni principali consistevano in: segagione con telai o spacco dei blocchi con cunei e martelli ( $\pm$  segagione o comunque rifinitura delle coste); trattamento della superficie delle lastre con fiammatrice, bocciarda o lucidatrice.

Oltre ai tipi di attrezzature citate, a completare il quadro del macchinario di sollevamento e trasporto, per la segagione e per le altre lavorazioni venivano usati gru a portale, carriponte, autogrù, spaccatrici, tranciatrici e fili rapidi, questi ultimi in via di abbandono per l'elevato costo d'esercizio dovuto al forte rincaro del carborundum dopo la crisi petrolifera dei primi Anni Settanta.

Il numero di persone impiegate nei vari laboratori variava da poche unità fino a 10-15 unità (nel comune di Bagnolo si trattava, in totale, di oltre 150 persone); rarissime le donne, impiegate in campo amministrativo e di segreteria.

Gli infortuni nel periodo 1970-1975 erano stati limitati a qualche decina di casi in totale, in genere con feriti leggeri; solo in rarissimi casi erano stati di una certa gravità, con referto superiore ai 30 giorni. Rarissimi i casi di malattie professionali (silicosi).

Fra i consumi si evidenziavano quelli di energia elettrica, materiali abrasivi (graniglia metallica, carborundum), lame, dischi e altri utensili (piatti e dischetti flessibili per lucidatrici, ugelli), acqua, combustibili vari (gasolio, ossigeno, GPL), lubrificanti.

Quanto ai tipi di prodotti finiti (lavorati e semilavorati) la loro gamma era assai vasta, per molteplici utilizzazioni nell'edilizia (pavimentazioni, rivestimenti, coperture, murature, monumenti funerari): lastre di vario spessore e dimensione (a piano naturale, termico o lucidato, a spacco



standardizzato, semilavorate), mosaico, marmette, rivestimento scozzese, cordoli, zoccolature, gradini, alzate, bordure, stipiti e contorni di porte e finestre, architravi, davanzali, soglie di balconi, ritagli e liste di scarto fresa, pietre da muro a pezzi irregolari.

Le quantità annue di grezzo trattate variavano ovviamente da caso a caso, raggiungendo, nei maggiori laboratori, valori dell'ordine di parecchie migliaia di tonnellate, con produzioni di materiali dei tipi predetti fino a molte migliaia di m<sup>2</sup> di lastre, migliaia di metri di cordoli, migliaia di tonnellate di mosaico.

Il mercato dei prodotti finiti aveva area d'influenza di estensione variabile in funzione dei tipi di materiale: da locale a regionale, fino a nazionale (Lombardia, Liguria, Veneto, Toscana) e in parte anche all'estero (specie Francia, Svizzera, Germania Federale, Austria).

Nella seconda metà degli Anni Settanta inoltre, anche a seguito della disastrosa alluvione avvenuta nella zona nel maggio 1977, iniziò la commercializzazione di materiale di scarto in blocchi informi per la costruzione di difese spondali e SANDRONE *et al.* (1989) valutarono in circa 100.000 t il quantitativo di pietra così utilizzata nel 1978.

La distribuzione fisica del prodotto (sfuso o su bancali) veniva effettuata in gran parte per mezzo di autotreni, raramente per ferrovia. Spesso la funzione era svolta dai clienti.

La distribuzione commerciale era di norma di tipo intensivo, senza canali di distribuzione o attraverso grossisti e rappresentanti; i prezzi seguivano sostanzialmente la concorrenza.

La domanda era costante per i semilavorati e prevalentemente stagionale per i lavorati, più direttamente connessi all'attività edilizia. Rare, infine, erano le attività promozionali, che consistevano in una limitata pubblicità e propaganda.

#### **4.2.3 IL BACINO NEGLI ULTIMI VENT'ANNI**

Con l'entrata in vigore della Legge Regionale 22/11/1978, n. 69 «Coltivazione di Cave e Torbiere», le Amministrazioni Comunali di Bagnolo P.te e Luserna S. Giovanni promossero uno studio interdisciplinare, che fornisse la base conoscitiva per la progettazione nel bacino (SANDRONE, 1979; 1983; SANDRONE *et al.*, 1982), e, nella fase transitoria dell'applicazione della legge, tutte le cave operanti vennero autorizzate a proseguire l'attività fino al settembre 1984.

Anche la Legge Regionale 12 agosto 1981, n. 27 «Norme inerenti alle modificazioni del suolo in terreni sottoposti al vincolo idrogeologico», poi sostituita dalla Legge Regionale 9 agosto 1989, n. 45 «Nuove norme per gli interventi da eseguire in terreni sottoposti a vincolo per scopi

idrogeologici - Abrogazione legge regionale 12 agosto 1981, n. 27», ebbe un notevole impatto sulle procedure che regolavano l'apertura e lo sfruttamento di cave nel bacino.

In definitiva, il combinato disposto delle due leggi espulse dal settore i piccolissimi imprenditori per i quali l'attività estrattiva era soltanto marginale e scoraggiò la prosecuzione della coltivazione nelle aree in cui minore era la qualità del giacimento e/o più pesanti i condizionamenti di carattere morfologico e/o idrogeologico.

All'inizio degli Anni Ottanta la produzione decrebbe circa del 30% ed emersero due tipi di problemi:

- l'attività estrattiva comportava movimenti sempre maggiori di terra e roccia, con conseguente produzione di enormi quantitativi di materiale di scarto da porre a discarica. Ciò rendeva in molti casi incompatibile con la locale situazione idrogeologica e geomorfologica il tradizionale deposito degli scarti sui versanti a valle dei piazzali di cava;
- l'attività estrattiva necessitava dell'investimento di grandi risorse finanziarie e ciò determinava una maggior presenza delle grandi imprese a scapito delle piccole ditte individuali.

Questi problemi indussero nel 1984 le autorità preposte al controllo ed all'istruttoria dei rinnovi autorizzativi (Servizio Regionale Cave e Torbiere, Servizio Geologico Regionale, Corpo Forestale dello Stato) ad una maggiore severità, che si tradusse in una attenta selezione delle richieste presentate.

Dal 1985 la produzione ricominciò a risalire e nel 1988 superò i valori degli ultimi anni del decennio precedente. Nel 1989 venne stimata sulle 200.000 *i/a* con resa, intesa come rapporto tra volume utile e volume escavato, variabile dal 30% al 75% in relazione alla situazione locale ed alla fase temporale della coltivazione stessa (SANDRONE *et al.*, 1989).

Alla fine del 1991, le cave che risultavano essere attive o in attesa del rinnovo dell'autorizzazione erano 61 a Bagnolo, 4 a Luserna e 11 a Rorà e, dopo nemmeno tre anni, la situazione si era così modificata: risultavano attive 34 cave a Bagnolo, 19 a Rorà e 2 a Luserna; vi erano inoltre 20 cave a Bagnolo, una a Rorà e 3 a Luserna in attesa di rinnovo di autorizzazione o di prima autorizzazione (SANDRONE & SASSONE, 1994a; b).

Secondo i dati raccolti dal Settore Pianificazione e Verifica dell'Attività Estrattiva della Regione Piemonte, la produzione complessiva del bacino fu di oltre 250.000 t nel 1990 e di circa 300.000 t nel 1992, con un incremento complessivo dalla fine degli Anni Settanta dell'ordine del 120-130%, a fronte di un analogo aumento della potenza installata e del dimezzamento della manodopera impiegata.

La produttività media annua per addetto si avvicinò alle 2000 t nel 1985 e alle 2500 t nel 1990, in buon accordo con le stime di BADINO *et al.* (1989).

Nella seconda metà degli Anni Ottanta si osserva una forte crescita della commercializzazione dei blocchi da scogliera, con un picco intorno a 60.000 t nel 1990. La fase iniziale dello sviluppo di questo segmento di mercato, particolarmente importante al fine della riduzione dei volumi degli scarti da porre a discarica, ha risentito fortemente degli indirizzi delle Amministrazioni Comunali: se svincolati o solo marginalmente gravati dai diritti di escavazione, i blocchi da scogliera potevano infatti essere commercializzati; in caso contrario, la posizione geografica delle cave rispetto alla grande viabilità e i connessi oneri di trasporto risultavano eccessivamente penalizzanti rispetto al prezzo dei blocchi di serpentinite prodotti fino ai primi Anni Novanta nelle cave di Trana (Val Sangone) e Venasca (Val Varaita).

Dal punto di vista tecnologico si devono segnalare il generalizzato montaggio delle perforatrici su sostegno (slitte o carri di perforazione), la diffusione delle perforatrici idrauliche a scapito di quelle azionate ad aria compressa e l'introduzione nelle cave di Seccarezze del taglio al monte con filo diamantato nel 1991 (BIASCO, 1993).

Durante gli Anni Novanta sono stati realizzati anche i primi recuperi ambientali in due siti del Comune di Bagnolo (Pian della Mena e Pineta Bruciata) su un'area complessiva di 100.000 m<sup>2</sup> (RE *et al.*, 1998). Nel primo, caratterizzato dalla presenza di prevalenti zone di discarica, di vecchi piazzali adibiti a lavorazione e deposito delle pietre e di antichi fronti di cava, l'intervento è consistito nel recupero dei caratteri originari del sito, per consentirne la fruizione a fini ricreativi, considerata la sua vicinanza al centro turistico di Montoso. Nel secondo, area di un vecchio impianto di larici distrutto da un incendio e di una discarica su versante, sono state risagomate e stabilizzate le scarpate della discarica, è stata reimpiantata il lariceto distrutto e creato un piazzale panoramico.

Dai primi Anni Novanta si è verificato nel bacino anche un secondo flusso di immigrazione, questa volta proveniente dai paesi del Nord Africa, dell'Europa Orientale e, soprattutto, dalla Cina.

#### **4.3 LA STRUTTURA PRODUTTIVA NEL 1997**

##### **4.3.1 LA BASE DATI**

Per l'elaborazione del DPAE Secondo Stralcio sono state predisposte tre schede tecniche, relative rispettivamente a:

- struttura aziendale;
- singola cava;



singolo laboratorio.

Nel bacino della Pietra di Luserna la compilazione è stata curata dalle organizzazioni imprenditoriali del settore che risultavano autorizzate alla coltivazione nel 1997 ed è stata visionata dai funzionari regionali del settore.

Nella prima scheda si definiscono le caratteristiche riassuntive dell'azienda a cui appartengono i laboratori e/ o le cave. A questi ultimi fanno riferimento le schede successive: una per ogni singolo laboratorio o cava.

I dati delle schede ottenuti dall'inchiesta sono stati trasferiti su supporto informatico con la creazione di un apposito data base per mezzo del software Microsoft Access ver. 97, suddiviso in due sezioni, una relativa alla struttura aziendale ed alle cave, l'altra ai laboratori. Nella prosecuzione del lavoro i dati sono stati trasferiti su foglio elettronico Microsoft Excel ver. 95 per il completamento della loro elaborazione. In allegato si importano i quadri riassuntivi contenenti, per ogni singola cava e per ogni singolo laboratorio, i dati selezionati per l'analisi effettuata nel presente studio (vedere le tabelle 4.1, 4.2 e 4.3).

Tabella 4.1- Aziende del bacino Luserna- Infernotto

| Codice azienda | Comune     | Totale addetti | N. cave   | N. ab.    | Mercantili [m-3] | Destinazione locale % | Destinazione locale [m"3] | Destinazione regionale % | Destinazione regionale [m "3] | Destinazione interregionale % | Destinazione interregionale [m ^3] | Destinazione nazionale % | Destinazione nazionale [m ^3] |
|----------------|------------|----------------|-----------|-----------|------------------|-----------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| 001            | Bagnolo    | 19             | 2         | 1         | 8400             | 10%                   | 840                       | 50%                      | 4200                          | 0%                            | 0                                  | 39%                      | 3276                          |
| 002            | Luserna S. | 1              | 1         | 1         | 680              | 50%                   | 340                       | 50%                      | 340                           | 0%                            | 0                                  | 0%                       | 0                             |
| 003            | Bagnolo    | 24             | 1         | 1         | 8400             | 25%                   | 2100                      | 55%                      | 4620                          | 0%                            | 0                                  | 15%                      | 1260                          |
| 004            | Cavour     | 11             | 3         | 2         | 800              | 30%                   | 240                       | 30%                      | 240                           | 0%                            | 0                                  | 40%                      | 320                           |
| 005            | Baree      | 6              | 1         | 1         | 0                | 20%                   | 0                         | 20%                      | 0                             | 0%                            | 0                                  | 60%                      | 0                             |
| 006            | Cuneo      | 1              | 1         | 0         | 2715             | 80%                   | 2172                      | 20%                      | 543                           | 0%                            | 0                                  | 0%                       | 0                             |
| 007            | Baenolo    | 9              | 2         | 1         | 979              | 50%                   | 489.5                     | 50%                      | 489.5                         | 0%                            | 0                                  | 0%                       | 0                             |
| 008            | Baenolo    | 7              | 1         | 1         | 1200             | 25%                   | 300                       | 30%                      | 360                           | 0%                            | 0                                  | 40%                      | 480                           |
| 009            | Baenolo    | 15             | 2         | 1         | 13369            | 51%                   | 6818.19                   | 44%                      | 5882.36                       | 0%                            | 0                                  | 5%                       | 668.45                        |
| 010            | Bagnolo    | 11             | 3         | 1         | 6400             | 80%                   | 5120                      | 20%                      | 1280                          | 0%                            | 0                                  | 0%                       | 0                             |
| 011            | Barge      | 10             | 1         | 1         | 12074            | 0%                    | 0                         | 0%                       | 0                             | 0%                            | 0                                  | 0%                       | 0                             |
| 012            | Baenolo    | 3              | 1         | 1         | 0                | 100%                  | 0                         | 0%                       | 0                             | 0%                            | 0                                  | 0%                       | 0                             |
| 013            | Bagnolo    | 10             | 4         | 1         | 2331             | 0%                    | 0                         | 0%                       | 0                             | 0%                            | 0                                  | 0%                       | 0                             |
| 014            | Luserna S. | 6              | 2         | 1         | 1170             | 20%                   | 234                       | 80%                      | 936                           | 0%                            | 0                                  | 0%                       | 0                             |
| 015            | Baree      | 8              | 1         | 1         | 1661             | 0%                    | 0                         | 0%                       | 0                             | 0%                            | 0                                  | 90%                      | 1494.9                        |
| 016            | Lusernetta | 1              | 2         | 1         | 500              | 0%                    | 0                         | 100%                     | 500                           | 0%                            | 0                                  | 0%                       | 0                             |
| 017            | Luserna S. | 1              | 2         | 1         | 250              | 40%                   | 100                       | 60%                      | 150                           | 0%                            | 0                                  | 0%                       | 0                             |
| 018            | Luserna S. | 12             | 2         | 0         | 11210            | 0%                    | 0                         | 100%                     | 11210                         | 0%                            | 0                                  | 0%                       | 0                             |
| 019            | Bagnolo    | 6              | 3         | 1         | 4069             | 90%                   | 3662.1                    | 10%                      | 406.9                         | 0%                            | 0                                  | 0%                       | 0                             |
| 020            | Bagnolo    | 17             | 4         | 1         | 11260            | 15%                   | 1689                      | 60%                      | 6756                          | 0%                            | 0                                  | 20%                      | 2252                          |
| 021            | Baenolo    | 5              | 1         | 1         | 11000            | 30%                   | 3300                      | 30%                      | 3300                          | 0%                            | 0                                  | 20%                      | 2200                          |
| 022            | Baenolo    | 3              | 2         | 1         | 1026             | 80%                   | 820.8                     | 20%                      | 205.2                         | 0%                            | 0                                  | 0%                       | 0                             |
| 023            | Bagnolo    | 8              | 2         | 1         | 6861             | 60%                   | 4116.6                    | 20%                      | 1372.2                        | 0%                            | 0                                  | 20%                      | 1372.2                        |
| 024            | Baree      | 2              | 3         | 1         | 2051             | 0%                    | 0                         | 40%                      | 820.4                         | 0%                            | 0                                  | 60%                      | 1230.6                        |
| 025            | Bibiana    | 2              | 1         | 1         | 752              | 50%                   | 376                       | 50%                      | 376                           | 0%                            | 0                                  | 0%                       | 0                             |
| 026            | Bagnolo    | 0              | 2         | 1         | 1870             | 50%                   | 935                       | 30%                      | 561                           | 0%                            | 0                                  | 20%                      | 374                           |
| 027            | Baenolo    | 4              | 1         | 1         | 1800             | 90%                   | 1620                      | 10%                      | 180                           | 0%                            | 0                                  | 0%                       | 0                             |
| 028            | Bagnolo    | 2              | 1         | 1         | 465              | 20%                   | 93                        | 80%                      | 372                           | 0%                            | 0                                  | 0%                       | 0                             |
| 029            | Baenolo    | 4              | 1         | 1         | 10500            | 50%                   | 5250                      | 50%                      | 5250                          | 0%                            | 0                                  | 0%                       | 0                             |
| 030            | Baenolo    | 5              | 1         | 1         | 2960             | 0%                    | 0                         | 60%                      | 1776                          | 0%                            | 0                                  | 40%                      | 1184                          |
| 031            | Luserna S. | 10             | 1         | 1         | 1247             | 0%                    | 0                         | 10%                      | 124.7                         | 0%                            | 0                                  | 80%                      | 997.6                         |
| 032            | Bagnolo    | 16             | 2         | 1         | 2730             | 0%                    | 0                         | 100%                     | 2730                          | 0%                            | 0                                  | 0%                       | 0                             |
| 033            | Barge      | 8              | 1         | 1         | 720              | 30%                   | 216                       | 40%                      | 288                           | 0%                            | 0                                  | 30%                      | 216                           |
| 034            | Bagnolo    | 1              | 2         | 1         | 567              | 100%                  | 567                       | 0%                       | 0                             | 0%                            | 0                                  | 0%                       | 0                             |
| 035            | Baree      | 15             | 2         | 1         | 11264            | 0%                    | 0                         | 0%                       | 0                             | 0%                            | 0                                  | 0%                       | 0                             |
| 036            | Barge      | 34             | 2         | 1         | 3801             | 1%                    | 38.01                     | 9%                       | 342.09                        | 0%                            | 0                                  | 30%                      | 1140.3                        |
| 037            | Luserna S. | 1              | 1         | 1         | 408              | 70%                   | 285.6                     | 30%                      | 122.4                         | 0%                            | 0                                  | 0%                       | 0                             |
| 038            | Baenolo    | 26             | 2         | 1         | 5740             | 5%                    | 287                       | 10%                      | 574                           | 0%                            | 0                                  | 55%                      | 3157                          |
| 039            | Bagnolo    | 2              | 1         | 1         | 169              | 100%                  | 169                       | 0%                       | 0                             | 0%                            | 0                                  | 0%                       | 0                             |
| 040            | Luserna S. | 1              | 1         | 9         | 6403             | 100%                  | 6403                      | 0%                       | 0                             | 0%                            | 0                                  | 0%                       | 0                             |
| 041            | Rorà       | 2              | 1         | 1         | 1378             | 10%                   | 137.8                     | 80%                      | 1102.4                        | 0%                            | 0                                  | 10%                      | 137.8                         |
| 042            | Saluzzo    | 0              | 1         | 0         | 0                | 0%                    | 0                         | 100%                     | 0                             | 0%                            | 0                                  | 0%                       | 0                             |
| 043            | Luserna S. | 8              | 1         | 2         | 2464             | 15%                   | 369.6                     | 20%                      | 492.8                         | 0%                            | 0                                  | 50%                      | 1232                          |
| <b>Totale</b>  |            | <b>337</b>     | <b>72</b> | <b>41</b> | <b>163644</b>    |                       | <b>49089</b>              |                          | <b>57903</b>                  |                               | <b>0</b>                           |                          | <b>22993</b>                  |



Tabella 4.2- Cave del bacino del Luserna - Infemotto

| Codice cava | Comune         | Totale addetti | Abbattuto [m <sup>3</sup> ] | Venduto [m <sup>3</sup> ] | Materiale a spacco naturale [m <sup>3</sup> ] | Materiale persegazione [m <sup>3</sup> ] | Blocchi da scogliera [m <sup>3</sup> ] | % di sfrido | Sfrido [m <sup>3</sup> ] |
|-------------|----------------|----------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------|-------------|--------------------------|
| 1           | Bagnolo        | 1              | 10.500                      | 6.300                     | 1.050                                         | 1.575                                    | 3.675                                  | 40          | 4.200                    |
| 2           | Bagnolo        | 2              | 3.500                       | 2.100                     | 700                                           | 525                                      | 875                                    | 40          | 1.400                    |
| 3           | Rorà           | 1              | 800                         | 680                       | 560                                           | n.d.                                     | 120                                    | 15          | 120                      |
| 4           | Luserna        | 9              | 12.000                      | 8.400                     | 960                                           | 4.320                                    | 3.120                                  | 30          | 3.600                    |
| 5           | Bagnolo        | 4              | 1.000                       | 800                       | 250                                           | 250                                      | 300                                    | 20          | 200                      |
| 6           | Bagnolo        | 2              | n.d.                        | n.d.                      | n.d.                                          | n.d.                                     | n.d.                                   | n.d.        | n.d.                     |
| 7           | Bagnolo        | 1              | 5.430                       | 2.715                     | 1.629                                         | n.d.                                     | 1.086                                  | 50          | 2.715                    |
| 8           | Bagnolo        | n.d.           | 1.440                       | 979                       | 403                                           | 403                                      | 173                                    | 32          | 461                      |
| 9           | Bagnolo        | 1              | 2.000                       | 1.200                     | 1.200                                         | n.d.                                     | n.d.                                   | 40          | 800                      |
| 10          | Bagnolo        | 5              | 16.250                      | 11.375                    | 5.525                                         | 1.300                                    | 4.550                                  | 30          | 4.875                    |
| 11          | Bagnolo        | 5              | 2.890                       | 1.994                     | 462                                           | 983                                      | 549                                    | 31          | 896                      |
| 12          | Bagnolo        | 3              | 8.000                       | 6.400                     | 4.000                                         | 1.200                                    | 1.200                                  | 20          | 1.600                    |
| 13          | Bagnolo        | 2              | 12.074                      | 12.074                    | n.d.                                          | 3.864                                    | 8.210                                  | n.d.        | n.d.                     |
| 14          | Bagnolo        | 2              | n.d.                        | n.d.                      | n.d.                                          | n.d.                                     | n.d.                                   | 45          | n.d.                     |
| 15          | Bagnolo        | 2              | 3.330                       | 2.331                     | 1.532                                         | 167                                      | 633                                    | 30          | 999                      |
| 16          | Luserna        | 2              | 1.300                       | 1.170                     | n.d.                                          | 923                                      | 247                                    | 10          | 130                      |
| 17          | Villar Pellice | 2              | 2.443                       | 1.661                     | 1.148                                         | n.d.                                     | 513                                    | 32          | 782                      |
| 18          | Rorà           | 1              | 500                         | 500                       | 500                                           | n.d.                                     | n.d.                                   | n.d.        | n.d.                     |
| 19          | Rorà           | 1              | 250                         | 250                       | 25                                            | n.d.                                     | 225                                    | n.d.        | n.d.                     |
| 20          | Rorà           | 2              | 4.900                       | 4.410                     | 735                                           | 3.185                                    | 490                                    | 10          | 490                      |
| 21          | Luserna        | 2              | 8.000                       | 6.800                     | 4.000                                         | 800                                      | 2.000                                  | 15          | 1.200                    |
| 22          | Bagnolo        | 2              | 5.023                       | 4.069                     | 1.758                                         | n.d.                                     | 2.311                                  | 19          | 954                      |
| 23          | Bagnolo        | 2              | 3.800                       | 2.660                     | 380                                           | 950                                      | 1.900                                  | 30          | 1.140                    |
| 24          | Bagnolo        | 2              | 3.300                       | 3.300                     | n.d.                                          | n.d.                                     | n.d.                                   | n.d.        | n.d.                     |
| 25          | Bagnolo        | 2              | 3.100                       | 3.100                     | n.d.                                          | n.d.                                     | n.d.                                   | n.d.        | n.d.                     |
| 26          | Bagnolo        | n.d.           | 2.200                       | 2.200                     | n.d.                                          | n.d.                                     | n.d.                                   | n.d.        | n.d.                     |
| 27          | Bagnolo        | 4              | 11.000                      | 11.000                    | 2.200                                         | 1.100                                    | 6.600                                  | n.d.        | n.d.                     |
| 28          | Bagnolo        | 2              | 1.531                       | 1.026                     | 750                                           | n.d.                                     | 276                                    | 33          | 505                      |
| 29          | Bagnolo        | 2              | 3.180                       | 2.449                     | 1.654                                         | n.d.                                     | 795                                    | 23          | 731                      |
| 30          | Bagnolo        | 2              | 5.730                       | 4.412                     | 2.980                                         | n.d.                                     | 1.433                                  | 23          | 1.318                    |
| 31          | Bagnolo        | 2              | 2.771                       | 2.051                     | 1.524                                         | n.d.                                     | 526                                    | 26          | 720                      |
| 32          | Bagnolo        | 2              | 1.253                       | 752                       | 376                                           | n.d.                                     | 376                                    | 40          | 501                      |
| 33          | Bagnolo        | n.d.           | 2.200                       | 1.870                     | 550                                           | 770                                      | 550                                    | 15          | 330                      |
| 34          | Bagnolo        | 2              | 2.250                       | 1.800                     | 1.350                                         | n.d.                                     | 450                                    | 20          | 450                      |
| 35          | Bagnolo        | 2              | 517                         | 465                       | n.d.                                          | n.d.                                     | 465                                    | 10          | 52                       |
| 36          | Bagnolo        | 4              | 15.000                      | 10.500                    | 4.500                                         | 1.500                                    | 4.500                                  | 30          | 4.500                    |
| 37          | Bagnolo        | 1              | 3.700                       | 2.960                     | 1.369                                         | n.d.                                     | 1.591                                  | 20          | 740                      |
| 38          | Rorà           | 4              | 1.467                       | 1.247                     | 367                                           | 73                                       | 807                                    | 15          | 220                      |
| 39          | Bagnolo        | 2              | 3.500                       | 2.730                     | 1.190                                         | 560                                      | 980                                    | 22          | 770                      |
| 40          | Bagnolo        | 2              | 900                         | 720                       | 180                                           | 360                                      | 180                                    | 20          | 180                      |
| 41          | Bagnolo        | 1              | 700                         | 567                       | 301                                           | n.d.                                     | 273                                    | 19          | 133                      |
| 42          | Bagnolo        | 2              | 3.585                       | 3.585                     | 72                                            | 1.076                                    | 2.438                                  | n.d.        | n.d.                     |
| 43          | Bagnolo        | 2              | 7.679                       | 7.679                     | 154                                           | 384                                      | 7.141                                  | n.d.        | n.d.                     |
| 44          | Bagnolo        | n.d.           | 10.860                      | 3.801                     | 3.801                                         | n.d.                                     | n.d.                                   | 65          | 7.059                    |
| 45          | Rorà           | n.d.           | 480                         | 408                       | 288                                           | n.d.                                     | 120                                    | 15          | 72                       |
| 46          | Bagnolo        | 2              | 4.600                       | 3.220                     | 1.840                                         | 920                                      | 460                                    | 30          | 1.380                    |
| 47          | Bagnolo        | 2              | 3.600                       | 2.520                     | 1.440                                         | 720                                      | 360                                    | 30          | 1.080                    |
| 48          | Bagnolo        | 2              | 180                         | 169                       | 169                                           | n.d.                                     | n.d.                                   | 6           | 11                       |
| 49          | Bagnolo        | 1              | 6.403                       | 6.403                     | 192                                           | 448                                      | 5.763                                  | n.d.        | n.d.                     |
| 50          | Rorà           | 2              | 1.681                       | 1.378                     | 165                                           | n.d.                                     | 1.194                                  | 18          | 303                      |
| 51          | Bagnolo        | 2              | 4.106                       | 2.464                     | 1.273                                         | n.d.                                     | 1.191                                  | 40          | 1.642                    |
| Totale      |                | 108            | 212.903                     | 163.643                   | 55.521                                        | 28.355                                   | 70.644                                 |             | 49.260                   |



Tabella 4.3- Laboratori del bacino Luserna- Infernotto

| Codice laboratorio | Comune     | Totale addetti | Cave proprie (%) | Altre cave locali (%) | Blocchi riquadrati | Lastre  |         | Mosaico irregolare |         | Cordoli |         | Cubetti |         | Totale materiale |
|--------------------|------------|----------------|------------------|-----------------------|--------------------|---------|---------|--------------------|---------|---------|---------|---------|---------|------------------|
|                    |            |                |                  |                       | m3                 | m2      | eq. m"3 | m"2                | eq.m "3 | t       | eq.m "3 | t       | eq. m"3 | m"3              |
| 001                | Bagno o    | 13             | 100              | -                     | 200                | 29.000  | 1.450   | 3.000              | 150     | 250     | 95      | -       | -       | 1.895            |
| 002                | Luserna S. | 1              | 100              | -                     | -                  | -       | -       | -                  | -       | -       | -       | -       | -       | -                |
| 003                | Bagnolo    | 15             | 100              | -                     | 407                | 58.000  | 2.900   | -                  | -       | -       | -       | -       | -       | 3.307            |
| 004a               | Cavour     | 6              | 100              | -                     | 50                 | 5.000   | 250     | 2.000              | 100     | 5.000   | 1.894   | -       | -       | 2.294            |
| 004b               | Cavour     | 2              | 100              | -                     | 50                 | 10.000  | 500     | 1.000              | 50      | -       | -       | -       | -       | 6100             |
| 005                | Barge      | 5              | 90               | 10                    | -                  | 10.000  | 500     | 8.000              | 400     | 20      | 8       | 400     | 152     | 1.059            |
| 007                | Bagnolo    | 9              | 100              | -                     | -                  | 8.000   | 400     | 2.800              | 140     | 120     | 45      | -       | -       | 585              |
| 008                | Bagnolo    | 6              | 80               | 20                    | 150                | 25.804  | 1.290   | 14.947             | 747     | -       | -       | 82      | 31      | 2.219            |
| 009                | Bagnolo    | 10             | 100              | -                     | -                  | 12.443  | 622     | 340                | 17      | 3.635   | 1.377   | -       | -       | 2.016            |
| 010                | Bagnolo    | 8              | 100              | -                     | 100                | -       | -       | 80.000             | 4.000   | -       | -       | -       | -       | 4.100            |
| 011                | Barge      | 5              | 100              | -                     | -                  | 9.000   | 450     | 2.000              | 100     | -       | -       | -       | -       | 550              |
| 012                | Bagno o    | 3              | 100              | -                     | -                  | -       | -       | 8.000              | 400     | -       | -       | -       | -       | 400              |
| 013                | Bagno o    | 9              | 80               | 20                    | -                  | 13.000  | 650     | 14.000             | 700     | -       | -       | -       | -       | 1.350            |
| 014                | Luserna S. | 4              | 100              | -                     | 590                | 445     | 22      | -                  | -       | -       | -       | -       | -       | 612              |
| 015                | Barge      | 6              | 50               | 50                    | -                  | 5.700   | 285     | 34.990             | 1.750   | 180     | 68      | 670     | 254     | 2.356            |
| 016                | Luserna S. | -              | 100              | -                     | -                  | -       | -       | -                  | -       | -       | -       | -       | -       | -                |
| 017                | Bibiana    | 1              | 100              | -                     | -                  | 290     | 15      | 700                | 35      | -       | -       | -       | -       | 50               |
| 018                | Luserna S. | 2              | 100              | -                     | -                  | 250     | 13      | 2.500              | 125     | -       | -       | -       | -       | 138              |
| 019                | Bagnolo    | 5              | 100              | -                     | 60                 | -       | -       | 22.000             | 1.100   | -       | -       | -       | -       | 1.160            |
| 020                | Bagnolo    | 15             | 100              | -                     | 500                | 20.000  | 1.000   | 5.000              | 250     | 1.000   | 379     | 50      | 19      | 2.148            |
| 021                | Bagnolo    | 2              | 100              | -                     | 1.500              | 1.600   | 80      | 3.000              | 150     | 240     | 91      | -       | -       | 1.821            |
| 022                | Bagno o    | 1              | 100              | -                     | -                  | -       | -       | 10.000             | 500     | -       | -       | -       | -       | 500              |
| 023                | Bagnolo    | 6              | 100              | -                     | 350                | 4.500   | 225     | 40.000             | 2.000   | -       | -       | 300     | 114     | 2.689            |
| 024                | Barge      | 2              | 90               | 10                    | -                  | -       | -       | 30.000             | 1.500   | 500     | 189     | -       | -       | 1.689            |
| 025                | Bibiana    | 2              | 100              | -                     | -                  | -       | -       | -                  | -       | -       | -       | -       | -       | -                |
| 026                | Barge      | 4              | 95               | 5                     | 480                | 95      | 5       | 90                 | 5       | -       | -       | -       | -       | 489              |
| 027                | Bagnolo    | 2              | 100              | -                     | -                  | 128.000 | 6.400   | 12.500             | 625     | -       | -       | -       | -       | 7.025            |
| 028                | Bagnolo    | 2              | 100              | -                     | 68                 | 102     | 5       | 2.312              | 116     | 74      | 28      | -       | -       | 217              |
| 029                | Bagno o    | -              | 100              | -                     | -                  | -       | -       | -                  | -       | -       | -       | -       | -       | -                |
| 030                | Bagnolo    | 4              | 100              | -                     | 75                 | 7.240   | 362     | 268                | 13      | -       | -       | -       | -       | 450              |
| 031                | Luserna S. | 10             | 40               | 60                    | 22                 | 621     | 31      | 2.453              | 123     | -       | -       | 288     | 109     | 285              |
| 032                | Bagnolo    | 12             | 95               | 5                     | 126                | 1.1500  | 575     | 8.200              | 410     | 5       | 2       | -       | -       | 1.113            |
| 033                | Barge      | 6              | 100              | -                     | -                  | -       | -       | 5.000              | 250     | 45      | 17      | 400     | 152     | 419              |
| 034                | Bagnolo    | 1              | 100              | -                     | 207                | 1.373   | 69      | 1.827              | 91      | -       | -       | -       | -       | 167              |
| 035                | Barge      | 11             | 100              | -                     | 280                | 4.498   | 225     | 1.070              | 54      | 350     | 133     | 1.947   | 738     | 1.428            |
| 036                | Barge      | 27             | 90               | 10                    | -                  | 925     | 46      | 272.945            | 13.647  | -       | -       | 820     | 311     | 14.004           |
| 037                | Luserna S. | 1              | 100              | -                     | 25                 | 920     | 46      | 1.970              | 99      | -       | -       | -       | -       | 170              |
| 038                | Bagno o    | 22             | 97               | 3                     | -                  | 40.350  | 2.018   | 14.000             | 700     | 22.500  | 8.523   | 768     | 291     | 11.531           |
| 039                | Bagno o    | 2              | 100              | -                     | -                  | 658     | 33      | 1.153              | 58      | -       | -       | -       | -       | 91               |
| 041                | Rorà       | 2              | 100              | -                     | -                  | 630     | 32      | 700                | 35      | -       | -       | -       | -       | 67               |
| 043a               | Luserna S. | 1              | 100              | -                     | -                  | 495     | 25      | 2.658              | 133     | -       | -       | -       | -       | 158              |
| 043b               | Luserna S. | 5              | 100              | -                     | -                  | 4.491   | 225     | 25.290             | 1.265   | -       | -       | -       | -       | 1.489            |
| Totale             |            | 250            |                  |                       | 5.240              | 414.930 | 20.747  | 636.713            | 31.836  | 33.919  | 12.848  | 5.725   | 2.169   | 72.839           |

#### 4.3.2 PRODUZIONE DI CAVA E RELATIVA OCCUPAZIONE

Per un opportuno raccordo tra l'analisi storica effettuata e la realtà attuale, nella seguente analisi della produzione di cava e della relativa occupazione verranno messi a confronto, ove disponibili, i dati del 1997 con quelli storici del 1975- 76.

Dal censimento, nelle schede relative alle singole cave nel 1997, risultano abbattuti 212.903 m<sup>3</sup> di gneiss ripartito come segue (figura 4.1.a):

- 32% di materiale idoneo allo spacco naturale;
- 13% di materiale idoneo alla segagione;
- 33% di scarto utilizzato come massi da scogliera;
- 22% di scarto posto a discarica (sfrido).

Si noti che nel 1975- 76 lo sfrido rappresentava il 49% dell'abbattuto. Le tipologie di prodotti utili sono difficilmente confrontabili nelle figure 4.1.a e 4.1.b perché nel 1975- 76 il materiale spesso veniva ancora parzialmente lavorato in cava ed era segato esclusivamente al telaio, con conseguenti vincoli nella dimensione dei blocchi; quindi la voce "blocchi" comprendeva sia i blocchi da segagione, sia quelli destinati allo spacco naturale nei laboratori a valle.

Il dato relativo all'abbattuto totale nel 1997, depurato della percentuale di sfrido e massi da scogliera e convertito in peso secondo il valore di 2,64 t/m<sup>3</sup>, permette di calcolare una quantità di "pietre da lavoro" di 252.929 t, in sostanziale accordo con la somma delle produzioni assoggettate al pagamento del diritto di escavazione dichiarate dai Comuni di Bagnolo, Luserna S. G. e Rorà (246.603 t).



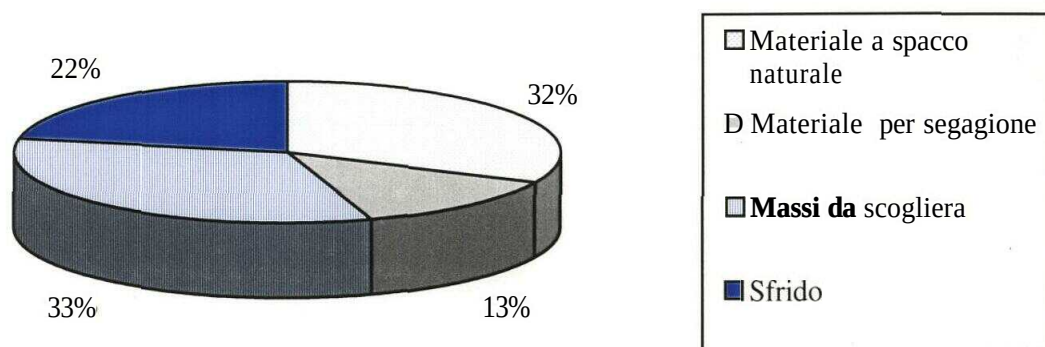


Figura 4. La - Ripartizione dell'abbattuto per tipo di prodotti (1997).

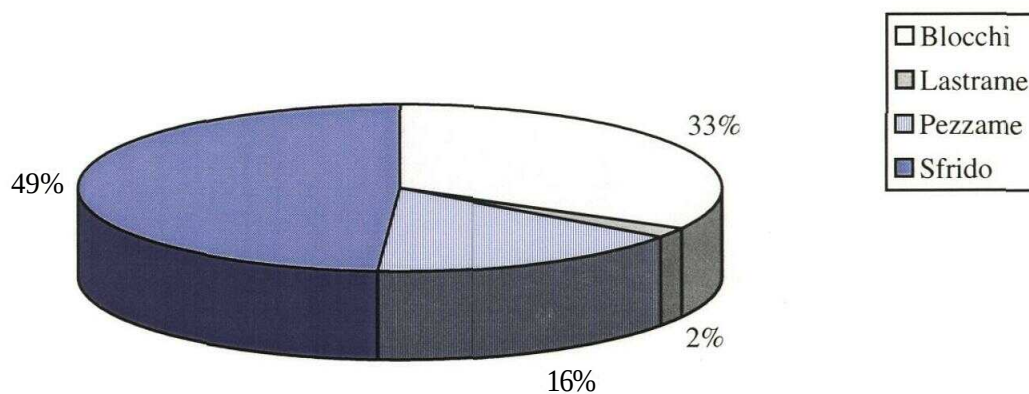


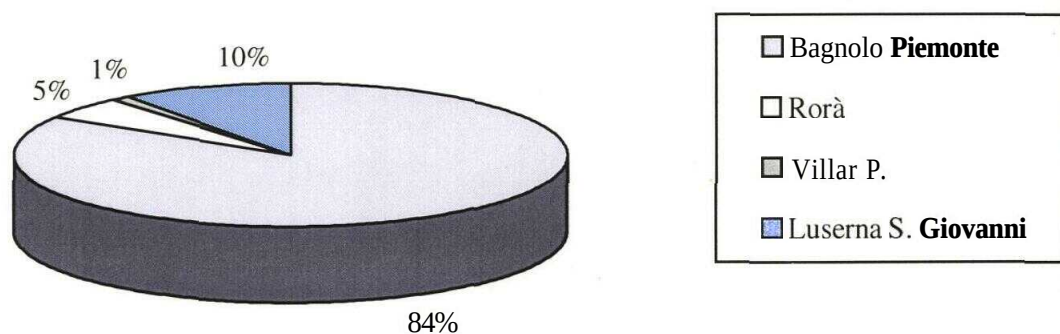
Figura 4. 1.b - Ripartizione dell'abbattuto per tipo di prodotti (1975-76).



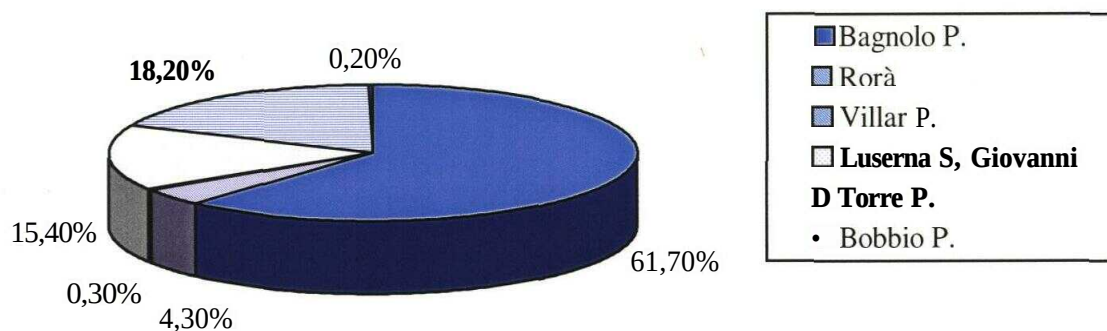
Le quantità abbattute si dividono nei Comuni del bacino secondo quanto riportato nella figura 4.2.a. Si noti, rispetto la figura 4.2.b, il notevole incremento della produzione di Bagnolo e l'azzeramento di quella di Torre Pellice, causata dalla chiusura delle cave imposta dall'Amministrazione Comunale per ragioni paesaggistiche, verso la fine degli Anni Settanta.

Le cave che sono state oggetto del censimento nel 1997 sono 58 di cui 9 hanno dichiarato "produzione zero" e pertanto sono state considerate "a riposo" durante l'anno del censimento. Nel seguito tutti i valori medi forniti vengono quindi calcolati sulla base di 49 cave operanti.

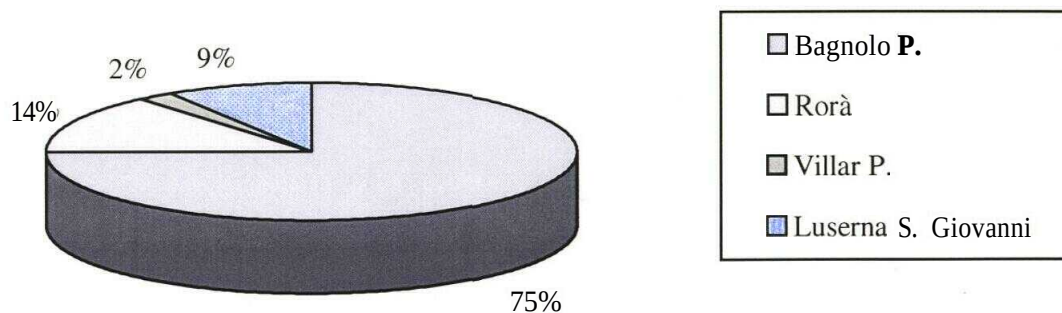
La distribuzione delle cave per Comune (figura 4.3.a) rispecchia sostanzialmente quella della produzione, essendo modesta la differenza tra i valori di produzione media per cava nei diversi comuni. Significativamente elevata appare invece la produzione delle cave di Torre Pellice nel 1975- 76 (figura 4.2.b).



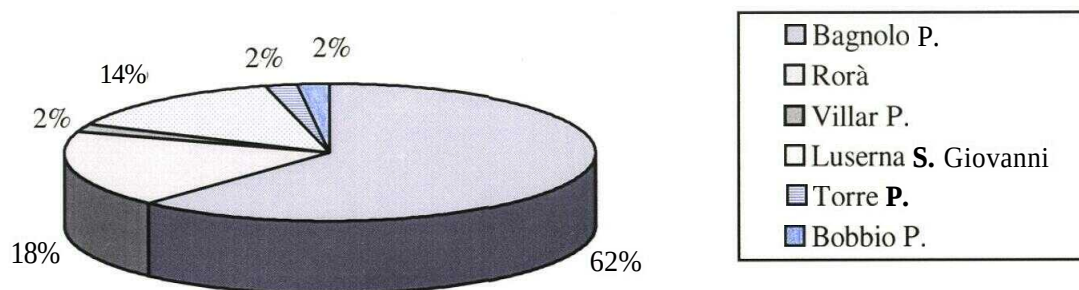
**Figura 4.2.a - Distribuzione della produzione nei Comuni del bacino (1997).**



**Figura 4.2.b - Distribuzione della produzione nei Comuni del bacino (1975-76).**



**Figura 4.3.a - Distribuzione percentuale delle cave nei Comuni del bacino (1997).**



**Figura 4.3.b - Distribuzione percentuale delle cave nei Comuni del bacino (1975- 76).**

L'abbattuto medio di ogni cava operante nel 1997 risulta di  $4.345 \text{ m}^3$  con la deviazione standard di  $3.973 \text{ m}^3/\text{cava}$ , ciò che indica grandi differenze nelle produzioni delle singole cave del bacino.

Dalla figura 4.4.a emerge che nella maggioranza delle cave l'abbattuto è inferiore alla media. Si nota inoltre che la distribuzione delle cave nelle classi in abbattuto è circa omogenea per valori di abbattuto inferiori a  $4000 \text{ m}^3/\text{a}$ . Al di sopra di questo valore si riescono ad individuare solo altre due classi con una produzione compresa tra  $4.001$  e  $8.000 \text{ m}^3$  (20% circa delle cave) e l'altra con produzione maggiore di  $8000 \text{ m}^3$  (15% circa).

Il confronto con la figura 4.4.b evidenzia una drastica riduzione nella percentuale delle cave con basse produzioni ( $<1.000 \text{ m}^3/\text{a}$ ) che scende dal 75% del 1975-76 al 16% nel 1997 e un significativo incremento nella percentuale delle cave con produzione  $> 4.000 \text{ m}^3$  che passa dal 10% del 1975-76 a circa il 35% nel 1997.



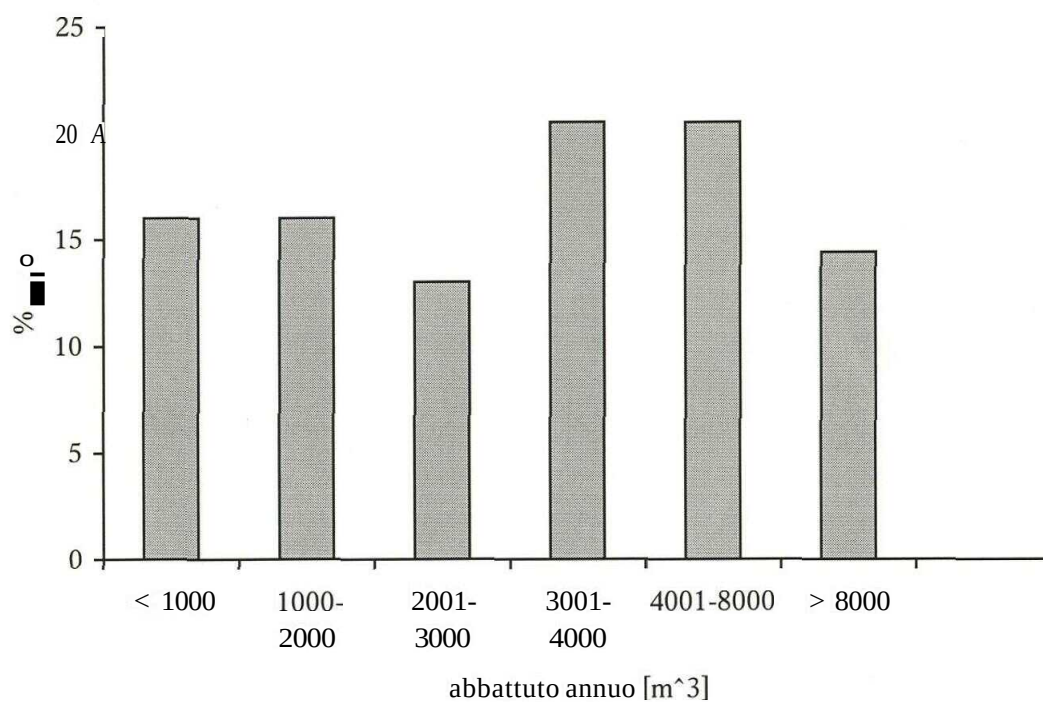


Figura 4.4.a - Frequenza delle cave per classi di abbattuto annuo (1997).

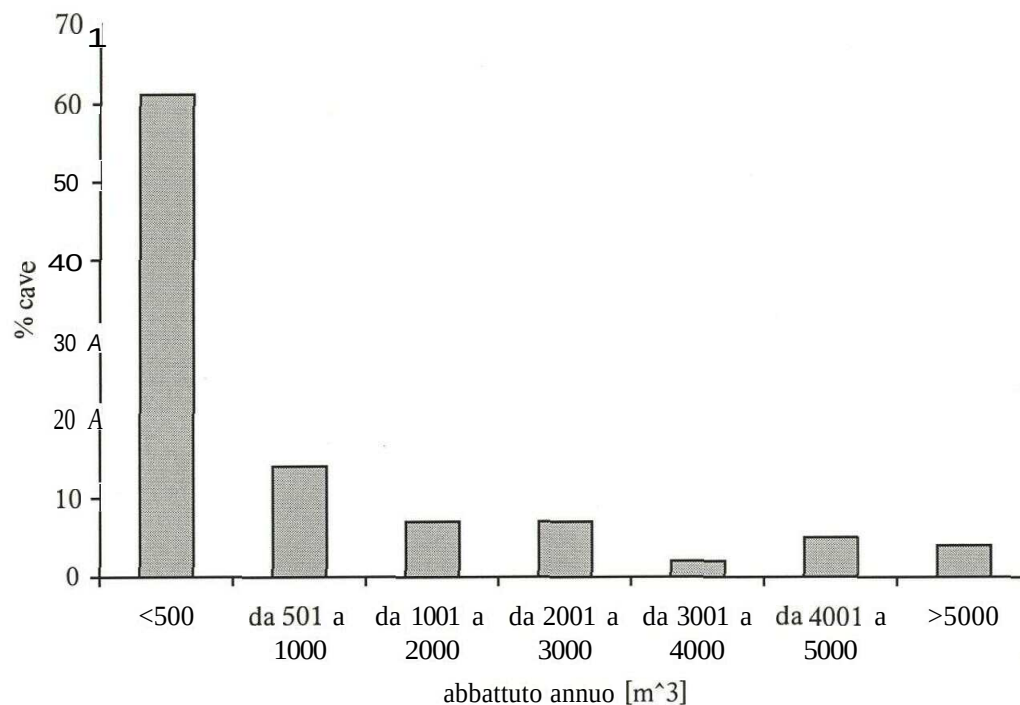


Figura 4.4.b - Frequenza delle cave per classi di abbattuto annuo (1975- 76).



La potenza media installata in una cava risulta di circa 500 kW con deviazione standard di 467 kW.

Dalla figura 4.5.a emerge che nella maggioranza delle cave la potenza installata è inferiore alla media, con prevalenza delle classi con più bassa potenza: nel 34% delle cave la potenza è inferiore a 200 kW e nel 29% compresa tra 200 kW e 400 kW.

Il confronto con la figura 4.5.b è particolarmente significativo: nel 1975-76 l'85% delle cave aveva potenza installata inferiore a 200 CV e il 38% inferiore a 25 CV (*BARISONE et al.*, 1979).

Il consumo di gasolio, unica fonte energetica del bacino, nel 1997 è stato di 1.041.400 l.

Con idonea formula il quantitativo di gasolio è stato trasformato in kWh, per facilitare eventuali confronti con altri bacini (figure 4.6.a e 4.6.b).

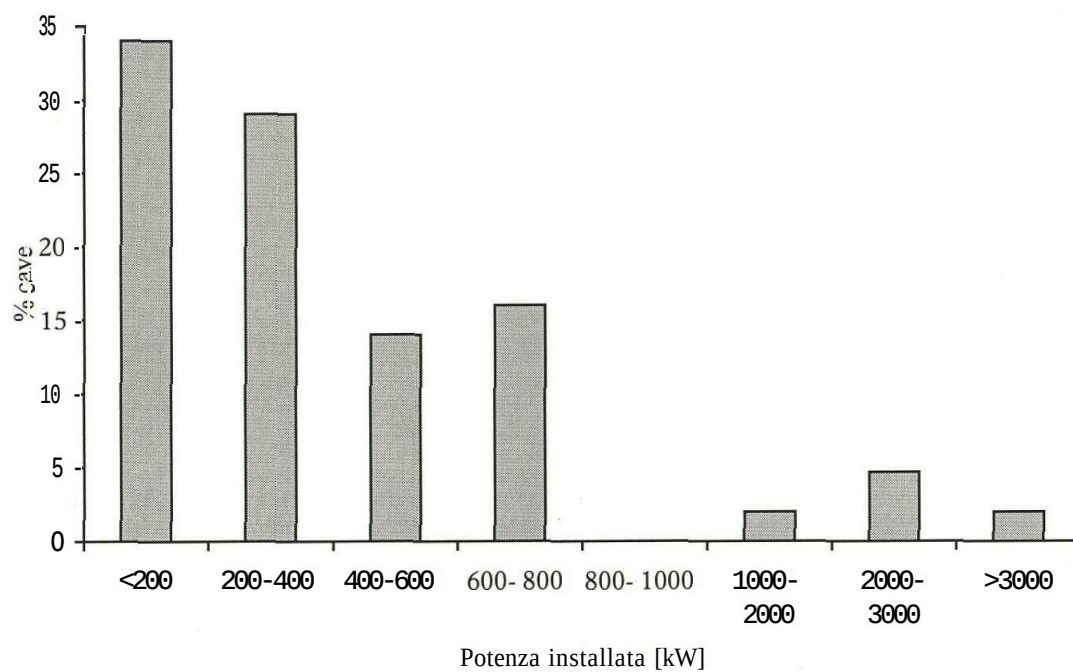


Figura 4.5.a - Frequenza relativa delle cave per classi di potenza installata (1997).

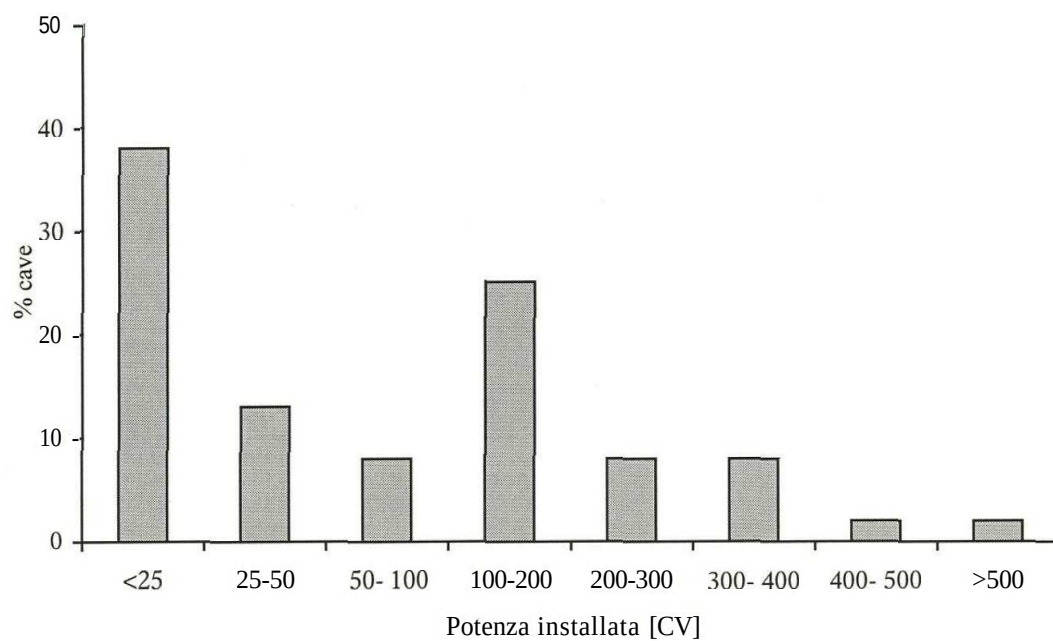


Figura 4.5.b - Frequenza relativa delle cave per classi di potenza installata, in CV (1975- 76).

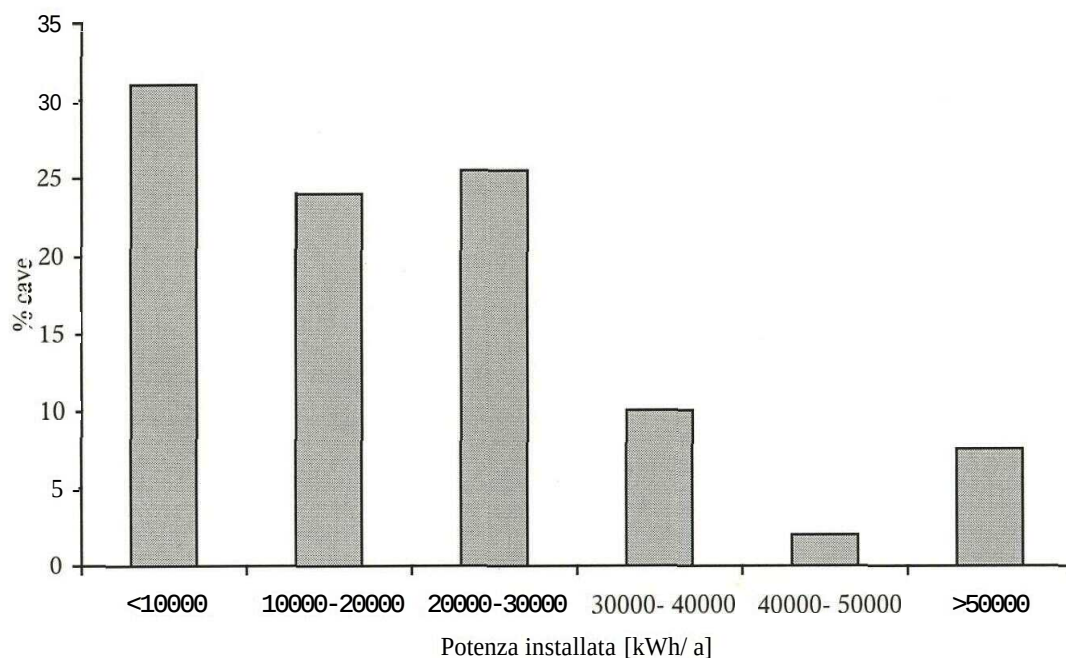


Figura 4.6.a - Frequenza relativa delle cave per classi di consumo energetico annuo (1997).

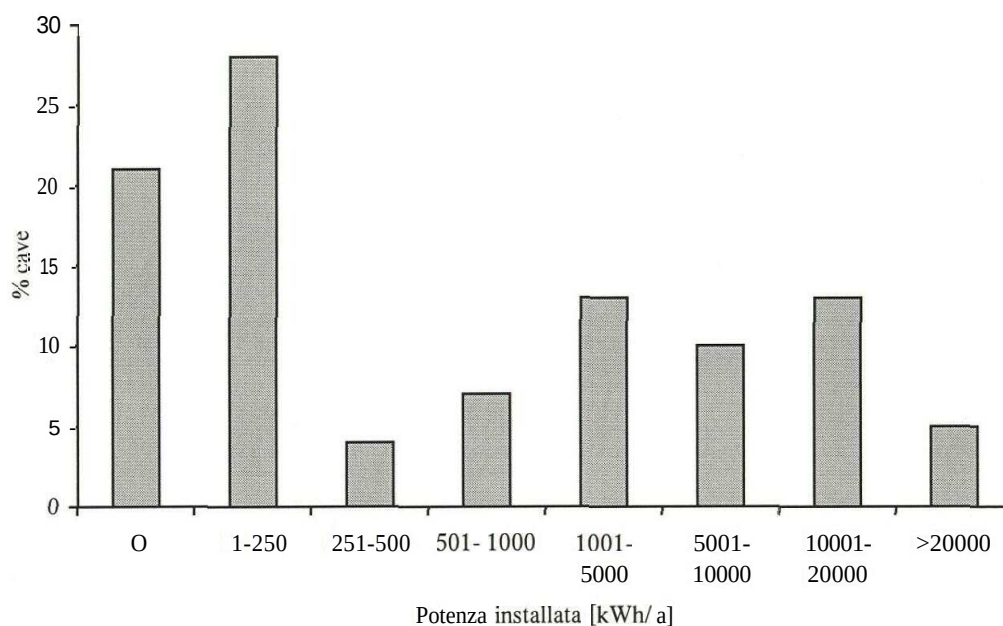


Figura 4.6.b - Frequenza relativa delle cave per classi di consumo energetico annuo (1975- 76).

Le cave del bacino hanno occupato nel 1997 n° 108 addetti, tra famigliari e non, che risultano essere distribuiti nei Comuni come indicato dalla figura 4.7.a.

La distribuzione degli occupati, come appare logico, ricalca sostanzialmente quella della produzione (figura 4.2.a). Per confronto si riporta anche la situazione nel 1975- 76 (figura 4.7.b). La produzione media per addetto è di 1.935 m<sup>3</sup>.

Nella figura 4.8.a e 4.8.b vengono mostrate le correlazioni tra abbattuto/addetti per cava nel 1997 e nel 1975- 76 ed entrambe mostrano una forte dispersione dei dati. Nella figura 4.8.a è possibile individuare un minimo intorno a 200 m<sup>3</sup> e un massimo dell'ordine di 6.000 m<sup>3</sup>.

Rispetto ai dati del 1975- 76 (figura 4.8.b) la produttività media e massima risultano all'incirca triplicate.



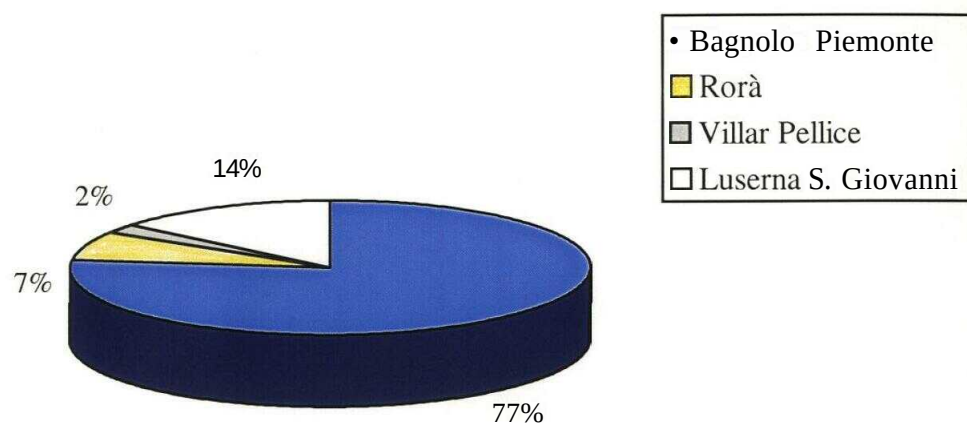


Figura 4.7.a - Distribuzione degli occupati nelle cave per Comuni del bacino (1997).

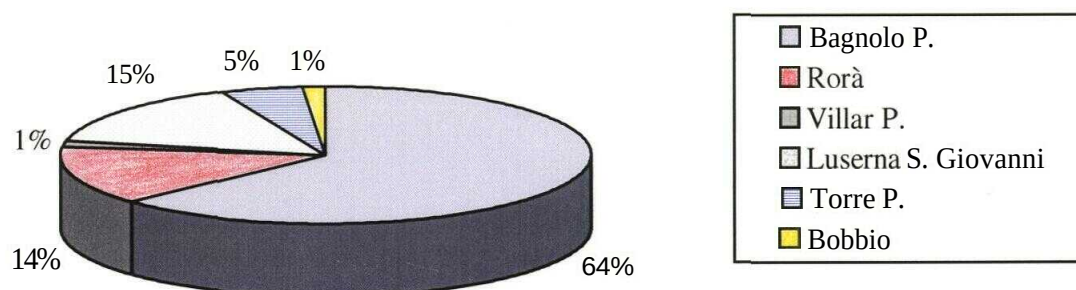


Figura 4.7.b - Distribuzione degli occupati nelle cave per Comuni del bacino (1975- 76).



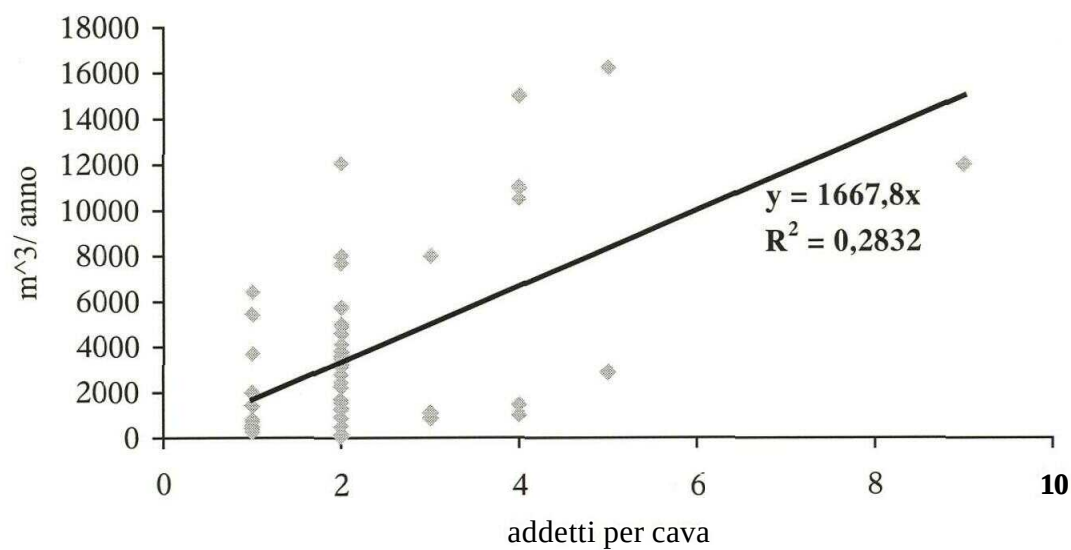


Figura 4.8.a- Abbattuto annuo per addetto (1997).

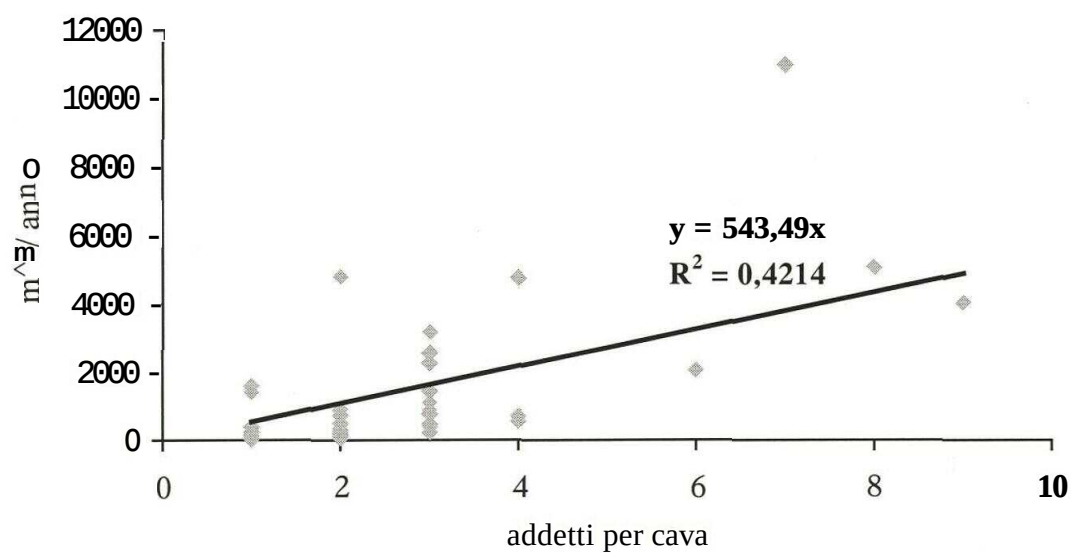


Figura 4.8.b - Abbattuto annuo per addetto (1975- 76).

Il dato che, dallo studio delle schede, risulta caratterizzare in modo migliore le dimensioni di una cava è il numero di addetti (fig. 4.9.a). Si è pertanto cercato di trovare degli insiemi di numero di addetti a cui corrispondessero gruppi di cave omogenei rispetto ai parametri principali.

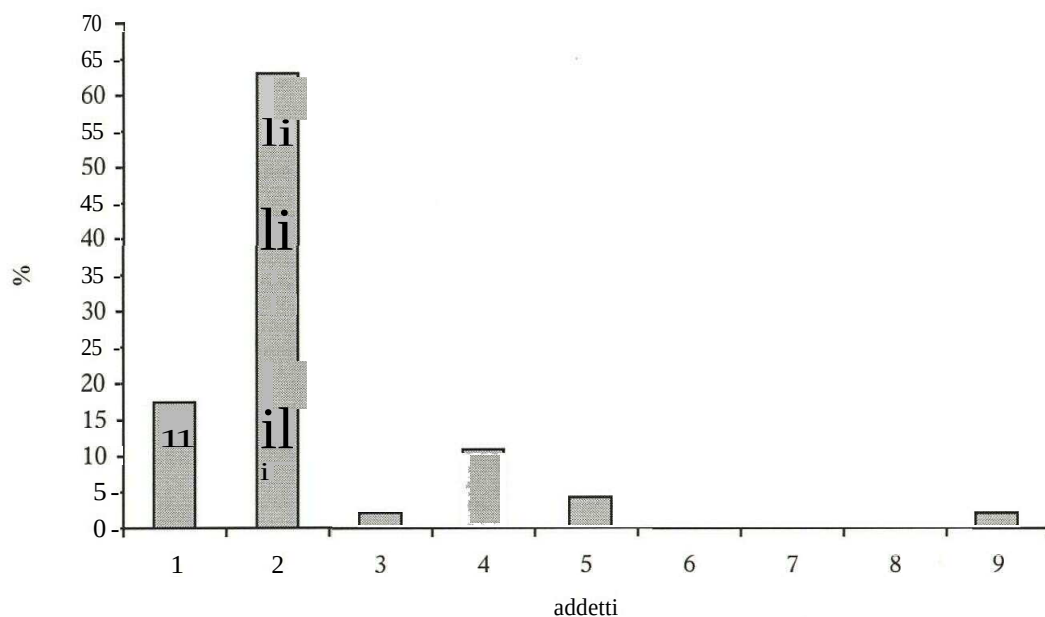


Figura 4.9.a - Frequenza relativa delle cave per numero di addetti (1997).

Per confronto viene riportato in Figura 4.10.b l'istogramma relativo al 1975-76

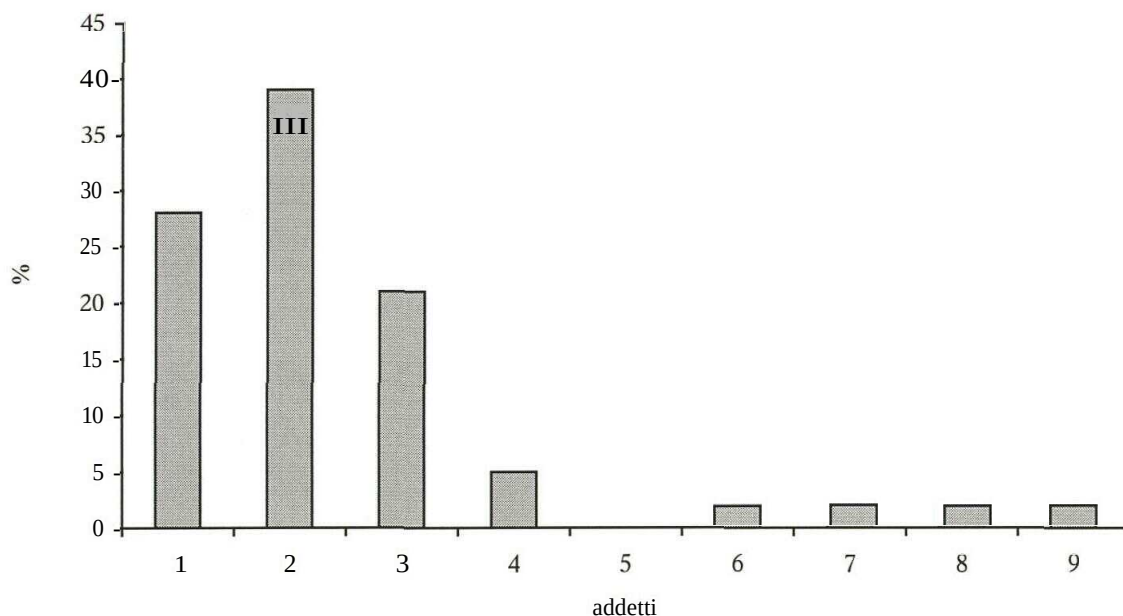


Figura 4.9.b - Frequenza relativa delle cave per numero di addetti (1975-76).

In base a quanto esposto le cave sono state divise in 3 classi:

- *Cave piccole*, con 1 o 2 addetti;
- *Cave medie*, con numero di addetti compreso fra 3 e 6;
- *Cave grandi*, con più di 6 addetti.

In figura 4.10.a sono riportate le loro frequenze sul totale delle cave del bacino.

Come si può notare dal confronto con la figura 4.10.b, vi è stato un notevole incremento nel numero delle cave piccole, a scapito delle medie e delle grandi, queste ultime attualmente ridotte a una sola unità.

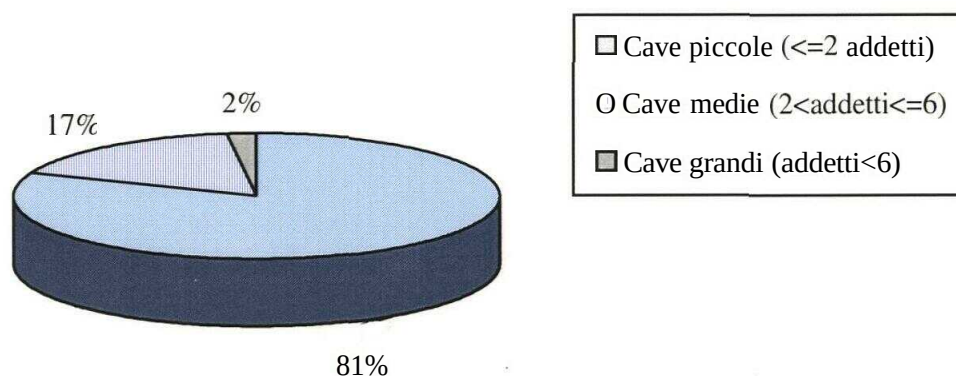


Figura 4.10.a - Frequenze percentuali delle classi di cava (1997).

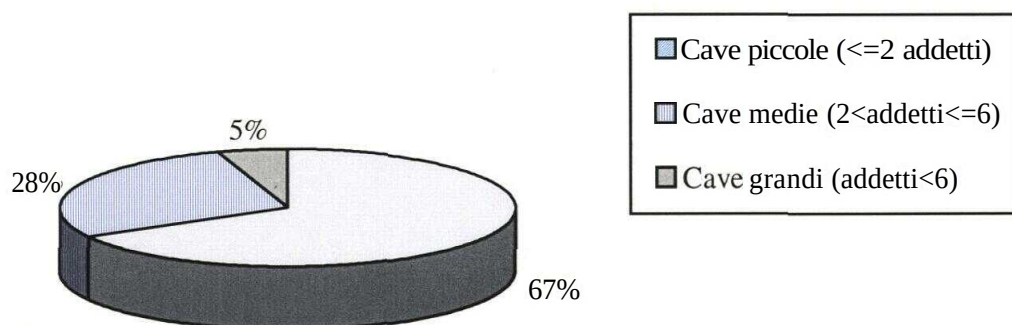


Figura 4.10.b - Frequenze percentuali delle classi di cava (1975-76).

Il contributo che ogni classe di cave dà alla produzione totale del bacino è rappresentato in figura 4.11.a, in cui si nota che la maggior parte dell'abbattuto annuo viene attualmente prodotto dalle cave piccole, mentre nel 1975-76 era prodotto dalle cave medie (fig. 4.11.b).

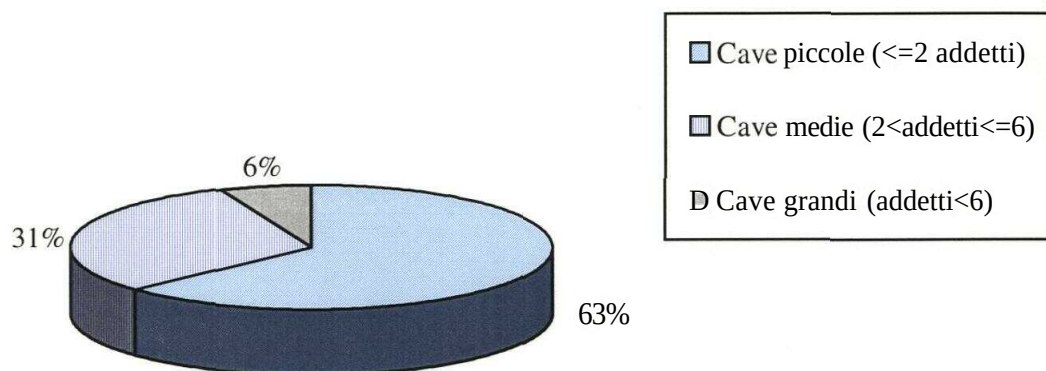


Figura 4.11.a. Materiale abbattuto per classi di cava (1997).

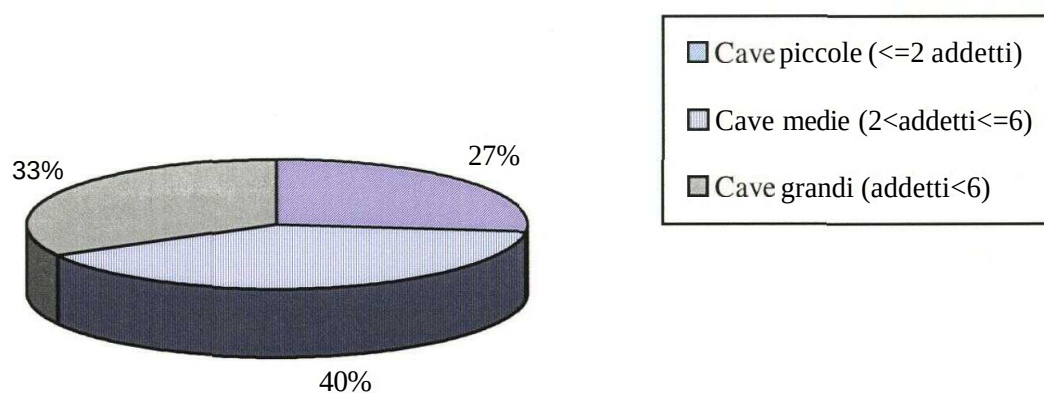


Figura 4.11.b - Materiale abbattuto per classi di cava (1975-76).

Si descriveranno ora nel dettaglio le tre classi di cave dando per ognuna di esse i valori medi e quelli estremi dei principali parametri rilevati nelle schede del censimento.



### Cave piccole

La quantità che mediamente ogni cava piccola abbatte annualmente è di circa  $3.400 \text{ m}^3$  con un minimo di  $180 \text{ m}^3$  ed un massimo di  $12.074 \text{ m}^3$ . La tipologia dell'abbattuto è suddivisa come mostra la figura 4.12.

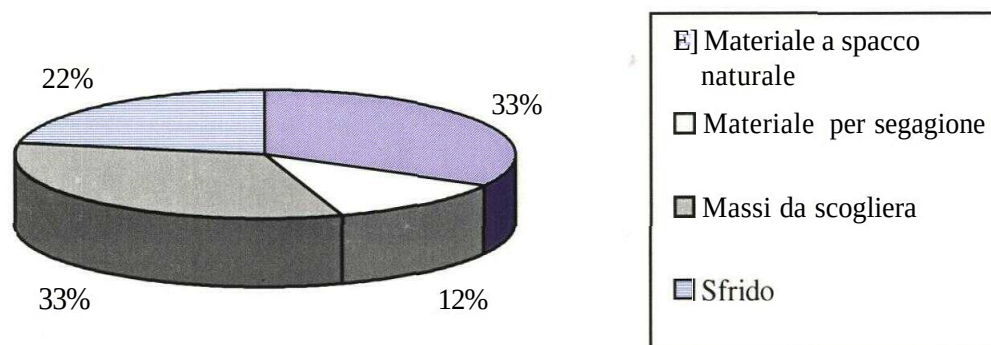


Figura 4.12- Ripartizione dell'abbattuto delle cave piccole (1997).

Si consumano circa 100 detonatori per far esplodere circa 5.200 m di miccia detonante e 280 kg di polvere nera e altri esplosivi. I fori da mina vengono fatti con n° 2-3 perforatrici e si consumano 130 m di fioretti.

Le cave piccole utilizzano mediamente n° 1 escavatore e n° 1 pala. Si consumano 210 l di lubrificanti e circa 17000 l di gasolio per una potenza diesel installata di 440 kW.

### Cave medie

Per le cave di media grandezza l'abbattuto annuo sale a circa  $8.300 \text{ m}^3$  fatti brillare da 15.400 m di miccia detonante e 830 kg di esplosivo con l'aiuto di 300 detonatori. I consumi di gasolio salgono a 42.000 l e quelli di lubrificanti a circa 400 l.

Si utilizzano in media n° 5 perforatrici, per un consumo di 720 m di fioretti, e n° 1 escavatore e n° 1 pala. La potenza totale installata è di 720 kW.

La tipologia dell'abbattuto è suddivisa come mostra la figura 4.13.



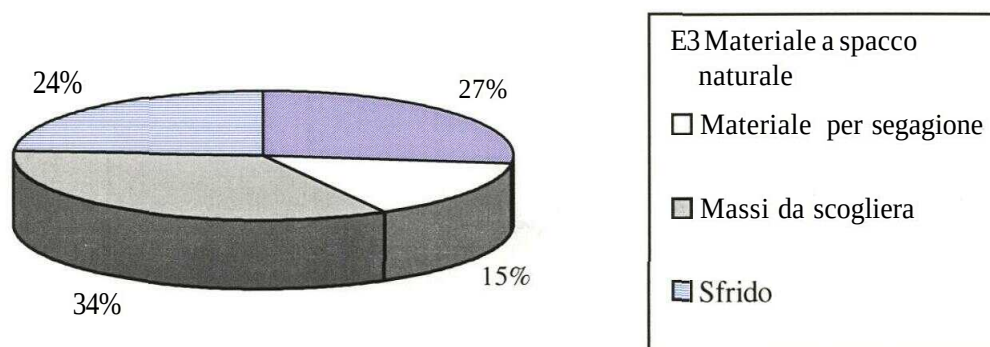


Figura 4.13- Ripartizione dell'abbattuto delle cave medie (1997).

#### Cave grandi

A questa classe appartiene un'unica cava che ha una produzione di 12.000 m<sup>3</sup> prevalentemente abbattuti con miccia detonante (54.000 m) e modesto uso di altro esplosivo (400 kg). Ha consumato n° 1.200 detonatori, 300 m di fioretti, 650 l di lubrificanti.

Il parco macchine è composto da n° 7 escavatori, n° 3 pale, n° 11 perforatrici che corrispondono ad una potenza diesel di 2.200 kW.

L'abbattuto è così suddiviso (figura 4.14):

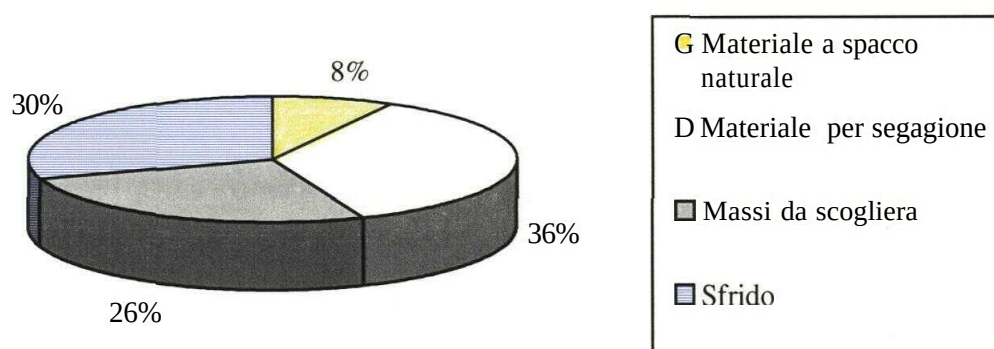


Figura 4.14- Ripartizione dell'abbattuto della cava grande (1997).

I grafici che seguono mettono in evidenza le principali caratteristiche delle tre classi di cave.

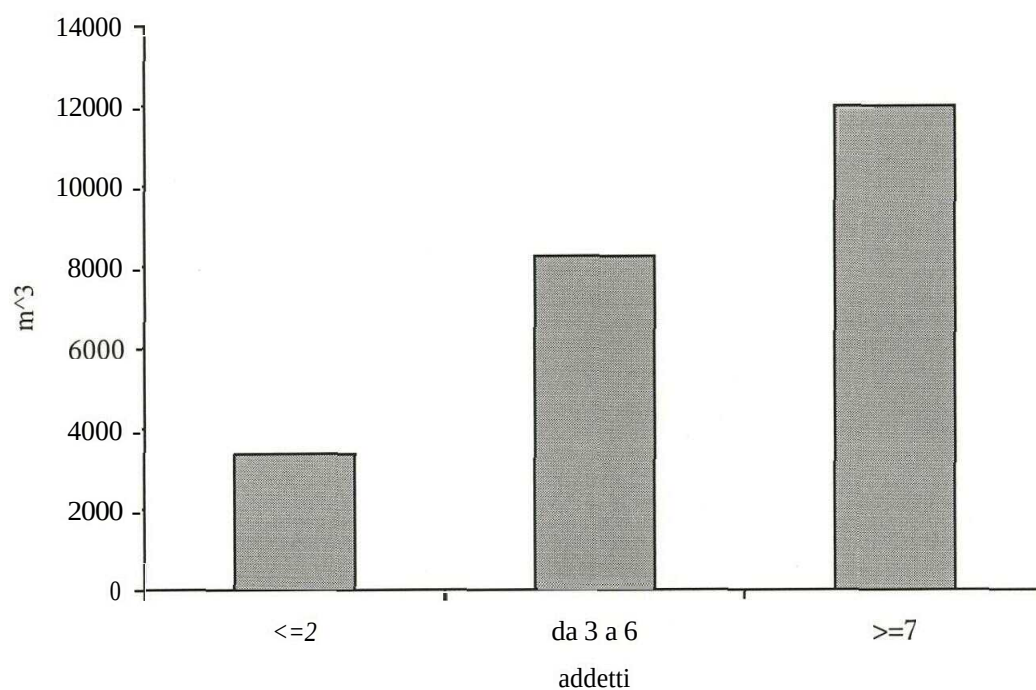


Figura 4.15.a- Quantità media di abbattuto per classi di cava (1997).

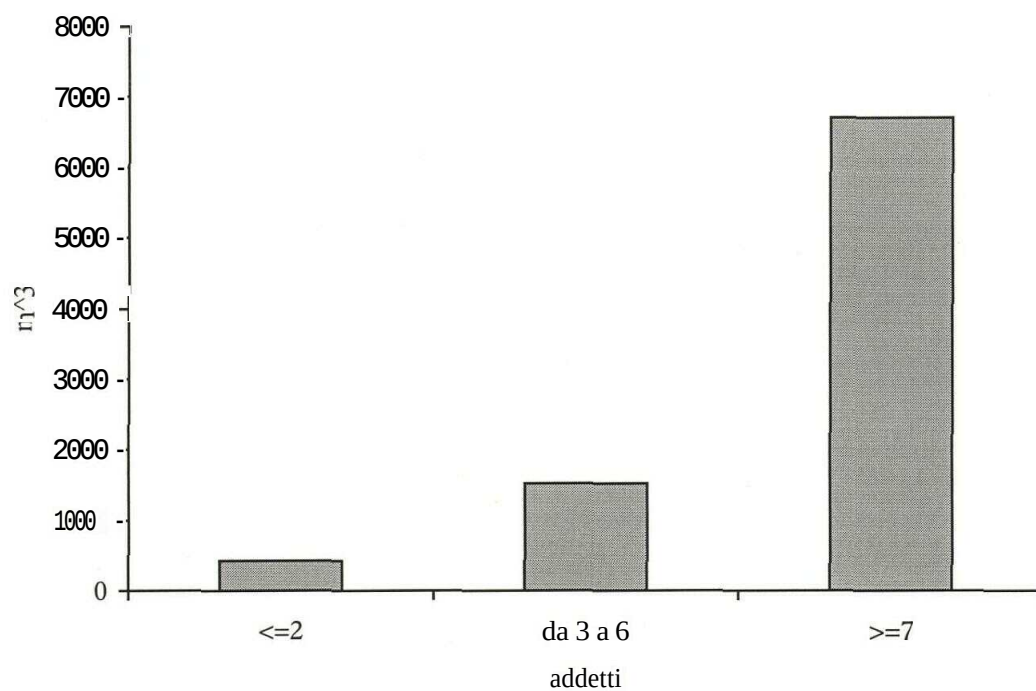


Figura 4.15.b- Quantità media di abbattuto per classi di cava (1975-76).

L'abbattuto cresce in maniera circa proporzionale con l'aumentare della dimensione della cave come si può constatare nella figura 4.15.a. Rispetto al 1975-76 (figura 4.15.b) si nota come l'incremento sia stato più significativo per le cave piccole e medie che per le grandi.

Dalle figure 4.12, 4.13 e 4.14 emerge chiaramente che all'aumentare delle dimensioni della cava diminuisce la produzione di materiale a spacco naturale. Si passa infatti da valori che superano il 30% per le cave piccole a circa il 26% per quelle medie per precipitare all'8% per quella grande. Dall'altra parte abbiamo, sempre al crescere delle dimensioni della cava, una crescita marcata per quanto riguarda la produzione di blocchi da segagione (si passa da circa 11% al 15% e poi al 36%).

Non si osservano rilevanti differenze nella produzione di blocchi da scogliera che rimane intorno al 30% per le diverse classi di cave (circa 30%, 34%, 26%), mentre si nota un aumento della produzione di sfrido dalle cave piccole a quelle grandi (circa 20%, 23%, 30%).

Nelle figure che seguono verranno messi a confronto, per le diverse classi di cava, i consumi di:

- esplosivo (fig. 4.16);
- miccia detonante (fig. 4.17.a);
- fioretti (4.18);
- gasolio (fig. 4.19).

Laddove possibile, è stato fornito anche il dato relativo al 1975- 76 (figure 4.16.b e 4.17.b).

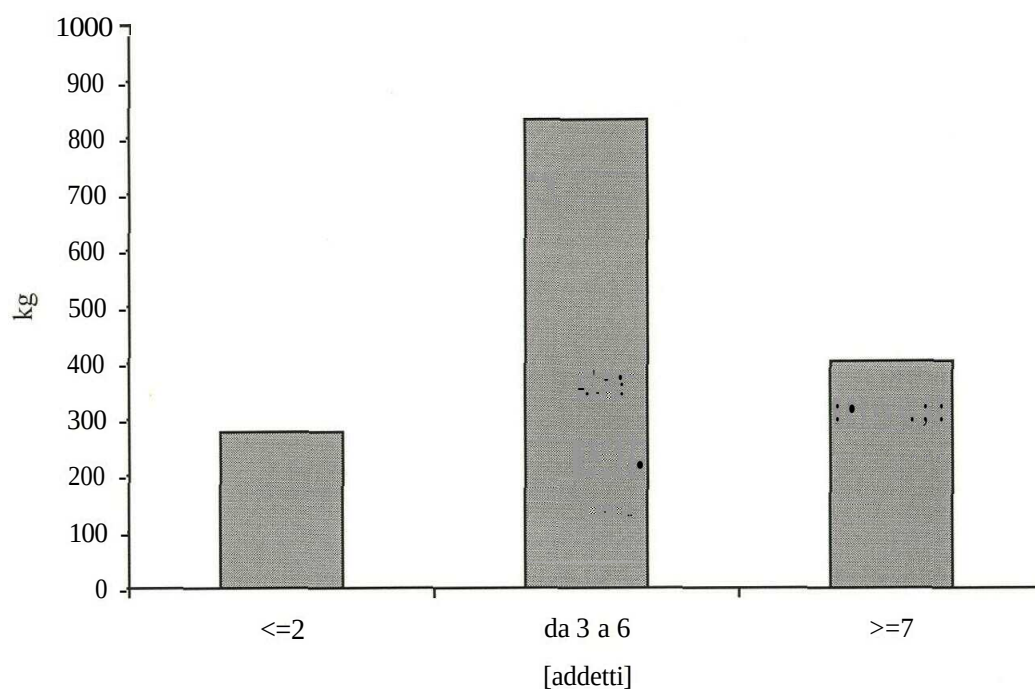


Figura 4.16.a- Consumo annuo medio di esplosivo per classi di cava (1997).

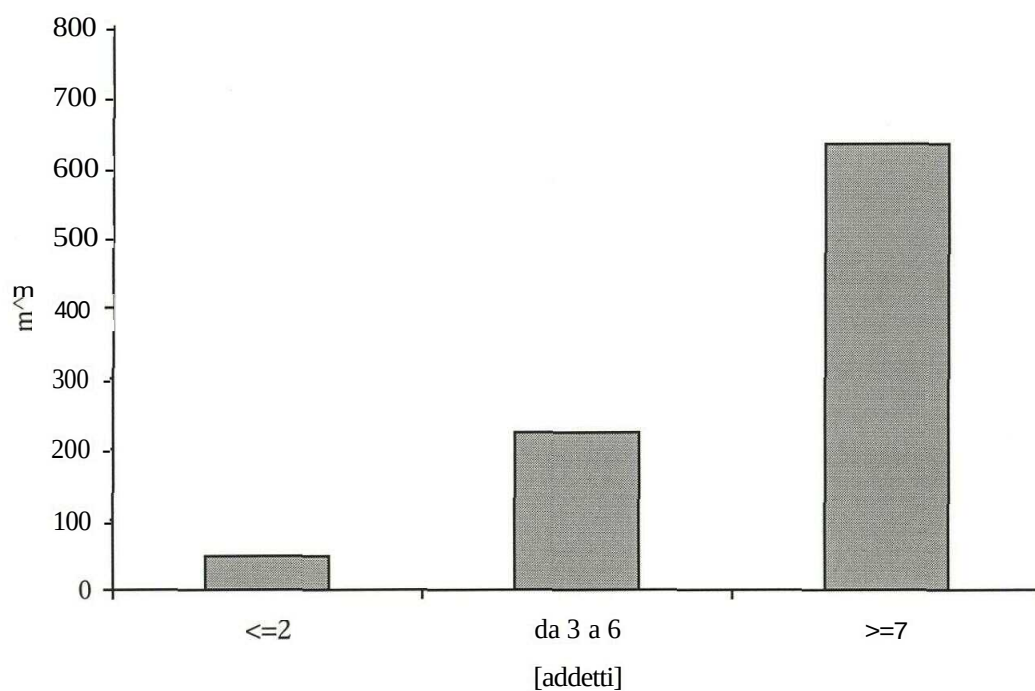


Figura 4.16.b- Consumo annuo medio di esplosivo per classi di cava (1975-76).



Il consumo di esplosivo diminuisce notevolmente dalle cave medie (figura 4.16.a) a quella grande perché quest'ultima classe utilizza prevalentemente miccia detonante (fig.4.17.a).

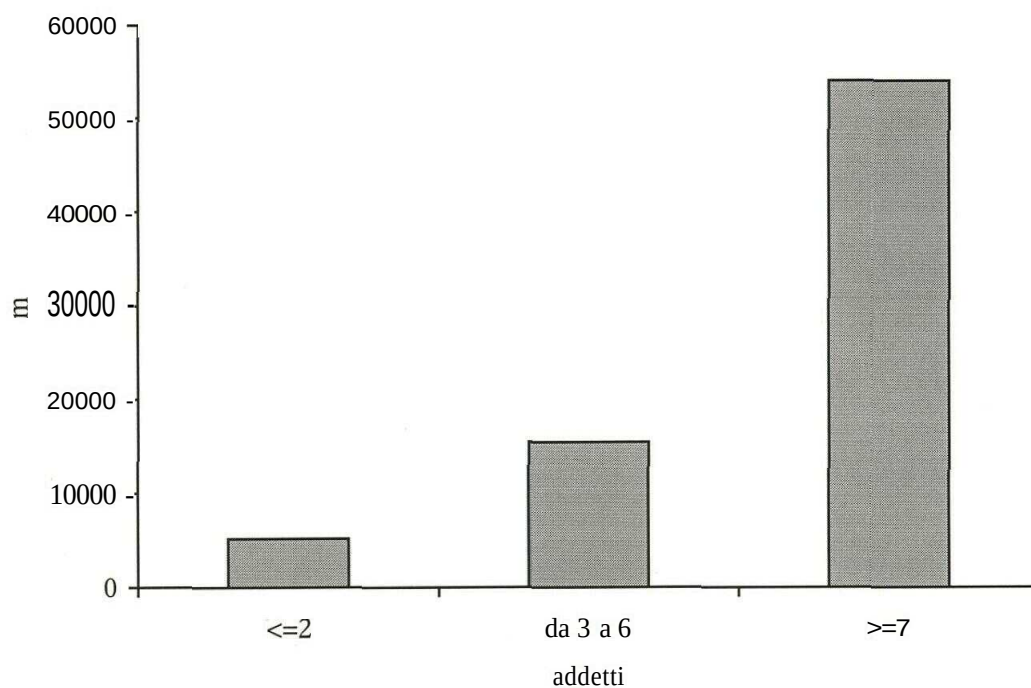


Figura 4.17.a- Consumo annuo medio di miccia detonante per classi di cava (1997).

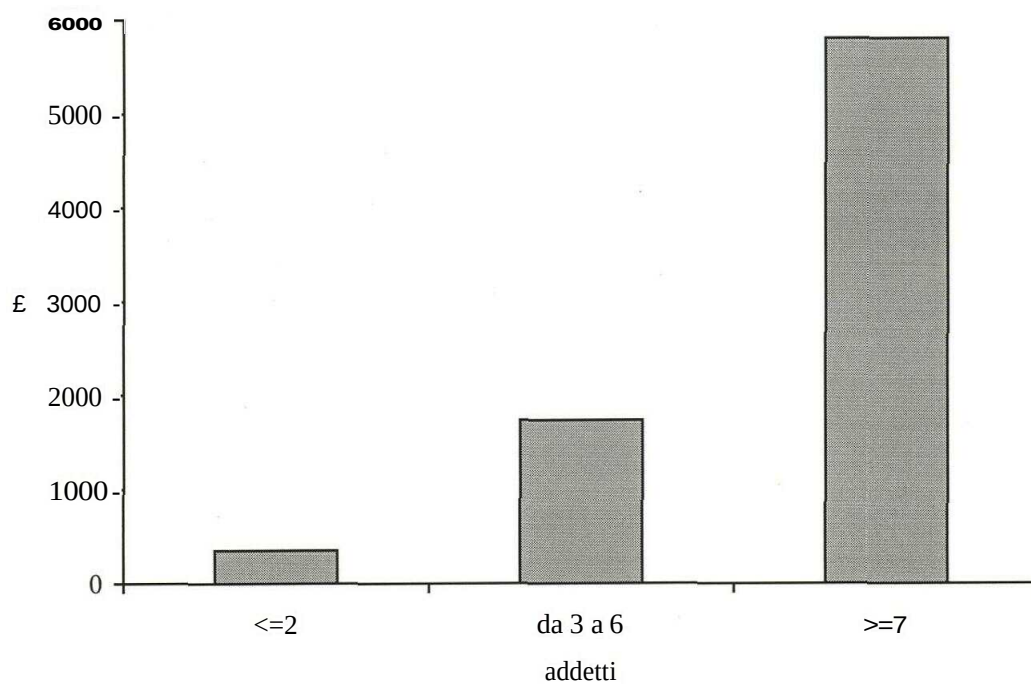


Figura 4.17.b- Consumo annuo medio di miccia detonante per classi di cava (1975-76).



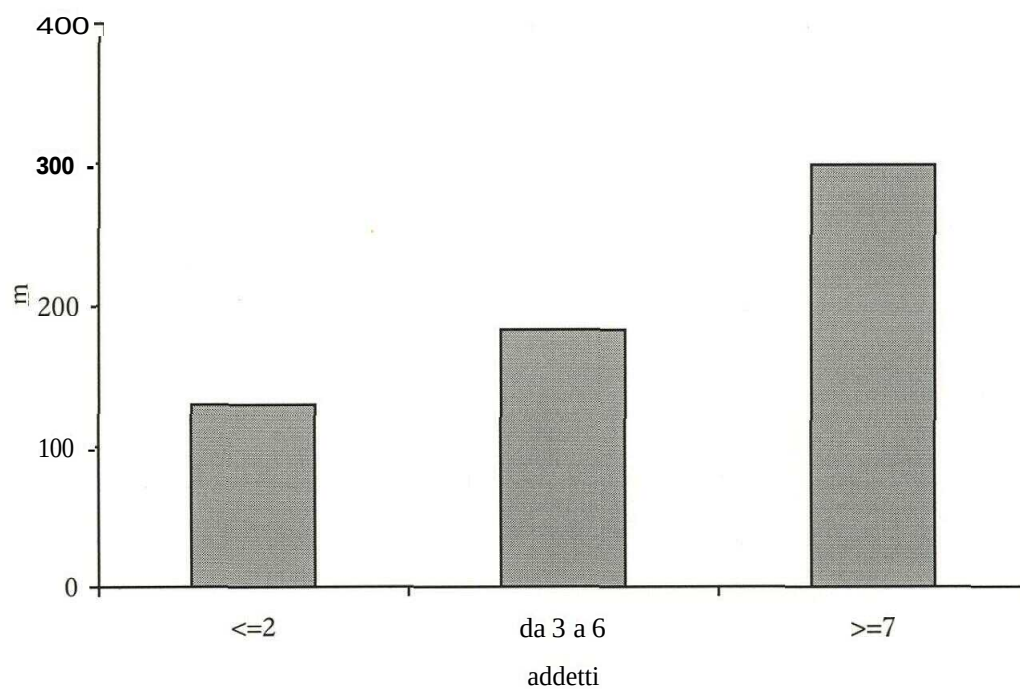


Figura 4.18- Consumo annuo medio di fioretti per classi di cava (1997).

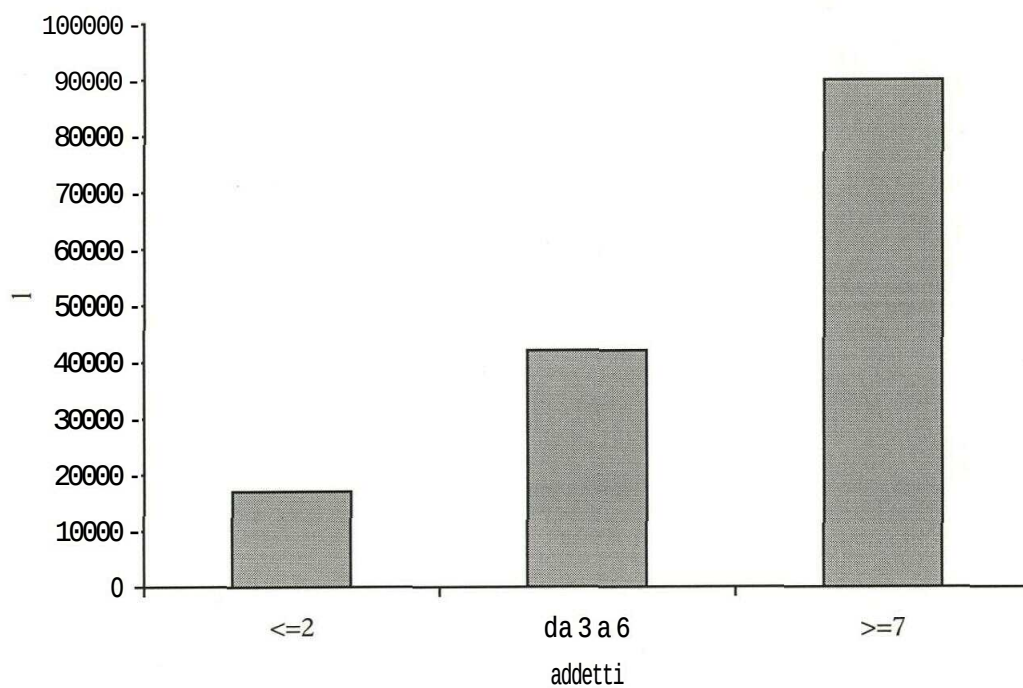


Figura 4.19- Consumo annuo medio di gasolio per classi di cava (1997).

### 4.3.3 POLI NEL BACINO

La quasi totalità delle cave del bacino è raggruppata nei poli individuati in tabella 4.4. (vedi Norme di Indirizzo volume 3)

Tabella 4.4. Quadro riassuntivo dei poli individuabili nel bacino.

| Polo           | N°. cave<br>attive | N°. imprese<br>operanti | N°. addetti | Abbattuto<br>[m3/a] |
|----------------|--------------------|-------------------------|-------------|---------------------|
| Ambrasce - Sea | 1                  | 1                       | 2           | 8000                |
| Balma Oro      | 1                  | 1                       | 1           | 5430                |
| Bricco Volti   | 21                 | 18                      | 46          | 80864               |
| Ciaffalco      | 11                 | 9                       | 22          | 64447               |
| Cros           | 1                  | 1                       | 2           | 180                 |
| Pravallino     | 3                  | 3                       | 5           | 6801                |
| Rorà Superiore | 5                  | 5                       | 7           | 3497                |
| Rorà Inferiore | 2                  | 2                       | 4           | 6581                |
| Seccarezze     | 3                  | 3                       | 15          | 23800               |

La distribuzione delle cave attive, dell'abbattuto e degli occupati nei suddetti poli è riportata nelle figure 4.20, 4.21, 4.22.

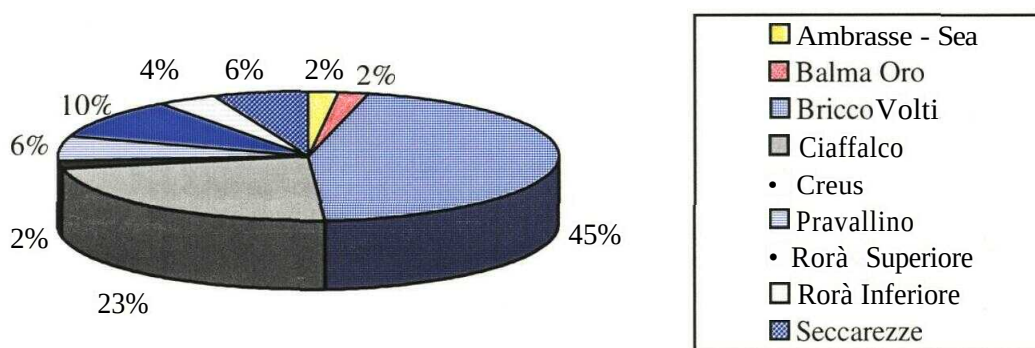


Figura 4.20- Distribuzione percentuale delle cave attive per poli.

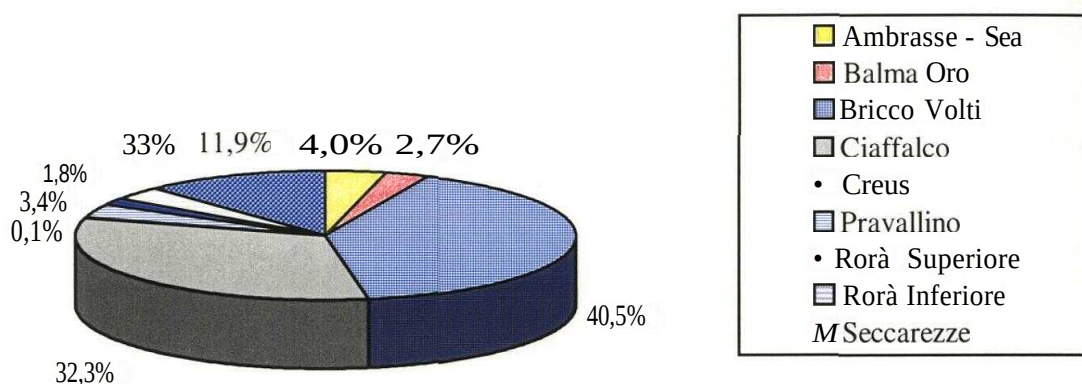


Figura 4.21- Distribuzione percentuale dell'abbattuto per poli.

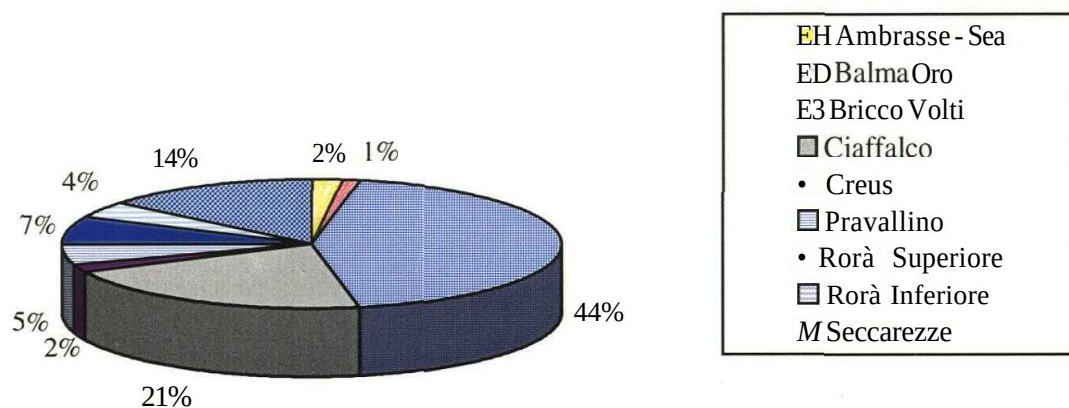


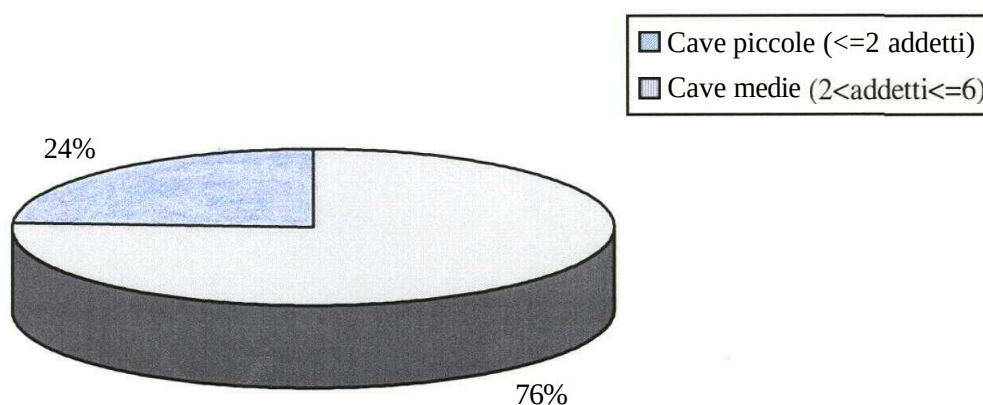
Figura 4.22- Distribuzione percentuale degli addetti per poli.

Nel seguito si fornisce una sintetica descrizione di ciascun polo proposto.

**AMBRASSE-SEA** (Comune di Luserna San Giovanni). Comprende n. 3 cave, di cui 1 attiva nel 1997, site nell'omonima località, che conferiscono in comune gli sfridi. Il loro abbattuto costituisce il 4% e la manodopera il 2% del totale dei poli.

**BALMA ORO** (Comune di Bagnolo Piemonte). Comprende le cave site nei corsi Balma Oro e Balma Cotella, di cui 1 attiva nel 1997, che conferiscono in comune gli sfridi. Il loro abbattuto costituisce il 2,7% e la manodopera l'1% del totale dei poli.

**BRICCO VOLTI** (Comune di Bagnolo Piemonte). Comprende le cave site nei corsi Casette, Rocche Grana, Ortiolo, Bricco Volti, Crivella Superiore e Crivella Inferiore, di cui 21 attive nel 1997, che conferiscono in comune gli sfridi. Il loro abbattuto costituisce il 40,5% e la manodopera il 44% del totale dei poli. La distribuzione delle cave per numero di addetti, il materiale abbattuto per classi di ampiezza delle cave e la tipologia di utilizzo dell'abbattuto sono sintetizzati nelle figure 4.23, 4.24 e 4.25.



*Figura 4.23- Frequenze percentuali delle classi di cava nel polo Bricco Volti.*



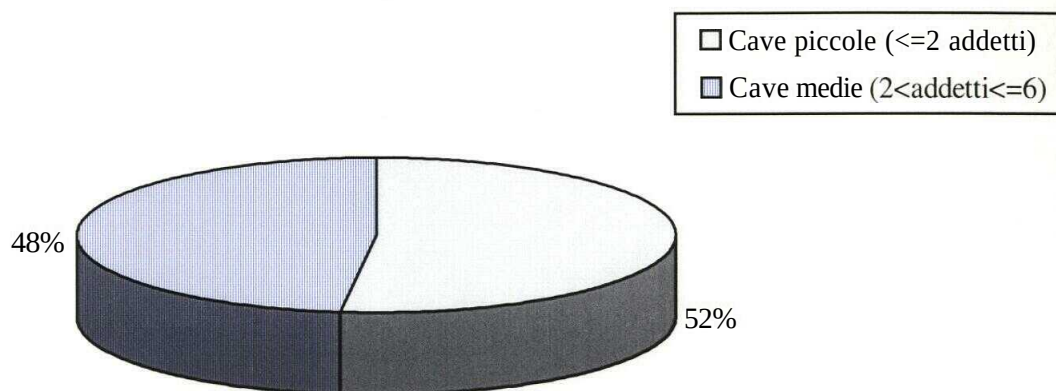


Figura 4.24- Materiale abbattuto per classi di cava nel polo Bricco Volti.

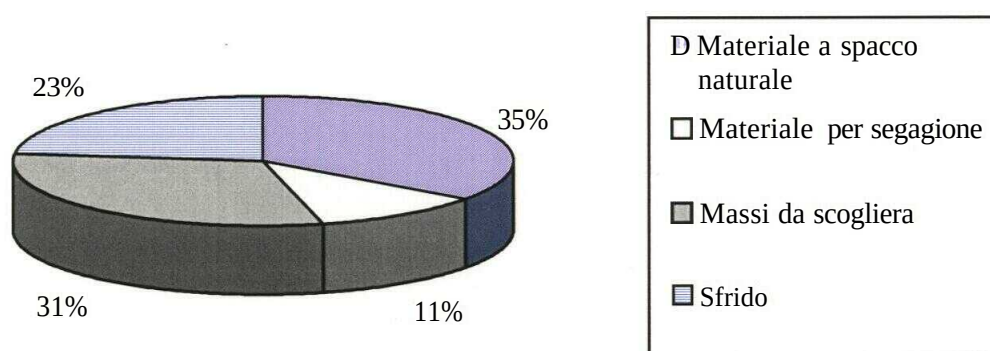


Figura 4.25- Ripartizione dell'abbattuto delle cave del polo Bricco Volti.

**CIAFFALCO** (Comune di Bagnolo Piemonte). Comprende le cave site nei corsi Avei, Tube Medie, Tube Superiori, Ciaffalco e Bialot Ciaffalco, di cui 11 attive nel 1997, che conferiscono in comune gli sfridi. Il loro abbattuto costituisce il 32,3% e la manodopera il 21% del totale dei poli. La distribuzione delle cave per numero di addetti, il materiale abbattuto per classi di ampiezza delle cave e la tipologia di utilizzo dell'abbattuto sono sintetizzati nelle figure 4.26, 4.27 e 4.28.



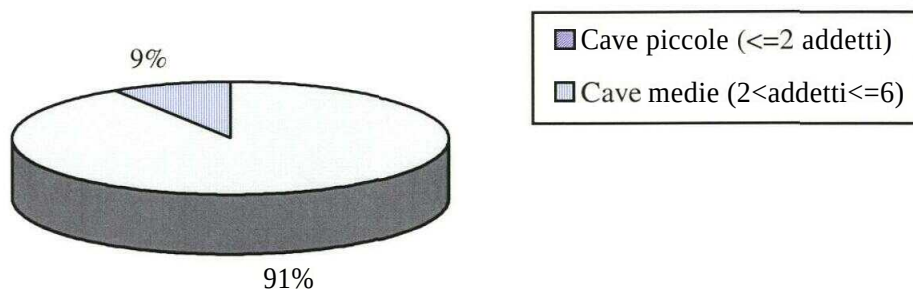


Figura 4.26- Frequenze percentuali delle classi di cava nel polo Ciaffalco.

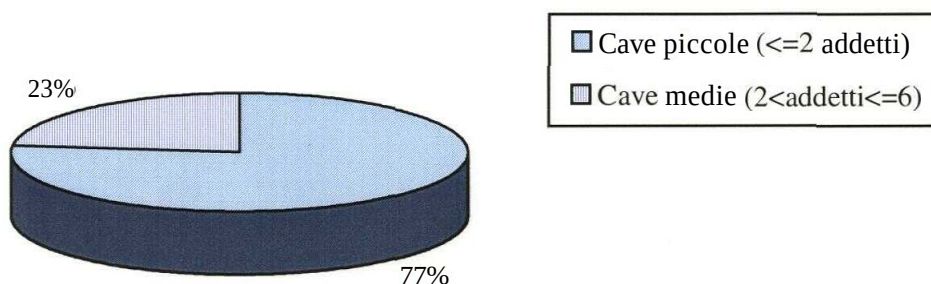


Figura 4.27- Materiale abbattuto per classi di cava nel polo Ciaffalco.

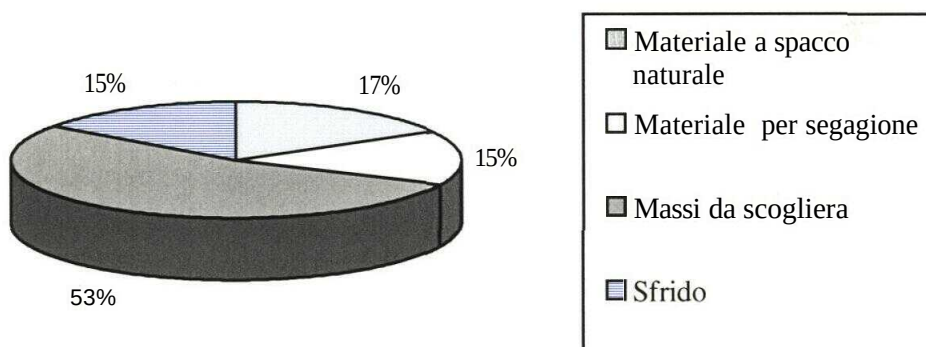


Figura 4.28- Ripartizione dell'abbattuto delle cave del polo Ciaffalco.

**CREUS** (Comune di Bagnolo Piemonte). Comprende le cave site nei corsi Pret Basso, Cuvertà e Barmass, di cui 1 attiva nel 1997, che conferiscono in comune gli sfridi. Il loro abbattuto costituisce lo 0,1% e la manodopera il 2% del totale dei poli.

**PRAVALLINO** (Comune di Bagnolo Piemonte). Comprende le cave site nel corso Pravallino, di cui 3 attive nel 1997, che conferiscono in comune gli sfridi. Il loro abbattuto costituisce il 3,4% e la manodopera il 5% del totale dei poli. Tutte le cave di questo polo sono piccole; la tipologia di utilizzo dell'abbattuto è sintetizzata nella figura 4.29.

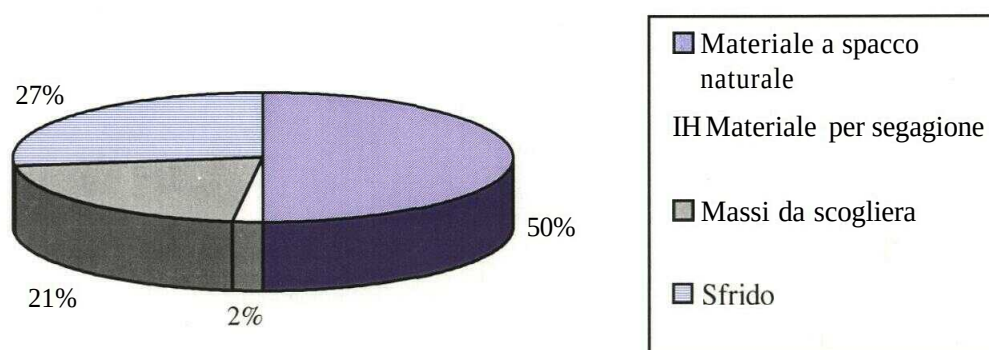


Figura 4.29- Ripartizione dell'abbattuto delle cave del polo Pravallino.

**RORÀ SUPERIORE** (Comune di Rorà). Comprende le cave Baracca Bianca, Coulour, Butin Rocca Moureau, Rocca del Bec, Gran Rocche Alte, Gran Rocca Nord, Bonettone, Bonetto del Prete, Nughet e Barmatai, di cui 5 attive nel 1997, che conferiscono in comune gli sfridi. Il loro abbattuto costituisce l'1,8% e la manodopera il 7% del totale dei poli. La distribuzione delle cave per numero di addetti, il materiale abbattuto per classi di ampiezza delle cave e la tipologia di utilizzo dell'abbattuto sono sintetizzati nelle figure 4.30, 4.31 e 4.32.

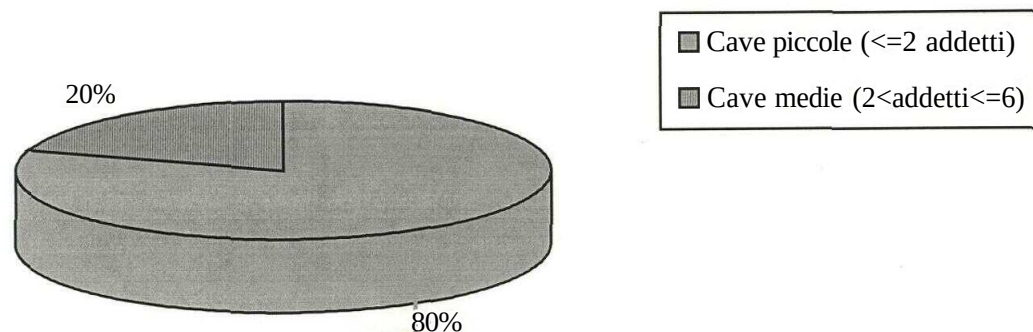


Figura 4.30- Frequenze percentuali delle classi di cava nel polo Rorà Superiore.

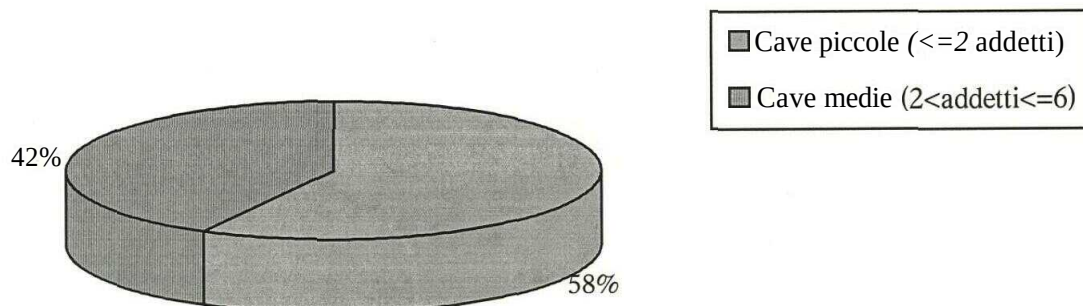


Figura 4.31- Materiale abbattuto per classi di cava nel polo Rorà Superiore.

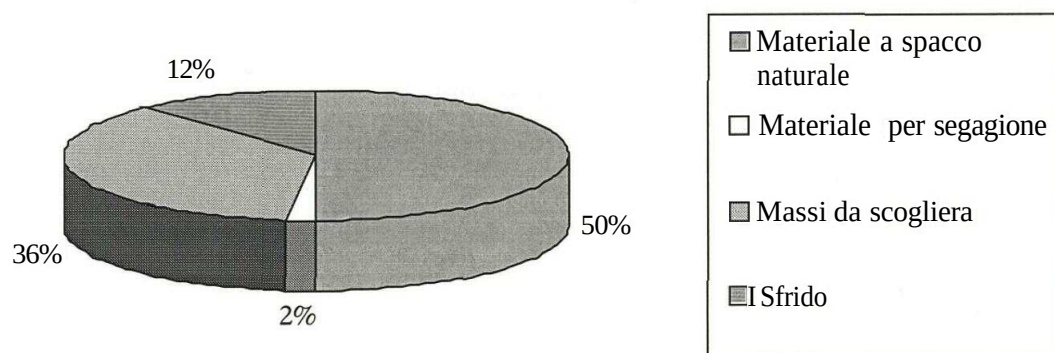
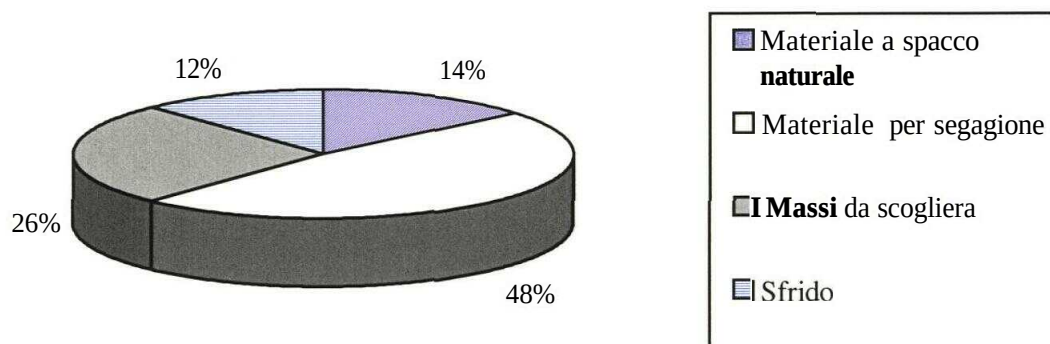


Figura 4.32- Ripartizione dell'abbattuto delle cave del polo Rorà Superiore.

**RORÀ INFERIORE** (Comune di Rorà). Comprende le cave Pra del Torno, Salé, Spinafoglio (Combal del Violino), Tiglio, Ciabot I e Ciabot II, di cui 2 attive nel 1997, che conferiscono in comune gli sfridi; Il loro abbattuto costituisce il 3,3% e la manodopera il 4% del totale dei poli. Tutte le cave di questo polo sono piccole; la tipologia di utilizzo dell'abbattuto è sintetizzata nella figura 4.33.



**Figura 4.33.** Ripartizione dell'abbattuto delle cave del polo Rorà Inferiore.

**SECCAREZZE** (Comune di Luserna San Giovanni e Bagnolo Piemonte). Comprende le cave site in località Seccarezze, di cui 3 attive nel 1997. Il loro abbattuto costituisce l'11,9% e la manodopera il 14% del totale dei poli. La distribuzione delle cave per numero di addetti, il materiale abbattuto per classi di ampiezza delle cave e la tipologia di utilizzo dell'abbattuto sono sintetizzati nelle figure 4.34, 4.35 e 4.36.



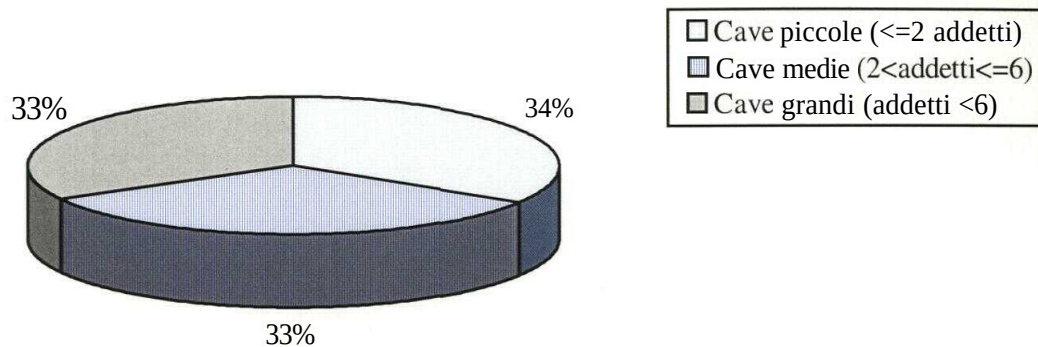


Figura 4.34- Frequenze percentuali delle classi di cava nel polo Seccarezze.

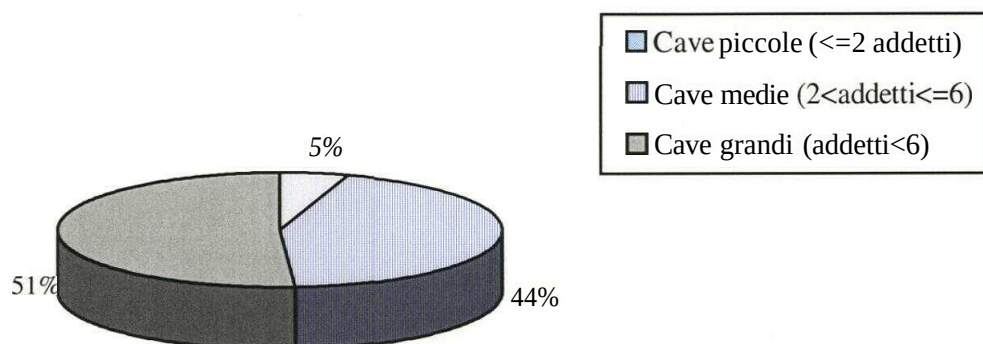


Figura 4.35- Frequenze percentuali delle classi di cava nel polo Seccarezze.

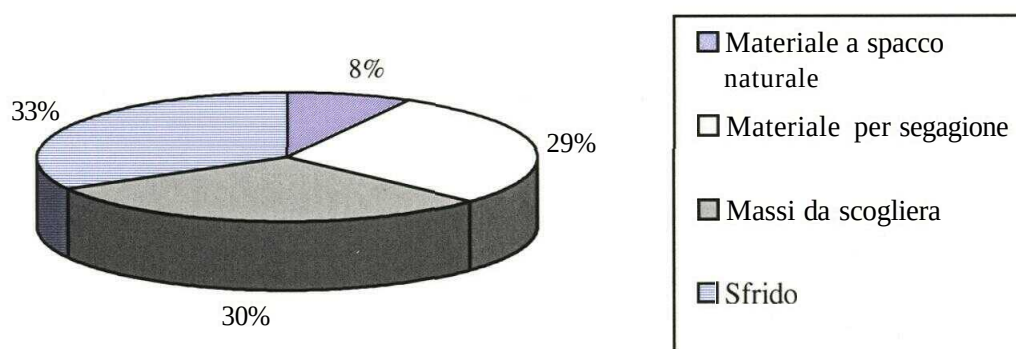


Figura 4.36- Ripartizione dell'abbattuto delle cave del polo Seccarezze.



#### 4.3.4 LA STRUTTURA PRODUTTIVA DELLA LAVORAZIONE

##### 4.3.4.1 LA SITUAZIONE GENERALE

Dagli elenchi tenuti dalle Camere di Commercio delle imprese aventi come codici di attività primaria 14.11.1 (Estrazione di pietre ornamentali) e 26.70.1 (Segagione e lavorazione delle pietre e del marmo) risulta che le aziende operanti nel settore della lavorazione dei materiali lapidei sono 186 in Provincia di Torino e altrettante in Provincia di Cuneo, con un numero complessivo di occupati rispettivamente di 610 e 752.

Dalla distribuzione geografica delle aziende e dai dati di mercato si può ragionevolmente considerare che circa il 26% delle aziende della Provincia di Torino e il 68% di quelle della Provincia di Cuneo, cui corrisponde rispettivamente il 20% e il 65% degli occupati, lavorino le pietre estratte nel bacino.

In totale gli addetti sarebbero quindi oltre 600, di cui 252 dipendenti da aziende che svolgono anche attività estrattiva nel bacino; aziende che operano solo nel settore della lavorazione occupano 106 addetti a Barge e complessivamente 135 addetti nei comuni di Bagnolo Piemonte, Luserna S. Giovanni e Rorà.

La maggior parte dei laboratori delle suddette aziende è ubicata nei comuni di Bagnolo, Barge e Luserna San Giovanni (fig. 4.37) e la distribuzione percentuale dei laboratori si riflette, seppur con pesi leggermente differenti, nella distribuzione degli occupati nel settore (fig. 4.38).

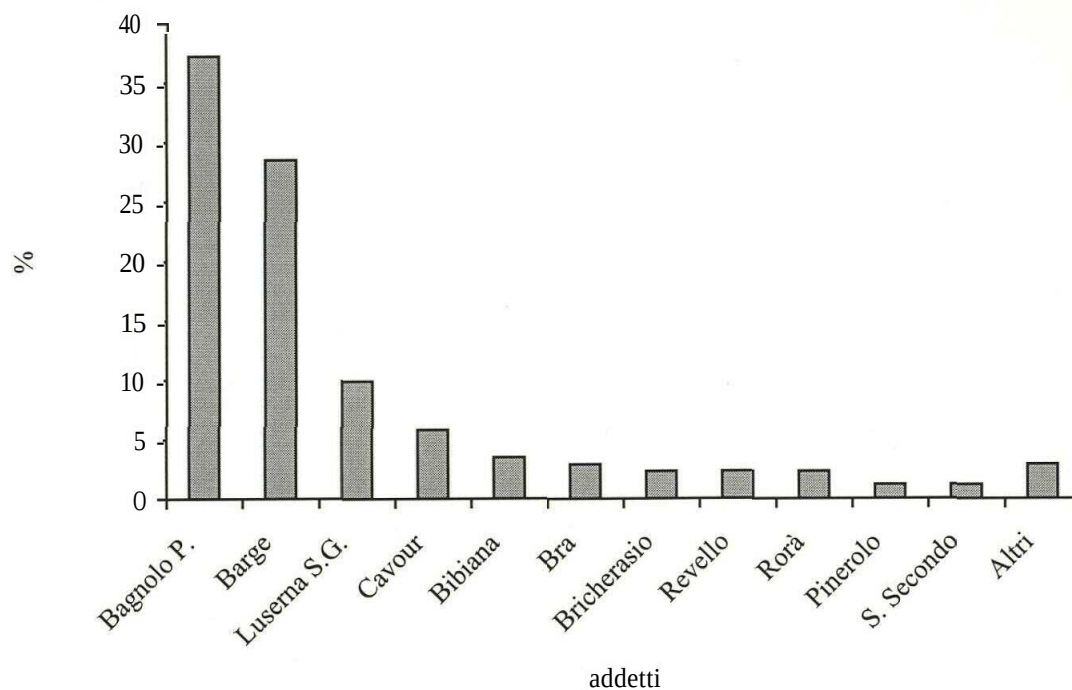


Figura 4.37- Distribuzione relativa per comuni dei laboratori che trattano prevalentemente o esclusivamente la Pietra di Luserna.

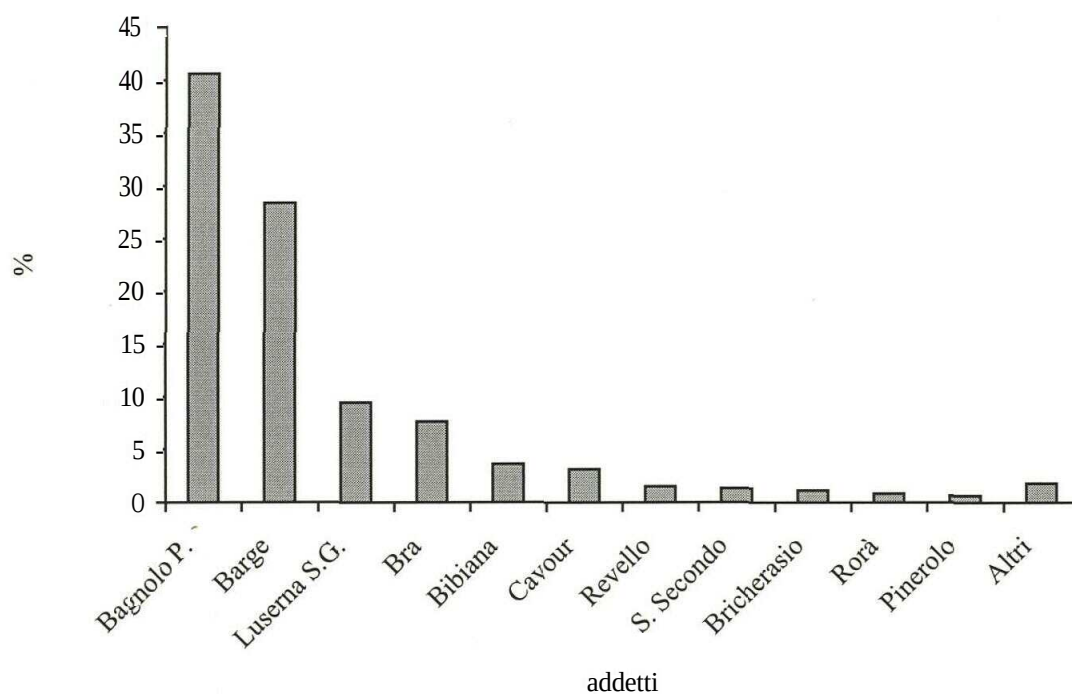


Figura 4.38- Distribuzione relativa per comuni degli occupati nei laboratori che trattano prevalentemente o esclusivamente la Pietra di Luserna.

Un'indagine statistica, effettuata su 43 aziende che, pur rappresentando soltanto una frazione relativamente modesta del totale, sono localizzate nei comuni del bacino estrattivo o in quelli limitrofi e trattano oltre l'80% del materiale estratto, ha permesso di caratterizzare in modo significativo la tipologia dei laboratori.

Un laboratorio è costituito da un'area di deposito dei blocchi all'aperto e da uno spazio, coperto o meno, nel quale avviene la lavorazione; ad essi si aggiunge di solito un luogo adibito ad ufficio.

Il personale impiegato varia da un solo addetto (il titolare) a 27 e circa il 40% dei laboratori (fig. 4.39) ha meno di 4 addetti.

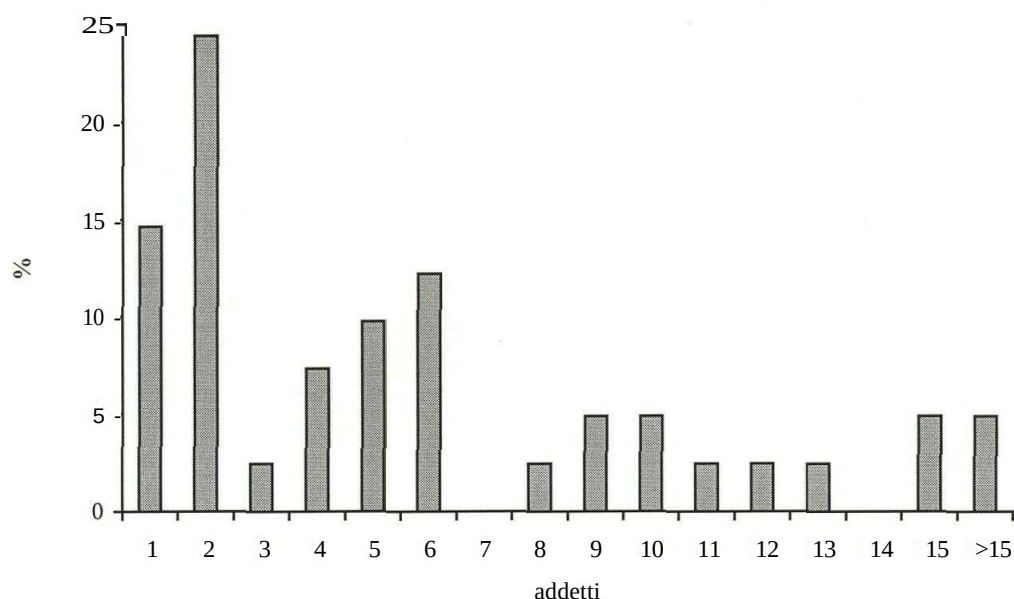


Figura 4.39- Distribuzione relativa dei laboratori per numero di addetti.

Un valore di frequenza intorno al 40% si ritrova sommando le frequenze delle due classi inferiori di superficie del deposito (fig. 4.40) e nella classe inferiore di superficie coperta (fig. 4.41); esso, inoltre, non viene contraddetto dall'istogramma relativo ai consumi energetici (fig. 4.42).

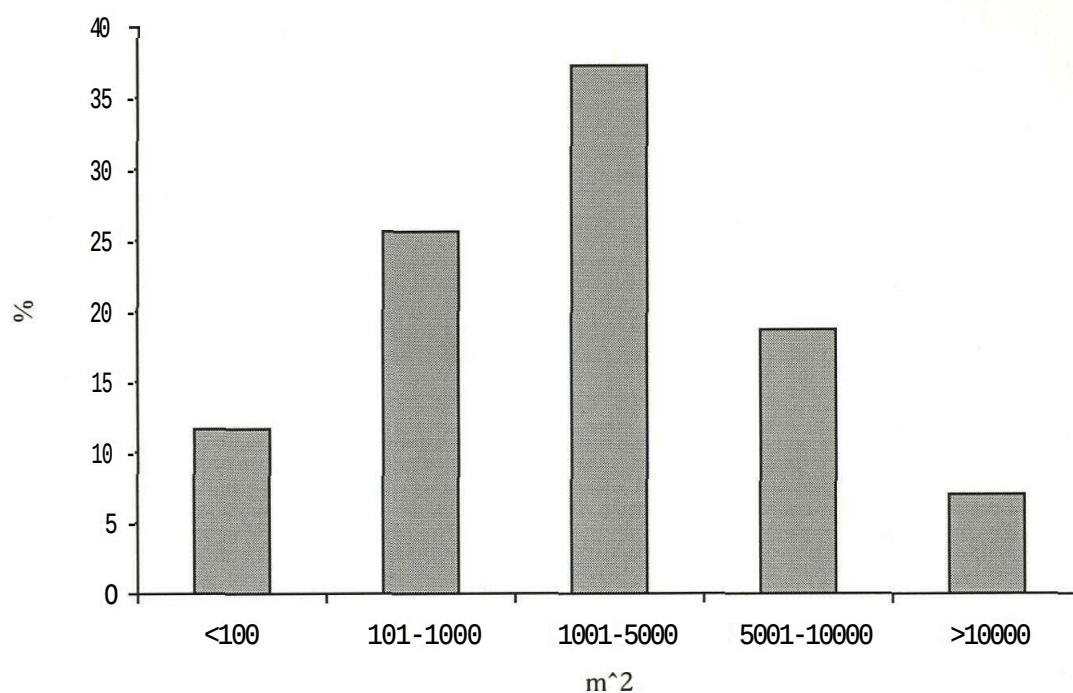


Figura 4.40- Distribuzione relativa dei laboratori per classi di superficie del deposito.

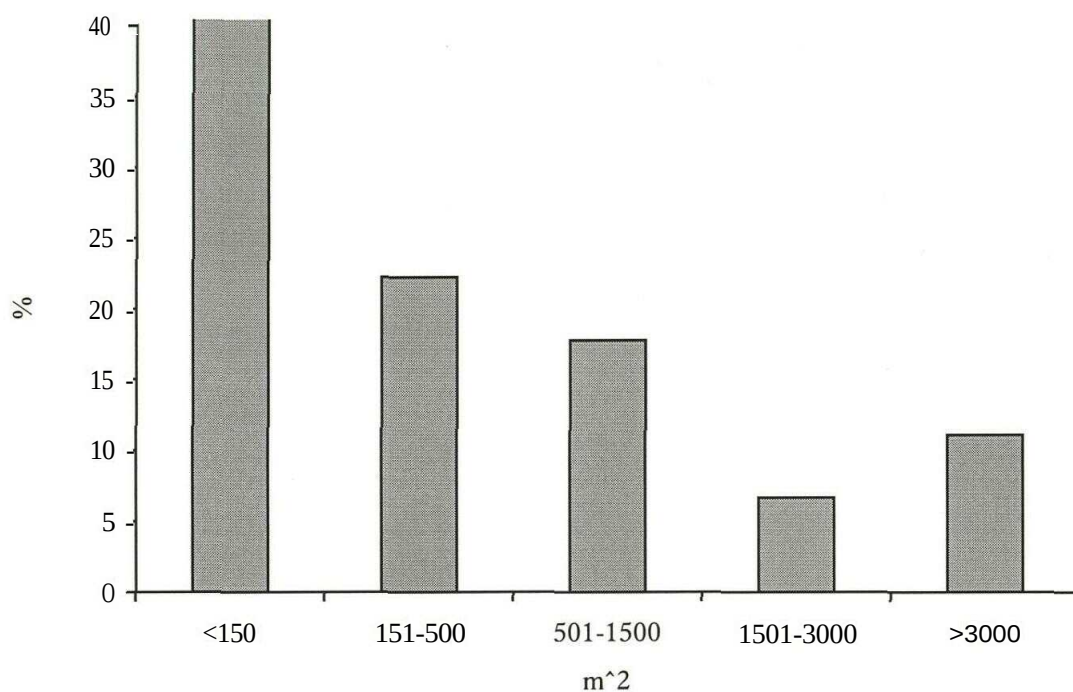


Figura 4.41- Distribuzione relativa dei laboratori per classi di superficie coperta.



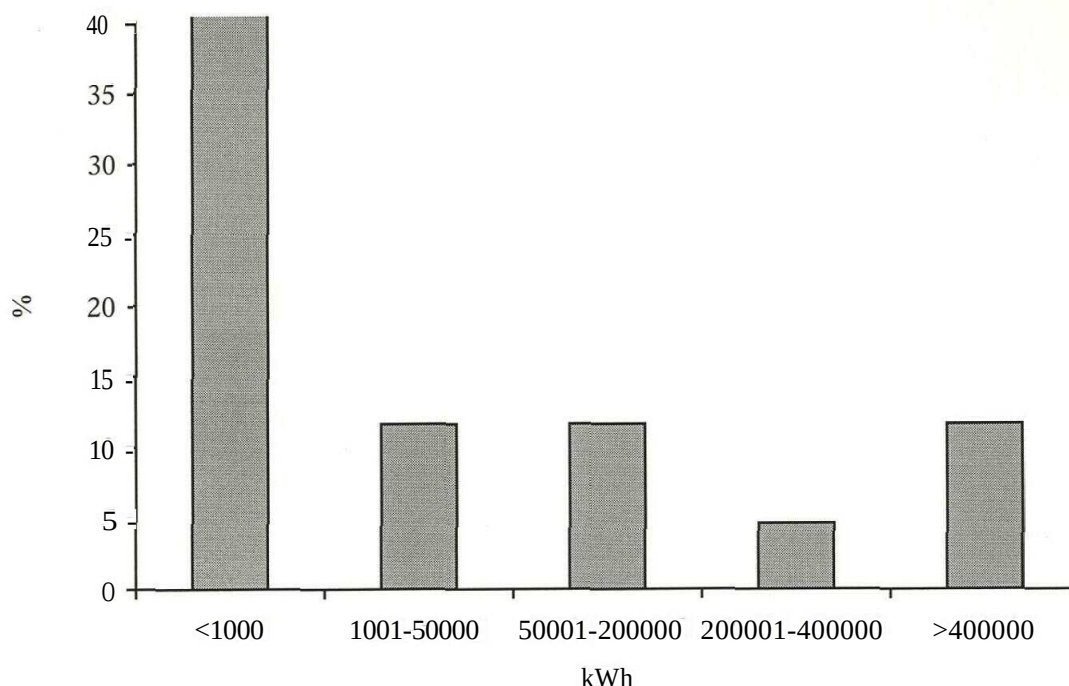


Figura 4.42- Distribuzione relativa dei laboratori per classi di consumo energetico annuo.

In definitiva si può stimare che circa il 40% dei laboratori abbia pochi addetti (da 1 a 3), piccoli depositi (di area minore di 1000 m<sup>2</sup>) con modeste superfici coperte (< 150 m ) e con bassi consumi energetici (< 1000 kWh/a). In questo gruppo di laboratori sono assenti carriponte e apparecchiature di segagione e la lavorazione consiste nel solo spacco naturale.

Analoghe considerazioni si possono ripetere per i grandi laboratori: circa il 10% del campione esaminato ha infatti 15 addetti (numero massimo degli addetti di impresa artigianale) o più (fig. 4.39), deposito con area maggiore di 10.000 m<sup>2</sup> (fig. 4.40), superficie coperta di almeno 3.000 m<sup>2</sup> e consumi energetici maggiori di 400.000 kWh (fig. 4.42). In questi laboratori sono inoltre installati almeno 4 carriponte e un telaio multilama.

I prodotti finiti che vengono immessi sul mercato (fig. 4.43) sono essenzialmente lastre irregolari («mosaico») e regolari, che rappresentano oltre il 70% della produzione totale, seguite dai cordoli e dai blocchi riquadrati, ovvero blocchi che vengono regolarizzati nella forma e poi venduti ad altre aziende; la fig. 4.44 evidenzia il differente contributo alla produzione globale dei laboratori delle tre classi: quelli piccoli (40% del numero totale dei laboratori) vi contribuiscono per meno di un quinto della produzione complessiva e quelli grandi (10% del numero totale) per oltre un terzo.



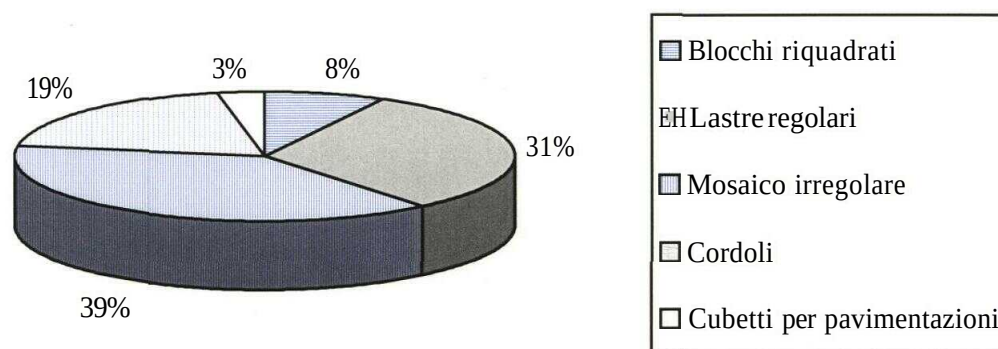


Figura 4.43- Tipologia della produzione complessiva dei laboratori.

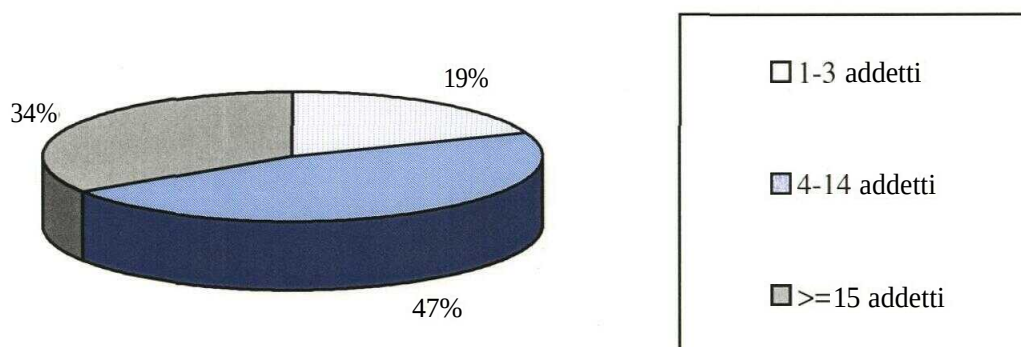


Figura 4.44- Percentuale di materiale lavorato nelle tre classi di laboratori.

I piccoli laboratori producono essenzialmente lastre, mentre nei grandi laboratori diventa significativa la produzione di cordoli, che rappresenta oltre un terzo del totale.

Per una dettagliata descrizione del processo di lavorazione si rimanda a SANDRONE et al. (1999).

A compendio delle considerazioni svolte in questo capitolo si propone nella tabella 4.6 una sintesi di dati relativi all'occupazione, alla produzione e ad alcuni costi e prezzi nel bacino dagli Anni Sessanta al 1997.

*Tabella 4.5- Dinamica dell'occupazione, della produzione e di alcuni costi e prezzi nel bacino della Pietra di Luserna dagli Anni Sessanta al 1997.*

| Anni                                                    | 1960-65            | 1970-75               | 1980                  | 1989                   | 1997                     |
|---------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|--------------------------|
| <b>OCCUPAZIONE</b>                                      |                    |                       |                       |                        |                          |
| Numero addetti in cava                                  | 200                | 180                   | 150                   | 120                    | 108                      |
| Numero addetti a lavorazione e trasporti                | 600                | 620                   | 650                   | 680                    | 600 <sup>(1)</sup>       |
| <b>PRODUZIONE [t/a]</b>                                 | 70.000             | 100.000               | 150.000               | 200.000                | 250.000                  |
| <b>COSTI</b>                                            |                    |                       |                       |                        |                          |
| Manodopera <sup>(2)</sup> [Uh]                          | 300-350            | 1.000                 | 6.000                 | 8.000                  | 12.000                   |
| Gasolio per autotrazione [L/l]                          | 65                 | 300                   | 450                   | 765                    | 1.430                    |
| Diritto di escavazione <sup>(3)</sup> [L/q]             | 25                 | 35-50                 | 100                   | 250                    | 620                      |
| <b>PREZZI<sup>(4)</sup></b>                             |                    |                       |                       |                        |                          |
| Mosaico [L/q]                                           | 1.000              | 1.500                 | 6.000                 | 9.000                  | 13-28.000 <sup>(5)</sup> |
| Gradini e davanzali [L/m <sup>2</sup> ]                 | 9-10.000           | 45.000 <sup>(6)</sup> | 70.000 <sup>(6)</sup> | 110.000 <sup>(6)</sup> | 150.000 <sup>(6)</sup>   |
| Pavimenti <sup>(7)</sup> [L/m <sup>2</sup> ]            | 3.000              | 15-20.000             | 20-25.000             | 30-40.000              | 35-45.000                |
| Coperture tegolari [L/m <sup>2</sup> ]                  | 5-6.000            | 18-20.000             | 25-30.000             | 40-45.000              | 100.000                  |
| <b>VALORE DI 1 LIRA RISPETTO AL 1997 <sup>(8)</sup></b> | 18,472-<br>-14,369 | 12,623-<br>-7,369     | 3,396                 | 1,434                  | 1,000                    |

(1) Il dato, approssimato per eccesso, proviene dalla somma del numero di addetti alla lavorazione nelle imprese estrattive del bacino (252 dal censimento), degli addetti in aziende di sola lavorazione nei comuni di Barge (106) e di Bagnolo, Luserna S. G. e Rorà (complessivamente 135) secondo i dati disponibili presso le Camere di Commercio, degli addetti ai trasporti nelle imprese estrattive del bacino (80 addetti stimati) e nelle aziende di trasporto per conto terzi (25 addetti stimati).

(2) Retribuzione media netta; gli oneri sociali sono valutabili in misura dell'80% della retribuzione netta nel periodo 1970- 1990 e del 100% negli anni successivi.

- (3) Tariffe del Comune di Bagnolo.
- (4) Imposte escluse (I.G.E. e successivamente I.V.A.)
- (5) Secondo scelta di colore.
- (6) Segati e fiammati
- (7) A spacco naturale e coste fresate.
- (8) Dati ISTAT.

#### 4.3.4.2. PRODUZIONE DEI LABORATORI E RELATIVA OCCUPAZIONE

I dati di produzione dei laboratori disponibili dall'inchiesta sono quelli delle aziende estrattive che, oltre alla gestione delle cave, svolgono anche attività di lavorazione. Questi dati sono riportati, per ogni singolo laboratorio, in tabella 4.3, disaggregati per tipo di prodotto venduto.

I quantitativi espressi nelle unità di misura convenzionali per ciascun tipo ( $m^3$  per i blocchi riquadrati,  $m^2$  per le lastre e il mosaico, t per i cordoli e i cubetti) sono resi omogenei con la trasformazione in  $m^3$ , come riportato nella stessa tabella 4.3. Per effettuare questa trasformazione si è tenuto conto del valore medio della massa volumica dello gneiss ( $2.640 \text{ kg}/m^3$ ) per trasformare le t di cordoli e di cubetti nei corrispondenti quantitativi in  $m^3$ , mentre per le lastre regolari si è fatta la seguente ipotesi: si è utilizzato come spessore delle lastre 6 cm (di cui circa 2 asportati nel taglio) mediando i valori più comuni e tenendo presente la frequenza con cui vengono utilizzati. In questo modo il coefficiente di trasformazione da  $m^2$  a  $m^3$  equivalenti risulta pari a  $20 \text{ m}^2/m^3$ . Lo stesso rapporto può essere adottato per passare dai  $m^2$  di mosaico ai  $m^3$  equivalenti originari.

Il quantitativo totale in tal modo ricavato, che chiameremo "lavorato A", risulta di  $72.800 \text{ m}^3$ : confrontato con i quantitativi di materiale lavorabile prodotti dalle cave, porta a concludere che i laboratori di proprietà delle aziende estrattive lavorano soltanto l'87% della produzione di cava, mentre il rimanente 13%, che chiameremo "lavorato B", è trattato in laboratori di altre imprese.

La quantificazione di questo "lavorato B" può essere fatta semplicemente per sottrazione tra i quantitativi di materiale a spacco naturale ( $55.500 \text{ m}^3$ ) più il materiale per segagione ( $28.400 \text{ m}^3$ ) prodotti in cava e il quantitativo di "lavorato A" prima ottenuto ( $72.800 \text{ m}^3$ ): risulta quindi che il "lavorato B" è di  $11.100 \text{ m}^3$ .

Ai fini della valutazione che si intende effettuare, non disponendo di dati disaggregati riguardanti il "lavorato B", si ritiene di poter ipotizzare che la sua ripartizione in prodotti vendibili sia la stessa del "lavorato A", e cioè quella riportata in figura 4.45. Ne risulta la distribuzione riportata in tabella 4.6.



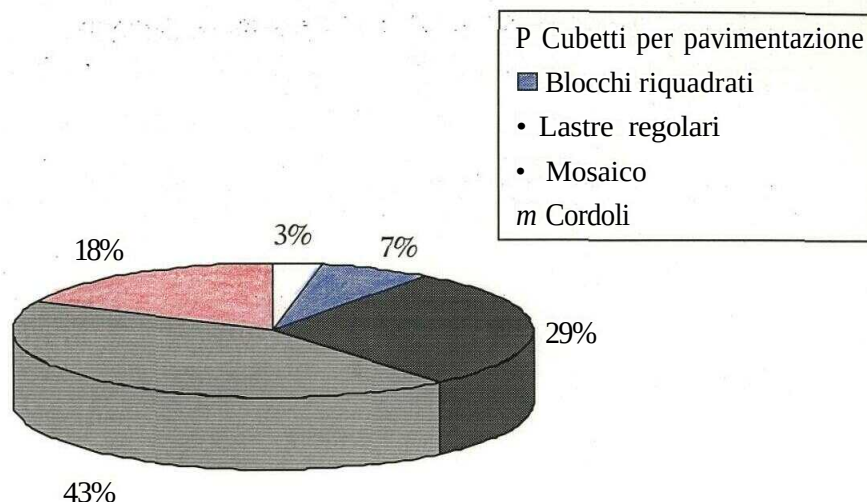


Figura 4.45- Distribuzione del lavorato A.

Tabella 4.6- Quantità ipotizzata del lavorato B.

| Blocchi riquadrati<br>[m <sup>3</sup> ] | Lastre regolari [m <sup>3</sup> ] | Mosaico irregolare [m <sup>3</sup> ] | Cordoli [m <sup>3</sup> ] | Cubetti per pavimentazione [m <sup>3</sup> ] | Prodotti totali dei lav. B [m <sup>3</sup> ] |
|-----------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 780                                     | 3.220                             | 4.770                                | 2.000                     | 330                                          | 11.100                                       |

#### 4.3.5 SIGNIFICATO ECONOMICO DELLA PRODUZIONE

##### 4.3.5.1. STIMA DEL FATTURATO

Avendo ottenuto in tal modo i quantitativi di prodotti lavorati suddivisi per tipologie di prodotto vendibile, si può procedere alla stima del fatturato, che si ottiene moltiplicando i quantitativi suddetti per i rispettivi prezzi unitari. Questi sono stati ricavati da un'indagine sul mercato locale, che ha portato ai valori medi indicati in tabella 4.9.

Tabella 4.7- Listino prezzi (IVA esclusa)

|                            | Blocchi<br>riquadrati<br>(L/m <sup>3</sup> ) | Lastre<br>regolari<br>(L/m <sup>2</sup> ) | Mosaico<br>irregolare<br>(L/q) | Cordoli          | Cubetti per<br>pavimentazioni<br>(L/q) |
|----------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------|------------------|----------------------------------------|
| Prezzi                     | 1.000.000                                    | 160.000                                   | 18.000                         | vedi tabella 4.8 | 20.000                                 |
| Prezzi (L/m <sup>3</sup> ) | 1.000.000                                    | 3.200.000                                 | 475.000                        | 1.100.000        | 528.000                                |

Per quanto riguarda i cordoli il cui prezzo è espresso in L/ m e varia in funzione dello spessore (mentre l'altezza è costante ed uguale a 25 cm) si è assunto come valore significativo 1.100.000 L/m<sup>3</sup> che come si evince dalla tabella 4.8 rappresenta abbastanza bene la distribuzione.

Tabella 4.8- Prezzi dei cordoli al variare dello spessore.

| Spessore<br>(cm)               | 5         | 6         | 8         | 10      | 12      |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|
| Prezzo (L/m)                   | 16.000    | 19.000    | 21.000    | 24.000  | 27.000  |
| Prezzo (L/<br>m <sup>3</sup> ) | 1.280.000 | 1.270.000 | 1.050.000 | 960.000 | 900.000 |

Nella tabella 4.9 sono riportati i valori stimati di fatturato relativi "lavorati A", per ogni tipologia di prodotto. Il ricavo totale dei lavorati A, trovato sommando i singoli contributi, è di circa 102.000 milioni di lire.

Tabella 4.9- Produzione e ricavi dei "lavorati A".

|                                               | Blocchi<br>riquadrati | Lastre<br>regolari | Mosaico<br>irregolare | Cordoli | Cubetti | Totale  |
|-----------------------------------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|---------|---------|---------|
| Quantità<br>lavorate [m <sup>3</sup> ]        | 5.240                 | 20.747             | 31.836                | 12.848  | 2.168   | 72.838  |
| Prezzo<br>[10 <sup>3</sup> L/m <sup>3</sup> ] | 1.000                 | 3.200              | 475                   | 1.100   | 528     |         |
| Ricavi [10 <sup>6</sup> LJ]                   | 5.240                 | 66.390             | 15.122                | 14.133  | 1.145   | 102.030 |



Tabella 4.10- Produzione e ricavi dei "lavorati B".

|                                                    | <i>Blocchi<br/>riquadrati</i> | <i>Lastre<br/>regolari</i> | <i>Mosaico<br/>irregolare</i> | <i>Cordoli</i> | <i>Cubetti</i> | <i>Totale</i> |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------|----------------|---------------|
| <i>Quantità<br/>lavorate<br/>[m<sup>3</sup>]</i>   | 780                           | 3.220                      | 4.770                         | 2.000          | 330            | 11.100        |
| <i>Prezzo<br/>[10<sup>3</sup> L/m<sup>3</sup>]</i> | 1.000                         | 3.200                      | 475                           | 1.100          | 528            |               |
| <i>Ricavi<br/>[10<sup>6</sup> L]</i>               | 780                           | 10.304                     | 2.266                         | 2.200          | 174            | 15.724        |

I ricavi dei lavorati B (tabella 4.10) sono ottenuti moltiplicando i prezzi di listino in L/m<sup>3</sup> per le quantità già elencate nella tabella 4.6. Si ottiene l'importo di L.15.724 milioni di lire.

Infine si deve tener conto anche dei ricavi derivanti dalla vendita di massi da scogliera, anche se si tratta di un prodotto di recupero, rilevante in volume ma che influisce poco sul valore complessivo, il cui prezzo unitario è attualmente di 6000 L/t franco cava, corrispondente a circa 16.000 L/m<sup>3</sup>. Il corrispondente valore è di 1.130 milioni di lire.

Il fatturato complessivo risulta dunque costituito come riportato in tabella 4.11, per un totale di circa 119 miliardi netti, corrispondenti a 142 miliardi e 660 milioni a prezzo di mercato

Tabella 4.11- Fatturato complessivo [10<sup>3</sup>L].

|                           | <i>Lav. A</i>  | <i>Lav. B</i> | <i>Totale %</i> |
|---------------------------|----------------|---------------|-----------------|
| <i>Blocchi riquadrati</i> | 5.240          | 780           | 6.020           |
| <i>Lastre</i>             | 66.390         | 10.304        | 76.694          |
| <i>Mosaico</i>            | 15.122         | 2.266         | 17.388          |
| <i>Cordoli</i>            | 14.133         | 2.200         | 16.333          |
| <i>Cubetti</i>            | 1.145          | 174           | 1.319           |
|                           | <i>102.030</i> | <i>15.724</i> | <i>117.754</i>  |
| <i>Massi da scogliera</i> |                |               | 1.130           |
|                           |                |               | 118.884         |
| <i>+ IVA 20%</i>          |                |               | 23.777          |
|                           |                |               | 142.661         |

#### 4.3.5.2 STIMA DEL SIGNIFICATO ECONOMICO

Il significato economico di questa produzione si può valutare tenendo conto del numero di unità lavorative che hanno contribuito a realizzarlo e confrontando i risultati produttivi con quelli degli altri settori industriali. Il significato economico di questa produzione si può valutare tenendo conto del numero di unità della regione.

Le unità lavorative in questione possono essere così stimate: dai dati dell'inchiesta per l'elaborazione del presente documento risulta che 108 sono gli addetti in cava e 250 gli addetti nei laboratori di proprietà delle imprese estrattive; a questi occorre aggiungere gli addetti che lavorano pietra di Luserna negli altri laboratori piemontesi e che possono essere valutati, come si è detto al cap. 4.3.4, in circa 240. In totale quindi si può ritenere che la produzione sia realizzata da circa 600 addetti. Il valore prò-capite della produzione risulta quindi di  $(142.000 : 600 =) 236 \text{ ML}$  per lavoratore addetto.

E' ora opportuno trasformare il valore ottenuto della produzione in Valore aggiunto del settore, più significativo ai fini della stima del significato economico del settore stesso, in quanto depurato del contributo che alla produzione lapidea danno le imprese degli altri settori (essenzialmente le imprese fornitrici di beni e servizi per le imprese estrattive e di lavorazione).

A livello nazionale il valore aggiunto del settore lapideo è pari a circa l'80% del valore della produzione, per cui, applicando questo dato medio al bacino in studio si può stimare che il valore aggiunto dell'industria lapidea nel bacino Luserna-Infernotto e nel limitrofo territorio interessato dalla lavorazione sia di 114 miliardi, e cioè di 190 ML per addetto.

Per giudicare il significato di questo valore si devono prendere in considerazione i dati dei principali aggregati economici piemontesi, riportati in sintesi nelle Tabelle 4.12, 4.13 e 4.14, e ricavati dall'Annuario e dal Bollettino di Statistica dell'ISTAT.

Tabella 4.12- Piemonte, anno 1995- Valori dei principali aggregati economici (lire correnti).

|                                             | VALORI- PIEMONTE | VALORI- ITALIA     |
|---------------------------------------------|------------------|--------------------|
| Popolazione                                 | $4.342 * 10^5$   | $58.350 * 10^5$    |
| Unità di lavoro                             | $1.881 * 10^3$   | $22.229 * 10^3$    |
| PIL ai prezzi di mercato                    | $152.316 * 10^9$ | $1.772.226 * 10^9$ |
| Reddito da lavoro dipendente                | $64.319 * 10^9$  |                    |
| PIL/ abitante                               | $35.080 * 10^3$  | 30.373             |
| PIL/ occupato                               | $80.963 * 10^3$  | 79.726             |
| Reddito da lavoro dipendente/<br>dipendente | $49.381 * 10^3$  | 47.441             |

Tabella 4.13- Piemonte, anno 1995- Valori aggiunto al costo dei fattori ( $10^9$  L correnti) e occupazioni.

|                                     | Valore aggiunto |            | Unità di lavoro ( $*10^3$ ) |         |
|-------------------------------------|-----------------|------------|-----------------------------|---------|
|                                     |                 | Dipendenti | indipendenti                | Totale  |
| Agricoltura, silvicoltura e pesca   | 4.032           | 9,3        | 118,8                       | 128,1   |
| Industria                           | 51.999          | 507,3      | 95,3                        | 602,6   |
| Servizi                             | 72.561          | 478,5      | 364,7                       | 843,2   |
| Tot. Beni e servizi dest. a vendita | 128.592         | 995,1      | 578,8                       | 1.573,9 |
| Serv. non dest. a vendita           | 14.724          | 307,4      | -                           | 307,4   |
| Valore aggiunto al c. dei f.        | 143.316         | 1302,5     | 578,8                       | 1881,3  |



Tabella 4.14- Piemonte, anno 1995- Valori aggiunto al costo dei fattori (109 L correnti) e occupazioni: disaggregazione per settori.

| Settori                                 | Valore aggiunto [ $10^9$ L] | Unità di lavoro ( $*10^3$ L) |        |       |
|-----------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|--------|-------|
|                                         |                             | Dip.                         | Indip. | Tot.  |
| INDUSTRIA                               | 51.999                      | 507,3                        | 95,3   | 602,6 |
| Industria in s. s.                      | 44.818                      | 440,1                        | 49,4   | 489,5 |
| Prod. energ.                            | 3.532                       | 15,5                         | 0,2    | 15,7  |
| Min. e met. f. e non f.                 | 3.109                       | 19,4                         | 0,2    | 19,6  |
| Min. e prod. a base di min. non metall. | 1.473                       | 14,4                         | 2,5    | 16,9  |
| Prod. chimici e farm.                   | 2.683                       | 20,1                         | 1,1    | 21,2  |
| Prod. In metallo e macch.               | 12.967                      | 145,6                        | 14,1   | 159,7 |
| Mezzi di trasp.                         | 6.391                       | 77,4                         | 0,7    | 78,1  |
| Prod. alim., bev. e tab.                | 2.841                       | 23,7                         | 9,0    | 32,7  |
| Tessili e abbigl.to                     | 5.485                       | 67,4                         | 13,1   | 80,5  |
| Carta, stampa                           | 1.707                       | 14,2                         | 3,2    | 17,4  |
| Legno, gomme etc.                       | 4.630                       | 42,4                         | 5,3    | 47,7  |
| Costruz., Lav.                          | 7.180                       | 67,2                         | 45,9   | 113,3 |
| SERVIZI                                 | 72.561                      | 47,85                        | 364,7  | 843,2 |
| Comm., Abb., Pubbl. es.                 | 27.787                      | 176,9                        | 232,8  | 409,7 |
| Trasp., Comunicaz.                      | 9.751                       | 96,4                         | 27,3   | 123,7 |
| Cred., Assic.                           | 6.338                       | 38,4                         | -      | 38,4  |
| Altri serv. dest. a vend.               | 28.686                      | 166,8                        | 104,6  | 307,4 |

E' interessante il confronto con il valore aggiunto medio prò-capite dell'industria piemontese, pari per il 1995 a  $(51.999.000 \text{ ML} : 602.000 \text{ lavoratori}) = 86,377 \text{ ML/lavoratore}$ . Trattandosi però di un dato del 1995 e non essendo disponibili dati più aggiornati da parte dell'ISTAT, ai fini del confronto occorre trasformarlo nel corrispondente valore stimato per il 1977. Per questo si può procedere ad un'estrapolazione sulla base dell'incremento del PIL, cresciuto in termini nominali del 9,8% tra il '95 e il '97, e si ricava un valore aggiunto medio dell'industria di circa 95 ML/addetto.

Dunque il valore aggiunto del settore lapideo nell'area di influenza della pietra di Luserna risulta doppio del valore medio dell'industria piemontese.

E' certamente sufficiente questo confronto per rendersi conto del rilievo, in termini di produttività, che il settore presenta nel contesto socio-economico.

#### 4.4. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

BADINO V., INSALACO C., PELIZZA S., RIZZOLO G., VERGA G., VIGLIERO L. (1989) - *Dimensione economica di una cava di pietra ornamentale: analisi e confronto di produttività fra due bacini piemontesi di roccia dura*. Conv. Int. «Situazione e prospettive dell'industria lapidea», Cagliari, 3-5 aprile 1989, 184-186.

BARELLI V. (1835) - *Cenni di statistica mineralogica degli Stati di S.M. il Re di Sardegna ovvero Catalogo ragionato della raccolta formatasi presso l'Azienda Generale dell'Interno*. Fodratto, Torino, 687 p.

BARISONE G., BOTTINO G., COCCOLO V., COMPAGNONI R., DEL GRECO O., MASTRANGELO F., SANDRONE R., ZUCCHETTI S. (1979) - // *bacino estrattivo della «Pietra di Luserna» (Alpi Cozie)*. - Atti del Convegno su «La Pietra di Luserna», Luserna San Giovanni, 15 luglio 1979, 11-26 e Not. Ass. Mineraria Subalpina, 5 (3-4), 35-50.

BELTRAMO M. (1992) - *Lavoro e lavoratori della pietra a Luserna S. Giovanni dal 1880 al Fascismo*. Tesi di Laurea, Fac. Magistero, Univ. Torino, inedito.

BIASCO G. (1993) - *L'applicazione del filo diamantato nel taglio della «Pietra di Luserna» sia in cava che in laboratorio, il punto sulla situazione dopo un anno di utilizzo*. Acimm per il Marmo, 10 (46), 67-75.



BLANGINO S. (1895) - *Delle principali cave di pietra da lavoro dell'alta Italia*. Tipografia S. Giuseppe degli Artigianelli, Torino, 236 p.

COMUNE DI BAGNOLO PIEMONTE (1906) - *Regolamento per l'esercizio delle cave, dell'uso delle strade soggette a pedaggio delle cave e dell'uso del peso pubblico in relazione al pedaggio*. Tip. Libr. Giovanni Bima, Cavour (TO), 16 p.

CONTINO T. (1999) - *La Pietra di Luserna a Luserna San Giovanni*. Chiaromonte, Collegno (TO), 127p.

DA PARE 'N FIEUL - DAL PARE AL FILH (1982) - *Esperienze raccolte tra la gente delle valli Po e Pellice*. Quaderni di cultura popolare n. 3, Edizioni Da Pare 'n Fieul, Bagnolo Piemonte, 121 p.

DE BARTOLOMEIS L. (1847) - *Notizie topografiche e statistiche sugli Stati Sardi*. Vol. 4, Tip. Chirio e Mina, Torino, 712 p.

DI FRANCESCO G. (1999) - *La Pietra di Luserna a Bagnolo Piemonte*. Chiaromonte, Collegno (TO), 159p.

FEDERAZIONE NAZIONALE FASCISTA DELL'INDUSTRIA DEL MARMO, DEL GRANITO, DELLE PIETRE E AFFINI (1929) - *Annuario dei marmi italiani (marmi, graniti e pietre) 1929*. Cavanna, Borgo Val di Taro (PR), XXVI + 510 p.

GECCHELE G., PELIZZA S. (1979) - *Attività estrattiva nel bacino della «Pietra di Luserna»: problemi tecnici ed organizzativi*. Atti del Convegno su «La Pietra di Luserna», Luserna San Giovanni, 15 luglio 1979, 27-33 e Not. Ass. Mineraria Subalpina, 5 (3-4), 51-57.

GOLA G., PELIZZA S. (1972) - *In Piemonte le prime esperienze italiane di taglio al monte di rocce dure confiamma*. Boll. Ass. Mineraria Subalpina, 9, 447-467.

JALLA J. (1934) - *Histoire des Vaudois des Alpes et de leurs Colonies*. Libr. Ed. Bottega della Carta, Torre Pellice, 4<sup>a</sup> ed., 236 p.

MARTINA C. (1979) - *Richiami storici, economici e sociali sulla «Pietra di Luserna»*. Atti del Convegno su «La Pietra di Luserna», Luserna San Giovanni, 15 luglio 1979, 5-9 e Not. Ass. Mineraria Subalpina, 5 (3-4), 29-33.

PARONA C.F. (1909) - *Condizioni geologiche del tracciato della ferrovia in progetto Alta Val Pellice-Rorà-Cave*. Boccardo, Torino, 13 p.

PRIMAVORI P. (1997) - *I materiali lapidei ornamentali: marmi, graniti e pietre*. Ed. ETS, Pisa, 225 p.

RE P., SANDRONE R., ALCIATI L. (1998) - // *recupero ambientale nel bacino estrattivo della Pietra di Luserna*. Atti del Convegno su «Attività estrattiva e salvaguardia dell'ambiente: metodologie e tecniche di risistemazione e recupero», Capodrise-Caserta, 10 ottobre 1998, in stampa.

ROCCATI A. (1913) - *Le ricchezze litologiche delle Valli del Pellice (Alpi Cozie)*. Boccardo, Torino, 42 p.

SACCO F. (1907) - *Geologia applicata della Città di Torino*. Giorn. Geol. Pratica, 5, 121-162.

SANDRONE R. (1979) - *Progetto di massima per l'applicazione della L.R. 22.11.1978, n. 69 nel bacino estrattivo della «Pietra di Luserna»*. Atti del Convegno su «La Pietra di Luserna», Luserna S. Giovanni, 15 luglio 1979, 41-43 e Not. Ass. Mineraria Subalpina, 5 (3-4), 65-67.

SANDRONE R. (1983) - *Studi per la pianificazione dell'attività estrattiva nel bacino della «Pietra di Luserna» (Alpi Cozie)*. Atti 2° Conv. Naz. su «Le attività estrattive e la problematica del territorio», Bergamo, 24-26 novembre 1983, 8 p.

SANDRONE R., SASSONE P. (1994a) - *L'attività estrattiva nel bacino della «Pietra di Luserna» tra gli Anni '80 e '90*. Giornata di studio in ricordo del Prof. Stefano Zucchetti, Torino, 12 maggio 1994, 221-228.

SANDRONE R., SASSONE P. (1994b) - *L'attività estrattiva nel bacino della «Pietra di Luserna» tra gli Anni '80 e '90*. Val Pelis, 3 (5), 4-6.

SANDRONE R., BARLA G., BIANCO G., COMPAGNONI R., GIANI G.P. (1982) - *Planning of quarrying operations in the «Pietra di Luserna» basin (Western Italian Alps)*. Proc. 4th. Int. Congr. I.A.E.G., New Delhi, 10-15 December 1982, vol. 1, 413-424.

SANDRONE R., FORNARO M., MASTROMAURO N. (1989) - *Valorizzazione degli scarti e sviluppo nel bacino della «Pietra di Luserna»*. Conv. Int. «Situazione e prospettive dell'industria lapidea», Cagliari, 3-5 aprile 1989, 343-350.

SANDRONE R., ALCIATI L., RADICCI M.T., ROLFO R. (1999) - *La lavorazione della pietra a Bagnolo Piemonte e nei comuni limitrofi*. Ente Fiera della Pietra e Camera di Commercio di Cuneo, 51 p.

TOMMASINA C. (1910) - *Relazione di stima e parere tecnico circa l'usufrimento delle cave di gneiss nell'Alta Val Pellice*. Tip. Cooperativa, Torino, 15 p.

TOURN G. (1999a) - *La Pietra di Luserna a Rorà*. Chiaromonte, Collegno (TO), 127 p.

TOURN G. (1999b) - *Le Loze di Rorà*. Hapax, Torino, 32 p.

ZUCCHETTI S., COCCOLO V., SANDRONE R. (1977) - *Studio geologico applicativo sui problemi delle cave esistenti nel territorio della Regione Piemonte. Nota 1: il progetto*. L'Ind. Min., 28, 308-313.

ZUCCHETTI S., SANDRONE R., COCCOLO V., MANCINI R., MARTINI E. (1980) - *Studio geologico applicativo sui problemi delle cave esistenti nel territorio della Regione Piemonte. Nota 2: le schede operative per i diversi tipi di cave attive ed inattive*. Boll. Ass. Mineraria Subalpina, 17, 263-284.



## **5. MARMI STORICI E PATRIMONIO STORICO-ARTISTICO-ARCHITETTONICO: IL CASO DEL MONREGALESE**

### **5.1 PRESENTAZIONE**

Il presente lavoro ha per oggetto i marmi storici del Monregalese, con l'obiettivo di mettere in evidenza l'importanza della loro disponibilità - da conseguire con la ripresa, anche in forma ridotta, dell'attività estrattiva - ai fini del restauro e della conservazione del connesso patrimonio storico-artistico-architettonico

In relazione a questo obiettivo il lavoro illustra la metodologia di ricerca che dall'identificazione dei singoli marmi nei monumenti storici locali porta all'individuazione, sul terreno, degli antichi siti di cava, e presenta i primi risultati conseguiti con la sua applicazione all'area in studio.

Per quanto riguarda l'organizzazione del lavoro, un primo capitolo è dedicato ad una sintetica rassegna di informazioni storiche di carattere generale, utili a ricostruire le vicende dell'estrazione e degli impieghi dei principali marmi storici dell'area, che possono fornire una prima traccia per l'impostazione dell'inventario dei marmi stessi e dare un'idea del significato che la corrispondente attività estrattiva ha avuto in passato nelle vallate in cui si è sviluppata.

Nella parte centrale del lavoro, dopo l'inquadramento metodologico della ricerca, l'illustrazione delle indagini e dei rilievi sui monumenti è seguita da un accurato studio geogiacimentologico dell'area, che, oltre a costituire la guida per l'individuazione degli antichi siti di cava, è indispensabile per fornire gli elementi di valutazione della consistenza attuale delle formazioni utili. Completa questa parte la presentazione dei risultati finora conseguiti dalla ricerca interdisciplinare in corso, che ha lo scopo di realizzare l'inventario completo dei marmi storici e dei siti delle relative cave.

In conclusione del lavoro si espongono alcune considerazioni in merito alle possibilità e alle condizioni per la ripresa dell'attività estrattiva, citando tra l'altro un caso pratico che dimostra come la riscoperta e la messa in produzione di materiali impiegati in passato, e di cui si è persa la memoria, può talvolta costituire un'iniziativa industriale economicamente interessante, anche indipendentemente dalle finalità del restauro.

### **5.2. NOTIZIE STORICHE SUI MARMI DEL MONREGALESE**

E' necessario premettere due considerazioni in merito alla terminologia impiegata.

Anzitutto si deve ribadire che il significato del termine "marmo" è da intendere in senso molto ampio, comprendendo cioè tutti i tipi di materiali lapidei impiegati in scultura e a scopi ornamentali, la qual cosa è tanto più ammissibile in quanto ci si riferisce al passato.

Si deve inoltre precisare che il termine "Monregalese" sta a indicare il territorio che storicamente costituiva la Provincia di Mondovì e che includeva la regione pedemontana compresa tra il Pesio e il Tanaro, dove si colloca uno dei bacini marmiferi storicamente più importanti del Piemonte.

Una sintetica rassegna di flash storici può fornire esempi significativi di testimonianze di impieghi storici di marmi monregalesi.

Un primo flash riguarda i risultati di una ricerca recentemente condotta da esperti del Politecnico di Torino, che dimostra l'uso di marmi monregalesi fin dal periodo romano: alcune lapidi rinvenute a Vicoforte e a Mombasiglio risultano costituite di Arenaria di Vico, Verzino e Bigio di Frabosa. I reperti, alcuni visibili al Museo di Antichità di Torino altri nei Comuni di rinvenimento, sono la testimonianza più antica dell'impiego di questi materiali.

Purtroppo, a partire da quell'epoca, per ben un millennio e mezzo sono molto rari i documenti e le notizie storiche in tema di marmi. Merita segnalare, in questo periodo, un documento del 1302 nel quale si parla delle cave "montis Zalveti", il che fa pensare che già in quegli anni si estraesse il marmo di Moncervetto tuttora in produzione in Comune di Monastero Vasco.

Gli ultimi decenni del 1500 e i primi del '600 sono particolarmente importanti per l'affermazione di alcuni fra i più importanti materiali della regione.

L'Arenaria di Vico viene "scoperta" come eccezionale materiale da decorazione, oltre che da costruzione, da Ascanio Vitozzi, probabilmente già negli anni attorno al 1590, in cui lavora al restauro della Cittadella di Mondovì ; egli la impiega in modo magistrale nel Santuario di Vico a partire dal 1597, e contribuisce certamente alla diffusione del suo impiego anche a Torino negli anni successivi.

E\* del 1607 un documento di Giovanni Boterò, la *Relazione di Piamonte*, nel quale si legge :  
“....Tragli altri luoghi vi è Vico, onde piglia il nome una nuova devozione alla santissima Vergine, alla quale il duca Carlo Emanuel fabrica una chiesa e in essa una capella, ove vuol che i duchi di Savoia seppelliti siano, e per materia e per arte magnificientissima; con la quale occasione , mentre si cava di qua e di là il terreno, si sono scoperte miniere di marmi bellissimi, e massime una di marmi negri con certe venette che paiono di metallo ”. Si tratta di alcuni dei marmi di Frabosa



come il Bigio e soprattutto il Nero, impiegati prima in Santuario e da allora conosciuti e utilizzati in tutto il Ducato. Diventati celebri per l'impiego nella Cappella della Santa Sindone a Torino, nella seconda metà del '600, sono tornati di tragica attualità dopo l'incendio che ha gravemente danneggiato il monumento nell'Aprile del 1997.

Il sec. XVIII è senza dubbio il secolo d'oro per i marmi del Monregalese. L'attività estrattiva riguarda marmi bianchi, marmi neri e una gran varietà di marmi colorati: i bigi già citati, marmi gialli, marmi rosa fior di pesco, brecce varicolori.

Un'idea delle varietà e della rinomanza di questi materiali si può avere leggendo un curioso documento dell'abate Gian Bernardo Vigo, professore di retorica, per trentasei anni docente presso l'Università di Mondovì a cavallo della metà del secolo. E' un poemetto in versi, in latino, dal titolo *Marmorei subalpina*, scritto nel 1792. Più che gli aspetti artistici dell'opera, sono interessanti le informazioni dettagliate sui marmi in uso all'epoca e sulle relative località di estrazione, contenute specialmente nelle note al testo: è il caso, ad esempio, delle notizie sulle varietà dei marmi Persichini, di Garessio, di Val Casotto e della Val Corsaglia. A proposito di quest'ultimo, dice l'Autore che *"..sono due le miniere di marmo colorpesca nella Valle Corsaia...una appunto nella regione che dal popolo è chiamata l'Era, l'altra nella zona del Bricco rosso dove il marmo rosso che viene scavato è più vivace e più rosseggiante"*. Questo tipo di informazioni può risultare molto utile nella ricerca degli antichi siti di cava, operazione spesso difficile dal momento che la natura cancella più velocemente di quanto si pensi le tracce degli scavi, specie se l'attività è stata di dimensioni limitate, come nel caso dei Persichini citati.

Nel corso del 1800 sono numerose le pubblicazioni dedicate alla storia, alle condizioni socio-economiche e alle risorse naturali delle località, grandi e piccole, del Piemonte. Particolarmente documentate sui marmi sono quelle del Barelli e del Casalis, dalle quali emerge come la corrispondente attività estrattiva rappresentasse un'importante risorsa economica per le vallate monregalesi.

Secondo il Casalis, attorno alla metà del secolo scorso, nei quattro Comuni del bacino marmifero del Monregalese - Frabosa, Monastero di Mondovì, Garessio e Ormea - risultano attive una ventina di cave, e altrettante inattive, mentre il numero complessivo di tipi di marmi localizzati e dettagliatamente descritti è superiore a cinquanta.

E' un periodo in cui i marmi del Monregalese godono di grande prestigio, come dimostra il loro impiego massiccio a Torino nella Gran Madre di Dio, la chiesa che nel 1814 si deliberò di erigere per celebrare la restaurazione dei Savoia nei loro stati dopo l'occupazione napoleonica, e che Vittorio Emanuele I volle interamente decorata con marmi del Piemonte. In effetti, la maggior

parte di quei marmi fu fornita dal Monregalese. Vi si trovano infatti: le otto grandi colonne interne in Breccia di Casotto, le basi delle stesse colonne in Bigio scuro di Frabosa; gli altari e le balaustre in diverse varietà di Persichini e Gridellini della Val Tanaro, posati su basi di Serravezza di Moncervetto.

Ma in tanti altri monumenti, a Torino come in altre parti del Piemonte, a Mondovì e in particolare nel Santuario di Vicoforte - come ha dimostrato la ricerca effettuata recentemente in occasione del IV Centenario dall'inizio dei lavori della sua costruzione - è documentata la varietà e la ricchezza di questa risorsa, che certamente ha avuto un significato importante per l'economia e lo sviluppo delle vallate.

I benefici non sono consistiti soltanto nel valore commerciale per sua stessa natura dei materiali prodotti e nell'occupazione diretta che l'attività estrattiva consente, ma anche nell'attività indotta e in particolare nell'apertura verso il resto del mondo, nei collegamenti soprattutto viari con le altre parti della Regione, e specialmente con il capoluogo, resi obbligatori dalle caratteristiche peculiari dell'attività e dal relativo commercio: sono questi collegamenti che consentono da sempre la diffusione delle conoscenze verso un mercato più vasto e incentivano le iniziative, creando quindi le condizioni per la crescita e lo sviluppo.

A partire dalla metà del secolo scorso, con l'affermazione, dopo l'Unità, di altri bacini italiani di maggior consistenza ed opportunità, (Carrara, Botticino, ecc.) donde provengono ancora oggi grandi quantitativi di marmo pregiato "unito" ha tuttavia inizio l'inesorabile declino che porterà all'abbandono della produzione di quasi tutti i marmi colorati e a ridurre progressivamente il numero di cave attive nel Monregalese a una decina negli anni '30 di questo secolo, fino alle sole tre attuali (una di Verzino di Frabosa, una di Moncervetto e una di Nero di Ormea).

### **5.3. INVENTARIO DEI MARMI STORICI E RICERCA DEI RELATIVI SITI DI CAVA: INQUADRAMENTO METODOLOGICO**

L'obiettivo di costruire un inventario dei marmi storici di una determinata area geografica va perseguito tenendo presente quella che, in chiave storica, è la caratteristica peculiare di questi materiali e cioè il fatto di costituire, grazie alle elevate qualità estetiche, di resistenza meccanica e di durezza, uno dei più efficaci strumenti di documentazione e di trasmissione di conoscenza in campo storico-artistico. E' la caratteristica che giustifica il loro impiego da tempo immemorabile in architettura e in scultura.

L'inventario dei marmi storici, che, come si vedrà, è strettamente collegato all'individuazione dei relativi siti delle antiche cave, richiede una ricerca multidisciplinare articolata in fasi successive.

La prima fase riguarda il rilievo dei materiali in opera nei monumenti. Segue poi la ricerca bibliografica, su testi e documenti d'archivio, in cui siano nominati i materiali utilizzati in un determinato monumento noto e accessibile.

I più comuni documenti di archivio, il cui studio critico può fornire notizie utili sui marmi storici, sono di tipo amministrativo e possono riguardare bilanci e calcoli di spesa di cantieri, oppure "sottomissioni" (cioè contratti di appalto) o "istruzioni" (cioè indicazioni particolareggiate per la realizzazione delle opere in appalto). Si possono trovare inoltre relazioni, redatte a vario titolo, talvolta di carattere tecnico. I documenti amministrativi di bilancio possono solo occasionalmente fornire notizie utili; le sottomissioni, le istruzioni e le relazioni sono invece spesso fonti preziose per l'indicazione puntuale dei materiali usati su un cantiere.

Le notizie desunte dalla consultazione di documenti d'archivio in relazione all'uso di materiali lapidei devono sempre essere verificate sul monumento, onde evitare tipici errori. Sovente, per un'opera, più materiali sono prescritti in alternativa ed è necessario quindi verificare direttamente quale sia stata la scelta definitiva. Altre volte accade di trovare il monumento con un aspetto che non corrisponde più, in parte o completamente, a quanto descritto nel documento studiato, perché successivamente modificato o addirittura demolito e rifatto.

Una volta che si sia individuato con buona sicurezza il nome storico del materiale si può passare alla ricerca del sito di cava di provenienza.

Per la ricerca sul terreno occorrono idonee conoscenze topografiche, geologiche e giacimentologiche: lo studio approfondito dell'area in esame sotto tutti questi aspetti è indispensabile per fornire, oltreché la guida all'individuazione delle antiche cave, anche gli elementi per delimitare le formazioni utili e valutare la consistenza e le possibilità di futuri prelievi.

Nel quadro geo-giacimentologico in tal modo delineato, si può quindi procedere alla ricerca, per ogni litotipo, della cava d'origine.

Nella maggior parte dei casi il nome stesso del marmo suggerisce l'area su cui indagare; in quasi tutti i nomi delle pietre usate storicamente in edilizia, oltre a un primo termine descrittivo del tipo di pietra o delle sue caratteristiche di aspetto, figura anche un riferimento alla sua provenienza geografica.

Anche vecchie carte geologiche e topografiche possono essere d'aiuto per riuscire a riscontrare sul terreno le informazioni ricavate dai documenti storici. Nel caso di cave completamente sconosciute la ricerca inizia normalmente dalla risalita di corsi d'acqua e tenendo presente che, nei loro pressi, sarà necessario individuare una vecchia via carreggiabile.



Una volta trovata la cava si procede a un puntuale rilievo della bancata e al campionamento del materiale, possibilmente cercando di distinguere le differenti varietà provenienti dal medesimo fronte. Solo il confronto di questi campioni, debitamente scelti, tagliati e lucidati, con i materiali in opera può confermare la provenienza da un determinato bacino.

Nel caso in cui sia verificata l'ipotesi di partenza, riconosciuto quindi il materiale e la sua esatta provenienza, si procede alla fase finale di caratterizzazione in laboratorio sui campioni prelevati in cava.

#### **5.4. I MARMI MONREGALESI NEGLI UTILIZZI LOCALI: INDAGINI E RILIEVI SUI MONUMENTI**

I marmi monregalesi, già conosciuti dai romani, dopo un limitato uso, come s'è detto, nel Seicento sono riconoscibili a partire dagli anni quaranta del Settecento in diversi notevoli esempi locali.

Il primo utilizzo documentato dei marmi locali coincide con l'avvio del cantiere del Santuario della Madonna di Vico allo scadere del Cinquecento. I marmi di Frabosa rappresentano da questo momento un simbolo nella decorazione marmorea del seicento piemontese. L'esterno del santuario è tuttora caratterizzato da un magistrale utilizzo della locale arenaria di Vico che nella veste seicentesca decorava anche l'interno. Le cappelle del santuario presentavano il suggestivo accostamento dell'arenaria con i marmi bianchi e quelli neri di Frabosa per le colonne e altre decorazioni.

A Torino, già dagli anni '20 del Seicento si comincia a usare il prezioso Giallo di Frabosa affiancato cinquant'anni dopo dalla Seravezza di Moncervetto e dal Viola di Val Corsaglia.

A Mondovì questi due marmi sono riconoscibili in due altari. Uno è il laterale di sinistra nella cappella del Suffragio nella parrocchiale di San Pietro e Paolo a Breo, l'altro è il laterale di destra nella chiesa della Missione. Il primo è incorniciato da due colonne monolitiche in Viola di Val Corsaglia che trova in questo esempio l'utilizzo barocco più notevole; gli altri elementi sono in nero Frabosa usato per le cornici, bianco Frabosa per i capitelli, le basi e i piedistalli. L'altare della Missione si distingue per uno dei più cospicui utilizzi di Seravezza accostata al nero Frabosa.

All'inizio del Settecento si decora la cappella di San Benedetto nel Santuario di Vicoforte in cui si crea un insieme decorativo particolare. A una scelta di primissimo livello tra marmi di importazione sono stati accostati alcuni dei marmi provenienti dal territorio di Frabosa: il bigio di Frabosa, riconoscibile nell'intelaiatura degli altari, il viola di Val Corsaglia delle decorazioni angolari della cappella, la seravezza di Moncervetto usata nel mausoleo dell'Infanta Margherita.

Questa impresa decorativa resterà un punto di riferimento nell'evoluzione del gusto piemontese del settecento.

Nella prima metà del secolo viene realizzato nel territorio *delle Frabose* un significativo gruppo di altari tutti con forme di tipo ligure realizzate prevalentemente con marmi locali.

Sono l'altare maggiore della Parrocchiale di Frabosa Sottana, quello dell'Addolorata e quello di San Giorgio entrambi nella Parrocchiale di Frabosa Soprana, e l'altare di San Giovanni Battista nella Parrocchiale di Frabosa Serro.

In tutti e quattro è stato usato il giallo di Frabosa che compare per la prima volta in territorio monregalese ben centosedici anni dopo il primo utilizzo torinese. Inoltre si riconoscono bigio e verzano di Frabosa usati in abbondanza.

L'altare maggiore di Frabosa Serro, è stato realizzato con il bigio di Frabosa nelle varietà chiara e scura analogamente a quello di San Rocco al Santuario di Vicoforte, a questo successivo di pochi anni.

In valle Casotto notevolissima è la decorazione interna della chiesa del castello ad opera di Bernardo Vittone. Vi si contano dodici grandi colonne più altri otto tra pilastri e lesene con i fusti realizzati in due soli pezzi di breccia di Casotto; per quantità di materiale l'impresa è paragonabile alle grandi colonne interne del tempio della Gran Madre di Dio a Torino, realizzate nello stesso materiale.

L'altare maggiore della Parrocchiale di Roburent si distingue invece per l'eccezionale scelta di una breccia grigia locale (dalla valle del torrente Roburentello), di cui non sono noti altri utilizzi, accostata alla breccia di Casotto.

Infine, caso emblematico dell'ottocento è l'altare maggiore della Parrocchiale di Montaldo del 1824, che espone ben sette marmi monregalesi, tra cui si riconoscono con certezza rosso di Villarchiosso, breccia di Casotto, seravezza di Moncervetto, bigio di Moncervetto, portoro dei Banchi e nero Vallone.

## 5.5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E MORFOLOGICO **DEL** BACINO MONREGALESE

### 5.5.1 LA SITUAZIONE TOPOGRAFICA E MORFOLOGICA

Il "Monregalese" si colloca all'estremità sud-orientale del Piemonte, in provincia di Cuneo, confinando a Est e a Sud rispettivamente con le province di Savona e Imperia, a Nord con le Langhe al di là del Tanaro e a Ovest con il fiume Pesio.



Le valli che si incontrano, in questa zona, andando da Est a Ovest sono quelle del Tanaro, del Mongia, del Casotto, del Corsaglia, del Maudagna e dell'Ellero. Sono valli a sviluppo prevalentemente rettilineo, tutte con andamento Sud-Nord, fatta eccezione per il Tanaro nel suo tratto iniziale, prima di Ormea, e in quello oltre Ceva.

I fondovalle hanno quote medie comprese fra i 600 e gli 800 m s.l.m., mentre i rilievi di maggior altitudine ed estensione sono: il Pizzo d'Ormea (2476 m) e la dorsale carbonatica dell'Antoroto (2144 m) - Mongioie (2630 m) - Marguareis (2650), che sono le cime principali delle Alpi Liguri. Il paesaggio si presenta con valli strette, residui di morfologia glaciale, modellate dall'erosione fluviale; si trovano sia forme assai articolate, con versanti di forte pendenza, pareti verticali e creste dentellate, in rilievi modellati su rocce metamorfiche e sedimentarie (dolomie e calcari), sia forme più morbide modellate su calcescisti, filladi e sequenze flysciodi. Nelle parti alte delle successioni mesozoiche prevalentemente carbonatiche si sono imposte morfologie carsiche caratterizzate da versanti acclivi e pianori di alta quota (altopiano delle Carsene). Lo sviluppo del carsismo, sulle formazioni prevalentemente di età compresa tra il Trias medio e il Cretaceo, ha portato alla formazione di lunghe gallerie sotterranee e grosse cavità verticali, che spesso supportano grandiosi sistemi idrici e apparati sorgentizi, nonché le famose grotte della zona del Marguareis e dell'alta Val Corsaglia (grotta di Bossea).

## 5.5.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

### GEOLOGIA GENERALE

La zona studiata è compresa nel settore delle Alpi liguri che rappresentano l'estremità meridionale delle Alpi Occidentali; come la restante parte della catena montuosa anche questo settore è formato da una struttura a falde che, in seguito alle deformazioni della litosfera durante l'orogenesi alpina, sono state dislocate rispetto alla loro posizione originaria e appilate una sull'altra.

Dal punto di vista dell'evoluzione geologica, in questa regione si individuano tre principali domini *paleogeografici*, rispettivamente denominati: *delfinese-provenzale*, corrispondente all'avampaese europeo, *brianzone*, zona di raccordo e di alto fondo, *piemontese*, corrispondente alla zona oceanica ed al suo margine continentale. Uno schema della possibile situazione paleogeografica prima dell'orogenesi alpina è mostrato in fig.5.1.

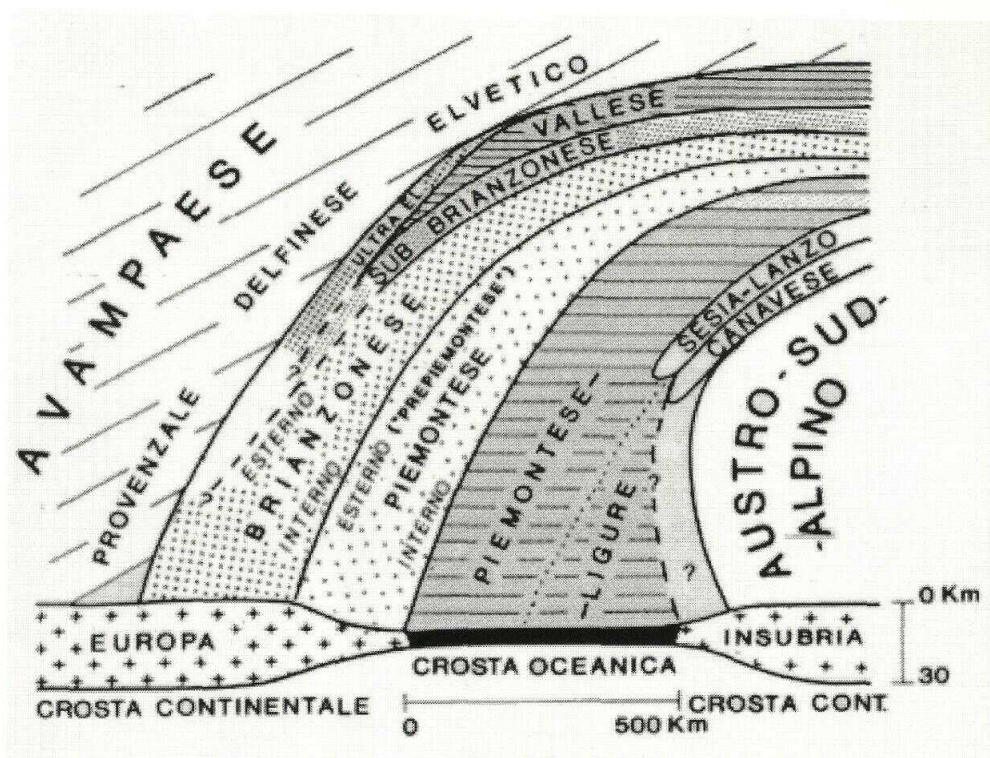


Fig 5.1- Schema paleogeografico ipotetico delle Alpi occidentali e centrali durante il Giurassico medio-superiore, dall'esterno (avampaese) all'interno (Austro-Sudalpino).  
(Società geologica italiana; Guida geologica regionale delle Alpi liguri; 1990).

Le fasi principali dell'orogenesi alpina si realizzarono in questo settore tra 90 e 40 milioni di anni fa, attraverso l'avvicinamento e la successiva collisione tra i due paleocontinenti europeo ed austroalpino. Ciò ha prodotto la deformazione sia dei materiali oceanici interposti, portati in profondità per subduzione, sia di quelli continentali; questa deformazione ha portato all'impilamento di varie falde, con formazione della catena montuosa. Ciascuna falda costituisce oggi un'Unità tettonica, caratterizzata, al suo interno, da una certa successione di terreni che hanno in comune una determinata posizione geometrica ed area di provenienza.

Nell'area studiata affiorano sia formazioni attribuibili al brianzonese che alla zona piemontese; i litotipi oggetto di coltivazione appartengono però tutti al dominio brianzonese, la cui serie stratigrafica, su grande scala, viene generalmente distinta in tre parti: basamento cristallino, tegumento permio-carbonifero e copertura meso-cenozoica.

Il *basamento cristallino* è formato da un complesso polimetamorfico più antico con intrusione di rocce granitoidi, trasformate in ortogneiss durante l'orogenesi ercinica. Il substrato, affiorante



saltuariamente in corrispondenza dei "massicci" di Nucetto, Lisio, Costa Dardella, è costituito unicamente da ortogneiss granitoidi.

Tra il basamento cristallino e le rocce sedimentarie della copertura mesozoica si interpone un insieme di terreni, di età compresa tra il Carbonifero superiore ed il Permiano superiore, di origine in gran parte vulcanica e in parte sedimentaria, metamorfosati, costituenti il *tegumento permocarbonifero*. Le formazioni sedimentarie appartenenti a questo tegumento comprendono: Formazione di Lisio, di composizione quarzoso-feldspatica, la Formazione di Ollio con sequenze conglomeratico-arenaceo-pelitiche, gli Scisti di Viola, essenzialmente costituite da alternanze di filladi nere e scisti quarzosi, il Verrucano brianzone, formazione più recente composta da arenarie e conglomerati metamorfosati. Fra le formazioni vulcaniche particolarmente diffusa è la formazione di Eze, costituita da scisti prasinitici e la formazione dei porfiroidi del Melogno, essenzialmente formata da ignimbriti metamorfosate.

Al di sopra del tegumento affiora la *copertura meso-cenozoica* prevalentemente costituita da rocce formatesi nel corso dei ripetuti cicli sedimentari succeduti dal Trias al Giurese superiore. Nel Trias inferiore si ha l'ingressione marina che inizia con quarziti ("Quarziti di Ponte di Nava"), per poi passare a condizioni di mare profondo con calcari e dolomie di piattaforma del Trias medio ("F. di Costa Losera" e "Dolomie di S. Pietro dei Monti"). La successione calcareo-dolomitica, si sviluppa attraverso tre cicli principali: il primo (Anisico) ricco di calcari ancora soggetti ad apporti continentali, il secondo (Anisico-Ladinico) con dolomie alternativamente chiare e scure caratterizzate dalla progressiva riduzione degli intervalli sopratidali, il terzo (Ladinico superiore) con dolomie essenzialmente subtidali. Durante il Trias superiore cessa la subsidenza della piattaforma, che torna in condizioni prevalentemente sopratidali, interrotte solo localmente da depositi ridotti e lacunosi a tendenza evaporitica o lagunare. Nel Giurese inferiore il dominio brianzone ligure è totalmente emerso e soggetto ad erosione di tipo prevalentemente chimico; in questo ambiente hanno luogo fenomeni carsici e locali accumuli di paleosuoli residuali rossi ("Siderolitico"); vengono smantellate le rocce del Trias superiore ma non vengono intaccate le dolomie ladiniche. Nel successivo periodo del Malm si realizza una brusca sommersione, per sprofondamento delle terre emerse, di tutto il brianzone. I sedimenti del Malm sono costituiti da una successione calcarea ("Calcari di Val Tanarello") nella quale si possono talora riconoscere facies rosse nodulari di tipo "Rosso Ammonitico". Nel Cretaceo inferiore si riscontrano condizioni di equilibrio (né deposizione né erosione) con formazione di hard ground, cioè deposito di spessore

centimetrico con aspetto di "crostone" ospitante mineralizzazioni (Si, Fe, Mn). Tra il Cretaceo superiore e l'Eocene medio-superiore si hanno i depositi calcarei, più o meno marnosi e arenacei, relativi all'ultimo intervallo di tempo prima dell'orogenesi alpina, raggruppati nella formazione di Caprauna. La sedimentazione si chiude nel Eocene superiore con sequenze emipelagiche e torbiditiche ( Flysch nero) coeve all'orogenesi alpina.

Alla luce di quanto detto le tappe fondamentali della storia meso-cenozoica nel dominio brianzone sono schematizzate nella Tab. 5.1.

| Periodo                    | Dominio brianzone                                                                     | Formazioni carbonatiche                                   |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Eocene                     | Formazioni in facies di piattaforma                                                   | Brecce della Verzera, calcari della Madonna dei Cancelli. |
| Cretaceo sup. -Eocene inf, | Inizio trasgressione.<br>Formazioni torbiditiche                                      | Scisti di Upega                                           |
| Cretaceo inf.              | Emersione                                                                             | -                                                         |
| Malm                       | Brusca sommersione.<br>Formazioni calcaree pelagiche                                  | Calcari di Val Tanarello e Bossea                         |
| Dogger                     | Inizio della trasgressione.<br>Facies calcaree neritiche                              | Calcari del Rio di Nava                                   |
| Trias sup. -Lias (?)       | Arresto subsidenza, emersione.<br>Depositi ridotti, lacunosi e formazioni residuali . | (Siderolitico Auct)                                       |
| Trias medio                | Piattaforma carbonatica<br>subsidente                                                 | Dolomie di S.Pietro dei Monti                             |

Tab5.1- Evoluzione tettonica-sedimentaria nel dominio brianzone .

Strutturalmente la zona brianzone è costituita da una serie di unità tettoniche che si sovrappongono parzialmente l'una all'altra; su queste, a loro volta, poggiano due gruppi principali di unità superiori, completamente sradicate e attualmente formanti lembi isolati difficilmente correlabili tra loro.

L'evoluzione tettonica di questa parte di arco alpino si è compiuta in tre tappe principali:

- Formazione e impilamento delle falde, con deformazioni associate allo sviluppo di un metamorfismo di alta pressione, nel periodo tardo cretacico fino all'Eocene superiore.
- Retroflessione delle falde, nell'Eocene superiore.
- Fasi tardive deformative prive di metamorfismo, nell'Oligocene e Miocene.

Nel periodo successivo, dall'Oligocene superiore in poi, le parti marginali della catena appena formata sono state invase da una trasgressione marina a cui è legata la potente serie di sedimenti che costituiscono il " Bacino Terziario Piemontese", che attualmente affiorano estesamente in tutta la parte collinare del Piemonte meridionale. Questa serie di sedimenti, formatasi prevalentemente in condizioni di sedimentazione torbidity, è legata alle fasi erosive, condizionate a loro volta dai movimenti orogenetici tardivi dell'arco alpino. Il sollevamento definitivo delle terre emerse, che è iniziato verso la fine del Pliocene ed è continuato durante tutto il Quaternario, ha avuto un carattere dissimetrico ("basculamento") che ha condizionato la successiva morfologia e idrografia della zona, portando la superficie morfologica antica a destinazione padana.

### **Geologia dell'area in studio**

Nella fascia compresa tra il T.Casotto ed il T.Ellero affiorano le seguenti unità tettoniche, legate al dominio brianzone-ligure ( Fig.5.2):

*Unità di Ormea*, la cui serie stratigrafica è strettamente correlabile con quella del brianzone classico. A partire dal tetto stratigrafico, escludendo i terreni quaternari, si succedono un insieme di formazioni litologicamente piuttosto differenziate riferibili all'intervallo stratigrafico Cretaceo sup.-Eocene; fra queste formazioni si collocano:

*Scisti di Upega*: scisti prevalentemente calcarei, localmente più o meno arenacei, del Cretaceo sup.-Eocene; nella formazione sono localmente distinguibili i seguenti membri: Calcari della Madonna dei Cancelli (chiari e debolmente arenacei), Peliti della Colla Bassa, Brecce della Verzera (molto grossolane, prevalentemente ad elementi dolomitici).



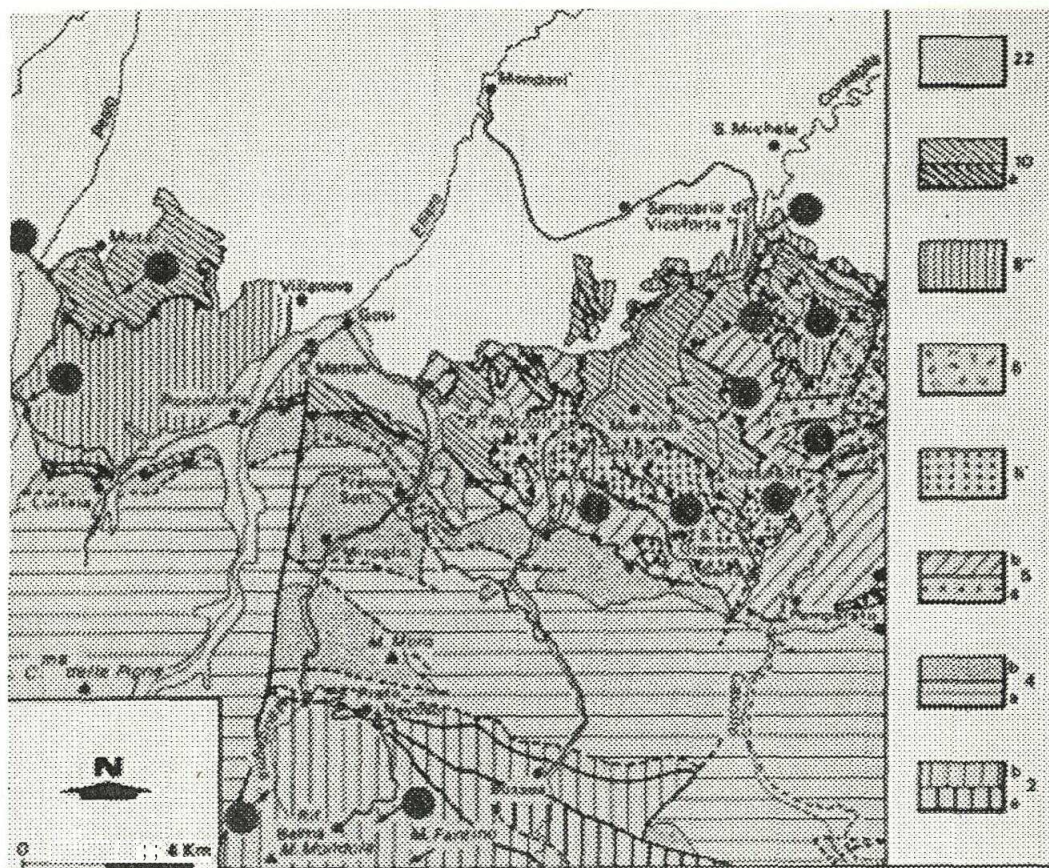


Fig.5.2 - Schema tettonico dell'area compresa tra il Pesio e il Casotto.

2,4= Unità Brianzonese di Ormea (a: tegumento permo-carbonifero; b: copertura mesozoica, compreso il Verrucano).

5= Unità Brianzonese di Pamparato Murialdo (a: massicci cristallini, compresa la F. di Lisio; b: tegumento permo-carbonifero).

5= Unità Brianzonese dei Klippen di Deviglia.

6= Unità di Bagnaschino.

8 = Unità Piemontese di Villanova.

10= Unità Piemontese di Montaldo (a: base triassico-liassica).

22= coperture tardo-orogene, oligoceniche-quadernarie.

Al di sotto si ritrova la serie detritico-carbonatica mesozoica costituita da:

*Calcari di Val Tanarello*: calcari più o meno marmorei, chiari, del Malm.

*Calcari di rio di Nava*: calcari a grana grossa, scuri, del Dogger.

*Calcari di Bossea*: calcari grigi, cristallini, del Malm.



*Dolomie di San Pietro dei Monti:* dolomie e calcari più o meno dolomitici, in grosse bancate, del Trias medio.

*Peliti di Case Valmarecca:* peliti varicolori, dello Scitico superiore, rappresentano un membro delle Quarziti di Ponte di Nava.

*Quarziti di Ponte di Nava e Verrucano brianzone:* quarziti e conglomerati quarzosi, scitici-permici.

Infine si ha una serie permiana a metavulcaniti acide e metasedimenti con:

*Porfidi di Osiglia:* vulcaniti acide del Permico.

*Porfiroidi del Melogno:* porfiroidi a grana minuta o a grossi cristalli di K-feldspato.

*Unità di Pamparato-Murialdo:* tegumento permo-carbonifero, formato da sedimenti fini (Scisti di Viola, Scisti di Murialdo) e da vulcaniti andesitiche tutti metamorfosati e ricoperti da copertura meso-cenozoica molto ridotta.

*Unità dei klippen di Deviglia:* lembi sradicati, formati da copertura meso-cenozoica, in cui hanno notevole sviluppo sia le brecce (di origine chimico-fisica) che i livelli detritici interessati da impregnazioni mangesifere.

Sopra al brianzone si ritrovano formazioni appartenenti alle unità di dominio piemontese:

*Unità di Montaldo:* rappresentata da calcescisti alternati a calcari e calcari dolomitici, marmi e brecce poligeniche.

*Unità di Villanova:* in posizione alloctona, è costituita da quarziti e calcari più o meno dolomitici.

Nella sezione tettonica schematica riportata in fig. 5.3 sono rappresentati i complessi rapporti geometrici e tettonici tra le varie unità sopra descritte: sull'U. di Ormea è sovrapposta quella di Pamparato-Murialdo, che a sua volta è ricoperta dai Klippen di Deviglia, formato da un insieme di diverse scaglie discontinue e embriciate, a sua volta ricoperto dall'U. di Montaldo su cui è sovrascorsa l'U. di Villanova.

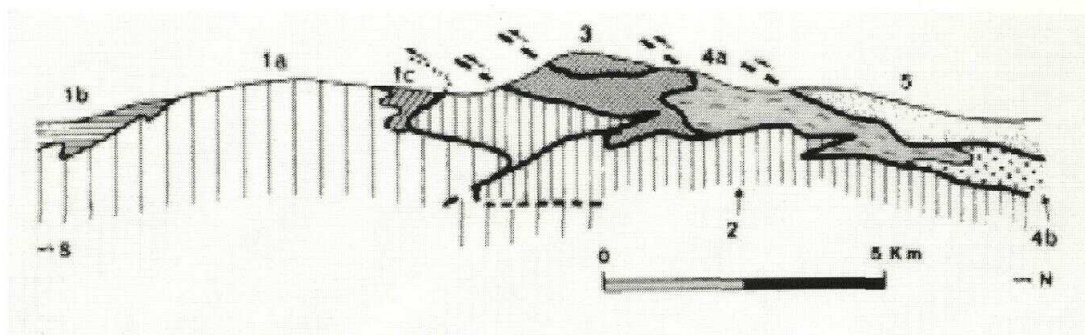


Fig. 5.3 - Sezione tettonica schematica e idealizzata.

1- Unità di Ormea (a: Porfiroidi permiani; b: copertura normale del settore intermedio; c: copertura ridotta del settore interno).

2- Unità di Pamparato-Murialdo,

3= Unità dei Klippen di Deviglia.

4= Unità di Montaldo (a: serie giurassico cretacea; b: base triassica).

5= Unità di M. Sotta-Villanova.

Nell'area che va dal Casotto al Tanaro, riportata in Fig. 5.4, si ritrovano le seguenti unità brianzonesi:

**Unità di Ormea e Unità di Pamparato-Murialdo** sopra descritte.

**Unità di Mallare:** formata, al di sotto di una ridotta copertura carbonatica, prevalentemente da porfiroidi nella parte intermedia e da scisti e metapeliti nella parte inferiore.

**Unità di Bagnaschino:** costituita da gneiss e anfiboliti del basamento. All'interno di questa successione le formazioni di maggiore interesse, per quanto riguarda le risorse lapidee per pietre ornamentali del Monregalese appartengono prevalentemente all'Unità di Ormea; in questa unità i litotipi oggetto di coltivazione sono compresi essenzialmente nel:

**Trias medio** con affioramenti dolomitici e alternanze di calcari e dolomie; dolomie massicce, grigio scuro a patina biancastra e grana fine, a cui si intercalano calcari scuri stratificati a grana minuta (ladinico) e dolomie e calcari compatti con intercalazioni di peliti verdi e violette (anisico). Livello rosso a scisti cloritico-calcitico-ematitici, associati a calcari, contenenti letti di granuli dolomitici e ematitici, e a microbreccie dolomitiche cementate da ossidi di ferro ("siderolitico").

**Dogger** con calcari scuri a grana grossa, ben stratificati e alternati a marne calcaree, che a volte diventano a grana fine e chiari.

**Malm** con calcari ceroidi di colore chiaro straterellati; il colore passa da bianco-grigiastro-rosato a nocciola senza che a queste variazioni possa venire attribuito con sicurezza un significato stratigrafico.



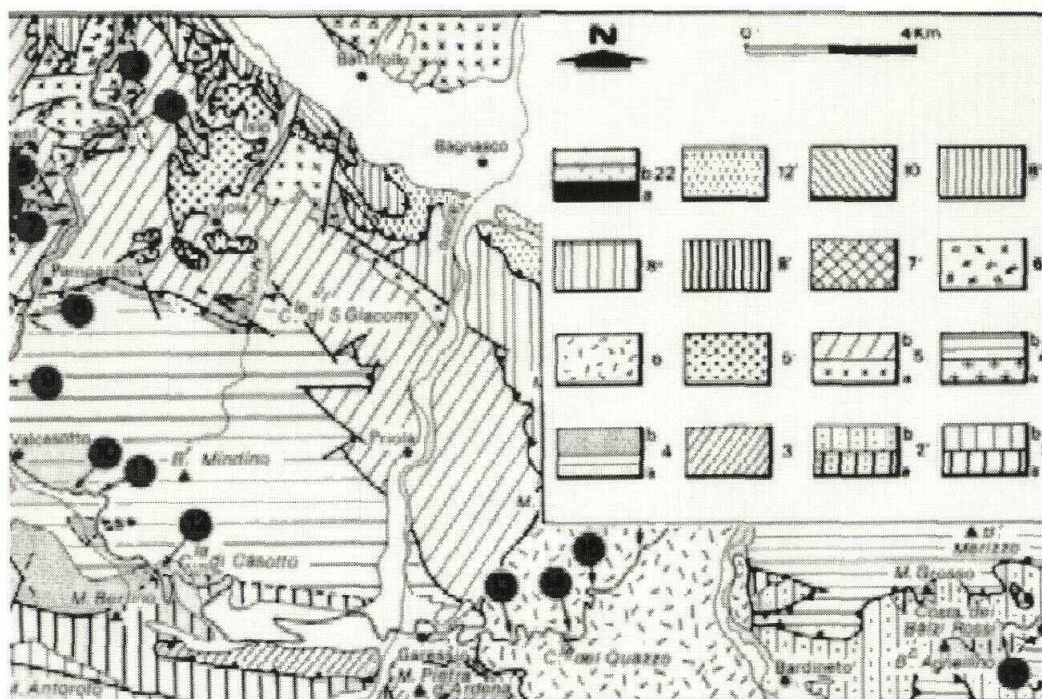


Fig.5.4 - Schema tettonico dell'area compresa tra il Casotto e il Tanaro.

2,2,3,4= Unità brianzonesi di Ormea *intermedia*, di M.Carmo, di Castelvechio- Cerisola, di Ormea interna (a: tegumento permo-carbonifero; b: copertura meso-cenozoica, compreso il Verrucano).

4'= Unità brianzonese di Mallare (a: massiccio cristallino; b: tegumento permo-carbonifero).

5= Unità brianzonese di pamparato-Murialdo (a: massicci cristallini, compresa la F. di Lisio; b: tegumento permo-carbonifero).

5'= Unità brianzonese dei Klippen di Deviglia.

6- Massiccio di Calizzano.

6'= Unità di Bagnaschino.

7'= Unità piemontese di Case Volte.

8',8'',8''',10= Unità piemontesi di Balzo, di M.Sotta, di Villanova, di Montaldo.

12'= Unità piemontese-ligure di Montenotte. 22- coperture oligoceniche-quaternarie.

## **5.6. LOCALIZZAZIONE DEI SITI DI CAVA ED ESEMPI DI RISULTATI OTTENUTI DALLE INDAGINI SUL TERRENO**

### **5.6.1 INQUADRAMENTO GIACIMENTOLOGICO**

L'analisi geologica effettuata ha consentito a questo punto di procedere alla delimitazione delle aree di potenziale interesse giacimentoologico, focalizzando l'attenzione sul dominio Brianzonese, dove si colloca il maggior numero di formazioni carbonatiche.

Utilizzando come base le carte topografiche regionali a scala 1:25000 della zona in esame, sono stati tracciati gli andamenti degli affioramenti carbonatici e si è costruita la carta riportata nella Tav. 1 f.t.

La stesura di questa carta è stata effettuata sulla base di osservazioni dirette sul terreno supportate e integrate da dati di diverse provenienze (sia bibliografici che da comunicazioni personali). Si sono inoltre utilizzate le foto aeree della zona per meglio definire alcuni limiti di affioramento delle formazioni.

Si sono distinte le formazioni appartenenti al Trias medio da quelle appartenenti al Giurese e all'Eocene.

Le formazioni triassiche, essenzialmente del Ladinico-Anisico, si presentano con dolomie e calcari più o meno dolomitici, e nella zona esaminata si collocano nella Formazione delle "Dolomie di S.Pietro dei Monti". Nel Giurese si distinguono ulteriormente le formazioni appartenenti al Dogger (calcari scuri alternati con marne calcaree e conglomerati dolomitici) e al Malm (calcari ceroidi rosati e mandorlati). Anche nell'Eocene ci sono formazioni carbonatiche: calcari chiari e brecce ad elementi dolomitici.

Gli affioramenti carbonatici in tal modo delimitati hanno costituito la guida per la ricerca e la localizzazione sulla carta dei siti di cava.

Come già detto in precedenza nella presentazione della metodologia della ricerca, la localizzazione è avvenuta cercando sul terreno il riscontro di tutte le informazioni disponibili, dalla bibliografia storica ai documenti d'archivio, e anche dalla tradizione orale della zona.

Si deve sottolineare che si è cercato di localizzare non solo le cave propriamente dette, ma tutti gli indizi di scavi a scopo estrattivo, compresi semplici assaggi esplorativi.

Per quanto riguarda le registrazioni cartografiche, per alcuni siti i dati sono stati direttamente rilevati sul terreno, mentre per altri si sono utilizzate le coordinate UTM dei piazzali di cava riportate in studi precedenti.



A questo punto si sono potute individuare le formazioni carbonatiche ospitanti il maggior numero di indizi di attività estrattive. Da una prima analisi, la maggior parte dei marmi estratti risulta provenire dagli affioramenti triassici delle Dolomie di S.Pietro dei Monti. Uno studio per evidenziare la percentuale magnesiaca in un campione di otto marmi provenienti da cave di questa formazione, attualmente in corso, ha fornito percentuali comprese tra il 2 e il 15 % di carbonato di magnesio, un risultato che dovrà essere verificato con un esame diffrattometrico.

Si è notato inoltre che alcune cave di marmo Nero (Ormea, Miroglio e Sbornina) sono situate al limite del contatto tra Trias e Dogger.

Dall'insieme di queste prime considerazioni, e tenendo conto dei rilievi sul terreno, può essere proposta la ricostruzione stratigrafica schematica di Fig. 5.5.

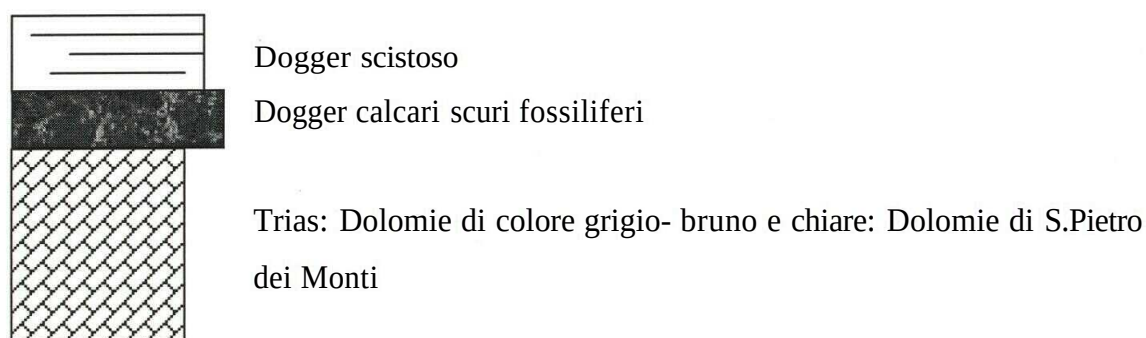


Fig. 5.5 - Ricostruzione stratigrafica schematica delle formazioni carbonatiche su cui sono presenti lenti di marmo.

Secondo questa rappresentazione i marmi grigi e colorati (come i vari Bigi di Moncervetto e Frabosa, il Verzino di Frabosa e il Viola Piemonte) si collocano nelle dolomie triassiche; stratigraficamente al di sopra di questi si trovano i grigi più scuri e i Neri (Miroglio, Ormea e Vallone), al limite tra le dolomie ed i calcari scuri. Molto probabilmente questi marmi sono ancora triassici, ma il confine tra le due formazioni non è sempre così netto. Inoltre tra il Trias e il Dogger è avvenuta un'emersione della piattaforma carbonatica, che ha dato origine a fenomeni di carsismo e depositi residuali. In questo periodo possono essersi formate delle tasche, anche di grandi dimensioni, di materiali provenienti da smantellamento di rocce triassiche. Questa è una delle possibili origini, ad esempio, dell'affioramento di giallo nella zona di Frabosa.

La produzione di marmi proviene per la maggior parte da queste formazioni ma esistono anche, come ricordato da Peretti, produzioni saltuarie e scarse di marmi monocromi e policromi di vari tipi, provenienti probabilmente da erratici; le caratteristiche cromatiche cambiano da blocco a

blocco e talora da lastra a lastra, per cui è difficile l'estrazione di forti quantitativi o di grandi blocchi sani.

#### **5.6.2 ESEMPI DI RISULTATI OTTENUTI NELLA RICERCA SUL TERRENO: IL MARMO BIGIO E IL MARMO GIALLO DI FRABOSA**

Per il bigio di Frabosa, che rappresenta un caso particolare per le quantità anche rilevanti di marmo prodotte in un arco di tempo molto lungo, mancavano notizie certe riguardo l'ubicazione della cava; si avevano però a disposizione notizie locali (che in seguito alla verifica si sono rivelate corrette), su un luogo di cava a Frabosa Serro, mentre nella prima metà dell'Ottocento Barelli ne indicava anche un'altra località. Le indagini sul terreno hanno permesso di riconoscere quattro cave storiche di questo materiale. È stato verificato che la cava indicata dai locali è la principale, e probabilmente la stessa che ha fornito i marmi utilizzati nel cantiere della cupola della Sacra Sindone, e forse anche i materiali successivamente usati nella decorazione da Juvarra.

Per giungere a questa conclusione è stata necessaria un'ampia esplorazione del territorio di Frabosa. Ciò in quanto sulle carte geologiche sono genericamente indicate le numerose bancate di marmo ma sul terreno devono essere distinte le tre principali varietà: bianco (comprendente la sottovarietà verzano), bigio (con le sottovarietà bigio chiaro e bigio scuro) e nero.

Durante la verifica sono stati individuati una dozzina di siti estrattivi storici, tutti nelle medesime lenti marmoree del territorio di Frabosa, circoscrivendo un vero piccolo bacino estrattivo. Tra questi: sei producevano marmo bianco o verzano; una marmo verzano e, subordinatamente, bigio; quattro marmo bigio e una marmo nero.

E' nel corso di questa ricognizione che è stata anche individuata la cava, ormai dimenticata, del Giallo di Frabosa, che affiora al margine di una sola di queste bancate marmoree.

Vengono qui di seguito riportate in forma di scheda tutti i dati raccolti per ciascun materiale.

#### **BIGIO FRABOSA**

##### *Notizie storiche*

Il primo uso individuato è nella cupola guariniana della cappella della S. Sindone, a partire dal 1667. È poi diffusamente presente nella decorazione fino alla scoperta del Bardiglio di Valdieri sul finire degli anni trenta del Settecento. Da quel momento, tranne che in edifici locali, il suo utilizzo

sarà limitato a scalini e zoccolature, almeno nei monumenti di una certa importanza. Poco usato tra Otto e Novecento.

### *Notizie sulle cave*

Sono state individuate quattro diverse antiche cave di marmo grigio nel territorio di Frabosa Serro. Considerando le dimensioni dello scavo, due appaiono troppo piccole per aver potuto fornire il materiale di cantieri importanti come quello della Cappella della Sindone; tra le due più grandi, grazie al campionamento effettuato sui fronti, si può affermare che la cava utilizzata nel periodo storico studiato sia quella confinante con la grande cava, attualmente ancora attiva, di marmo Verzino. Barelli [1835] ne dà una descrizione assai dettagliata alla voce 125-126 del suo Catalogo Ragionato. Al momento risulta quasi interamente sepolta dal detrito della cava confinante ed è quindi difficile qualsiasi stima della potenzialità residua.

E visibile un fronte subverticale di un'altezza stimabile in una ventina di metri, con molte tracce di tagliate mascherate da vegetazione (foto 30a).

Si tratta certamente di un caso che merita un'analisi più approfondita, per giungere a una valutazione tecnico economica di una possibile ripresa dell'attività estrattiva particolarmente in considerazione della necessità di restaurare la cupola della Cappella della Sacra Sindone danneggiata dall'incendio del 11 aprile 1997.

### *Localizzazione della principale cava storica*

Località Prà del Torno, Frabosa Serro (Cn) alla quota di circa 840 m, coordinate Gauss-Boaga del piazzale di cava: E 1 404 000 N 4 905 070.

### *Impiego nei monumenti*

#### Impieghi locali più significativi

Vicoforte, Santuario: mausoleo dell'Infanta Margherita di Savoia; nei due altari della cappella di San Benedetto, nel basamento del baldacchino, nell'altare di San Rocco, in tutti i pavimenti.

Mondovì piazza, Cattedrale: grandi colonne nel presbiterio e in alcune cappelle.

Frabosa Sottana, Parrocchiale: nell'altare maggiore con balaustra

Frabosa Serro, Parrocchiale: nell'altare maggiore con balaustra



Frabosa Soprana, Parrocchiale: nel pavimento e nella balaustra del presbiterio.

### *Impieghi torinesi più significativi*

Cupola guariniana della Cappella della Sacra Sindone: rivestimento interno della cupola e del tamburo. Si tratta di gran lunga del maggiore utilizzo di questo marmo in un cantiere, valutabile in diverse centinaia di metri cubi di conci sagomati e lucidati, tra i quali, prima dell'incendio del 1997, è stato possibile riconoscere i diversi aspetti macroscopici del materiale.

Chiesa di San Lorenzo: balaustra dell'altare del Crocifisso; alcune parti dell'altare maggiore; nelle decorazioni del presbiterio, e nella balaustra dell'altare maggiore.

Basilica di Superga: otto colonne dell'aula alte circa otto metri, e realizzate in conci, con relativo piedistallo; parti degli altari e della balaustra del presbiterio.

Chiesa della Santissima Trinità: lesene dell'aula.

### *Scheda petrografica*

#### Descrizione macroscopica

Sono fondamentalmente due le varietà selezionate, una più chiara e una più scura, ma sempre in caratteristici toni freddi del grigio. Entrambe sono solcate da vene bianche di dimensioni anche notevoli, oppure, da vene più sottili nei colori del giallo più o meno bruno. La varietà più scura può mescolarsi a plaghe di colore verde erba intersecate da vene bianche molto contorte, di notevole effetto decorativo; quella più chiara appare tendenzialmente più uniforme nel colore dal tono azzurrino. In ogni caso l'omogeneità cromatica veniva garantita da operazioni di cernita in cava.

#### Descrizione microscopica

La roccia risulta costituita da calcite cristallina (95%) con cristalli di dimensioni medie dei 0,07-0,3 mm, ad abito allotriomorfo, leggermente torbidi per la presenza di pigmentazioni probabilmente carboniose. Sono presenti minuti cristalli di minerali opachi talvolta con aloni limonitici di alterazione, isolati o aggregati in piccole plaghe o in venette rossastre subparallele. Come accessori sono presenti quarzo e mica bianca.

La roccia è un marmo.



*Scheda tecnica*

|                                                                                           |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Massa volumica apparente [kg/m <sup>3</sup> ]:                                            | 2635 |
| Assorbimento d'acqua per immersione totale<br>(coefficiente di imbibizione) [% in massa]: | 0,12 |
| Coefficiente di assorbimento d'acqua per capillarità [g/m s ]:                            | 0,42 |
| Resistenza a trazione indiretta mediante flessione [MPa]:                                 | 22,7 |
| Microdurezza KNOOP [MPa]:                                                                 | 1271 |

*GIALLO FRABOSA**Notizie storiche*

La citazione maggiormente circostanziata di questo materiale è di Barelli [1835]: "Marmo d'un bel giallo. Questa cava è abbandonata da sì lungo tempo, che appena si conosce il sito dove giace".

*Notizie sulla cava*

Si tratta di una piccolissima cava completamente coperta da terra e vegetazione di cui è quindi attualmente impossibile stabilire anche solo approssimativamente la cubatura sfruttata. E' evidente un fronte di scavo della lunghezza approssimativa di 15-20 metri, che ha sfruttato un banco con andamento perpendicolare al versante e della potenza stimabile nel caso più favorevole intorno a 1-3 metri. Esiste una piccola discarica completamente ricoperta da muschio, in cui sono reperibili piccoli frammenti di marmo giallo.

Il giacimento, probabilmente già in origine di cubatura assai limitata, appare esaurito; tuttavia essendo il sito accessibile con un mezzo fuoristrada può essere effettuata una indagine di maggior dettaglio al fine di valutare le possibilità di recupero di piccoli elementi per scopi di restauro.

### Localizzazione

Non lontano dalla località Creviola (Frabosa Sottana), ma forse già in territorio di Frabosa Soprana a una quota di circa 850 m s.l.m. Coordinate Gauss-Boaga del piazzale di cava: E 1 403 470, N 4 904 880.

### *Impiego nei monumenti*

#### Impieghi locali più significativi

Frabosa Sottana, parrocchiale: nell'altare maggiore.

Frabosa Serro, parrocchiale: nell'altare della sacrestia.

Frabosa Soprana, parrocchiale: negli altari dell'addolorata e di San Giorgio e nel pavimento del presbiterio..

#### Impieghi torinesi più significativi

Venaria Reale, Cappella di Sant'Uberto: nei tre altari principali e dei basamenti marmorei delle statue; si tratta di gran lunga dell'utilizzo più significativo di questo materiale.

Torino, Chiesa di Santa Maria al Monte: nella cappella, di San Francesco decorata e in quella di fronte, dedicata a San Maurizio.

Torino, Chiesa di Santa Teresa: nell'altare del Santo Crocifisso.

Torino, Chiesa di San Lorenzo: nell'altare della Natività.

### *Scheda petrografica*

#### Descrizione macroscopica

Il giallo di Frabosa era cernito in due varietà fondamentali: giallo con sfumature rosse più o meno diffuse, venato di bianco, e giallo brecciato con clasti grigi. Era usato senza apparente distinzione tra verso e contro. Nel primo caso le venature chiare appaiono più rade ma di maggior spessore, nel secondo si assottigliano e si infittiscono.

#### Descrizione microscopica

Micrite di colore giallo sporco attraversata da vene di calcite ricristallizzata con andamento apparentemente casuale.

La micrite, a pigmentazione ocracea, è costituita da: calcite (per il 93 %); mica muscovite in lamine della lunghezza media di 0,06 mm (circa 5%); quarzo in individui subidiomorfi della dimensione media di 0,05 mm (circa 2%).

Le vene (che possono allargarsi in plaghe) sono costituite da calcite in cristalli leggermente pigmentati delle dimensioni massime di 0,4 mm (98%); mica bianca in lamine che possono superare la lunghezza di 0,1 mm (circa 2%). Come accessori si riconoscono opachi con alone limonitico (probabile pirite) e piccoli cristalli di quarzo.

La roccia è una calcarenite fine brecciata

#### Scheda tecnica

|                                                                                           |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Massa volumica apparente [kg/m <sup>3</sup> ]:                                            | 2680 |
| Assorbimento d'acqua per immersione totale<br>(coefficiente di imbibizione) [% in massa]: | 0,90 |
| Coefficiente di assorbimento d'acqua per capillarità [g/m s <sup>1/2</sup> ]:             | 0,68 |
| Resistenza a trazione indiretta mediante flessione [MPa]:                                 | 10,8 |
| Microdurezza KNOOP [MPa]:                                                                 | 1298 |



## 5.6.3 SINTESI DEI RISULTATI DELLA RICERCA

La ricerca condotta sui rapporti tra marmi in opera nei monumenti e la loro provenienza geologica ha come obiettivo finale, come si è detto, la redazione dell'inventario dei marmi storici e dei relativi siti di cava.

La proposta di catalogazione dei marmi storici monregalesi e il quadro dei relativi siti di cava che di seguito si riportano (v. Tab. 6.1 e Tab.6.2) rappresentano la sintesi dei risultati fino ad ora ottenuti.

Tab.6.1 - Catalogazione dei marmi storici dell'area monregalese

| NOME<br>TRADIZIONALE                    | NOME<br>PETROGRAFICO         | LUOGO DI<br>ORIGINE       | CAVA<br>LOCALIZZATA | IMPIEGHI        |                                                 |
|-----------------------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------|-----------------|-------------------------------------------------|
|                                         |                              |                           |                     | PERIODO         | ESEMPI SIGNIFICATIVI                            |
| 1. Monregalese                          |                              |                           |                     |                 |                                                 |
| Viola Val Corsaglia<br>(Viola Piemonte) | marmo a silicati             | I Bassi (Monastero Vasco) | Si                  | '600, '900      | Politecnico di Torino                           |
| Bigio di Frabosa                        | marmo                        | Frabosa Serro             | Si                  | '600 – '900     | Torino, Cupola della Cappella della SS. Sindone |
| Nero di Frabosa                         | marmo                        | Frabosa                   | No                  | '600 - '700     | Torino, Cappella della SS. Sindone              |
| Giallo Frabosa                          | calcare                      | Frabosa Serro             | Si                  | '600 – '700     | Altari cappella S.Uberto a Venaria Reale        |
| Diaspro Rosso di Garessio               | calcare dolomitico           | Villarchiosso             | Si                  | '700 - '900     | Portali dell'Armeria Reale a Torino             |
| Rosso Val Corsaglia (RossoPiemonte)     | calcare dolomitico           | Alta Val Corsaglia        | Si                  | '700 – '900     | Altari cappella S.Uberto a Venaria Reale        |
| Breccia di Casotto                      | calcare dolomitico brecciato | Valcasotto                | Si                  | '700 - '800     | Colonne interne chiesa Gran Madre a Torino      |
| Persichino di Casotto                   | calcare dolomitico           | Castello di Casotto       | Si                  | '700            | Colonne degli altari di Superga                 |
| Seravezza di Moncervetto                | marmo a silicati             | I Bassi (Monastero Vasco) | Si                  | '600 – '800     | Balaustre chiesa di Montaldo Mondovì            |
| Nero Nuvolato                           | marmo                        | Miroglio                  | Si                  | '900            | Atrio Ist. Galileo Ferraris di Torino           |
| Nero Vallone                            | marmo                        | Val Corsaglia             | Si                  | '800, '900      | Altare chiesa Parrocchiale di Montaldo Mondovì  |
| Portoro deì Banchi                      | marmo                        | Ponte di Nava             | Si                  | '800            | Altare chiesa Parrocchiale di Montaldo Mondovì  |
| Breccia di Val Tardità                  | breccia calcarea             | Monasterolo Casotto       | Si                  | '900            |                                                 |
| Pietra di Vico                          | Arenaria                     | Vicoforte                 | Si                  | Medioevo — '900 | Santuario di Vicoforte                          |

Alle varietà qui sopra elencate vanno aggiunti almeno due materiali storici attualmente ancora in produzione: il verзино (o bianco) di Frabosa e il Bigio di Moncervetto.

|                    |       |                              |    |             |                                                   |
|--------------------|-------|------------------------------|----|-------------|---------------------------------------------------|
| Verzino di Frabosa | marmo | Frabosa Sottana e<br>Soprana | Si | '600 - '800 | Torino: Portale chiesa<br>S. Carlo                |
| Moncervetto        | marmo | Monastero di Vasco           | Si | '800, '900  | Altare chiesa Parrocchiale<br>di Montaldo Mondovì |



TAB. 6.2 Siti di cava dei marmi storici: principali dati tecnici e giacimentologici

| Località                            | Materiale           | Attività                    | Data inattività | Accessibilità      | Coltivazione | Sistema abbattimento         | Stima volume escavato m <sup>3</sup> | Stima riserve m <sup>3</sup> |
|-------------------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------|--------------------|--------------|------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| 1. Prà del Torno1 (Frabosa Soprana) | Verzino             | attiva                      |                 | buona              | gradoni      | Filo diamant,+ tagliatrice   | 30000                                | 10000                        |
| 2.Prà del Torno2 (Frabosa Soprana)  | Bigio               | abbandonata                 | '800            | buona              | Fronte unico | Manuale +esplosivo           | 7000                                 | 20000                        |
| 3.Prà del Torno3 (Frabosa Soprana)  | Bigio               | abbandonata                 | '800            | media              | Fronte unico | Manuale + esplosivo          | 1000                                 | N V                          |
| 4.Prà del Torno4 (Frabosa Soprana)  | Bigio               | abbandonata                 | '800            | difficoltosa       | Fronte unico | Manuale + esplosivo          | 3000                                 | <1000                        |
| 5.Frabosa Soprana                   | Giallo              | abbandonata                 | '800            | difficoltosa       | Fronte unico | Manuale                      | <1000                                | nulle                        |
| 6.Miroglio                          | Nero nuvolato       | abbandonata                 | 1963            | buona              | Fronte unico | Filo elicoidale              | 6-7000                               | >10000                       |
| 7.Miroglio                          | Verzino             | abbandonata                 | 1960            | media              | Fronte unico | Filo elicoidale              | <1000                                | N.V                          |
| 8.Sbornina                          | Nero Vallone        | abbandonata                 | 1960            | buona              | gradoni      | Filo elicoidale              | 6000                                 | >20000                       |
| 9.Sbornina                          | Rosso Piemonte      | abbandonata                 | '900            | molto difficoltosa | unico        | Filo elicoidale              | >1000                                | N V                          |
| 10.Moncervetto 1                    | Bigio Venato        | attiva                      |                 | buona              | gradoni      | Filodiamantato + tagliatrice | 50000                                | 40000                        |
| 11.Moncervetto 2                    | Bigio Venato        | abbandonata                 | 1973            | difficoltosa       | Fronte unico | Filo elicoidale +esplosivo   | 1000                                 | N V                          |
| 12.Moncervetto 3                    | Viola Piemonte      | abbandonata                 | 1973            | difficoltosa       | Fronte unico | Filo elicoidale +esplosivo   | 3000                                 | 5000                         |
| 13.Val Tardità                      | Breccia             | autorizzata                 | 1940            | media              | Fronte unico | Filo elicoidale              | <1000                                | >10000                       |
| 14.Val Tardità                      | Verde Mombasiglio   | In attesa di autorizzazione | 1940            | media              |              | Filo elicoidale              | <1000                                | >30000                       |
| 15. Ormea                           | Nero                | attiva                      |                 | buona              | gradoni      | Filodiamantato + tagliatrice | 90000                                | >300000                      |
| 16. Vallone di Villarchiosso        | Nero Rosso          | abbandonata                 | 1955            | difficoltosa       | Fronte unico | Manuale + esplosivo          | N V                                  | N V                          |
| 17.Uvio di Villarchiosso            | Rosso persichino    | abbandonata                 | 1940            | Difficoltosa       | Fronte unico | Filo elicoidale + esplosivo  | N V                                  | N V                          |
| 18, Reisa di Villarchiosso          | Rosso persich. Nero | abbandonata                 | 1940            | Difficoltosa       | Fronte unico | Filo elicoidale + esplosivo  | 2-3000                               | N V                          |
| 19. Baudunea (Ormea)                | Calcare             | abbandonata                 | 1950            | Buona              | Fronte unico | Manuale + esplosivo          | 5000                                 | N V                          |
| 20.Cantarana (Ormea)                | Calcare palombino   | abbandonata                 | 1950            | Difficoltosa       | Fronte unico | Manuale + esplosivo          | N V                                  | N V                          |
| 21. Salto del cane (Ormea)          | Calcare palombino   | abbandonata                 | 1950            | Buona              | Fronte unico | Manuale + esplosivo          | 1000-2000                            | NV                           |
| 22. Rio Bose (Ormea)                | Nero                | abbandonata                 | 1970            | Media              | Fronte unico | esplosivo                    | 3-4000                               | N V                          |

|                           |              |             |      |              |              |                 |       |     |
|---------------------------|--------------|-------------|------|--------------|--------------|-----------------|-------|-----|
| 23. Ponte di Nava (Ormea) | Nero portoro | abbandonata | 1973 | Difficoltosa | Fronte unico | Filo elicoidale | 2000  | N V |
| 24. Casotto               | Breccia      | abbandonata | '800 | Difficoltosa | Fronte unico |                 | >1000 | N V |
| 25. Casotto               | Persichino   | abbandonata | '800 | Difficoltosa | Fronte unico | Manuale         | <1000 | N V |

### 5.7. CONCLUSIONI: POSSIBILITA' E CONDIZIONI PER LA RIPRESA DELL'ATTIVITA' ESTRATTIVA

E' in atto nella nostra società, e segnatamente in Piemonte, una rinascita dell'interesse per la conservazione del patrimonio storico-artistico-architettonico, anche nelle sue espressioni minori e più decentrate. E' un fenomeno positivo, che dimostra una più diffusa e crescente sensibilità della gente verso i valori non solo dell'arte ma anche della tradizione e della storia. La Pubblica Amministrazione pertanto, non solo non può restare insensibile di fronte a questo fenomeno, ma deve farsi promotrice di iniziative concrete intese a soddisfare le nuove istanze culturali.

Come si è visto nell'illustrazione della ricerca, la conservazione e la valorizzazione del patrimonio storico-artistico-architettonico piemontese richiede la disponibilità dei marmi storici, elementi portanti di tante testimonianze culturali del nostro passato. Occorre allora porsi concretamente il problema della possibilità di estrarre le quantità necessarie di questi materiali per il restauro, operazione non solo necessaria ma in molti casi indispensabile e non più differibile, pena la perdita definitiva dei manufatti per usura e cedimento strutturale dei manufatti ed asportazioni indebite.

Dalla ricerca condotta emerge che , in corrispondenza dei siti delle antiche cave riscoperti e studiati, le condizioni geogiacimentologiche non sono in generale tali da consentire oggi l'avviamento e il mantenimento di una attività estrattiva "ordinaria": ciò a causa dell'esiguità evidente delle formazioni utili, della fratturazione in genere elevata, della discontinuità tipica anche a piccola scala delle caratteristiche cromatiche. Ciononostante, i materiali estraibili sarebbero in generale perfettamente idonei per gli scopi del restauro, dove sono richieste, di norma, quantità limitate e limitate dimensioni dei singoli elementi decorativi: si pensi alle cornici, ma anche ai pannelli e alle specchiature degli altari settecenteschi in Giallo di Frabosa o in Seravezza di Moncervetto, apparentemente monolitici ma in effetti realizzati a mosaico con tessere di dimensioni centimetriche.

La ragione di questo sta nel fatto che la situazione giacimentologica originaria non era, in generale, sostanzialmente diversa dall'attuale. La differenza rispetto ad oggi risiede quindi essenzialmente nel diverso valore attribuibile al materiale : molto più prezioso in passato, e comunque tale da giustificare le fatiche e i costi di allora, certamente molto maggiori , in proporzione, data la povertà della tecnologia disponibile e i gravi problemi di trasporto.



Sta di fatto che, salvo casi eccezionali, nessun imprenditore potrebbe oggi decidere di avventurarsi in un'operazione di richiesta di autorizzazione, secondo le procedure vigenti, e di avviamento di un'attività estrattiva "normale" per marmi storici che si trovino nelle condizioni generali sopra richiamate.

Dunque è anche la Pubblica Amministrazione che deve farsi carico del problema, almeno per le proprie competenze ed esigenze.

Per quanto riguarda ad esempio il problema amministrativo, una strada da seguire potrebbe essere quella di predisporre strumenti autorizzativi speciali, che prevedano procedure semplificate, a cui corrispondano ovviamente vincoli particolari per le operazioni di prelievo dei materiali: questi dovrebbero essere limitati in quantità e nel tempo, e soggetti ad un attento controllo del rispetto delle condizioni di compatibilità ambientale e di sicurezza.

Per far questo, occorre preliminarmente realizzare anzitutto l'inventario completo dei marmi storici regionali e dei relativi siti di cava; questo dovrebbe successivamente essere recepito negli strumenti urbanistici comunali, oltreché in quelli di pianificazione regionale, in modo da garantire la salvaguardia della risorsa e la possibilità concreta della sua utilizzazione.

A titolo di esempio del problema della salvaguardia di litotipi storici, si può citare il caso della Seravezza di Moncervetto, la cui presenza è rilevabile in una piccola bancata all'interno del potente banco di marmo grigio di Moncervetto attualmente in coltivazione. Si tratta, come si è visto, di un marmo di color rosso violaceo a mandorle chiare in una pasta scura di fondo, che, ai fini dell'attività estrattiva in corso costituisce solo un intralcio, non avendo interesse commerciale, presumibilmente solo per l'esiguità della cubatura disponibile. In questa situazione, in mancanza di una specifica tutela la Seravezza di Moncervetto è un litotipo che rischia di scomparire.

Esiste poi, in ogni caso il problema economico della realizzazione dell'estrazione. E' chiaro che se si vuole raggiungere l'obiettivo della disponibilità dei materiali, occorre sostenere economicamente la corrispondente attività imprenditoriale.

La Pubblica Amministrazione potrebbe, a questo proposito, promuovere iniziative a partecipazione mista, pubblica e privata, sostenute da appositi strumenti legislativi o inseribili in progetti regionali o europei. In ogni caso sarebbe fondamentale la sua funzione di promozione e di coordinamento delle attività, allora non solo limitate all'estrazione, ma estendibili alla lavorazione e all'impiego dei marmi.

In tale ottica non è difficile immaginare possibilità concrete di ripresa del settore con conseguenti benefici indotti per le vallate che ospitano queste speciali, particolarissime, risorse

minerarie. Basti pensare soltanto al significato che potrebbe avere la rinascita di un artigianato artistico qualificato e il corrispondente indotto turistico-culturale.

Sono benefici che derivano da un tipo di risorse non tanto valutabili sulla base di prezzi e quantità, ma per le potenzialità estremamente interessanti che il loro significato culturale conferisce loro.

Detto questo per quanto riguarda la situazione generale dei marmi storici monregalesi, si può completare il discorso accennando esemplarmente al caso particolare di un materiale storico per il quale la ricerca condotta ha dimostrato la fattibilità, da un punto di vista industriale, della ripresa dell'attività estrattiva, e ciò indipendentemente dalle esigenze del restauro artistico.

Si tratta dell'Arenaria di Vicoforte, che, come si è già detto, ha avuto una grande importanza storica come materiale decorativo e strutturale, ma di cui si era ormai persa la memoria. Lo studio effettuato, oltre a ricostruirne le vicende storiche e a riscontrarne la rilevanza degli impieghi nei monumenti, ha portato a valutare le caratteristiche tecnologiche del materiale disponibile e le potenzialità produttive del giacimento.

Lo studio di fattibilità è stato condotto predisponendo un progetto di massima della coltivazione, per la quale si sono ipotizzate quattro diverse metodologie di stacco al monte, individuando nel dettaglio le fasi di sviluppo del processo produttivo, a partire dalla ripresa dei vecchi fronti di cava, in modo da giungere a regime nelle condizioni ottimali di economicità e di compatibilità ambientale. I risultati dello studio sono confortanti, in quanto i costi unitari di produzione appaiono compatibili con i prevedibili prezzi di vendita dell'arenaria, attualmente molto richiesta sul mercato piemontese, tanto che l'approvvigionamento viene effettuato non solo in Toscana, ma anche in Francia.

Ovviamente, come si è sottolineato, si tratta di un'eccezione nel panorama generale dei materiali storici, per i quali le cause di chiusura delle cave, oltre alla caduta della domanda dovuta al cambiamento nelle preferenze degli architetti, sono da imputare alla mancanza di una massa critica di materiale omogeneo e di qualità che consenta di assorbire i costi fissi di produzione. Non è detto però che l'approfondimento della ricerca sui marmi storici non porti - almeno a livello regionale - a scoprire nuovi giacimenti di dimensioni interessanti per una valorizzazione industriale.

E questo può essere un ulteriore incentivo alla prosecuzione e al completamento degli studi su questo affascinante argomento.



## 5.8 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

BADINO V., FRISA MORANDINI A., GOMEZ SERITO M., (1995) *Stones from the southern area of Piedmont (Italy) used in historical buildings during the 16<sup>th</sup> - 19<sup>th</sup> centuries* - Atti 1° Congresso Internacional da pedra Naturai, Lisboa, Portugal, 15-17 giugno 1995: 293-297.

BADINO V., FRISA MORANDINI A., (1992), *Marmi in Piemonte*, in "Piemonte Minerario". Saggi a cura del Museo delle Attrezzature per la Didattica e la Ricerca, Cidem, Politecnico di Torino, Torino, pp.31-38.

BADINO V., GOMEZ SERITO M., (1999)-*I marmi del Monregalese. I marmi policromi negli altari alla romana delle Valli Monregalesi* - in: Le risorse culturali delle valli monregalesi e la loro storia, a cura di G.Galante Garrone, A.Griseri, S.Lombardini, L.Mamino, A.Torre, Savigliano, 1999: 399-417.

BADINO V., (1995), *Marmi del Monregalese in mostra: uno strumento efficace di divulgazione e ricerca*, in Porti di Magnin, Mondovì.

BARDELLI P.G., FILIPPI E., GOMEZ SERITO M. (1998) -*"L'importanza dell'approccio sovradisciplinare nel progettare il restauro: l'apparato decorativo e la congruenza con la struttura muraria della confraternita della SS. Annunziata in Guarene d'Alba,-* Atti convegno Scienza e Beni culturali N.14, Bressanone 30 giugno - 3 luglio 1998: 477-489.

BARELLI V., (1835) - *Cenni di Statistica Mineralogica degli Stati di S. M. il Re di Sardegna*, Tip. G. Fodratti, Torino.

CASALIS G., (1849) - *Dizionario geografico storico statistico commerciale di S.M. il Re di Sardegna*, G. Maspero e G. Marzorati, Torino.

CATELLA M., (1969) *Marmi Piemontesi*, in Cronache economiche della CCIAA, Fasc. 313, 4, pp. 1-14

DANNA D., (1993), *Cronache monasteresi*, Torino  
210

FRISA A., GOMEZ SERITO M., (1998) - *Indagini sulla provenienza dei materiali lapidei usati nell'architettura e nella scultura di epoca romana*, in *Archeologia in Piemonte, l'età romana*, a cura di Mercando L., Allemandi ed. Torino, 223-233.

GOMEZ SERITO M., (1998)-*Riconoscimento, caratterizzazione e catalogazione dei marmi colorati utilizzati nella decorazione a Torino e nel Piemonte meridionale dall'inizio del sec. XVII alla scomparsa di Filippo Juvarra*— Tesi di Dottorato in Geingegneria Ambientale, Politecnico di Torino.

GOMEZ SERITO M., (1999)-*I marmi colorati piemontesi nella decorazione*— in: *Atti & Rassegna Tecnica*, LIII-1 nuova serie, 1/99, 15-25.

JERVIS G., (1889) -*I Tesori Sotterranei dell'Italia*, IV vol, E. Loescher, Torino.

PERETTI L., (1938) - *Rocce del Piemonte usate come pietre da taglio e da decorazione*, in *Marmi, Pietre e Graniti* XVI, 2, Carrara.

SACCO F., (1915) - *Geologia Applicata alla città di Torino*, in // *Valentino*, n.5, Ass. Galileo Ferraris, Torino.

VIGO G.B., (1792) – *Marmora Subalpina Carmen*, Ex Tipografia Regia, Torino, 35 pp.

VACCHETTA G., (1984) - *Nuova storia artistica del Santuario della Madonna di Mondovì a Vico*, L'Artistica di Savigliano, Savigliano.



## 5.9 ILLUSTRAZIONI



**Foto 1 - Montaldo Mondovì: Altare maggiore detta Parrocchiale.**

*Il marmo grigio è di Moncervetto, il marmo nero è probabilmente dell'alta val Corsaglia (nero Vallone), le fasce in marmo nero con venature gialle sono in Portoro della val Tanaro (Portoro di Nava), le decorazioni di colore rosato sono in marmi persichini della val Tanaro.*



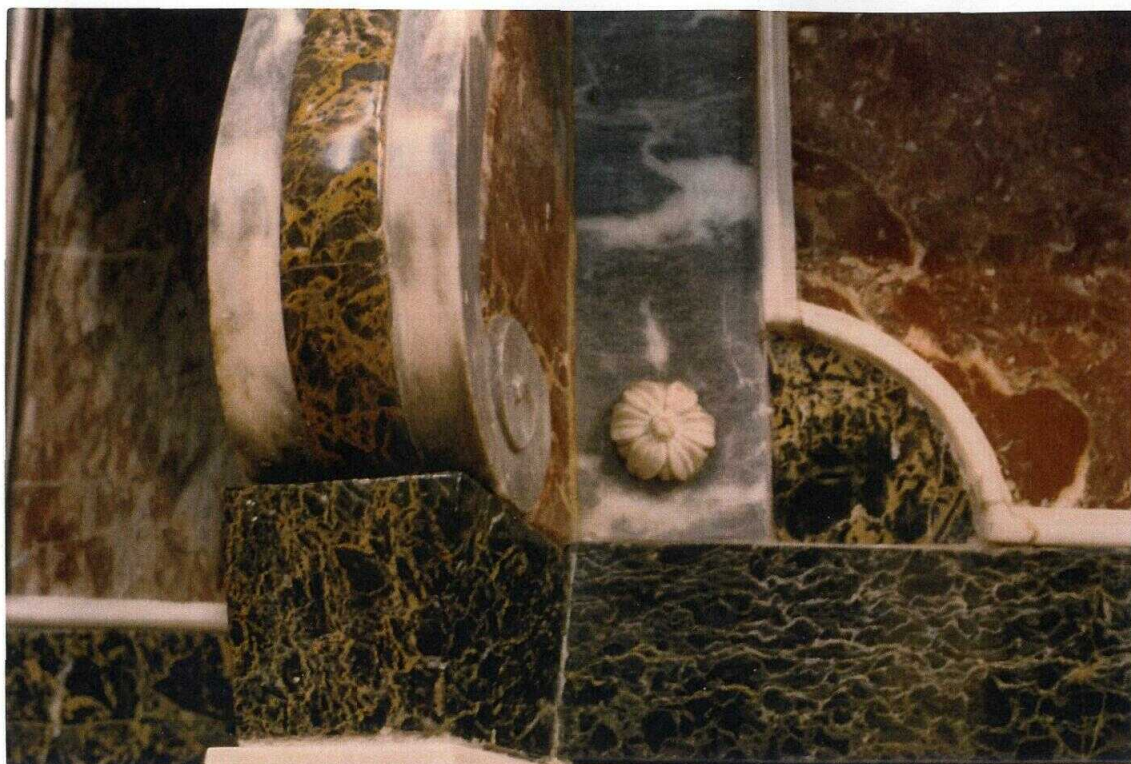


Foto 2 - **Montaldo Mondovì**: Altare maggiore della *Parrocchiale*, particolare.  
Il marmo grigio è di Moncervetto, le fasce in marmo nero con venature gialle sono in Portoro della val Tanaro (Portoro di Nava), le decorazioni di colore rosato sono in marmi persichini della val Tanaro.



Foto 3 - **Montaldo Mondovì**: Altare del Rosario nella *Parrocchiale*.  
Insieme a marmi di importazione si riconoscono il Bigio e il Verzino di Frabosa usati per la struttura di altare e mensa e un persichino locale per la decorazione centrale della mensa.





**Foto 4 - Montaldo Mondovì: Altare maggiore della Parrocchiale, particolare della balaustra.**  
La struttura è in Grigio di Moncervetto, i colonnini sono in Seravezza di Moncervetto, le fasce rosse sono in breccia di Casotto e la specchiatura nera in nero Vallone.



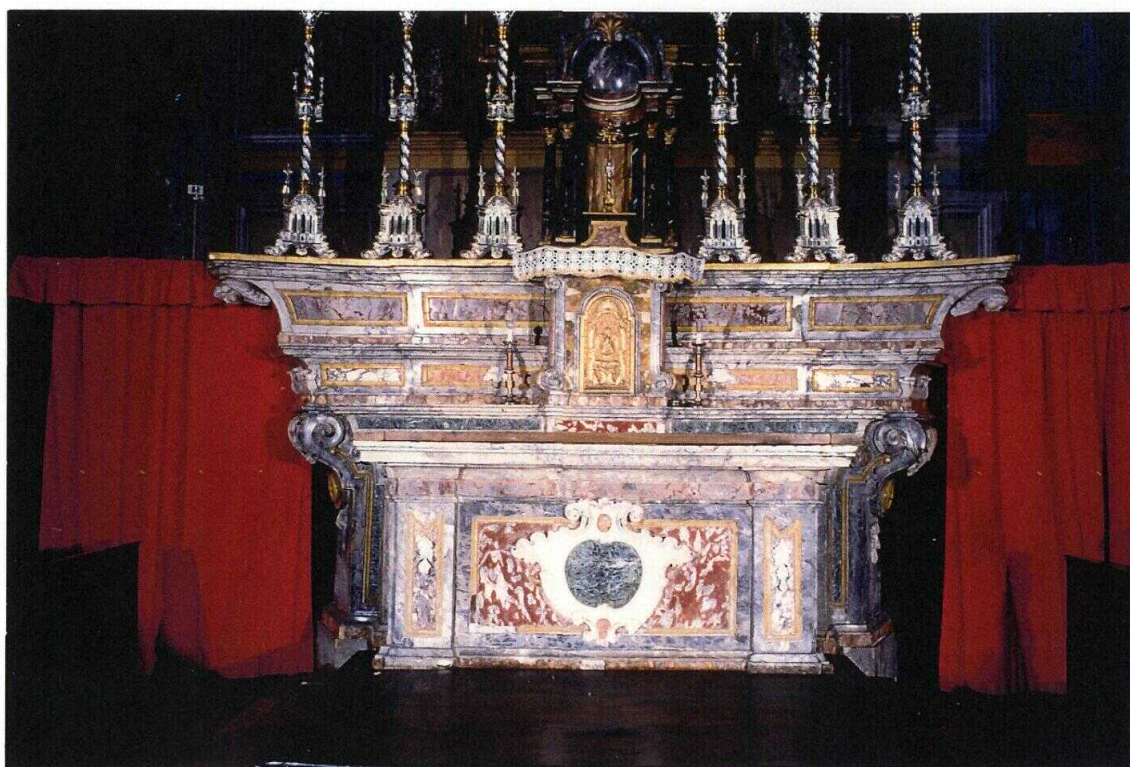


Foto 5 - Frabosa Sottana: Altare *maggiore della Parrocchiale*.

La struttura è in *bigio di Frabosa* e il tabernacolo in *bianco (o verzino) di Frabosa* con intarsi in *Giallo di Frabosa*.



Foto 6 - Frabosa Sottana: Altare *maggiore della Parrocchiale*, particolare del tabernacolo.

La struttura è in *bianco (o verzino) di Frabosa* con intarsi in *Giallo di Frabosa*, le cornici nere sono anch'esse in marmo di Frabosa.





Foto 7 - Roburent; Altare maggiore della Parrocchiale.

Insieme a marmi di importazione si riconoscono la breccia grigia di Roburent usata per la struttura e la breccia di Casotto per le decorazioni di colore grigio e rosso.

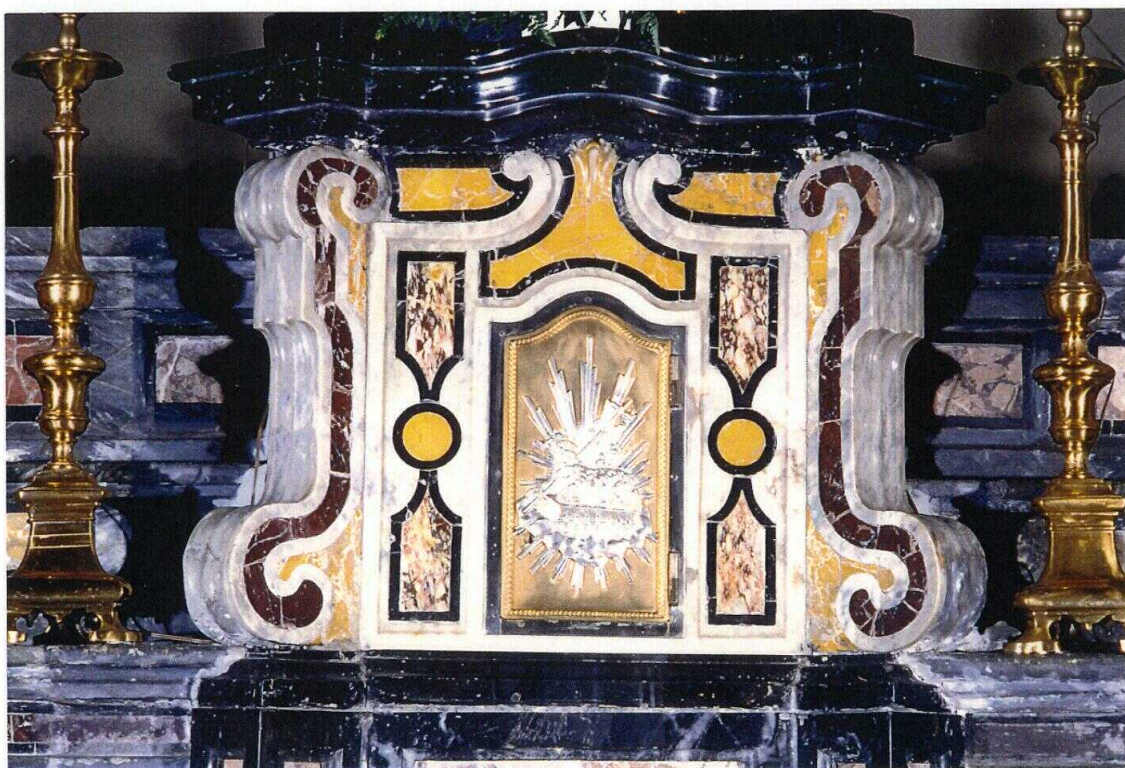


Foto 8 - Roburent: Altare maggiore della Parrocchiale, particolare della balaustra.

Tranne alcuni particolari in alabastro, probabilmente locale, tutta la balaustra è realizzata in breccia grigia di Roburent selezionata nella varietà scura per i colonnini e in quella più chiara per gli altri particolari.



# **Carte geogiacimentologiche dei siti di cava dei marmi storici del Monregalese**

**a) Zona compresa tra le valli Mongia e Ellero**

**b) Val Tanaro**

## **1 - Domini geologici**

### **Dominio Piemontese**



Calcari triassici, "Dolomie di Villanova"

### **Dominio Brianzone**



Trias (Anisico-Ladinico), "Dolomie di S.Pietro dei Monti"



Giurese (Dogger), "Calcari del Rio di Nava"



Giurese (Malm), " Calcari di Val Tanarello e di Bossea"

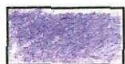


Eocene, "Brecce della Verzera"





Eocene, "Calcari della Madonna dei cancelli"



Eocene, "Calcari chiari"

## **2 - Cave storiche localizzate, visitate e schedate**

A Gruppo di cave di Frabosa Soprana (*cava 1 di Verzino, cave 2-3-4 di Bigio e cava 5 di Giallo*)

B Gruppo di cave di Miroglio (Frabosa Sottana) (*cava 6 di Nero Nuvolato e cava 7 di Verzino*)

C Gruppo di cave del Rio Sbornina (*Cava 8 di Nero Vallone e cava 9 di Rosso Piemonte*)

D Gruppo di cave di Moncervetto (*cave 10 e 11 di Bigio, cava 12 di Viola Piemonte*)

E Cava di Persichino di Casotto (*cava 25*)

F Cava di breccia di Casotto (*cava 24*)

G Gruppo di cave di Val Tardità (*cava 13 di Breccia e cava 14 di verde Mombasiglio*)

H Cava di Nero di Ormea (*cava 15*)

## **3 - Altre cave storiche localizzate e in corso di studio**

I Gruppo di cave di Verzino di Ruata

L Gruppo di cave di Verzino presso Straluzzo

## **4 - Cave storiche segnalate in precedenti ricerche**

M Gruppo di cave di Villarchiosso (*cava 16 di Nero e Rosso, cava 17 di Rosso Persichino, cava 18 di Rosso e Nero*)

N Baudunea (Ormea) (*cava 19 di Calcare*)

O Cantarana (Ormea) (*cava 20 di Calcare Palombino*)

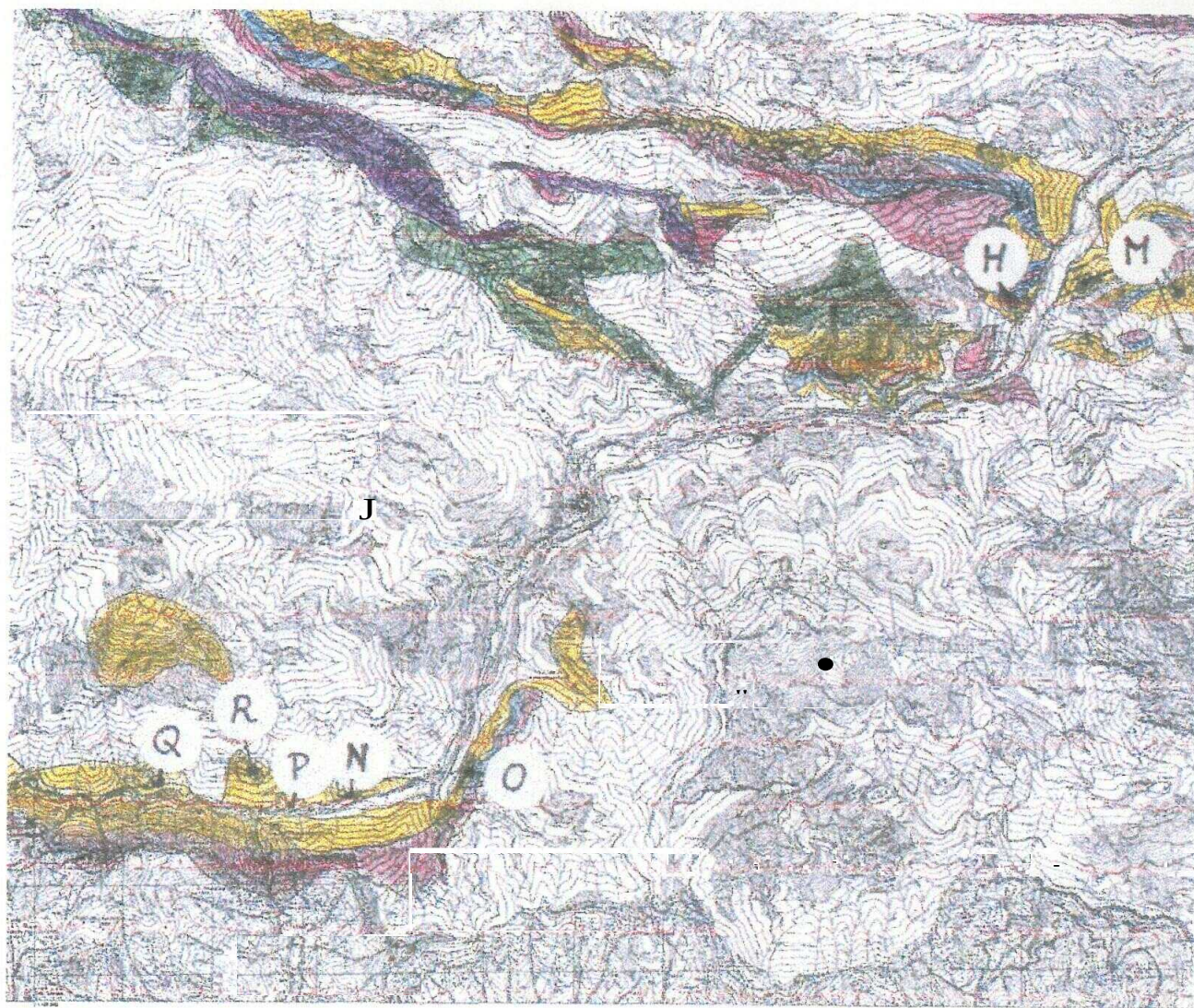
P Salto del cane (Ormea) (*cava 21 di calcare Palombino*)

Q Rio Bose (Ormea) (*cava 22 di Nero*)

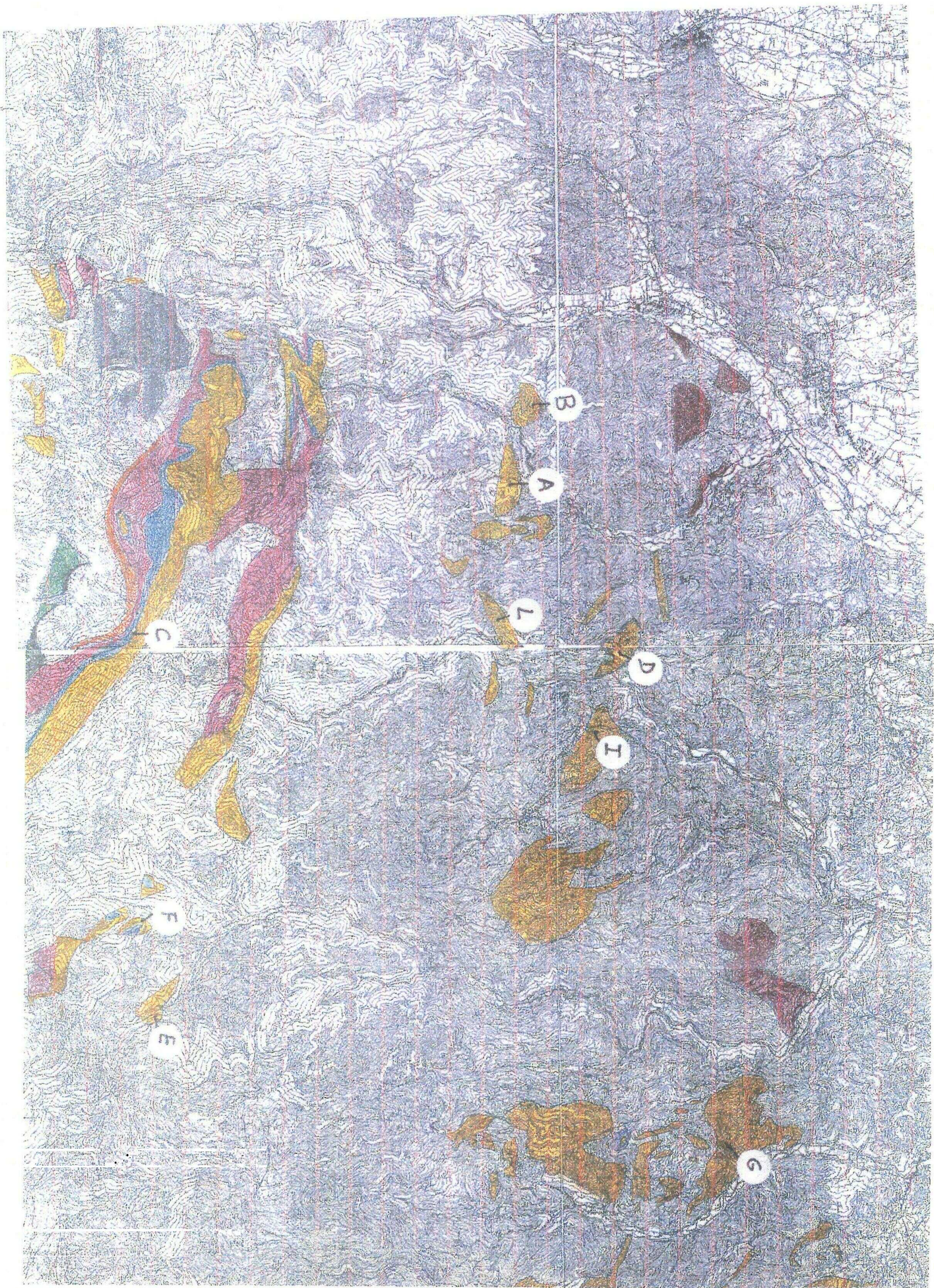
R Ponte di Nava (Ormea) (*cava 23 di Nero portoro*)



## Carte geogiacimentologiche dei siti di cava dei marmi storici del Monregalese









## **6. RECUPERO AMBIENTALE DI CAVE DI PIETRE ORNAMENTALI**

### **STUDI CONDOTTI NEI BACINI DEL FORMAZZA, DEL SEMPIONE, DELL'ANTIGORIO, DELLA BEOLA E DEI LAGHI E NEI BACINI DEL LUSERNA - INFERNOTTO**

#### **6.1. STUDI CONDOTTI NEI BACINI DEL FORMAZZA, DEL SEMPIONE, DELL'ANTIGORIO, DELLA BEOLA E DEI LAGHI.**

Il lavoro è frutto di un triennio di verifiche e ricerche in merito allo studio vegetazionale a fini applicativi (recupero ambientale) in Val d'Ossola. si può dire che l'attività del primo anno risultò limitata come tempo essendo stata iniziata solo in autunno; scegliendo però opportunamente le zone di rilevamento sin d'allora si poterono stabilire l'ecologia e le prime tappe del ciclo evolutivo della vegetazione spontanea, invadente le discariche abbandonate.

Durante il secondo anno si estesero ad altri Bacini Ossolani i rilevamenti sulla vegetazione, localizzati non solo nell'ambito delle cave ma anche nelle zone circostanti per definire la vegetazione attuale forestale e le sue linee evolutive, da correlare ai tipi in corso di stanziamento nelle discariche.

Lo studio del recupero delle cave è stato completato con un terzo anno di applicazione, analizzando le cave del Bacino dei Laghi.

Con quest'ulteriore ampliamento del territorio studiato si ha ormai un'idea abbastanza precisa dei tipi di vegetazione che s'incontrano nei territori interessati dalle cave nell'Ossolano. Si concludono così i rilievi fitosociologici che vengono presentati nel loro insieme.

Infine viene esposta una normativa tecnico-applicativa per il recupero delle cave, valida come presupposto di base in senso generale, ma interessante in particolare l'Ossolano in quanto basata sullo studio ecologico-evolutivo della vegetazione di questo territorio.



### 6.1.1. LA VEGETAZIONE ATTUALE.

#### 6.1.1.1. PREMESSA

Si anticipano qui, per ragioni di priorità, i risultati relativi agli studi effettuati nelle aree campione come risulta al paragrafo 6.1.2..

Pur nei limiti altitudinali che vanno dai 200 m del fondovalle sino ai 1.000 m circa la vegetazione ossolana è stata sufficientemente indagata sulla base di 46 rilevamenti; fra i quali vanno ricordati quelli effettuati sulla vegetazione dei piazzali, del romiceto evolvente a buddleieto e del buddleieto - sarotamneto che saranno descritti più avanti nei particolari. Queste ultime cenosi fisionomiche relative alle prime fasi di pionierizzazione, così evidenti nella zona di Trontano, anche se non sono più state riconosciute altrove tranne che in frammenti o in stadi di sovrapposizione alle boscaglie pioniere a betulla e salicacee, mantengono in pieno il loro valore di tappe preparatorie allo stanziamento di queste ultime e ciò per tutta l'area studiata.

Rifacendoci ai rilevamenti fitosociologici (che per il forte influsso antropico e la grande immaturità della vegetazione, ai primi stadi di evoluzione, non possono essere formalizzati in associazioni) sono stati articolati nei seguenti tipi di copertura vegetale, distinti su base ecologica:

- Boscaglie pioniere delle discariche di cava
- Boschi di latifoglie miste mesofile
- Boschi di latifoglie miste degradate, con infiltrazioni termofile
- Castagneti e querceti acidofili
- Faggete acidofile.

Le cave campione rappresentano il quadro delle principali pietre decorative del comprensorio ossolano, includendo anche i graniti oltre alle beole e i serizzi che presentano i principali affioramenti all'inizio della Valle del Toce verso il suo sbocco sul Lago Maggiore. La diversa struttura del granito, anche se mineralogicamente affine al serizzo e alla beola, unita alla localizzazione geografica, in zone più piovose e relativamente più miti per la vicinanza dei laghi di Mergozzo e Maggiore, possono, in una prima fase di studio, portare ad ipotizzare particolari specificità nei tipi di vegetazione e del loro ciclo evolutivo, rispetto alla media e alta Val d'Ossola.

La scelta della zona da rilevare sui graniti è caduta sul Montorfano e sull'area circostante Baveno, ben nota per il suo granito rosa. Tutta la zona suindicata è stata presa in considerazione per lo studio della vegetazione forestale mentre quella pioniera delle aree dismesse di cava (discariche) è stata studiata presso le Cave Arioli, Cavadonna e Camoscio.

### 6.1.1.2. BOSCAGLIE PIONIERE DELLE DISCARICHE DI CAVA

Sono state maggiormente studiate (12 rilevamenti) perché costituiscono la prima fase forestale pioniera di consolidamento delle discariche di cave, osservate sino a 550 m, susseguenti alle fasi erbaceo - arbustive del romiceto - buddleieto e del buddleieto - sarotamneto (vedi tabelle. 6....11). Su queste interessanti tappe evolutive è stato pubblicato un breve lavoro (Mondino G.P., Scotta M., 1988). I rilevamenti figurano al paragrafo 6.1.2..

L'esposizione è varia, il substrato è, indifferentemente, beola, serizzo o granito, le pendenze sono quasi sempre più o meno forti (35-90%). La copertura arborea (con esemplari giovani alti 2,50 - 5 m ) è assai variabile andando dal 5% (ril. 1, dove anche le betulle rientrano nel piano arbustivo) al 90% in funzione del maggiore o minore affioramento di massi di grosse dimensioni, la cui copertura va dal 10 all'80% della superficie e secondariamente, dall'epoca di abbandono della discarica (orientativamente fra i 10 e i 30 anni). In realtà la presenza di pietrame è sempre abbondantissima (i suoli sono di tipo scheletrico a tasche - litosuoli -), in qualche caso superficialmente mascherata da fitte coperture di rovi.

La copertura arbustiva è assai variabile, la buddleja presenta frequentemente elevati valori ma in realtà migliora pochissimo il suolo in quanto i grossi esemplari vivono sulle fessure dei blocchi di grosse dimensioni che impediscono ogni forma di vita vegetale al di sotto; la presenza di tali esemplari di buddleja contribuisce anzi localmente a bloccare un'ulteriore evoluzione della vegetazione verso lo stadio arboreo.

Anche la copertura erbacea denuncia spesso difficoltà d'insediamento: si va infatti da una copertura quasi assente a valori del 70%, eccezionalmente del 90% (in questi casi si è accumulata una discreta percentuale di materiale roccioso fine e di terriccio, anche se la porzione umifera è sempre molto modesta).

La vegetazione è assai eterogenea ed è stata articolata nelle varie unità fitosociologiche proprio per sottolineare la convergenza di specie ad ecologia molto differenziata in cenosi attualmente in attivo dinamismo.

---

(1) Mondino G.P., Scotta M., 1988 L'evoluzione della vegetazione nelle dinamiche di cava della Valle Ossola.

Riv. Piem. St. Nat., 9, 1988. 69 - 76

Le specie costruttrici sono date, fundamentalmente, da betulla, pioppo tremolo (non così costante però, anche se talvolta a forte copertura), salicone, raramente ailanto (solo all'imboccatura della valle per ragioni termiche), localmente ontano bianco (in corrispondenza di presenza d'acqua, anche se di origine artificiale per usi di cava); inoltre, con coperture più modeste e bassi valori di costanza, sono presenti giovani esemplari di specie pioniere arboree e arbustive di greto, caratteristiche dell'ordine Salicetalia purpurea unità subordinate, cioè Populus nigra, Salix eleagnos e Salix purpurea.

Nel sottobosco permangono sporadicamente specie pioniere della prima fase - erbacea - di colonizzazione dei detriti (classi e loro unità subordinate dei Thlaspietea rotundifolii, Sedo-Scleranthetea e Asplenietea rupestris, la quale ultima comprende addirittura specie rupicole).

Una certa costanza e discreta copertura presentano tre specie del Quercion robori - petraeae e sue forme di degradazione: Cytisus scoparius (relietto della precedente fase arbustiva), Teucrium scorodonia e Calluna vulgaris, indicatrici di ambiente climatico subatlantico e di pH acido.

Le specie più interessanti (ma in genere a bassa presenza e scarsa copertura) indicanti l'incipiente creazione di un sottobosco forestale, presentano carattere nemorale che approfittano della mezza ombra fornita dallo strato arboreo e da una sia pur iniziale maturazione dei substrati. Oltre alla rarissima comparsa di semenzali di specie arboree del bosco definitivo, per il momento a carattere episodico e non ancora affermati, è il caso di sottolineare la presenza di specie di bosco pertinenti a varie unità fitosociologiche (Querco - Fagetea, Fagetalia, Prunetalia e Quercetalia pubescentis - con unità loro subordinate) oltre alle specie di bordo, collegate a quest'ultimo ordine.

Nell'ambito delle specie di ceppo mediterraneo in senso lato, naturalmente poche a causa della notevole piovosità della zona oltre che del pH acido, è da segnalare Cistus salvifolius (osservata fuori rilevamento presso una cava da lungo tempo inattiva). Questa specie stenomediterranea (conosciuta nel Piemonte settentrionale solo presso Cannerò sul Lago Maggiore (Sappa, 1947) non è affatto in sintonia con l'umido ambiente locale, ma riesce ad affermarsi allo scoperto grazie all'aridità dei substrati molto drenanti e alle temperature invernali particolarmente miti.

---

(1) Sappa F., 1947 - Le stagioni piemontesi di Cistus salvifolius L. e il loro significato fitogeografico.

Lavori di Bot. Univ. di Torino, 8: 145 - 199.

**NOTE RELATIVE ALLE TABELLE FITOSOCIOLOGICHE**Località dei rilevamenti

a M. Orfano                    -                    b Baveno  
c Trontano                    -                    d Pontemaglio (Crevoladossola)  
e Premia

Substrati

g granito    -    b beola    -    s serizzo

**Note** - I numeri corrispondenti alle singole specie nei vari rilevamenti indicano il grado di abbondanza - copertura :  $+ = < 1/100$  ,  $1 = 1/100 - 1/20$  ,  $2 = 1/20 - 1/4$  ,  $3 = 1/4 - 1/2$  ,  $4 = 1/2 - 3/4$  ,  $5 = 3/4 -$  tutta la superficie.

I simboli posti come esponente si riferiscono alla rinnovazione.

Alla voce "copertura arborea" la presenza dei due valori percentuali si riferisce, il primo all'alto fusto (*matricine*), il secondo al ceduo.

Il simbolo + posto come esponente si riferisce alla rinnovazione.

Le località (**Comuni**), sono indicate con la lettera dalla a alla e;  
i numeri dei rilievi non sono stati materializzati a terra.



Tab. 1 Boscaglie pioniere delle discariche di cava

| N° ril.                                                                        | 1     | 2   | 3     | 4              | 5              | 6   | 7   | 8              | 9   | 10  | 11  | 12             |
|--------------------------------------------------------------------------------|-------|-----|-------|----------------|----------------|-----|-----|----------------|-----|-----|-----|----------------|
| Località                                                                       | a     | a   | a     | a              | c              | c   | b   | b              | a   | a   | d   | d              |
| Sup. mq                                                                        | 100   | 40  | 40    | 25             | 200            | 300 | 50  | 70             | 80  | 35  | 80  | 80             |
| Quota m                                                                        | 200   | 220 | 220   | 220            | 245            | 270 | 320 | 330            | 360 | 360 | 550 | 550            |
| Pendenza %                                                                     | varia | 35  | 50    | 40             | 80             | 70  | 15  | 45             | 70  | 50  | 90  | 80             |
| Esposizione                                                                    | S     | S   | S     | S              | NE             | NE  | E   | E              | S   | SSE | E   | E              |
| Substrato                                                                      | g     | g   | g     | g              | b              | b   | g   | g              | g   | g   | s   | s              |
| Cop. arborea %                                                                 | 5     | 80  | 80    | 75             | 80             | 70  | 80  | 80             | 75  | 45  | 90  | 70             |
| Cop. arbust. %                                                                 | 70    | 60  | 60    | 70             | 20             | 10  | 15  | 40             | 85  | 60  | 10  | 10             |
| Cop. erbacea %                                                                 | 20    | 40  | q.ass | 5              | 20             | 5   | 90  | 10             | 30  | 40  | 70  | 70             |
| Cop. massi %                                                                   | 40    | 45  | 20    | 50             | 70             | 20  | 10  | 80             | 30  | 30  | 10  | 20             |
| <b>Specie costruttrici</b>                                                     |       |     |       |                |                |     |     |                |     |     |     |                |
| Betula pendula                                                                 | 2     | 4   | 3     | 1              | 3 <sup>1</sup> | 4   | 2   | 2              | 3   | 3   | 2   | + <sup>1</sup> |
| Populus tremula                                                                | +     |     | 1     |                |                | +   | 4   | 4 <sup>+</sup> | 2   |     | 2   | 1              |
| Salix caprea                                                                   | +     | 1   | 2     | +              | 1              | 2   | 1   | +              | 1   | 1   | 3   | 4              |
| Buddleja variabilis                                                            | 2     |     | 2     | 3              |                |     | 2   | +              | 4   | 2   | 2   |                |
| Ailanthus altissima                                                            | 2     | +   | 1     | +              |                |     |     |                |     |     |     |                |
| Alnus incana                                                                   |       | 1   | 3     | 4 <sup>+</sup> |                |     | +   |                | 1   | 1   |     |                |
| <b>Specie caratteristiche dei Salicetalia purpurea e unità subordinate</b>     |       |     |       |                |                |     |     |                |     |     |     |                |
| Populus nigra                                                                  | 1     |     | 1     |                | +              | 1   |     |                | 2   | 1   | 2   | +              |
| Salix eleagnos                                                                 | 1     |     | 1     |                |                |     |     |                |     |     | 1   | +              |
| S. purpurea                                                                    |       |     | 1     | +              |                |     |     |                |     | +   | +   | +              |
| <b>Specie caratteristiche dei Thlaspietia rotundifolii e unità subordinate</b> |       |     |       |                |                |     |     |                |     |     |     |                |
| Rumex scutatus                                                                 | 2     | 1   |       |                | 2              | 1   |     |                |     |     |     |                |
| Hieracium piloselloides                                                        |       |     |       |                | 1              | +   |     |                | 1   |     |     |                |
| Scrophularia canina                                                            | +     |     |       |                |                |     |     |                |     | +   |     |                |
| Epilobium dodonaei                                                             |       |     |       |                |                |     |     |                | +   | +   |     |                |
| <b>Specie caratteristiche degli Asplenieta trichomanis e unità subordinate</b> |       |     |       |                |                |     |     |                |     |     |     |                |
| Asplenium trichomanes                                                          |       |     |       |                | +              | +   |     |                |     |     |     |                |
| A. septentrionale                                                              |       |     |       |                | +              | +   |     |                |     |     |     |                |
| <b>Specie caratteristiche dei Sedo-Scleranthetea ed unità subordinate</b>      |       |     |       |                |                |     |     |                |     |     |     |                |
| Silene rupestris                                                               |       |     |       |                | +              | +   |     |                | +   | +   |     |                |
| Jasione montana                                                                |       |     |       |                | +              | +   |     |                |     |     |     |                |

|                                                                                         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Specie caratteristiche dei <u>Querco-Fagetea</u>                                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Poa nemoralis                                                                           |   | + | + |   |   | + | + |   | + |   | 2 | 3 |
| Hedera helix                                                                            | + | + | + |   |   |   |   |   | 1 | + |   |   |
| Brachypodium sylvaticum                                                                 | 1 | + | + |   |   |   |   |   |   | 2 |   |   |
| Corylus avellana                                                                        |   |   |   | + | + |   |   |   |   |   |   |   |
| Cephalanthera ensifolia                                                                 |   |   |   |   | + |   |   |   |   |   |   |   |
| Specie caratteristiche dei <u>Fagetalia</u> e unità subordinate                         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Fraxinus excelsior                                                                      | + | + | + | + |   | + | 1 |   |   |   | + | + |
| Dryopteris filix-mas                                                                    |   | + | + |   |   | + | + |   |   |   | + | + |
| Euphorbia amygdaloides                                                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | + | + |
| Scrophularia nodosa                                                                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | + | + |
| Specie caratteristiche dei <u>Prunetalia</u>                                            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Clematis vitalba                                                                        |   | 1 | + | + |   |   |   |   | + | + |   |   |
| Cornus sanguinea                                                                        |   |   | + | + |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Specie caratteristiche dei <u>Quercetalia pubescentis</u> ed unità subordinate          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Galium lucidum                                                                          | + | + |   | + |   |   |   |   | 1 | 3 |   |   |
| Hypericum montanum                                                                      |   |   |   |   |   |   |   |   | + | + |   |   |
| Specie di bordo (in prevalenza caratteristiche degli <u>Origanetalia</u> )              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Origanum vulgare                                                                        | + | + |   | + |   | + |   |   | + | + |   |   |
| Inula conyza                                                                            |   |   |   |   |   |   |   |   | + |   | 1 |   |
| Calamintha clinopodium                                                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | + | + |
| Agrimonia eupatoria                                                                     |   |   |   |   | + | + |   |   |   |   |   |   |
| Specie caratteristiche dei <u>Quercion robori-petraenae</u> e sue forme di degradazione |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Teucrium scorodonia                                                                     | + | 1 |   | + |   | + | 2 | 1 |   | 1 | 3 | 2 |
| Calluna vulgaris                                                                        | + | + |   | + | + | + | + | + | 1 | + | + | + |
| Cytisus scoparius                                                                       | 3 | + |   |   | 2 | 1 | + | + | 2 | + | 1 |   |
| Compagne nitrofile e ruderali                                                           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Rubus ulmifolius                                                                        | + |   | 3 | 3 |   | + | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | + |
| Rubus hirtus                                                                            |   |   |   |   | 5 |   |   |   |   |   |   | 1 |
| Eupatorium cannabinum                                                                   | + |   |   |   |   |   | + |   |   | + | + | + |
| Artemisia vulgaris                                                                      | + |   |   |   | + | + |   |   |   |   |   |   |
| Picris hieracioides                                                                     | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Rinnovazione di specie forestali originarie (semenzali)                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Alnus glutinosa                                                                         | + | + | 2 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Quercus robur                                                                           | + | + |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Ulmus minor                                                                             |   |   |   |   |   |   |   |   | + |   |   |   |
| Tilia cordata                                                                           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | + |   |

|                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Acer campestre                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | + |
| Laburnum anagyroides               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | + |
| Altre specie (* <b>acidofile</b> ) |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Solidago virga-aurea               | 1 | + |   | + | + | + | + | + | 1 | + | + | + |   |
| Robinia pseudoacacia               | 1 | + |   |   |   | + |   |   | + | + |   |   |   |
| * Castanea sativa                  |   |   |   |   |   |   | + |   | + |   | + | + |   |
| Hypericum perforatum               |   | + |   | + |   | + |   |   |   | + | + | + |   |
| Fragaria vesca                     | + |   |   |   | + | + |   |   |   |   |   | + | + |
| Hypochaeris radicata               | + |   |   |   |   | + |   |   | + |   |   |   |   |
| Picea abies (relitti colt.)        |   |   |   |   |   | + |   |   |   |   |   | + | + |
| * Frangula alnus                   | + |   | + |   |   |   | 1 | + | + |   |   |   |   |
| Lonicera japonica                  | 3 | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Daucus carota                      | + |   |   | + |   |   |   |   | + | + | + |   |   |
| Molinia arundinacea                |   |   |   |   |   |   | 1 | 2 |   |   |   |   |   |
| * Luzula nivea                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 2 | + |   |
| Agrostis tenuis                    |   |   |   |   |   | + | + |   | 1 |   |   |   |   |
| Artemisia campestris               | 1 |   |   |   |   |   |   |   | 1 |   |   |   |   |
| Laserpitium sp.                    | + |   |   |   |   |   |   |   | 1 |   |   |   |   |
| Centuarium erythraea               | + |   |   |   |   |   |   |   | + |   |   |   |   |
| * Calamagrostis arundinacea        | + |   |   | + |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Brachypodium pinnatum              |   |   |   |   |   |   | + |   |   |   |   | + | + |
| * Rumex acetosella                 |   |   |   |   | + |   | + |   |   |   |   |   |   |
| Hieracium sylvaticum               |   |   |   |   |   | + |   |   | + |   |   |   |   |
| Festuca gr. ovina                  |   | + | + |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Lotus corniculatus                 |   |   |   |   | + | + |   |   |   |   |   |   |   |

#### 6.1.1.3. BOSCHI DI LATIFOGIE MISTE MESOFILIE

In questo paragrafo sono riportati i rilevamenti, inquadrati negli acero-tilieti di Pontemaglio eseguiti a complemento della vegetazione forestale di latifoglie miste della zona basale del Montorfano.

Su una base comune di specie del sottobosco, quasi tutte indicatrici di humus **mull** e di ambiente mesofilo, si individuano due tipi di bosco: quello posto alle quote superiori ai 500 - 600 m e quello dominato (almeno potenzialmente) dalla **farnia** che non supera tali quote e che penetra all'interno della valle principale non oltre Crodo.

E' molto difficile reperire boschi di questo tipo, da considerarsi maturi e non troppo alterati, data la loro posizione di fondovalle dove sono stati eliminati per sostituirli con colture agricole specialmente prati e, sulle prime pendici, con castagneti oggi allo stato ceduo.

Se si osserva la Tab. 2 nello strato arboreo le specie costruttrici sono rappresentate in particolare nel gruppo numeroso, anche se poco omogeneo, delle specie caratteristiche dell'ordine Fagetalia e loro unità subordinate (Fraxinus excelsior, Tilia cordata, Prunus avium) che, in condizioni indisturbate, dovrebbe essere meglio rappresentato anche negli strati subordinati. Il disturbo antropico viene sottolineato dalla discreta frequenza, in basso, della robinia e, sopra i 400 m, dal castagno che, in certi casi, sostituisce le cenosi originarie (rilevamenti 9 e 10) pur conservando, seppure con maggiore partecipazione di specie acidofile, il sottobosco primitivo. Sono state incluse in questo gruppo, anche se dubitativamente, Cyclamen purpurascens e Oplismenus undulatifolius, la cui distribuzione, almeno in zona, appare coincidente con questi boschi dell'ordine Fagetalia.

Abbastanza ben rappresentate sono poi le specie della classe Querco-Fagetea, meno quelle dei Prunetalia, mentre abbastanza importante è il gruppo delle specie acidofile (vedi rilevamento 8) malgrado il tipo di humus (si tratta di humus mull, comunque di tipo acido).

Un aspetto locale decisamente anomalo di questi boschi misti è dato da un paio di rilevamenti effettuati nella zona di Trontano sulle prime pendici montane (m 250); in effetti qui, accanto ad una dominanza, nel piano arboreo, di specie del Carpinion o collegate a quest'alleanza (Quercus robur, Fraxinus excelsior, Prunus avium), il sottobosco è ricco di specie relativamente termofile (caratteristiche dei Quercetalia pubescentis, dei Festuco-Brometea e Brometalia, unità di degradazione dell'ordine precedente), alle quali si aggiungono alcune caratteristiche dei Quercetalia robori - petraeae e altre acidofile. La coesistenza dei due gruppi, a ecologia ben differente, risulta per effetto dell'esposizione a S per la presenza nelle vicinanze di aree denudate dall'uomo dove le specie termofile si sono estese mentre erano già presenti su suoli superficiali; le acidofile costituiscono un fondo comune di tutta la vegetazione subordinata ossolana, indicando pH piuttosto bassi e humus di tipo moder.



**Tab. 2 Boschi di latifoglie miste mesofile**

| N° ril.                                                                        | 1     | 2              | 3              | 4   | 5              | 6              | 7   | 8   | 9   | 10  |
|--------------------------------------------------------------------------------|-------|----------------|----------------|-----|----------------|----------------|-----|-----|-----|-----|
| Località                                                                       | a     | a              | a              | a   | d              | d              | d   | d   | d   | d   |
| Sup. mq                                                                        | 250   | 90             | 150            | 100 | 150            | 200            | 200 | 150 | 150 | 80  |
| Quota m                                                                        | 190   | 210            | 220            | 220 | 400            | 400            | 590 | 600 | 600 | 605 |
| Pendenza %                                                                     | /     | 2              | 40             | 30  | 30             | 20             | 70  | 70  | 70  | 60  |
| Esposizione                                                                    | /     | S              | SE             | SE  | E              | E              | E   | E   | E   | E   |
| Substrato                                                                      | g     | g              | g              | g   | s              | s              | s   | s   | s   | s   |
| Cop. arborea%                                                                  | 75+20 | 100            | 75             | 70  | 70+60          | 100            | 90  | 90  | 100 | 100 |
| Cop. arbustiva %                                                               | 20    | 60             | 10             | 15  | 5              | 20             | 2   | 5   | 10  | 35  |
| Cop. erbacea %                                                                 | 25    | 30             | 60             | 65  | 30             | 80             | 15  | 25  | 15  | 25  |
| Cop. massi %                                                                   | 25    | 15             | 40             | 70  | 50             | 20             | 25  | 20  | 70  | 40  |
| Specie caratteristiche dei <u>Fagetalia</u> , <u>Fagion</u> e <u>Carpinion</u> |       |                |                |     |                |                |     |     |     |     |
| Fraxinus excelsior                                                             | 2     | +              | 2 <sup>2</sup> | +   | +              | +              | 2   |     | +   | +   |
| Tilia cordata                                                                  | 4     | 4 <sup>3</sup> |                | +   | 4 <sup>1</sup> | 4 <sup>+</sup> | 3   | 2   |     |     |
| Prunus avium                                                                   | +     | +              | 2              |     | +              | 1              | +   |     | +   |     |
| Dryopteris filix-mas                                                           | +     | +              | 1              | +   | 1              | 1              | +   | +   | +   | +   |
| Cyclamen purpurascens                                                          |       |                |                |     | +              | +              | 1   | +   | +   | +   |
| Festuca heterophylla                                                           |       |                |                |     | 2              |                | +   | +   | +   |     |
| Lamium galeobdolon                                                             |       |                |                |     |                |                | 1   | +   | +   | +   |
| Salvia glutinosa                                                               |       |                | +              |     |                |                | +   | +   |     | +   |
| Polygonatum multiflorum                                                        | 1     | +              |                |     | 1              | +              |     |     |     |     |
| Galium odoratum                                                                |       |                |                |     |                |                | 1   | +   |     | +   |
| Euphorbia amygdaloides                                                         |       |                |                |     |                |                | +   | +   | +   |     |
| Oplismenus undulatifolius                                                      | +     | +              | +              |     |                |                |     |     |     |     |
| Carex brizoides                                                                |       |                |                |     | 3              | 3              |     |     |     |     |
| Primula vulgaris                                                               | +     | +              |                |     |                |                |     |     |     |     |
| Carex sylvatica                                                                | +     | +              |                |     |                |                |     |     |     |     |
| Melica uniflora                                                                |       | +              |                |     | +              |                |     |     |     |     |
| Campanula trachelium                                                           |       |                |                |     |                |                |     |     | +   | +   |
| Euphorbia dulcis                                                               |       |                |                |     | +              |                |     |     |     | +   |
| Vinca minor                                                                    | 1     |                |                |     |                |                |     |     |     |     |
| Carex remota                                                                   | +     |                |                |     |                |                |     |     |     |     |
| Altre specie <b>costruttrici</b>                                               |       |                |                |     |                |                |     |     |     |     |
| Quercus robur                                                                  |       | 3              | +              | 3   | 4              | 2              |     |     |     |     |
| Castanea sativa                                                                |       |                | +              | +   | 1              | 4              | 4   | 4   | 5   | 5   |

|                                                                                 |  |   |                |   |                |   |   |   |   |     |
|---------------------------------------------------------------------------------|--|---|----------------|---|----------------|---|---|---|---|-----|
| Robinia pseudoacacia                                                            |  | 2 | 2 <sup>1</sup> | 2 | 1 <sup>+</sup> |   |   |   |   |     |
| Specie caratteristiche dei <b>Prunetalia</b>                                    |  |   |                |   |                |   |   |   |   |     |
| Crataegus monogyna                                                              |  | + | +              |   |                |   | + |   |   |     |
| Euonymus europaeus                                                              |  | + | +              | + | +              |   |   |   |   |     |
| Tamus communis                                                                  |  | + | +              | 2 | +              |   | + | + |   | (+) |
| Clematis vitalba                                                                |  |   | +              |   | +              |   | + | + | + |     |
| Specie caratteristiche dei <b>Quercetalia</b> e <b>Quercion robori-petraeae</b> |  |   |                |   |                |   |   |   |   |     |
| Hieracium racemosum                                                             |  |   |                | + | +              |   | 1 | 2 | 1 | +   |
| Teucrium scorodonia                                                             |  |   |                |   |                |   | + |   |   | +   |
| Specie caratteristiche dei <b>Querco-Fagetea</b>                                |  |   |                |   |                |   |   |   |   |     |
| Corylus avellana                                                                |  | 2 |                | + | +              | 1 | 1 | 1 | 2 | 1   |
| Acer campestre                                                                  |  | 1 |                |   |                | + | + | + |   |     |
| Hedera helix                                                                    |  | 1 | 1              | 4 | 1              | + | + | + | 1 | 1   |
| Poa nemoralis                                                                   |  | + | +              |   |                | 1 | 1 | 1 | 1 | +   |
| Brachypodium sylvaticum                                                         |  | + |                | 1 |                | + | + | + | + |     |
| Hepatica nobilis                                                                |  |   |                |   |                | + |   |   | + | +   |
| Carex digitata                                                                  |  |   |                |   |                | + |   |   |   | +   |
| Specie compagne (* <b>acidofile</b> )                                           |  |   |                |   |                |   |   |   |   |     |
| *Cytisus scoparius                                                              |  |   | +              | + | +              | + |   | + |   | (+) |
| Rubus hirtus                                                                    |  | 2 | 2              | 2 | +              | + | + | + | 1 |     |
| *Viola riviniana                                                                |  | + | +              | + | +              | + |   |   |   | +   |
| Galeopsis tetrahit                                                              |  |   | +              |   |                |   | + | + | + | +   |
| *Luzula nivea                                                                   |  |   |                |   |                | 1 | + | + | 1 | 1   |
| Solidago virgaurea                                                              |  |   |                | + |                | 1 | + | + |   | +   |
| Ruscus aculeatus                                                                |  | 1 | +              | 1 | 1              |   |   |   |   |     |
| Sorbus aria                                                                     |  |   | +              | 2 |                |   |   |   |   | +   |
| Mycelis muralis                                                                 |  |   | +              |   | +              |   | + | + | + | +   |
| *Polypodium vulgare                                                             |  |   | +              |   |                |   | + | + | + |     |
| *Asplenium adiantum-nigrum                                                      |  |   | +              | + | +              | + |   |   |   |     |
| Rubus ulmifolius                                                                |  |   |                | + | 4              |   | + | + | + | +   |
| Asplenium trichomanes                                                           |  |   |                |   |                | + | + | + | + | +   |
| *Pteridium aquilinum                                                            |  |   |                | + |                | + | 2 | 2 |   | 2   |
| Hieracium sylvaticum                                                            |  |   |                |   |                | 1 | + | + | + |     |
| Vincetoxicum hirundinaria                                                       |  |   |                | + |                | + | + |   |   |     |
| Molinia arundinacea                                                             |  |   | +              | + |                |   |   |   | + |     |
| Moehringia muscosa                                                              |  |   |                |   |                | + | + | + | + |     |
| Ailanthus altissima                                                             |  |   |                | + | + <sup>2</sup> |   |   |   |   |     |

|                       |  |   |   |   |  |   |   |  |   |   |
|-----------------------|--|---|---|---|--|---|---|--|---|---|
| Athyrium filix-femina |  | 1 | + |   |  |   |   |  |   |   |
| Galeopsis speciosa    |  | + |   | + |  |   |   |  |   |   |
| Veronica chamaedrys   |  |   |   |   |  | + |   |  |   | + |
| Lilium croceum        |  |   |   |   |  | + |   |  | + |   |
| *Sedum maximum        |  |   |   |   |  | + | + |  |   |   |
| Silene alba           |  |   |   |   |  |   | + |  |   | + |
| Rubus caesius         |  | + | + |   |  |   |   |  |   |   |
| Stachys officinalis   |  |   |   |   |  |   |   |  | + | + |

**Tab. 3 - Boschi di latifoglie miste degradate con infiltrazioni termofile**

|                  |         |     |
|------------------|---------|-----|
| N° ril.          | 1       | 2   |
| Località         | c       | c   |
| Sup. mq          | 150     | 100 |
| Quota m          | 250     | 250 |
| Pendenza %       | 40      | 60  |
| Esposizione      | S       | S   |
| Substrato        | s       | s   |
| Cop. arborea %   | 85      | 85  |
| Cop. arbustiva % | 15      | 30  |
| Cop. erbacea %   | 90      | 80  |
| Cop. massi %     | q. ass. | -   |

|                                                                                                                  |                |                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|
| Specie <b>costruttrici</b>                                                                                       |                |                |
| Quercus robur                                                                                                    | 5              | 4              |
| Ulmus glabra                                                                                                     |                | +              |
| Tilia cordata                                                                                                    |                | +              |
| Specie caratteristiche dei <u>Querco-Fagetea</u>                                                                 |                |                |
| Corylus avellana                                                                                                 | 1              | +              |
| Poa nemoralis                                                                                                    | +              | 1              |
| Brachypodium sylvaticum                                                                                          |                | +              |
| Hedera helix                                                                                                     |                | +              |
| Specie caratteristiche <b>del</b> Carpinion (altre sp. costr.) e dei <u>Fagetalia</u>                            |                |                |
| Fraxinus excelsior                                                                                               | 2              | 1              |
| Prunus avium                                                                                                     | 2 <sup>+</sup> | 2 <sup>+</sup> |
| Festuca heterophylla                                                                                             | 2              | +              |
| Salvia glutinosa                                                                                                 | +              | (+)            |
| Dryopteris filix-mas                                                                                             |                | +              |
| Specie caratteristiche dei <u>Prunetalia</u>                                                                     |                |                |
| Cornus sanguinea                                                                                                 | +              | 1              |
| Crataegus monogyna                                                                                               | +              | +              |
| Tamus communis                                                                                                   | +              |                |
| Specie caratteristiche dei Quercetalia pubescentis (prima specie) e di varie unità di bordo collegate all'ordine |                |                |
| Celtis australis                                                                                                 | +              | +              |
| Silene nutans                                                                                                    | 1              |                |
| Viola hirta                                                                                                      | +              |                |
| Origanum vulgare                                                                                                 | 2              | +              |
| Calamintha clinopodium                                                                                           |                | +              |
| Geranium sanguineum                                                                                              | +              | +              |
| Polygonatum odoratum                                                                                             | +              |                |
| Trifolium rubens                                                                                                 | +              |                |
| Vincetoxicum hirundinaria                                                                                        |                | +              |
| Specie caratteristiche dei <b>Festuco-Brometea</b> e Brometalia (unità di degradazione dell'ordine precedente)   |                |                |
| Filipendula hexapetala                                                                                           | 1              | +              |
| Brachypodium pinnatum                                                                                            | 2              | 1              |
| Stachys recta                                                                                                    | +              | +              |
| Euphorbia cyparissias                                                                                            | +              |                |



|                                                                                        |   |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------|---|---|
| Odontites lutea                                                                        | + |   |
| Veronica spicata                                                                       | + |   |
| Prunella grandiflora                                                                   | + |   |
| Dianthus carthusianorum                                                                | + |   |
| Bromus erectus                                                                         | 1 |   |
| Altre specie termofile e <b>xerofile</b>                                               |   |   |
| Carex humilis                                                                          | 2 | 2 |
| Potentilla alba                                                                        | 1 | + |
| Teucrium chamaedrys                                                                    | + | + |
| Anthericum liliago                                                                     | + | + |
| Peucedanum oreoselinum                                                                 | + | + |
| Galium album                                                                           | + | + |
| Ruscus aculeatus                                                                       | + |   |
| Specie caratteristiche dei <b>Sedo-Scleranthetalia</b>                                 |   |   |
| Sempervivum tectorum                                                                   | + |   |
| Allium lusitanicum                                                                     | + |   |
| Sedum rupestre aggr.                                                                   | + |   |
| Petrorhagia saxifraga                                                                  | + |   |
| Specie caratteristiche dei <u>Quercetalia-robori-petraeae</u> ed unità di degradazione |   |   |
| Melampyrum pratense                                                                    | 2 | + |
| Hieracium sabaudum                                                                     | + |   |
| Stachys officinalis                                                                    | 1 | + |
| Genista tinctoria                                                                      | + |   |
| Potentilla erecta                                                                      | + | + |
| Calluna vulgaris                                                                       | + | + |
| Specie <b>acidofile</b>                                                                |   |   |
| Pteridium aquilinum                                                                    | + | + |
| Viola riviniana                                                                        | + | + |
| Hieracium boreale                                                                      | 2 |   |
| Veronica officinalis                                                                   | + |   |
| Polypodium vulgare                                                                     | + |   |
| Asplenium adiantum-nigrum                                                              | + |   |
| Specie caratteristiche degli Asplenietea rupestris                                     |   |   |
| Asplenium trichomanes                                                                  | + |   |
| Sedum dasyphyllum                                                                      | + |   |
| Altre specie                                                                           |   |   |

|                            |   |   |
|----------------------------|---|---|
| Sorbus aria                | 1 | + |
| Castanea sativa            | 1 |   |
| Robinia pseudoacacia       |   | + |
| Ligustrum vulgare          | 1 | + |
| Cruciata glabra            | + | + |
| Dactylis glomerata         | + | + |
| Fragaria vesca             | + | + |
| Solidago virgaurea         | 2 | + |
| Rubus ulmifolius           | + | + |
| Lonicera japonica          | + |   |
| Molinia arundinacea        | 1 | 1 |
| Agrostis tenuis            | 1 |   |
| Hieracium sylvaticum       | + | + |
| Genista germanica          | + | + |
| Festuca ovina aggr.        | 1 |   |
| Hieracium pilosella        | + |   |
| Thymus serpyllum aggr.     | + |   |
| Achillea millefolium aggr. | + |   |
| Silene vulgaris            | + |   |
| Agrimonia eupatoria        | + |   |

#### 6.1.1.4. CASTAGNETI E QUERCETI ACIDOFILI

Si trovano sulle pendici montane (non sul fondovalle), all'incirca partendo dalle stesse quote dei precedenti, però su suoli a humus del tipo moder, più acidi; sovente li superano in quota (v. rilevamenti 8 e 9), sostituendo in zone a suolo superficiale meno evoluto le faggete, ma ciò solo nelle zone interne.

Castagneti e querceti sono stati raggruppati insieme in quanto i primi derivano chiaramente dai secondi, molto meno rappresentati, per azione dell'uomo che ha favorito il castagno senza per ciò influire molto sulla composizione del sottobosco; si tratta di boschi poveri di specie, nel cui ambito, a parte gli aspetti interni prima ricordati, può essere distinta una facies esterna, particolarmente oceanica (Montorfano), com'è sottolineato da tre sempreverdi (*Ilex aquifolium*, *Taxus baccata*, *Ruscus aculeatus*).

Le specie dei Fagetalia e unità subordinate sono poche e poco rappresentate mentre assumono ben diverso peso le compagne acidofile, soprattutto con specie gregarie anche con gradi consistenti di abbondanza - copertura (*Molinia arundinacea*, *Pteridium aquilinum*, *Vaccinium myrtillus*).

In alto già cominciano a comparire specie a carattere più continentale (abete e, soprattutto, picea oltre al mirtillo rosso).

**Tab. 4 - Castagneti e querceti acidofili**

| N° ril.                                                         | 1   | 2              | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   |
|-----------------------------------------------------------------|-----|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Località                                                        | a   | a              | a   | b   | b   | a   | a   | e   | e   |
| Sup. mq                                                         | 50  | 150            | 80  | 50  | 65  | 250 | 190 | 50  | 200 |
| Quota m                                                         | 250 | 260            | 260 | 320 | 320 | 360 | 370 | 940 | 920 |
| Pendenza%                                                       | 80  | 40             | 50  | 20  | 25  | 40  | 20  | 5   | 40  |
| Esposizione                                                     | NW  | N              | N   | E   | NE  | E   | E   | W   | N   |
| Substrato                                                       | g   | g              | g   | g   | g   | g   | g   | s   | s   |
| Cop. arborea %                                                  | 100 | 40+60          | 100 | 90  | 85  | 90  | 100 | 50  | 95  |
| Cop. arbustiva %                                                | -   | -              | 10  | 25  | 35  | 35  | 25  | 80  | 30  |
| Cop. erbacea %                                                  | 65  | 35             | 70  | 85  | 10  | 50  | 60  | 70  | 70  |
| Cop. massi %                                                    | 25  | 10             | 5   | 5   | 60  | 10  | 15  | 50  | 5   |
| <b>Specie costruttrici</b>                                      |     |                |     |     |     |     |     |     |     |
| <i>Castanea sativa</i> (a.f.)                                   |     | 3              | 5   |     |     |     |     |     |     |
| <i>Castanea sativa</i> (ceduo)                                  |     | 4              | 1   | 5   | 5   | 5   | 5   |     |     |
| <i>Quercus petraea</i><br>(car. <i>Querco-Fagetea</i> )         | 5   |                |     |     |     |     |     | 5+  | 4   |
| <i>Sorbus aria</i>                                              | 2   | +              |     |     | +   |     |     | +   | +   |
| <i>Ilex aquifolium</i>                                          |     | 2 <sup>+</sup> | +   | +   |     | 2   | 1   |     |     |
| <i>Taxus baccata</i>                                            | +   |                |     |     |     | 3   | 2   |     |     |
| <i>Robinia pseudoacacia</i>                                     |     | 2              | +   |     |     | 1   |     |     |     |
| <i>Corylus avellana</i><br>(car. <i>Querco-Fagetea</i> )        |     |                | +   | 2   | 3   | 2   | +   |     |     |
| <b>Specie caratteristiche dei Fagetalia e unità subordinate</b> |     |                |     |     |     |     |     |     |     |
| <i>Dryopteris filix-mas</i>                                     |     | +              | +   | +   |     | +   | 1   |     |     |
| <i>Prenanthes purpurea</i>                                      |     | +              | +   | +   |     |     | +   |     | +   |
| <i>Polygonum multiflorum</i>                                    |     | +              |     |     |     | 1   | +   |     |     |

|                                                                                                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Prunus avium                                                                                   |   |   | + |   |   | + | + |   |   |
| Specie caratteristiche del <u>Quercion robori - petraeae</u> e delle sue forme di degradazione |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Teucrium scorodonia                                                                            |   | + |   | + | + | + | + |   |   |
| Calluna vulgaris                                                                               |   | + |   |   | + |   |   | 3 | + |
| Cytisus scoparius                                                                              |   |   |   |   | + |   |   |   |   |
| Compagne <b>acidofile</b>                                                                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Pteridium aquilinum                                                                            | 2 | 3 | 1 | 3 | 2 | 1 |   |   |   |
| Molinia arundinacea                                                                            | 3 | 1 | 3 | 5 | 1 | + |   | + | 4 |
| Avenella flexuosa                                                                              | 2 | 1 | 1 | + | + |   |   |   | + |
| Vaccinium myrtillus                                                                            | 2 | 1 | + |   |   | + | + | 1 | 2 |
| Luzula nivea                                                                                   | 1 | + | 1 |   |   | + | + |   |   |
| Maianthemum bifolium                                                                           |   | + | + |   |   | + | + |   |   |
| Melampyrum pratense                                                                            | 2 |   |   | + | + |   |   |   |   |
| Frangula alnus                                                                                 |   | + | + | 1 | + |   |   |   |   |
| Viola riviniana                                                                                |   |   |   |   | + | + | + |   |   |
| Calamagrostis arundinacea                                                                      | + |   |   | + |   |   |   |   |   |
| Vaccinium vitis-idaea                                                                          |   |   |   |   |   |   |   | + | + |
| Altre specie                                                                                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Rubus hirtus                                                                                   |   | + |   | 1 |   | 3 | 3 |   |   |
| Rubus ulmifolius                                                                               | + |   | + |   | + |   |   |   |   |
| Crataegus monogyna                                                                             |   | + | + | + |   |   |   |   |   |
| Hedera helix                                                                                   |   | 1 | + |   |   | + | 2 |   |   |
| Solidago virgaurea                                                                             | + |   | + |   | + | + |   |   | + |
| Sorbus aucuparia                                                                               |   | 1 |   |   |   |   |   | + | 1 |
| Ruscus aculeatus                                                                               |   |   | + |   |   | 1 | 1 |   |   |
| Picea abies (spont.)                                                                           |   |   |   |   |   |   |   | + | 2 |
| Abies alba (spont.)                                                                            |   |   | + |   |   |   |   |   | + |
| Amelanchier ovalis                                                                             |   |   |   |   |   |   |   | 1 | + |
| Juniperus communis                                                                             |   |   |   |   |   |   |   | 1 | 1 |
| Hieracium sylvaticum                                                                           | + |   | + |   |   |   |   |   | + |
| Vincetoxicum hirundinaria                                                                      | + | + |   | + |   |   |   |   |   |
| Athyrium filix - femina                                                                        |   | + |   |   |   | 2 | 1 |   |   |
| Aruncus dioicus                                                                                | + |   |   |   |   |   | + |   |   |
| Sambucus nigra                                                                                 |   |   |   |   |   | + | + |   |   |
| Senecio fuchsii                                                                                |   | + | + |   |   |   |   |   |   |



**6.1.1.5. FAGGETE ACIDOFILIE**

Questi boschi sono poco rappresentati nei Bacini dell'Ambito Novarese e Verbano Cusio Ossola. Ci si è limitati a quattro rilevamenti in cui le specie compagne acidofile sono più frequenti.

Le specie caratteristiche dell'ordine Fagetalia e unità subordinate sono invece poche e poco diffuse, salvo *Luzula nivea*, costante, anch'essa comunque da considerare specie di suoli acidi.

Una certa antropizzazione si evidenzia con la discesa di specie dagli orizzonti superiori (larice, picea, quest'ultima presente solo con semenzali).

Le faggete sono cedui ad elevata copertura che **rappresentano** il climax della media Valle del Toce e Antigorio e delle imboccature delle Valli laterali, a quote comprese in media fra 800 e 1200 m; esse presentano spesso scarsa potenzialità a causa dei suoli superficiali posti su ripidi pendii.

Più in alto e più all'interno della Valle, al Faggio cominciano ad associarsi Abete e Picea per poi, ad un certo punto, sostituirlo a causa dell'aumento della continentalità.

**Tab. 5 - Faggete acidofile**

| N° ril.                    | 1      | 2   | 3   | 4   |
|----------------------------|--------|-----|-----|-----|
| Località                   | e      | e   | e   | e   |
| Sup. mq                    | 80     | 50  | 80  | 40  |
| Quota m                    | 890    | 900 | 850 | 890 |
| Pendenza%                  | 40     | 35  | 40  | 50  |
| Esposizione                | W      | WSW | SW  | N   |
| Substrato                  | g      | g   | g   | g   |
| Cop. arborea %             | 75     | 95  | 100 | 80  |
| Cop. arbustiva %           | q.ass. | 10  | -   | 10  |
| Cop. erbacea %             | 75     | 30  | 45  | 70  |
| Cop. massi %               | q.ass. | 35  | 20  | 30  |
| <b>Specie costruttrici</b> |        |     |     |     |
| <i>Fagus sylvatica</i>     | 4      | 4   | 5   | 3   |
| <i>Quercus petraea</i>     | 2      | 1   | 1   | 2   |
| <i>Larix decidua</i>       | 2      | 1   |     | +   |
| <i>Populus tremula</i>     | 3      |     | +   |     |
| <i>Sorbus aria</i>         | 1      | +   |     | +   |
| <i>Sorbus aucuparia</i>    | 1      | +   | +   | 1   |

| Specie caratteristiche dei <b>Fagetalia</b> e unità subordinate |     |   |     |   |
|-----------------------------------------------------------------|-----|---|-----|---|
| Luzula nivea                                                    | 1   | 2 | 2   | 2 |
| Prenanthes purpurea                                             | +   |   |     | + |
| Polygonatum multiflorum                                         |     |   | +   |   |
| Euphorbia dulcis                                                |     |   | +   |   |
| Dryopteris filix - mas                                          | +   | + | +   | + |
| Compagne <b>acidofile</b>                                       |     |   |     |   |
| Vaccinium myrtillus                                             | 4   | 3 | 2   | 4 |
| Avenella flexuosa                                               | +   | + | +   | 2 |
| Veronica officinalis                                            | +   |   |     |   |
| Polypodium vulgare                                              | (+) | + |     |   |
| Thelypteris creopteris                                          | +   |   |     |   |
| Molinia arundinacea                                             | 2   | 2 | +   |   |
| Luzula sieberi                                                  |     | 1 | +   |   |
| Genista germanica                                               |     |   |     | + |
| Phyteuma scheuchzeri                                            |     |   |     | + |
| Silene rupestris                                                |     |   |     | + |
| Altre specie                                                    |     |   |     |   |
| Acer pseudoplatanus                                             | +   |   | +   |   |
| Abies alba                                                      | +   |   | +   | + |
| Picea abies                                                     | +   | + | +   | 1 |
| Prunus avium                                                    | +   |   | +   |   |
| Corylus avellana                                                | +   |   |     |   |
| Solidago virgaurea                                              | +   | + |     | + |
| Convallaria majalis                                             | +   |   |     |   |
| Aruncus dioicus                                                 |     |   | +   |   |
| Hieracium sylvaticum                                            | +   | + | 1   |   |
| Ilex aquifolium                                                 |     | + |     |   |
| Castanea sativa                                                 |     |   | (+) |   |
| Rubus hirtus                                                    |     |   | +   |   |
| Fraxinus excelsior                                              |     |   | +   |   |
| Saxifraga cuneifolia                                            |     |   | +   |   |

#### 6.1.1.6. CONCLUSIONI

Lo studio della vegetazione nei Bacini dell'Ambito Novarese e Verbano Cusio Ossola è stato impostato per poter inserire, a ragion veduta, gli interventi di recupero delle cave in un quadro ecologico conosciuto.

Trattandosi di uno studio a fini eminentemente applicativi si è seguito il criterio di rilevare la vegetazione senza pretendere di giungere ad una rigida classificazione in schemi tipologici.

La contemporanea presenza nei rilevamenti di unità fitosociologiche ad ecologia differenziata può essere spiegata, di volta in volta, con i locali fattori microambientali e con l'influsso antropico e ci permette di porre in luce transizioni e sfumature che sarebbero state trascurate se si fosse voluto tipizzare in modelli astratti una vegetazione molto disturbata come questa.

Si è visto che le condizioni climatiche locali oscillano, nella zona esaminata, fra 1300 e 2500 mm, con 300 - 650 mm durante il trimestre estivo; precipitazioni minori si hanno in Valle Antigorio, fra Cadarese e Crodo; le più elevate sono localizzate nella zona del M. Orfano mentre a Domodossola superano di poco i 1400 mm. I dati pluviometrici assicurano possibilità di un recupero abbastanza rapido della vegetazione spontanea sulle discariche abbandonate attraverso le classiche fasi erbacea, arbustiva e arborea, che in parte si sovrappongono.

Data la sterilità dei substrati dotati di scarsissimo materiale fine e terroso, lo stadio di boscaglia pioniera a betulla (eventualmente con pioppi e salici) può essere raggiunto abbastanza velocemente e cioè in una ventina d'anni, non ci è dato sapere attraverso quali tappe passerà l'ulteriore evoluzione della vegetazione verso il bosco definitivo che si potrà prevedere comunque solo in tempi molto lunghi.

In tutti i modi un inizio di deposizione di lettiera e la sporadica comparsa di specie proprie dei boschi maturi oltre che di rari semenzali di alberi, fanno bene sperare per il futuro.

Naturalmente i boschi circostanti sono molto antropizzati e i boschi che ne risulteranno potranno risentire l'influsso di una composizione che, con ogni probabilità, è molto diversa da quella originaria.

In questa zona c'è comunque il vantaggio che la robinia (presente quasi esclusivamente all'imboccatura della valle) mostra uno scarso potere concorrenziale; dove esiste, in effetti, è stata introdotta artificialmente e, dalle discariche dove cresce in maniera stentata, non dà segni di poter invadere i boschi vicini.

Anche il castagno non pare una specie di facile affermazione nei futuri boschi, sia per la scarsità di seme (si tratta di cedui che spesso non sono ancora fertili) sia per la pesantezza dello stesso che richiede il trasporto attivo da parte di animali.

Sono invece sicuramente avvantaggiate nella loro diffusione specie anemocore quali acero campestre, acero di monte (più all'interno e in alto), tiglio cordato che, oltre ad affermarsi su suoli ricchi di scheletro, presentano anche, da giovani, una certa resistenza all'ombreggiamento.

L'ombra, comunque, non dovrebbe essere un problema, sia per la leggerezza delle chiome di betulle, pioppi e salici, sia perché queste specie eliofile, col tempo, si diraderanno notevolmente per la forte concorrenza reciproca, con parallelo innalzamento delle chiome per potatura naturale.

In alcune cave poste in fondovalle, con suolo **particolarmente** fresco, a monte di Domodossola e a quote superiori ai 500 - 700 m, la fase arbustiva può essere costituita da Alnus viridis, sostituito poi da Alnus incana. In questa zona, in effetti, Buddleja variabilis non trova più condizioni idonee al suo sviluppo per ragioni termiche e anche Cytisus scoparius è ormai ai suoi limiti termici.

Le possibilità che la vegetazione locale possiede nel ricostituire il bosco in modo naturale hanno importanza, sotto il profilo estetico, paesaggistico e protettivo. Uno degli scopi prioritari del secondo stralcio del DPAE è la predisposizione di normative di indirizzo \*che richiedono determinate operazioni e la scelta di date specie per il rinverdimento; a questo proposito torna utile disporre caratteristiche predittive della vegetazione che ci indirizzino nella scelta di specie e metodi più opportuni di recupero, con un notevole anticipo rispetto a i tempi naturali di evoluzione.

## **6.1.2. L'EVOLUZIONE NATURALE DELLA VEGETAZIONE NELLE AREE DISMESSE**

### **6.1.2.1. PREMESSA**

Il problema che viene posto, relativo alle piante spontaneamente diffuse o da utilizzare per il restauro dell'ambiente, è abbastanza nuovo come tipo di lavoro applicativo ma, dal punto di vista teorico, ormai da molti anni ha costituito oggetto di ricerche con l'esecuzione di cartografia tematica in campo forestale e per la gestione dei Parchi naturali presso l'I.P.L.A.; si tratta, in questo caso, di approfondire semplicemente lo studio ad una scala di maggior dettaglio per un problema particolare.



In effetti, lo studio della vegetazione è stato portato avanti sin dall'inizio privilegiandone l'aspetto dinamico, che assume ovviamente una preminente importanza ai fini di un recupero da parte delle piante delle superfici nude delle cave non più attive.

Nel caso in esame, anche se lo studio viene effettuato per fini pratici, occorre sottolineare anche il suo interesse scientifico.

Accanto a questo aspetto è della massima importanza anche quello ecologico-floristico, così da porre in relazione i fattori ambientali locali con i diversi stadi di colonizzazione dei detriti.

Già ad un primo esame appare che, localmente, la dinamica della vegetazione sia piuttosto attiva, grazie probabilmente alle buone precipitazioni durante il periodo vegetativo; essa è comunque differenziata in uno stesso sito e per lo stesso materiale estratto, causa le assai diverse condizioni ambientali, fra le discariche in più o meno forte declivio e i piazzali pianeggianti.

Lo studio comparato di questa evoluzione della vegetazione, che è andata stanziandosi a partire da piante pioniere su substrati abbandonati scalarmente nel tempo, può fornirci utili indicazioni sugli interventi e sulle specie da utilizzarsi per accelerare il processo di recupero naturale. Ovviamente gli stadi intermedi di invasione dovranno essere posti in relazione con i diversi climax (potenziali), oggi non più presenti come tali per disturbo antropico, ma valutabili sulla base dello studio della vegetazione naturale circostante meno alterata.

Il programma di studio per il primo anno di applicazione, come si è detto, è stato ridotto, in quanto iniziato solo ad autunno inoltrato, con poco tempo disponibile e in un periodo dell'anno non certo ideale, sia per lo sfavorevole stadio fenologico dei vegetali (assenza di fiori e talvolta anche di frutti, inizio del riposo *invernale*), sia per l'*inclemenza* della stagione.

Acquisita la bibliografia fitosociologica relativa, sono state studiate, durante la stagione più adatta, cave in diverse situazioni ambientali e abbandonate in tempi differenti, ma comunque databili con una certa sicurezza; inoltre, è stato effettuato un inquadramento della vegetazione circostante già esposta nel capitolo precedente, variabile da zona a zona in quanto le cave spaziano in un ampio intervallo altitudinale (da 200 a 1.300 m) e sono situate in differenti condizioni di esposizione e di localizzazione, spaziando dall'imboccatura della valle principale a zone interne, oppure in valli laterali, caratterizzate da condizioni *termiche* e perciò *bioecologiche* disparate.

Sono state scelte all'inizio, per illustrare la metodologia di lavoro due cave poste in situazioni assai differenziate: la cava di serizzo in località Mozzio del Comune di Crodo, posta a 900 m. s.l.m., e le discariche delle cave di beola in regione Croppo presso Trontano (m. 240 - 400).

E' chiaro che lo studio applicativo della vegetazione può essere solo uno strumento per contribuire alle conoscenze degli ambienti delle cave dismesse al fine di un sicuro recupero di siti estrattivi attualmente in attività. Su tali ambienti sono infatti necessari interventi di carattere tecnico e agronomico per favorire il ritorno della vegetazione naturale e per intervenire con opere di sistemazione, di movimento terra, di rinverdimento e di rimboschimento al fine di accelerare il processo di evoluzione della vegetazione.

Una progettazione che preveda la realizzazione di discarica partendo dal basso, consente il recupero di settori in corso d'opera e la funzionalità degli interventi eseguiti già durante la vigenza dell'autorizzazione per provvedere, facilmente sotto il profilo amministrativo, ad eventuali modifiche.

Lo studio del ciclo evolutivo della vegetazione viene effettuato mediante rilievi fitosociologici di aree variabili con superficie (in linea generale 50 - 300 mq.) nei diversi stadi di colonizzazione della vegetazione che, semplificando e considerando una certa sovrapposizione delle diverse fasi, dovrebbero susseguirsi nel tempo secondo il seguente schema dinamico:

- 1 - detrito più o meno mobile, nudo
- 2 - inerbimento
- 3 - comparsa di cespugli
- 4 - sviluppo naturale o messa a dimora di alberi pionieri (detrito consolidato coperto)
- 5 - eventuale stanziamento spontaneo delle specie del bosco definitivo.

La presenza delle diverse specie vegetali, inquadrabili nelle varie unità fitosociologiche, assume un ben definito significato dinamico - ecologico, insieme alla valutazione in percentuale del suolo nudo e coperto da vegetazione e, in quest'ambito, delle singole percentuali di erbe, arbusti e alberi partecipanti alle diverse cenosi. Infine, la valutazione della flora presente secondo Landolt (1977), potrà fornirci elementi di valutazione circa l'ecologia stazionale nei diversi stadi di evoluzione della vegetazione.

#### **6.1.2.2. SITI ESTRATTIVI STUDIATI NELLA 1<sup>a</sup> FASE DI APPLICAZIONE**

Sono stati effettuati rilievi in due siti posti in condizioni ambientali e di localizzazione molto diverse anche per i dislivelli presenti.

**a) Cava di serizzo in località Mozzio.**

Quota media: 900 m

Superficie della cava: mq. 1.800

Superficie della discarica: mq. 11.250

Fine lavori: 1983.

L'ambiente forestale nel quale risulta compresa la cava è dato da un bosco misto di Picea abies (abete rosso) e Fagus sylvatica (faggio), quest'ultimo sotto forma di ceduo invecchiato. Ci troviamo di fronte ad una discesa dell'abete in seno alla faggeta, favorita sia dalle buone precipitazioni (1264 mm. annui in media a Crodo e certo superiori a questa quota, con 320 mm. nel trimestre estivo) e da un certo continentalismo, sia soprattutto, dal tipo di governo del bosco di faggio (fustaia), che ha permesso alla conifera di rinnovarsi.

Prendendo esempio dalla situazione forestale locale, dopo il termine dei lavori, sono stati posti a dimora nella primavera 1984 giovani esemplari di abete rosso, comunque ancora vivi nell'ottobre 1994, nella zona del piazzale; questa specie in effetti si rinnova sulle vicine ripe stradali ma il substrato di cava, costituito da solo scheletro, risulta del tutto inadatto ad una specie che necessita di un suolo di una certa profondità ed evoluzione per potersi affermare.

Attualmente la cava si presenta delimitata da una parete quasi verticale, raccordantesi lateralmente a rupi, dove vegetano entità tipiche di questo ambiente quali: Primula hirsuta, Saxifraga cotyledon, Festuca gr. varia, Phyteuma scheuchzeri, ecc., oltre a qualche specie nemorale. Vi sono poi alcuni piazzali stretti, con materiale roccioso abbastanza fine, sorretti da mucchi di materiale di scarto disposti ad argine. Sotto la strada d'accesso vi è la vasta discarica di materiali più grossolani, delimitata sugli altri lati dal bosco e la cui superficie (come, d'altra parte, quella dei ripiani) è ancora completamente priva di copertura vegetale.

Prendendo in esame questi tre elementi, occorre subito dire che non è possibile effettuare alcun intervento sulla parete quasi liscia che verrà comunque gradualmente colonizzata nelle fessure e sulle sporgenze dalle specie spontanee provenienti, come s'è detto, da ambienti simili posti nelle immediate vicinanze. Interventi di invecchiamento artificiale delle superfici rocciose dei fronti di cava sono da valutare di volta in volta per non conferire ai siti eccessivi elementi di artificiosità e in senso più generale per verificare possibili azioni degli additivi utilizzati sulle rocce e sull'ambiente.

L'intervento sui piazzali non comporta alcuna difficoltà; qui è infatti possibile trasportare terreno di scotico (raccolto ad esempio in superficie e in zone sottoposte ad escavazioni), per uno spessore di una quarantina di centimetri; il tutto verrà seguito da un impianto di latifoglie

preparatorie, tra le quali si possono indicare, come adatte alla zona: betulla, pioppo tremolo, sorbo degli uccellatori, maggiociondolo, salicone, nocciolo.

Maggiori problemi pone invece il recupero della discarica, se la progettazione non prevede il conferimento degli sfridi partendo dal basso.

In ogni caso lo strato di terreno, di modesta potenza, deve essere collocato nelle tasche e fra le emergenze del detrito, per evitare il ruscellamento e per potervi seminare specie erbacee mediante il metodo dell'idrosemina o semina potenziata.

I macereti vicini vengono attualmente consolidati da Calamagrostis arundinacea, che si insedia spontaneamente; data però la difficoltà di reperire questa specie in commercio, si potranno usare mescolanze di semi di graminacee (Festuca rubra, Festuca ovina, Lolium oerenne, Phleum pratense), oltre ad alcune leguminose rustiche (Anthyllis vulneraria, Lotus corniculatus), che daranno una prima copertura ai detriti, alla quale seguirà nel tempo, spontaneamente, l'instaurarsi di una vegetazione arbustiva che, in zona, potrà essere rappresentata da salicone e nocciolo.

Malgrado la particolare adattabilità del sistema "Grunling" (stuoie per semina) a substrati rocciosi, questo non è stato preso in considerazione, nel nostro caso, per il suo alto costo.

#### **b) Cave di beola in località Croppo (Trontano)**

Quota da 240 a 400 m

Cave attive

Nella descrizione di quest'area, molto ampia, si è presa in considerazione una cava ancora in attività (per cui non sono state indicate le superfici della cava stessa e della discarica), e vicine zone in pendio abbandonate in tempi successivi, dove si possono osservare le varie tappe di colonizzazione della vegetazione spontanea.

Parte dell'area si presenta oggi già coperta da un giovane bosco o da fitti arbusteti per cui non si richiedono interventi, mentre altre aree nude sono ancora sottoposte allo scarico del materiale di scarto. Vista la maggiore evoluzione dei tipi di vegetazione presenti qui, lo studio è stato approfondito sotto l'aspetto fitosociologico ed evolutivo.

La tabella di rilevamento allegata comprende 12 rilevamenti, dei quali i primi due, relativi alla vegetazione dei piazzali, devono essere considerati a parte. Gli altri sono ordinati, da sinistra andando verso destra, secondo un gradiente di sempre maggior complessità della vegetazione colonizzante i detriti e che, ovviamente, corrisponde a tempi sempre maggiori nello stesso senso, a partire dai primi fenomeni di invasione delle discariche abbandonate.



Così alla vegetazione pioniera a *Rumex scutatus* (nel caso considerato già tendente alla fase successiva) che costituisce la prima tappa del ciclo, prevalentemente erbacea e a scarsa copertura del suolo, segue la fase arbustiva che, a seconda delle condizioni locali, è un cespugliato di *Buddleja davidii* (specie esotica di origine asiatica) o di *Cytisus scoparius* (specie subatlantica); a questa fa seguito il betuleto pioniero, al quale si dovrebbe infine sostituire il bosco più maturo, del quale, però, nell'area considerata, esiste un solo esempio di superficie assai ridotta.

Tab. 6 VEGETAZIONE NATURALE SULLE DISCARICHE DELLE CAVE NELLA ZONA DI CROPPO  
(TRONTANO-NOVARA)

|                                     | Vegetazione<br>dei piazzali |     | Romiceto evolvente a<br>Buddlejeto |     |     |     | Buddlejeto -<br>Sarotamneto |     |     | Betuleto |     | Bosco più<br>maturo |
|-------------------------------------|-----------------------------|-----|------------------------------------|-----|-----|-----|-----------------------------|-----|-----|----------|-----|---------------------|
|                                     | 1                           | 2   | 4                                  | 10  | 9   | 3   | 11                          | 7   | 8   | 5        | 6   | 12                  |
| Superficie mq                       | 20                          | 50  | 150                                | 100 | 100 | 200 | 50                          | 100 | 150 | 300      | 200 | 100                 |
| Altitudine m                        | 240                         | 240 | 240                                | 400 | 400 | 270 | 400                         | 300 | 300 | 270      | 245 | 400                 |
| Pendenza                            | q. ass.                     | 5%  | 60                                 | 80  | 90  | 80  | 80                          | 100 | 100 | 70       | 80  | 70                  |
| Esposizione                         | NE                          | NE  | NE                                 | N   | N   | NE  | NW                          | E   | E   | NE       | NE  | N                   |
| Cop. arborea %                      | /                           | /   | /                                  | /   | /   | /   | /                           | 5   | /   | 70       | 80  | 40                  |
| Cop. arbust. %                      | 10                          | 30  | 30                                 | 20  | 30  | 20  | 90                          | 30  | 50  | 10       | 20  | 70                  |
| Cop. erbacea %                      | 50                          | 20  | 80                                 | 30  | 40  | 15  | 5                           | 20  | 90  | 5        | 20  | 20                  |
| Cop. massi %                        | 20                          | 15  | /                                  | 70  | 25  | 85  | 10                          | 50  | 20  | 20       | 70  | 80                  |
|                                     |                             |     |                                    |     |     |     |                             |     |     |          |     |                     |
|                                     |                             |     |                                    |     |     |     |                             |     |     |          |     |                     |
| + <i>Buddleja davidii</i>           | 2                           | +   |                                    | 1   | 2   | 2   | 5                           | 1   | +   |          |     | 1                   |
| <i>Artemisia vulgaris</i>           | +                           |     | +                                  |     | +   | +   |                             | +   | +   | +        | +   | +                   |
| <i>Daucus carota</i>                | 2                           | +   |                                    |     |     |     |                             | +   |     |          |     |                     |
| <i>Rubus ulmifolius</i>             | +                           |     |                                    |     | +   |     |                             | 1   | 1   | +        |     |                     |
| <i>Achillea gr.<br/>millefolium</i> | +                           | +   |                                    |     |     |     |                             |     | +   |          |     |                     |
| + <i>Rumex scutatus</i>             | 1                           | +   | 4                                  | 2   | 2   | 2   | +                           | 2   | 3   | 1        | 2   | +                   |
| <i>Agrostis cfr.<br/>tenuis</i>     | 3                           | 2   |                                    | 1   | 2   | +   | 1                           | 1   |     | +        |     |                     |
| <i>Echium vulgare</i>               | 1                           | +   |                                    |     |     |     |                             |     |     |          |     | +                   |
| <i>Plantago lanceolata</i>          | 2                           | 1   |                                    |     |     |     |                             |     |     |          |     |                     |
| <i>Erigeron annuus</i>              | +                           |     | +                                  |     |     |     |                             |     |     |          |     |                     |
| <i>Conyza canadensis</i>            | +                           |     |                                    |     |     |     |                             |     |     |          |     |                     |
| <i>Jasione montana</i>              | +                           |     |                                    |     |     |     |                             | +   |     | +        | +   |                     |

|                          |   |     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|--------------------------|---|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Agrimonia eupatoria      | + | +   |   |   |   |   |   | + |   | + | + |   |
| Scabiosa columbaria      | + | +   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Hypericum perforatum     | + | +   |   | + | + |   |   | + | + | + |   |   |
| *Solidago virgaurea      | + | +   |   |   |   |   |   |   |   | + | + |   |
| Setaria sp.              | + |     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| +Salix purpurea          |   | +   |   | + | + |   |   |   |   |   |   |   |
| +Salix purpurea (serri.) | + |     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| *Betula pendula (sem.)   |   |     | 3 |   |   | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 3 | 1 |
| *Betula pendula (sem.)   | + |     |   | + | + |   |   |   |   |   | 1 |   |
| *Betula pendula (arb.)   |   |     |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 3 |
| Helianthemum obscurum    | + |     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| +Salix eleagnos          | + |     |   |   |   | + |   |   |   |   |   |   |
| +Salix eleagnos (sem.)   |   |     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Hippocrepis comosa       | + |     |   |   | + |   |   |   |   |   |   |   |
| +Hieracium piloselloides | + | +   | + | + | + |   |   |   |   | + | 1 | + |
| Leontodon hispidus       | + | +   |   |   |   |   |   |   |   | + |   |   |
| Calluna vulgaris         |   | +   |   |   | + | + |   |   |   | + | + | + |
| Calluna vulgaris (sem.)  | + |     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| +Populus nigra           |   | +   |   | 1 | 2 | 1 | 1 |   | + | + |   |   |
| +Populus nigra (sem.)    | + |     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Picris hieracioides      | + |     | + |   |   |   |   | + |   |   |   |   |
| Salix caprea             | + | 3   | 1 |   |   | 1 | 2 | + | + | 2 | 1 | + |
| Salix caprea (sem.)      |   | 1   |   | + |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Prunella vulgaris        | + | 1   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| *Carlina vulgaris        | + |     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Genista germanica        | + | 1x2 |   |   | + |   |   |   |   |   | + |   |
| Robinia pseudoacacia     |   | (+) |   | + |   | + |   |   |   | + |   |   |
| Dactylis glomerata       |   | +   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Artemisia campestris     |   | +   |   | + | 1 | 1 |   | + | 1 | + |   |   |
| +Campanula trachelium    |   | +   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Ranunculus bulbosus      |   | +   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Molinia arundinacea      |   | +   |   |   | + |   |   |   |   |   |   |   |
| *Potentilla alba         |   | +   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

|                                |  |     |     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|--------------------------------|--|-----|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Potentilla<br>tabernaemontani |  | +   |     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Peucedanum<br>oreoselinum      |  | +   |     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Juncus tenuis                  |  | +   |     |   | + |   |   |   |   |   |   |   |
| Hypochaeris radicata           |  | +   |     |   | + |   |   |   |   | + |   |   |
| Digitaria cfr.<br>sanguinalis  |  | +   |     |   |   |   |   | + |   |   |   |   |
| Trifolium pratense             |  | +   |     |   | + |   |   |   |   |   |   |   |
| Cytisus scoparius              |  | (+) | (+) |   |   | 1 | + | 2 | 2 | 1 | 2 | + |
| *Athyrium filix<br>-femina     |  |     |     | + |   |   |   | + |   |   |   |   |
| Lotus corniculatus             |  |     |     | + | + | + |   |   |   | + | + |   |
| +Silene rupestris              |  |     | +   | + | + | + |   | + |   | + | + |   |
| Hieracium pilosella            |  |     |     |   |   | + |   |   |   |   |   |   |
| Sedum maximum                  |  |     |     |   |   | + |   |   |   | + |   |   |
| Alnus glutinosa                |  |     |     |   | + | + |   |   |   |   |   | 2 |
| *p.p. Clematis vitalba         |  |     |     |   | + |   |   |   |   |   |   |   |
| *Populus tremula               |  |     |     | 1 |   | + | + |   |   | 1 | + | 2 |
| *Epilobium collinum            |  |     | +   |   |   | + |   |   |   |   |   |   |
| *Dryopteris filix<br>-mas      |  |     |     |   |   | + |   | + | + | + |   | + |
| Rumex acetosella               |  |     |     |   |   | + |   | 1 |   | + |   |   |
| Calamagrostis epigeios         |  |     |     |   |   | + |   |   |   |   |   |   |
| *Hieracium boreale             |  |     |     |   |   | + |   |   |   |   |   |   |
| Taraxacum officinale<br>aggr.  |  |     |     |   |   | + |   |   |   |   |   |   |
| Anthoxanthum odoratum          |  |     |     |   |   | + |   |   |   |   |   |   |
| Holcus lanatus                 |  |     |     | + | + | + | + | 1 |   |   | + |   |
| Trifolium arvense              |  |     | +   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| +Asplenium<br>trichomanes      |  |     | +   |   |   |   |   |   | + | + | + |   |
| Bromus tectorum                |  |     | 2   |   |   |   |   | + | 1 |   |   |   |
| *Campanula patula              |  |     | +   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| +Sedum annuum                  |  |     | +   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Senecio vulgaris               |  |     | +   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| *Polypodium vulgare            |  |     | +   |   |   |   |   |   |   | + |   |   |
| Vulpia myuros                  |  |     |     |   |   |   |   |   |   | + |   | + |
| Picea abies (piant.)           |  |     |     |   |   |   |   |   |   | + |   |   |
| Abies alba (piant.)            |  |     |     |   |   |   |   |   |   | + |   |   |

|                               |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-------------------------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pinus sylvestris<br>(piant.)  |  |   |   |   |   |   |   |   |   | + |   | + |
| *Corylus avellana             |  |   |   | + |   |   |   |   |   | + | + | + |
| Asplenium<br>septentrionale   |  |   |   |   |   |   |   |   |   | + | + |   |
| *Hieracium sylvaticum         |  |   |   |   |   |   |   |   |   | + |   |   |
| *Poa memorialis               |  |   |   |   |   |   | 1 |   |   | + | + | 1 |
| *Cephalanthera<br>ensifolia   |  |   |   |   |   |   |   |   |   | + |   |   |
| *Fraxinus excelsior           |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | + |
| *Fraxinus excelsior<br>(sem.) |  |   |   |   |   |   |   |   |   | + |   |   |
| *p.p. Origanum<br>vulgare     |  |   |   |   |   |   |   |   |   | + |   |   |
| *Festuca varia                |  |   |   |   |   |   |   |   |   | + |   |   |
| *Prunus avium<br>(sem.)       |  |   |   |   |   |   |   |   |   | + |   |   |
| *p.p. Fragaria<br>vesca       |  |   |   |   | + | + |   |   |   | + | + | + |
| +Sedum dasyphyllum            |  |   | + |   |   |   |   | + |   |   |   |   |
| *Teucrium scorodonia          |  |   |   |   |   |   |   | + | + |   |   |   |
| Festuca gr. ovina             |  |   |   |   |   |   |   | 1 | 2 |   |   | 1 |
| Saponaria ocymoides           |  |   |   |   |   |   |   | + |   |   |   |   |
| +Sedum gr.<br>rupestre        |  |   |   |   |   |   |   | + | + |   |   |   |
| Cerastrium triviale           |  |   |   | + |   |   |   | + |   |   |   |   |
| *Hieracium sabaudum           |  |   |   |   |   |   |   | + |   |   |   |   |
| Lactuca sp.                   |  |   |   |   |   |   |   | + |   |   |   |   |
| +Sedum mite                   |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Trifolium repens              |  |   |   |   |   |   |   | + |   |   |   |   |
| +Galium lucidum               |  |   |   |   |   |   |   |   | + |   |   |   |
| *Silene nutans                |  |   |   |   |   |   |   |   | + |   |   |   |
| +Salix alba                   |  |   |   | + | + |   |   |   |   |   |   |   |
| Tussilago farfara             |  |   |   | + | + |   |   |   |   |   |   |   |
| *p.p. Potentilla<br>erecta    |  |   |   |   | + |   |   |   |   |   |   |   |
| Lysimachia vulgaris           |  |   |   |   | + |   |   |   |   |   |   |   |
| *Festuca tenuifolia           |  | 3 |   | 1 | 1 |   | 1 |   |   |   |   | + |
| *Viola gr. caninxa            |  |   |   |   | + |   |   |   |   |   |   |   |
| *Veronica officinalis         |  |   |   |   | + |   |   |   |   |   |   | + |
| Cirsium arvense               |  |   |   |   | + | + |   |   |   |   |   |   |



|                             |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |   |
|-----------------------------|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|---|
| Juncus effusus              |  |  |  |  | + |  |  |  |  |  |  |   |
| *Brachypodium<br>sylvaticum |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  | + |
| *Castanea sativa            |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  | + |
| *Luzula nivea               |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  | + |

Nota:      \*      = specie nemorali  
              \*p.p. = specie di bordo dei boschi  
              +      = specie di rupi, detriti e greti  
              sem. = semenzali  
              piant. = specie introdotta artificialmente

#### 6.1.2.3. SITI ESTRATTIVI STUDIATI NELLA 2<sup>a</sup> FASE DI APPLICAZIONE

Successivamente è stata rilevata la vegetazione naturale e seminaturale circostante le aree occupate da discariche nel bacino della Beola (zona di Trontano) al fine di definire i suoi legami con la vegetazione pioniera invadente le cave dismesse. Sono poi state esaminate altre due cave, nel Bacino del Sempione (Crevoladossola) e nel Bacino del Formazza (Premia) per lo studio della vegetazione delle discariche e dei boschi circostanti. Tale scelta è stata determinata al fine di osservare differenze nella vegetazione pioniera e definitiva di zone situate a quote diverse e quindi sottoposte a climi certamente differenziati com'è dimostrato dalla variazione osservata nei tipi vegetazionali presenti.

Al fine di caratterizzare sotto il profilo ecologico l'ambiente forestale circostante le cave si sono scelte le specie più rappresentative dei diversi tipi di vegetazione, per coglierne il significato ambientale utilizzando, come già precedentemente, i valori - indici di Landolt (1977). In effetti, durante la 1<sup>a</sup> fase, lavorando in un ambiente uniforme, vennero presi in considerazione solo i coefficienti relativi a fattori pedologici (pH, umidità, sostanze nutritive e humus), questa volta, studiando ambienti climatici differenziati (v. la dislocazione delle altre cave studiate), sono stati aggiunti anche i coefficienti per il calore e il grado di continentalità.

#### a) Cava di serizzo in localita' Rivasco (Premia)

Quota media: m 900

Superficie della cava: 1.200 mq

Lunghezza 15 m

Altezza 10 m

Superficie della discarica 850 mq

Cava inattiva dal 1977

La cava al momento dei rilievi (1985) era in fase di recupero in quanto sulla discarica erano stati eseguiti riporti di sfaticcio più o meno fine, in modo da **ridurne** la pendenza; il suolo al momento dei rilievi risultava comunque ancora del tutto nudo. La discarica scoperta è ora di dimensioni **all'incirca** pari a m 30 x 20 (esclusa la base formata da grossi massi), a pendenza addolcita e raccordata con il piazzale, quasi pianeggiante, che ha dimensioni di circa m 30 x 30. Su questo è stata deposta in parte della terra ricavata sui fianchi della cava, mentre il resto della superficie è coperto da sfaticcio roccioso a grana fine.

L'accessibilità è buona: un'autobotte può guardare il limitrofo torrente giungendo sino ad una cinquantina di metri dalla base della discarica. Una pala non troppo carica può giungere sino al piazzale per il trasporto del substrato necessario per le messe a dimora.

Per valutare il tipo d'intervento da attuare ai fini del recupero si sono effettuati, nelle immediate vicinanze, sei rilevamenti fitosociologici in diverse condizioni ambientali, partendo dalla vegetazione meno evoluta per questioni di suolo a quella prossima alla fase definitiva; questi si riferiscono fisionomicamente ad un querceto di rovere, da un lato, e a faggete, dall'altro, con fasi forestali di transizione.

Fisionomicamente la cava è attorniata da boschi formati da differenti specie; il cocuzzolo a roccia affiorante, abraso dall'antico ghiacciaio del Toce, che sovrasta il fronte di cava, è coperto da un magro querceto ceduo di rovere, puro nelle esposizioni calde, mentre in esposizione più fredda il bosco si fa misto per penetrazione di faggio e di alcune conifere che si comportano come pioniere (abete rosso, raramente larice e abete bianco). Le pendici inferiori, circostanti la cava, sono popolate da faggete cedue su suoli profondi colluviali di bassa pendice, infiltrate di rovere su substrati più superficiali.

Sotto il profilo fitosociologico, nelle tabelle 7 e 8, fra le specie maggiormente legate, rispettivamente, al querceto e alla faggeta, sono state riconosciute quelle caratteristiche delle varie unità fitosociologiche secondo Oberdorfer (1979). Nel caso del primo tipo di bosco si ha una naturale dispersione di queste ultime, con specie pioniere o di degradazione (*Amelanchier ovalis*, *Calluna vulgaris*, oltre a *Juniperus communis* e *Molinia arundinacea* della seconda categoria), specie discese dai livelli superiori di vegetazione come pioniere (*Picea abies*, *Vaccinium vitis-idaea*), specie

acidofile a più ampia ecologia ma già con la presenza di Fagus sylvatica e Luzula nivea, caratteristiche del Fagion.

Più numerose, come ovvio, sono le specie dei Fagetalia e del Fagion nelle faggete chiuse. Fitosociologicamente queste possono essere classificate fra quelle acidofile del Luzulo - Fagenion.

Essendo stata la discarica recentemente rimaneggiata, non esistono indizi sulla vegetazione pioniera dei detriti. In zona solo presso il torrente, ma con un gradiente di umidità maggiore, s'incontrano specie ascrivibili a questo gruppo tra cui prevale il salicone (Salix caprea) con ontano bianco (Alnus incana) e ontano alpino (Alnus viridis).

Confrontando le tabelle di questa cava (primo valore = querceto; secondo valore = faggete) si rileva:

- una concordanza negli indici di temperatura, che si situano intorno a valori intermedi (3,2 - 3,1 su una scala di 5 valori);
- una sostanziale concordanza negli indici di continentalità, ancora con valori intermedi (2,9 - 2,7), con una piccola differenza a favore di una maggiore continentalità per il querceto rispetto alle faggete, il che corrisponde alle rispettive ecologie;
- una sostanziale concordanza negli indici di reazione (pH), rispettivamente con valori indicatori di 2,4 e 2,6: si tratta di piante indicatrici di acidità non troppo accentuata;
- una sostanziale concordanza negli indici di umidità (2,8 e 2,9): piante indicatrici di suoli a umidità media;
- una buona differenziazione negli indici di sostanze nutritive (in particolare azoto) (2,2 e 2,9): il valore 2 comprende piante di suoli magri, il 3 di suoli mediamente provvisti di sostanze nutritive;
- una piccola differenziazione negli indici di humus (3,8 - 3,6): il valore di 4 riguarda le piante indicatrici di humus, di qualità leggermente migliore nel caso della faggeta.

Com'era lecito aspettarsi i valori indicatori sono comunque molto simili nei due casi, con la conferma di condizioni migliori nella faggeta rispetto al querceto per quanto riguarda la fertilità del suolo.

Come conclusione della duplice indagine si ricava che l'ambiente condiziona localmente una vegetazione potenziale di faggeta, con una mescolanza di elementi più termofili (rovere) (zona di transizione) o più microtermi (conifere), a seconda dei microclimi, nelle fasi iniziali del ciclo evolutivo.

**Tab 7 Querceto di rovere**

| Specie più tipiche           | Unità fitosociologiche | Valori indici (LANDOLT, 1977) |     |     |     |     |     |
|------------------------------|------------------------|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
|                              |                        | T                             | C   | PH  | U   | N   | H   |
| <i>Quercus petraea</i>       | c. Quercu - Fagetea    | 4                             | 3   | 2   | 3w  | 3   | 3   |
| <i>Sorbus aria</i>           | -                      | 4                             | 3   | 3   | 2   | 2   | 3   |
| <i>Sorbus aucuparia</i>      | -                      | 3                             | 3   | 2   | 3   | 2   | 3   |
| <i>Fagus sylvatica</i>       | c. Fagion              | 3                             | 2   | X   | 3   | 3   | 3   |
| <i>Picea abies</i>           | c. Vaccinio - Piceion  | 2                             | 3   | X   | 3   | 3   | 4   |
| <i>Amelanchier ovalis</i>    | c. Berberidion         | 3                             | 3   | 4   | 2   | 2   | 2   |
| <i>Juniperus communis</i>    | -                      | 4                             | 4   | 3   | 2w  | 2   | 4   |
| <i>Vaccinium myrtillus</i>   | -                      | 3                             | 3   | 1   | 3   | 2   | 5   |
| <i>Vaccinium vitis-idaea</i> | c. Vaccinio-Piceetalia | 2                             | 3   | 2   | 3w  | 2   | 4   |
| <i>Calluna vulgaris</i>      | c. Nardo - Callunetea  | 3                             | 3   | 1   | 3   | 1   | 5   |
| <i>Lembotropis nigricans</i> | -                      | 4                             | 3   | 3   | 2   | 2   | 3   |
| <i>Molinia arundinacea</i>   | -                      | 4                             | 3   | 4   | 3w  | 3   | 3   |
| <i>Luzula nivea</i>          | c. Fagion              | 3                             | 3   | 2   | 2   | 2   | 4   |
| <i>Avenella flexuosa</i>     | -                      | 3                             | 2   | 2   | 2   | 2   | 4   |
|                              |                        | 3,2                           | 2,9 | 2,4 | 2,8 | 2,2 | 3,8 |

**Tab 8 Faggeta**

| Specie più tipiche          | Unità fitosociologica | Valori indici (LANDOLT, 1977) |   |    |    |   |   |
|-----------------------------|-----------------------|-------------------------------|---|----|----|---|---|
|                             |                       | T                             | C | pH | U  | N | H |
| <i>Fagus sylvatica</i>      | c. Fagion             | 3                             | 2 | X  | 3  | 3 | 3 |
| <i>Quercus petraea</i>      | c. Quercu - Fagetea   | 4                             | 3 | 2  | 3w | 3 | 3 |
| <i>Sorbus aucuparia</i>     | -                     | 3                             | 3 | 2  | 3  | 2 | 3 |
| <i>Vaccinium myrtillus</i>  | -                     | 3                             | 3 | 1  | 3  | 2 | 5 |
| <i>Hieracium sylvaticum</i> | -                     | 4                             | 3 | 3  | 2  | 3 | 4 |
| <i>Solidago virgaurea</i>   | c. Quercu - Fagetea   | 4                             | 3 | 3  | 3  | 3 | 4 |
| <i>Luzula nivea</i>         | c. Fagion             | 3                             | 3 | 2  | 2  | 2 | 4 |
| <i>Euphorbia dulcis</i>     | c. Fagetalia          | 3                             | 2 | 4  | 3  | 3 | 3 |
| <i>Luzula sieberi</i>       | c. Vaccinio - Piceion | 2                             | 3 | 2  | 3  | 2 | 4 |



|                         |              |     |     |     |     |     |     |
|-------------------------|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Polygonatum multiflorum | c. Fagetalia | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 4   |
| Saxifraga cuneifolia    | -            | 2   | 3   | 2   | 3   | 2   | 3   |
| Aruncus dioicus         | -            | 3   | 2   | 3   | 4   | 4   | 3   |
| Ilex aquifolium         | -            | 4   | 2   | 3   | 3   | 3   | 4   |
| Molinia altissima       | -            | 4   | 3   | 4   | 3w  | 3   | 3   |
| Avenella flexuosa       | -            | 3   | 2   | 2   | 2   | 2   | 4   |
| Dryopteris filix - mas  | c. Fagetalia | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 4   |
|                         |              | 3,1 | 2,7 | 2,6 | 2,8 | 2,7 | 3,6 |

Note alle tabelle:

Valori indici per: T = Temperatura; C = Continentalità; pH = Reazione del Suolo;

U = Umidità; N = Azoto; H = Humus.

c. = specie caratteristica.

Passando al problema del recupero ambientale occorre subito chiarire che non è possibile intervenire sulle ripidissime pareti della cava, per fortuna non troppo elevate, che potranno comunque essere colonizzate da specie rupicole presenti in zona. Una copertura arborea di specie rustiche sul piazzale di cava, può, in una decina di anni, raggiungere un risultato più che accettabile.

Una soluzione idonea per un primo rinverdimento potrebbe essere la messa a dimora di talee di salicone prelevate sul posto senza nessun apporto di terra, sia sul piazzale, sia sulla discarica. Essendo però difficile attuare quest'operazione per mancanza di mano d'opera idonea, si potrebbe riportare uno strato di terra vegetale e porre a dimora betulle ad un distanziamento medio di m 3 x 3, disponendole comunque non a file.

Data l'esiguità dell'area, in effetti, l'addolcimento della pendice della discarica e il riporto di sfaticcio roccioso fine e di terra su parte del piazzale, favoriscono lo sviluppo spontaneo di erbe alle quali dovrebbe seguire rapidamente lo stanziamento delle specie legnose pioniere presenti in zona e cioè: nocciolo, salicone, betulla e pioppo (ove il drenaggio dell'acqua è inferiore a quello che si verifica sulla pendice della discarica).

#### **b) Cava di serizzo in localita' Rencio di Pontemaglio (Crevoladossola)**

Quota media: 550 m

Superficie della cava: 17.500 mq

Lunghezza: 200 m

Altezza: 50 m

Superficie della discarica: 47.500 mq

Cava attiva.

La cava, al momento dei rilievi era in sviluppo verso l'alto dove sono stati individuati banchi di buona qualità, al di sotto di una coltre "morenica" mista a detrito di falda che è stata asportata ormai in massima parte. Contemporaneamente l'estremità Sud della discarica è stata chiusa e risulta disponibile per lavori di recupero.

Lungo la strada di servizio che congiunge lo stabilimento di segagione e levigatura del serizzo in fondovalle (di proprietà della stessa ditta) e il piazzale di cava esistono alcuni tratti di discarica privi di vegetazione che sono stati oggetto di interventi sperimentali di recupero.

I rilievi fitosociologici nella zona della cava hanno interessato, all'altezza del piazzale, i cedui di castagno nei quali sono talvolta presenti altre latifoglie (Tabella 9), mentre in fondovalle (quindi alla base delle discariche) si sono rilevati degli acero - tilieti a farnia e castagno. Su un breve tratto di discarica, ormai dismessa da una ventina d'anni, si è pure rilevato in due aree un boschetto di specie pioniere a betulla, pioppi e salici (tabella 10).

Nelle tabelle, relative ai rilevamenti sopra citati, sono stati riuniti i boschi di suoli in posto, considerando che si doveva trattare sempre, in origine, di boschi misti di latifoglie a cui l'uomo ha sostituito, in modo più o meno completo, il castagno.

Sotto il profilo fitosociologico sono boschi inquadrabili nella classe Querc-Fagetea, con parecchie specie delle alleanze Carpinion e Fagetalia.

Le specie prese in considerazione tramite i coefficienti di Landolt, per caratterizzare la vegetazione, indicano stazioni con: valori di temperatura (3,7) superiori alla media (3), valori di continentalità inferiori alla media, con una leggera tendenza verso la suboceanicità, valori di pH intorno alla media, analogamente a quelli di umidità e di sostanze nutritive, mentre il contenuto d'humus dei suoli è (3,6) più alto della media.

Passando all'esame dei boschetti pionieri si nota come nello strato arboreo, alto 3 - 4 m, sono presenti specie di salici propri dei greti fluviali, più Betula pendula, Salix caprea del Sambuco-Salicion e Populus tremula che, fra l'altro, è pure rappresentante in quest'alleanza che ha già una distribuzione prevalentemente montana.

Le specie del sottobosco appartengono a numerose categorie fitosociologiche; comunque si può notare, fra esse, già numerose sono quelle di tipo nemorale, pertinenti alle unità Querc-Fagetea, Fagetalia, Quercion, e Quercetalia robori-petraeae.

I valori indici di Landolt denotano un ambiente praticamente con gli stessi valori dei boschi su suoli in posto per quanto riguarda temperature, continentalità, pH e azoto (quest'ultima coincidenza non appare facilmente spiegabile).

Circa l'umidità appare una leggera minor necessità mentre il valore d'humus è ovviamente più basso trattandosi di suoli giovani, coperti da alberi da pochi anni.

**Tab. 9 Acero - tilieti originari, con farnia a bassa quota  
a cui è stato sovrapposto il ceduo di castagno.**

| Specie più tipiche              | Unità fitosociologica | Valori indici (LANDOLT, 1977) |     |    |     |     |     |
|---------------------------------|-----------------------|-------------------------------|-----|----|-----|-----|-----|
|                                 |                       | T                             | C   | PH | U   | N   | H   |
| <i>Castanea sativa</i>          | -                     | 4                             | 2   | 2  | 3   | 2   | 4   |
| <i>Tilia cordata</i>            | c. Carpinion          | 4                             | 3   | 3  | 2   | 2   | 3   |
| <i>Acer campestre</i>           | c. Fagetalia          | 4                             | 2   | 4  | 3   | 3   | 3   |
| <i>Fraxinus excelsior</i>       | c. Fagetalia          | 4                             | 2   | 4  | 4   | 4   | 3   |
| <i>Quercus robur</i>            | Carpinion             | 4                             | 3   | X  | 4   | 3   | 4   |
| <i>Corylus avellana</i>         | c. Querco - Fagetea   | 3                             | 3   | 3  | 3   | 3   | 3   |
| <i>Prunus avium</i>             | c. Carpinion          | 4                             | 3   | 3  | 3   | 3   | 3   |
| <i>Poa nemoralis</i>            | c. Querco - Fagetea   | 3                             | 3   | 3  | 3   | 2   | 4   |
| <i>Dryopteris filix - mas</i>   | c. Fagetalia          | 3                             | 3   | 3  | 3   | 3   | 4   |
| <i>Solidago virgaurea</i>       | -                     | 4                             | 3   | 3  | 3   | 3   | 4   |
| <i>Euphorbia amygdaloides</i>   | c. Fagetalia          | 4                             | 2   | 4  | 3   | 3   | 4   |
| <i>Luzula nivea</i>             | c. Luzulo - Fagenion  | 3                             | 3   | 2  | 2   | 2   | 4   |
| <i>Mycelis muralis</i>          | -                     | 4                             | 3   | 3  | 3   | 4   | 4   |
| <i>Galium odoratum</i>          | c. Fagion             | 3                             | 2   | 3  | 3   | 3   | 4   |
| <i>Festuca heterophylla</i>     | c. Carpinion          | 3                             | 3   | 2  | 2   | 2   | 3   |
| <i>Pteridium aquilinum</i>      | -                     | 3                             | 3   | 2  | 3   | 2   | 4   |
| <i>Cyclamen purpurascens</i>    | c. Carpinion?         | 4                             | 2   | 4  | 3   | 3   | 3   |
| <i>Hepatica nobilis</i>         | c. Querco - Fagetea   | 4                             | 4   | 4  | 2   | 2   | 4   |
| <i>Hedera helix</i>             | c. Querco - Fagetea   | 4                             | 2   | 3  | 3   | 3   | 3   |
| <i>Lamium galeobdolon</i>       | c. Fagetalia          | 4                             | 3   | 3  | 3   | 3   | 4   |
| <i>Stachys officinalis</i>      | -                     | 4                             | 3   | 3  | 3w  | 3   | 4   |
| <i>Salvia glutinosa</i>         | c. Fagetalia          | 3                             | 3   | 4  | 3   | 4   | 4   |
| <i>Asplenium adiantum-nigr.</i> | -                     | 4                             | 2   | 2  | 2   | 2   | 3   |
| <i>Brachypodium sylvaticum</i>  | c. Querco - Fagetea   | 4                             | 3   | 3  | 4   | 3   | 4   |
|                                 |                       | 3,7                           | 2,7 | 3  | 2,9 | 2,8 | 3,6 |

**Tab. 10 Boschetti pionieri della discarica**

| Specie più tipiche            | Unità fitosociologica                 | Valori indici (LANDOLT, 1977) |     |    |     |     |     |
|-------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|-----|----|-----|-----|-----|
|                               |                                       | T                             | C   | pH | U   | N   | H   |
| <i>Populus nigra</i>          | c. <i>Salicion albae</i>              | 4                             | 3   | 4  | 4   | 4   | 3   |
| <i>Populus tremula</i>        | Sambuco - <i>Salicion ecc.</i>        | 3                             | 3   | 3  | 3   | 3   | 3   |
| <i>Salix caprea</i>           | c. Sambuco - <i>Salicion ecc.</i>     | 3                             | 3   | 3  | 3   | 3   | 3   |
| <i>Salix eleagnos</i>         | c. <i>Salicion eleagni</i>            | 3                             | 3   | 3  | 4w  | 2   | 2   |
| <i>Salix purpurea</i>         | c. <i>Salicetalia purpureae</i>       | 3                             | 3   | 3  | 3w  | 3   | 2   |
| <i>Betula pendula</i>         | p. <i>Quercion robori-petraeae</i>    | 3                             | 3   | X  | X   | 2   | X   |
| <i>Buddleja variabilis</i>    | -                                     | 4                             | 2   | 4  | 2   | 3   | 2   |
| <i>Cytisus scoparius</i>      | <i>Sarothamnion ecc.</i>              | 4                             | 2   | 2  | 2   | 3   | 4   |
| <i>Teucrium scorodonia</i>    | c. <i>Quercion robori-petraeae</i>    | 4                             | 2   | 2  | 2   | 2   | 4   |
| <i>Poa nemoralis</i>          | c. <i>Querco - Fagetea</i>            | 3                             | 3   | 3  | 3   | 2   | 4   |
| <i>Hieracium sabaudum</i>     | c. <i>Quercetalia robori-petraeae</i> | 4                             | 3   | 2  | 2   | 3   | 4   |
| <i>Artemisia vulgaris</i>     | c. <i>Onopordetalia</i>               | 4                             | 3   | 3  | 3w  | 4   | 3   |
| <i>Calamintha clinopodium</i> | c. <i>Origanetalia</i>                | 4                             | 3   | 3  | 2   | 2   | 3   |
| <i>Solidago virgaurea</i>     | -                                     | 4                             | 3   | 3  | 3   | 3   | 4   |
| <i>Euphorbia amygdaloides</i> | c. <i>Fagetalia</i>                   | 4                             | 2   | 4  | 3   | 3   | 4   |
| <i>Luzula nivea</i>           | c. <i>Luzulo - Fagenion</i>           | 3                             | 3   | 2  | 2   | 2   | 4   |
| <i>Scrophularia nodosa</i>    | c. <i>Fagetalia</i>                   | 3                             | 3   | 3  | 3   | 4   | 3   |
| <i>Rubus ulmifolius</i>       | -                                     | 5                             | 2   | 4  | 3   | 4   | 3   |
| <i>Hypericum perforatum</i>   | -                                     | 4                             | 3   | 3  | 2w  | 3   | 3   |
| <i>Brachypodium pinnatum</i>  | c. <i>Festuco - Brometea</i>          | 3                             | 3   | 4  | 2   | 3   | 3   |
| <i>Fragaria vesca</i>         | c. <i>Epilobietea</i>                 | 3                             | 3   | 3  | 3   | 3   | 3   |
|                               |                                       | 3,6                           | 2,8 | 3  | 2,7 | 2,9 | 3,2 |

Note alle tabelle:

c. = caratteristica

p. = pioniera

**c) Cava di beola di Trontano**

Durante la 1<sup>a</sup> fase di applicazione è già stata presa in considerazione la vegetazione pioniera delle discariche e il suo ciclo dinamico che riceve un'ulteriore conferma dai rilievi effettuati



in cava nella località Rencio, anche se là non si hanno, separatamente, le varie tappe evolutive, altrove bene espresse. Anche a Rencio, ai margini delle discariche, esistono specie-guida delle varie tappe evolutive pioniere (*Rumex scutatus*, *Cytisus scoparius*, *Buddleja variabilis*, ecc.) che però non formano popolamenti a sè per mancanza di spazio disponibile.

A questo punto restavano da definire i Tipi forestali circostanti che nella zona di Trontano risultavano estremamente ridotti e alterati, tanto che per trovare ambienti più mesofitici ci si è dovuti spostare di qualche chilometro a valle.

Le immediate vicinanze della cava dovevano già in partenza essere caratterizzate da una vegetazione relativamente termofila a causa, oltre che della bassa quota, dell'affioramento in più punti della matrice rocciosa. Questo contingente si è ora diffuso nel bosco misto di cui alla tabella 11, che segue, posto al piede della pendice, che è un prodotto di degradazione (per diradamento e isolamento) di un bosco misto mesofilo di fondovalle com'è comprovato da parecchi elementi, in particolare arborei, quali *Quercus robur*, *Fraxinus excelsior*, *Prunus avium*, *Corylus avellana*, *Festuca heterophylla*, *Salvia glutinosa*, *Poa nemoralis* (*Querco - Fagetea*, *Carpinion*, *Fagetalia*).

A queste entità si affiancano, per infiltrazione, specie di bordo degli *Origanetalia* e *Geranion sanguinei* e specie di praterie secche dei *Festuco - Brometea* che danno un tono di sensibile termofilia alla cenosi in iseme a *Ruscus aculeatus* e *Potentilla alba*.

**Tab. 11 Bosco misto relativamente termofilo**

| Specie più tipiche        | Unità fitosociologica            | Valori indici LANDOLT, 1977 |   |    |    |   |   |
|---------------------------|----------------------------------|-----------------------------|---|----|----|---|---|
|                           |                                  | T                           | C | pH | U  | N | H |
| <i>Quercus robur</i>      | <i>Carpinion</i> ecc.            | 4                           | 3 | X  | 3w | 3 | 4 |
| <i>Celtis australis</i>   | -                                | 5                           | 2 | 3  | 2  | 3 | 3 |
| <i>Sorbus aria</i>        | -                                | 4                           | 3 | 3  | 2  | 2 | 3 |
| <i>Fraxinus excelsior</i> | c. <i>Fagetalia</i>              | 4                           | 2 | 4  | 4w | 4 | 3 |
| <i>Prunus avium</i>       | c. <i>Carpinion</i>              | 4                           | 3 | 3  | 3  | 3 | 3 |
| <i>Cornus sanguinea</i>   | c. <i>Prunetalia</i>             | 4                           | 3 | 4  | 3  | 3 | 3 |
| <i>Crataegus monogyna</i> | c. <i>Prunetalia</i>             | 4                           | 4 | 4  | 3w | 2 | 3 |
| <i>Corylus avellana</i>   | c. <i>Querco - Fagetea</i>       | 3                           | 3 | 3  | 3  | 3 | 3 |
| <i>Ligustrum vulgare</i>  | -                                | 4                           | 3 | 4  | 3w | 2 | 3 |
| <i>Carex humilis</i>      | -                                | 4                           | 4 | 4  | 1  | 2 | 2 |
| <i>Potentilla alba</i>    | <i>Quercion pubescentis</i> ecc. | 4                           | 2 | 2  | 2  | 3 | 4 |

|                        |                       |     |     |     |     |     |     |
|------------------------|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Filipendula hexapetala | c. Festuco - Brometea | 4   | 3   | 3   | 2w  | 2   | 3   |
| Festuca heterophylla   | c. Carpinion          | 3   | 3   | 2   | 2   | 2   | 3   |
| Stachys officinalis    | -                     | 4   | 3   | 3   | 3w  | 3   | 4   |
| Melampyrum pratense    | -                     | 3   | 3   | 1   | 3   | 2   | 4   |
| Origanum vulgare       | c. Origanetalia       | 4   | 3   | 3   | 2   | 3   | 3   |
| Cruciata glabra        | -                     | 4   | 2   | 3   | 3   | 3   | 4   |
| Salvia glutinosa       | c. Fagetalia          | 3   | 3   | 4   | 3   | 4   | 4   |
| Potentilla erecta      | c. Nardo - Callunetea | 3   | 3   | X   | 3w  | 2   | 4   |
| Fragaria vesca         | c. Epilobietea        | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   |
| Brachypodium pinnatum  | c. Festuco - Brometea | 3   | 3   | 4   | 2   | 3   | 3   |
| Solidago virgaurea     | -                     | 4   | 3   | 3   | 3   | 3   | 4   |
| Geranium sanguineum    | c. Geranion sanguinei | 4   | 4   | 4   | 2   | 2   | 3   |
| Molinia arundinacea    | -                     | 4   | 3   | 4   | 3w  | 3   | 3   |
| Hieracium sylvaticum   | -                     | 3   | 3   | 3   | 2   | 3   | 4   |
| Genista germanica      | -                     | 3   | 2   | 1   | 2   | 2   | 3   |
| Galium lucidum         | -                     | 4   | 4   | 4   | 1   | 2   | 3   |
| Tamus communis         | -                     | 4   | 2   | 4   | 3   | 3   | 3   |
| Poa nemoralis          | c. Querco - Fagetea   | 3   | 3   | 3   | 3   | 2   | 4   |
| Ruscus aculeatus       | Quercion ilicis ecc.  | 5   | 2   | 3   | 2   | 2   | 3   |
| Peucedanum oreoselinum | -                     | 4   | 4   | 3   | 1   | 2   | 3   |
| Anthericum liliago     | -                     | 4   | 4   | 3   | 1   | 2   | 2   |
| Stachys recta          | c. Festuco - Brometea | 4   | 4   | 4   | 1   | 2   | 3   |
| Trifolium rubens       | c. Geranion sanguinei | 4   | 3   | 4   | 2   | 2   | 3   |
| Teucrium chamaedrys    | -                     | 4   | 4   | 4   | 1   | 2   | 3   |
| Prunella grandiflora   | c. Festuco - Brometea | 3   | 4   | 4   | 2   | 2   | 3   |
|                        |                       | 3,8 | 3,1 | 3,3 | 2,3 | 2,5 | 3,2 |

Tab. 12 Bosco misto e querceto acidofilo

| Specie più tipiche             | Unità fitosociologica                  | Valori indici LANDOLT, 1977 |     |     |     |     |     |
|--------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
|                                |                                        | T                           | C   | PH  | U   | N   | H   |
| <i>Quercus petraea</i>         | c. Querco - Fagetea                    | 4                           | 3   | 2   | 3w  | 3   | 3   |
| <i>Castanea sativa</i>         | -                                      | 4                           | 2   | 2   | 3   | 2   | 4   |
| <i>Sorbus aria</i>             | -                                      | 4                           | 3   | 3   | 2   | 2   | 3   |
| <i>Tilia cordata</i>           | c. Carpinion                           | 4                           | 3   | 3   | 2   | 2   | 3   |
| <i>Carex humilis</i>           | -                                      | 4                           | 4   | 4   | 1   | 2   | 2   |
| <i>Melampyrum pratense</i>     | -                                      | 3                           | 3   | 1   | 3   | 2   | 4   |
| <i>Solidago virgaurea</i>      | -                                      | 4                           | 3   | 3   | 3   | 3   | 4   |
| <i>Molinia arundinacea</i>     | -                                      | 4                           | 3   | 4   | 3w  | 3   | 3   |
| <i>Hieracium sylvaticum</i>    | -                                      | 3                           | 3   | 3   | 2   | 3   | 4   |
| <i>Avenella flexuosa</i>       | Quercion robori-petraeae (opt.)<br>ecc | 3                           | 2   | 2   | 2   | 2   | 4   |
| <i>Luzula nivea</i>            | c. Luzulo - Fagenion                   | 3                           | 3   | 2   | 2   | 2   | 4   |
| <i>Vaccinium myrtillus</i>     | Quercion robori-petraeae               | 3                           | 3   | 1   | 3   | 2   | 5   |
| <i>Luzula sieberi</i>          | Quercion robori-petraeae               | 2                           | 3   | 2   | 3   | 2   | 4   |
| <i>Teucrium scorodonia</i>     | c. Quercion robori-petraeae            | 4                           | 2   | 2   | 2   | 2   | 4   |
| <i>Phyteuma betonicifolium</i> | c. Nardion                             | 3                           | 3   | 2   | 3   | 2   | 4   |
| <i>Prenanthes purpurea</i>     | c. Fagion                              | 3                           | 3   | 3   | 3   | 3   | 4   |
| <i>Athyrium filix-femina</i>   | -                                      | 3                           | 2   | 3   | 3   | 3   | 4   |
| <i>Euphorbia dulcis</i>        | c. Fagetalia                           | 3                           | 2   | 4   | 3   | 3   | 3   |
| <i>Polygonatum multiflorum</i> | c. Fagetalia                           | 3                           | 3   | 3   | 3   | 3   | 4   |
|                                |                                        | 3,4                         | 2,8 | 2,6 | 2,5 | 2,4 | 3,7 |

Note alle tabelle:

opt. = optimum

L'ambiente dei boschi misti e querceti acidofili di cui alla tabella 12, rilevato poco più a valle, risulta molto diverso. Scompare la componente termofila (salvo *Carex humilis*), mentre si accresce notevolmente il contingente acidofilo cosicché, ad una ben diversa composizione floristica, corrisponde pure un quadro vegetazionale differenziato.

Dalle specie elencate una sola specie (*Teucrium scorodonia*) è caratteristica dell'alleanza suboceanica del Quercion robori-petraeae; ad essa si affiancano però altre tre specie presenti anche in quest'alleanza (una vi trova anzi il suo optimum): tutte sono acidofile; quattro specie sono caratteristiche dei Fagetalia e del Fagion, una del Luzulo- Fagenion e una del Nardion, ancora

acidofile, come pure *Melampyrum pratense*. Il Carpinion è rappresentato da *Tilia cordata* e i *Quercus* - *Fagetea* da *Quercus petraea*.

Se confrontiamo i valori - indici di Landolt per i due ambienti si osservano sovente, delle differenze sensibili tra il bosco misto relativamente termofilo e il bosco misto e querceto acidofilo:

- maggior termofilia del primo rispetto al secondo;
- grado di continentalità intorno alla media, con leggera tendenza alla suboceanicità nel secondo;
- pH significativamente assai più acido nel secondo caso, che tende, come media, a valori superiori alla neutralità;
- leggera maggior igrofilia del secondo rispetto al primo tipo di vegetazione, che rimane comunque in entrambi i casi sotto la media, quindi con l'indicazione di una certa "secchezza" stazionale, anche se questo termine appare eccessivo per l'ambiente ossolano;
- parità nella ricchezza in sostanze nutritive (in particolare azoto), comunque con livelli trofici relativamente bassi.
- maggior accumulo d'humus nel secondo caso, con specie indicatrici che dal mull tendono già al moder.

#### 6.1.2.4. CLASSIFICAZIONE DELLA VEGETAZIONE INVADENTE LE DISCARICHE

La classificazione della vegetazione invadente, secondo la sistemazione fitosociologica ed i concetti di Landolt (1977), permette di chiarire meglio, sulla base di una scala che va da 1 a 5, questo ciclo evolutivo, prendendo in considerazione, per quest'ultimo, i valori indicatori per pH, umidità, sostanze nutritive e humus.

Si sono quindi scelte, per gli aggruppamenti prima elencati, le specie più tipiche, anche se non esclusive, considerandole come piante-indici dell'ambiente. Valutando le cinque labelle che seguono (Tabelle 13-14-15-16 e 17) si possono fare alcune osservazioni comprovanti che l'evoluzione della vegetazione avviene secondo quanto prima esposto.



**Tab. 13 Vegetazione pioniera a *Rumex scutatus* tendente ad erbusteto di *Buddlejadavidii*  
(Romiceto evolvente a Buddlejeto)  
Specie più tipiche**

|                                                      |                                              | Valori indici (LANDOLT, 1977) |            |                       |          |
|------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------|------------|-----------------------|----------|
| Specie                                               | Unità fitosociologiche<br>(OBERDORFER, 1979) | pH                            | Umidità    | Sostanze<br>nutritive | Humus    |
| <i>Rumex scutatus</i>                                | c.r. <i>Thlaspietea rotundifolii</i>         | 3                             | 2          | 2                     | 1        |
| <i>Silene rupestris</i>                              | c. Sedo - <i>Scleranthetea</i>               | 2                             | 1          | 2                     | 3        |
| <i>Calamagrostis epigeios</i>                        | Salicion <i>albae</i> ecc.                   | 3                             | 3          | 3                     | 2        |
| <i>Artemisia campestris</i>                          | Festuco - <i>Brometea</i>                    | 4                             | 1          | 2                     | 3        |
| <i>Vulpia myuros</i>                                 | Thero - Airion                               | 2                             | 1          | 3                     | 2        |
| <i>Buddleja davidii</i>                              | (Pioniera su detriti)                        | 4                             | 2          | 3                     | 2        |
| <i>Populus nigra</i>                                 | c. Salicion <i>albae</i>                     | 4                             | 4          | 4                     | 3)       |
| <i>Salix alba</i>                                    | c. Salicion <i>albae</i>                     | 4                             | 4          | 4                     | 2)       |
| <i>Festuca tenuifolia</i>                            | Thero - Airion                               | 1                             | 2          | 2                     | 3        |
| <i>Agrostis tenuis</i>                               | Sedo - <i>Scleranthetea</i>                  | 2                             | 3          | 2                     | 3        |
| Medie con <i>Populus nigra</i> e <i>Salix alba</i> : |                                              | <u>2,9</u>                    | 2,3        | 2,7                   | 2,4      |
| Medie senza le specie precedenti:                    |                                              | 2,6                           | <u>1,9</u> | <u>2,4</u>            | <u>2</u> |

Abbreviazioni: c. = specie caratteristica dell'unità indicata.  
(Le specie prive di sigla sono presenti nelle unità indicate)

Il romiceto comprende specie per la massima parte pioniere di macereti e greti, a suolo praticamente inesistente (litosuolo), caratterizzate da valori indici relativi a umidità (1,9) e humus (2) sono particolarmente bassi. I dati medi sono stati elaborati considerando anche *Populus nigra* e *Salix alba* per quanto riguarda il pH (2,9 come valore indice, cioè vicino alla neutralità), ma astraendo da queste due specie per gli altri valori indice. Il salice e il pioppo sono infatti a causa delle condizioni del substrato asciutto e per gli altri valori indice, di durata effimera.

Fitosociologicamente le specie delle unità rappresentate sono sempre proprie di fasi pioniere o di degradazione.

**Tab. 14 Vegetazione arbustiva a *Buddleja davidii* o a *Cytisus scoparius*****(Buddlejeto - Sarotamneto)****Specie più tipiche**

|                                    |                                              | Valori indici (LANDOLT, 1977) |         |                       |       |
|------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------|---------|-----------------------|-------|
| Specie                             | Unità fitosociologiche<br>(OBERDORFER, 1979) | pH                            | Umidità | Sostanze<br>nutritive | Humus |
| <i>Buddleja davidii</i> (optimum)  | (Pioniera su detriti)                        | 4                             | 2       | 3                     | 2     |
| <i>Cytisus scoparius</i> (optimum) | <b>Sarothamnion</b>                          | 2                             | 2       | 3                     | 4     |
| <i>Salix caprea</i>                | Sambuco - Salicion                           | 3                             | 3       | 3                     | 3     |
| <i>Betula pendula</i> (semenzali)  | p. Quercion robori-petraeae                  | x                             | x       | 2                     | x     |
| <i>Rubus ulmifolius</i>            | <b>Prunetalia</b>                            | 4                             | 3       | 4                     | 3     |
| <i>Festuca gr. ovina</i>           | ?                                            | 3                             | 2       | 2                     | 2     |
| <i>Holcus lanatus</i>              | c. Molinio - Arrhenatheretea                 | x                             | 3       | 3                     | 4     |
| <i>Agrostis tenuis</i>             | Sedo - Scleranthetea                         | 2                             | 3       | 2                     | 3     |
| <i>Rumex scutatus</i> (optimum)    | c.r. Thlaspietea rotundifolii                | 3                             | 2       | 2                     | 1     |
| <i>Hieracium sabaudum</i>          | c. Quercetalia robori - petraeae             | 2                             | 2       | 3                     | 4     |
| <i>Sedum gr. rupestre</i>          | c. Sedo - Scleranthetea                      | 2                             | 1       | 1                     | 3     |
| <i>Galium lucidum</i>              | Quercion pubescenti - petraeae               | 4                             | 1       | 2                     | 3     |
|                                    |                                              | 2,9                           | 2,1     | 2,5                   | 2,9   |

Abbreviazioni: p. = pioniera

c. = specie caratteristica dell'unità indicata.

c.r. = specie caratteristica regionale dell'unità indicata.

(Le specie prive di sigla sono presenti anche nelle unità indicate)

La fase arbustiva, rispetto alla precedente, comprende entità disparate, pioniere, degli arbusteti d'invasione o di degradazione e anche proprie di unità forestali, in quanto si tratta di una fase di passaggio a queste ultime. Il valore di pH è alla pari, mentre migliorano leggermente quelli relativi a umidità e sostanze nutritive e, più sensibilmente, quello dell'humus (2,9), a causa di una modesta evoluzione del substrato.

Nella fase arbustiva, alle entità pioniere si uniscono specie delle fasi di degradazione o di ricostituzione del bosco, più qualche specie di unità già forestali, come prima detto.

**Tab. 15 Betuleto**  
**Specie più tipiche**

|                                        |                                              | Valori indici (LANDOLT, 1977) |         |                       |       |
|----------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------|---------|-----------------------|-------|
| Specie                                 | Unità fitosociologiche<br>(OBERDORFER, 1979) | pH                            | Umidità | Sostanze<br>nutritive | Humus |
| <i>Betula pendula</i> (alberi)         | p. Quercion robori - petraeae                | x                             | x       | 2                     | x     |
| <i>Populus tremula</i>                 | Sambuco - Salicion ecc.                      | 3                             | 3       | 3                     | 3     |
| <i>Salix caprea</i> (optimum)          | Sambuco - Salicion                           | 3                             | 3       | 3                     | 3     |
| <i>Corylus avellana</i> (semenzali)    | c. Carpinion                                 | 3                             | 3       | 3                     | 3     |
| <i>Cytisus scoparius</i> (solo radure) | Sarothamnion                                 | 2                             | 2       | 3                     | 4     |
| <i>Poa nemoralis</i>                   | c. Quercu - Fagetea                          | 3                             | 3       | 2                     | 4     |
| <i>Asplenium trichomanes</i>           | c. Asplenietea                               | 3                             | 3       | 2                     | 2     |
| <i>Asplenium septentrionale</i>        | c. Androsacetalia vandellii                  | 2                             | 2       | 2                     | 2     |
| <i>Jasione montana</i>                 | c. Sedo - scleranthetea                      | 2                             | 1       | 2                     | 2     |
| <i>Solidago virgaurea</i>              | Quercu - Fagetea                             | 3                             | 3       | 3                     | 4     |
| <i>Fragaria vesca</i>                  | c. Epilobietea                               | 3                             | 3       | 3                     | 3     |
|                                        |                                              | 2,7                           | 2,6     | 2,8                   | 3,0   |

Abbreviazioni: p. = pioniera

c. = specie caratteristica dell'unità indicata.

(Le specie prive di sigla sono presenti nelle unità indicate)

Il betuleto è la prima fase arborea che ha già un maggior numero di entità proprie del bosco (le due specie di *Asplenium*, rupicole, hanno comunque esigenze di ombreggiamento), con una piccola diminuzione nei valori indici di pH (2,7) per acidificazione dovuta alla lettiera, un discreto aumento di quelli relativi ad umidità e sostanze nutritive e un minimo incremento dell'indice relativo all'humus.

Tab. 16 Bosco più maturo

## Specie più tipiche

|                                |                                              | Valori indici (LANDOLT, 1977) |         |                       |       |
|--------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------|---------|-----------------------|-------|
| Specie                         | Unità fitosociologiche<br>(OBERDORFER, 1979) | pH                            | Umidità | Sostanze<br>nutritive | Humus |
| <i>Castanea sativa</i>         | (Coltivata)                                  | 2                             | 3       | 2                     | 4     |
| <i>Fraxinus excelsior</i>      | c. Fagetalia                                 | 4                             | 4       | 4                     | 3     |
| <i>Betula pendula</i>          | p. Quercion robori - petraeae                | x                             | x       | 2                     | x     |
| <i>Populus tremula</i>         | Sambuco - Salicion ecc.                      | 3                             | 3       | 3                     | 3     |
| <i>Luzula nivea</i>            | c. Fagion                                    | 2                             | 2       | 2                     | 4     |
| <i>Corylus avellana</i>        | c. Carpinion                                 | 3                             | 3       | 3                     | 3     |
| <i>Clematis vitalba</i>        | Prunetalia ecc.                              | 4                             | 3       | 3                     | 3     |
| <i>Dryopteris filix - mas</i>  | c. Fagetalia                                 | 3                             | 3       | 3                     | 4     |
| <i>Poa nemoralis</i> (optimum) | c. Quercu - Fagetea                          | 3                             | 3       | 2                     | 4     |
| <i>Fragaria vesca</i>          | c. Epilobietea                               | 3                             | 3       | 3                     | 3     |
| <i>Festuca gr. ovina</i>       | -                                            | 3                             | 2       | 2                     | 2     |
| <i>Veronica officinalis</i>    | Quercion robori - petraeae                   | 2                             | 2       | 2                     | 4     |
| <i>Brachypodium sylvaticum</i> | c. Quercu - Fagetea                          | 3                             | 4       | 3                     | 4     |
|                                |                                              | 2,9                           | 2,9     | 2,6                   | 3,4   |

Abbreviazioni: p. = pioniera

(Le specie prive di sigla sono presenti nelle unità indicate)

x = specie indifferente.

Il bosco misto rilevato comprende esclusivamente specie forestali, di cui molte caratteristiche di classe, ordine e alleanza, con una piccola variazione positiva nel valore relativo al pH (2,9) rispetto al betuleto, mentre aumentano sensibilmente quelli per umidità (2,9) e humus (3,4). Quest'ultimo è di tipo moder, il che rende ragione di una diminuzione dell'indice di sostanze nutritive (2,6) rispetto al betuleto, in quanto le specie più tipiche del bosco hanno esigenze contenute a questo riguardo.

Nel suo insieme la vegetazione delle discariche indica un substrato subacido (indice da 2,7 a 2,9), un substrato da secco a mediamente secco sino a fresco (1,9 - 2,9), povero di sostanze nutritive (2,4 - 2,9), con humus da scarso a medio (2 - 3), salvo per il bosco più maturo (3,4), dove questo è un po' al di sopra della media.



**Tab. 17 Vegetazione erbacea dei piazzali**  
**Specie più tipiche**

|                           |                                              | Valori indici (LANDOLT, 1977) |         |                       |       |
|---------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------|---------|-----------------------|-------|
| Specie                    | Unità fitosociologiche<br>(OBERDORFER, 1979) | pH                            | Umidità | Sostanze<br>nutritive | Humus |
| Agrimonia eupatoria       | Prunetalia ecc.                              | 4                             | 2       | 3                     | 3     |
| Plantago lanceolata       | c. Molinio - Arrhenatheretea                 | 3                             | 1       | 3                     | 3     |
| Daucus carota             | Arrhenatheretalia                            | 3                             | 2       | 2                     | 3     |
| Achillea gr. millefolium  | Arrhenatheretalia                            | 3                             | 2       | 3                     | 3     |
| Agrostis tenuis (optimum) | Sedo - Scleranthetea ecc.                    | 2                             | 3       | 2                     | 3     |
| Echium vulgare            | Dauco - Melilotion                           | 3                             | 1       | 4                     | 2     |
| Leontodon hispidus        | c. Molinio - Arrhenatheretea                 | 3                             | 3       | 3                     | 3     |
| Prunella vulgaris         | c. Molinio - Arrhenatheretea                 | 3                             | 3       | 3                     | 3     |
| Solidago virgaurea        | Querco - Fagetea                             | 3                             | 3       | 3                     | 4     |
| Scabiosa columbaria       | c. Brometalia                                | 4                             | 2       | 4                     | 3     |
|                           |                                              | 3,1                           | 2,2     | 2,8                   | 3,0   |

Abbreviazioni: c. = specie caratteristica dell'unità indicata.

(Le specie prive di sigla sono presenti nelle unità indicate)

La vegetazione dei piazzali sta a sè e va considerata separatamente da quella delle discariche, in quanto le condizioni pianeggianti ed un accumulo di materiale un po' più fine, oltre ad una minore aridità del substrato, offrono già migliori condizioni per la vegetazione. Questa è rappresentata soprattutto da specie di prato, che hanno un valore indicatore di pH nel campo neutro - subacido (3,1), un basso valore per l'umidità (2,2), un po' maggiore (medio o vicino a questo valore) per le sostanze nutritive (2,8) e per l'humus (3,0).

#### 6.1.2.5. CONCLUSIONI SULL'EVOLUZIONE DELLA VEGETAZIONE DELLE DISCARICHE

Pur nei limiti dello studio, costituiti soprattutto dall'intervallo di altitudine della zona studiata, l'evoluzione della vegetazione delle discariche di cave di beola avviene secondo il seguente schema:

Tab. 18 Evoluzione della vegetazione sulle discariche

|                                                                                                                                      |                                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Vegetazione a <u>Rumex scutatus</u> con <u>arbusteto</u> iniziale<br>di <u>Buddleja davidii</u><br>(fase prevalentemente erbacea)    |                                                                                         |
| <div style="text-align: center;">           ↙ evoluzione ↘         </div>                                                            |                                                                                         |
| Vegetazione a<br><u>Cytisus scoparius</u><br>(fase arbustiva)                                                                        | Vegetazione a<br><u>Buddleja variabilis</u><br>(fase arbustiva)                         |
| <div style="text-align: center;">           ⇕<br/> <u>evoluzione</u><br/>           ⇕         </div>                                 | <div style="text-align: center;">           ⇕<br/> <u>blocco dell'evoluzione</u> </div> |
| Betuleto<br>(fase arborea pioniera)                                                                                                  |                                                                                         |
| <div style="text-align: center;">           ⇕<br/> <u>evoluzione</u><br/>           (non rilevabile)<br/>           ⇕         </div> |                                                                                         |
| Bosco misto di latifoglie<br>(fase arborea più matura)                                                                               |                                                                                         |

E' molto importante osservare che, nelle condizioni osservate, l'arbusteto a buddleja non manifesta per ora un'ulteriore evoluzione, sia per l'azione fortemente accaparratrice dello spazio di questa rustica specie, sia per la mancata evoluzione del suolo. Se questo fenomeno si verificasse anche altrove, questa specie potrebbe diventare, almeno a tempi medi, stabile, essendo la sua ulteriore evoluzione bloccata; questo fatto imporrebbe comunque un intervento artificiale, se si volesse giungere alla fase definitiva, quella arborea, ammesso che ciò sia reso possibile dalla morfologia locale.

### **6.1.3. INDIRIZZI OPERATIVI PER IL RECUPERO DELLE CAVE NEI BACINI DEL FORMAZZA, DEL SEMPIONE, DELL'ANTIGORIO, DELLA BEOLA E DEI LAGHI.**

#### **6.1.3.1. INTRODUZIONE**

Il problema fondamentale del recupero delle cave è costituito dal loro inverdimento che deve seguire modalità e tecniche particolari a seconda degli ambienti climatici e dei substrati (pietra da costruzione o da industria) di diversa composizione mineralogica.

Nell'ambito della nostra regione le differenziazioni sotto entrambi gli aspetti sono notevoli, l'ipotesi di lavoro è quella di procedere per gradi, con proposte per gruppi petrografici aventi caratteristiche simili, adattando nei particolari la normativa ai diversi substrati ed ambienti.

Già si è accennato in precedenza circa le modalità di studio della vegetazione che si è svolto sotto l'aspetto ecologico (ai fini della definizione degli habitat utilizzando le piante come indici ambientali), fitosociologico (per avere unità vegetazionali confrontabili fra le varie situazioni) ed evolutivo (così da definire le tappe dinamiche del ciclo della vegetazione, da quelle pioniere a quelle definitive).

In effetti, negli anni '70, i modesti e improvvisati tentativi di recupero delle cave sono tutti falliti perché si è preteso di piantare, sia su superfici piane, sia in pendio, specie arboree più o meno esigenti, appartenenti al gruppo delle Conifere e ciò senza alcuna preparazione preliminare delle aree, prive di suolo, da rinverdire. Durante i rilevamenti, si sono infatti riscontrati esemplari singoli di Abies alba e Picea abies nelle cave di M. Orfano, la seconda specie a Pontemaglio, le due specie più Pinus sylvestris presso Trontano, tutti in pessime condizioni vegetative e con scarsissimi accrescimenti, anche perché del tutto dominati dalle specie spontaneamente stanziate (salice, pioppo, betulla).

Ai fini di un fattivo recupero delle cave occorre sottolineare che l'efficacia degli interventi è condizionata anche da lavori di carattere ingegneristico e di costituzione delle discariche. A questo punto occorre fare una distinzione fra quanto interessa il passato ed il futuro; in effetti le discariche, così come realizzate fino agli anni '80, pongono problemi ben maggiori per il loro recupero rispetto a quelle delle cave di recente autorizzazione per le quali dovrebbero essere rese obbligatorie differenti modalità di realizzazione e di utilizzo.

Nelle cave delle pietre ornamentali si tratta di distinguere tre unità ambientali (per unità ambientale deve intendersi una porzione dell'area estrattiva con caratteristiche omogenee rispetto alle

componenti fisiche dell'ecosistema) con differenti caratteristiche morfologiche: le pareti di cava, i piazzali, e le discariche; i problemi più ardui per il loro recupero, visto il tipo di sfruttamento, vengono dati dalle prime, mentre non vi sono difficoltà particolari per rinverdimento dei piazzali; ancora diverse sono le condizioni morfologiche e ambientali delle discariche che, essendo utilizzate a settori, possono in parte subire interventi anche durante l'attività di cava che sono impediti di fatto, per le prime due unità ambientali ricordate, sino alla completa cessazione dell'attività di coltivazione.

Vengono così ad essere distinte altrettante condizioni ecologiche relativamente uniformi per le quali è necessario definire tecniche d'intervento differenziate.

Di seguito sono proposte norme d'intervento, sulla base di quelle differenziazioni ecologiche suggerite dallo studio vegetazionale. Prima si discuteranno nei particolari le questioni ecologiche e tecniche insite nella esecuzione degli interventi richiesti per chiudere infine, con gli schemi riassuntivi della normativa da seguire.

#### **6.1.3.2. PARETI DI CAVA**

In linea generale, per i tipi litologici prima ricordati, su queste pareti non sembra realizzabile alcun intervento diretto d'inverdimento. Ostando ad eventuali interventi non solo la difficile accessibilità alle pareti, spesso di altezza abbastanza elevata, ma soprattutto la morfologia locale. Si può valutare, ove fattibile e al termine dello sfruttamento, la necessità di far brillare mine opportunamente disposte in modo da ottenere variazioni di pendenza e superfici più scabre e articolate e quindi prive di superfici lisce che sono di aspetto troppo artificiale.

Quest'operazione è comunque da sconsigliare per la *beola* che si presenta in masse fissili mentre non esistono controindicazioni sui graniti che sono rocce massicce; un importante fattore da tenere presente è comunque l'*immersione* degli strati.

Vista la loro situazione, si ipotizza che a seguito dei lavori di brillamento sopra riportati il recupero di queste zone verrebbe lasciato alla vegetazione spontanea e, in particolare, alle cosmofite esistenti sugli affioramenti rocciosi delle vicinanze.

Nelle condizioni ambientali ossolane, caratterizzate da buone precipitazioni, anche estive, l'insediamento di specie *rustiche* come queste non dovrebbe incontrare particolari problemi.

Non si reputa in conclusione proponibile una serie di costosi interventi tramite idrosemina non sussistendo poi alcuna garanzia di attecchimento della vegetazione su rocce completamente nude. A parte la suddetta colonizzazione di specie rupicole, che non potrà comunque mascherare a



distanza l'aspetto di queste pareti scoperte, occorre ricordare che, in zona, già sono diffuse rupi naturali affioranti alle quali, con il tempo, le pareti di cava verranno ad assimilarsi visivamente con l'ossidazione e l'iscurimento delle superfici rocciose che, comunque, potrebbe essere raggiunto subito mediante l'utilizzo di prodotti invecchianti.

#### **6.1.3.3. PIAZZALI**

I piazzali di cava sono caratterizzati da superfici da piane ad ondulate, con alternanza di materiale di diversa pezzatura, da accumuli di grandi massi rimasti inutilizzati per difetti vari, a materiali abbastanza fini derivanti dalla lavorazione della roccia e dal suo successivo relativo amminutamento anche a causa del continuo movimento di mezzi pesanti. Questi hanno compattato il materiale cosicché il drenaggio, che sarebbe rapidissimo su questi detriti, risulta rallentato; nelle aree depresse, anzi, senza possibilità di sfogo delle acque meteoriche, vi possono essere dei ristagni di acqua, almeno temporanei.

A ciò si può ovviare con spianamenti meccanici che hanno anche l'ufficio di eliminare il ciottolame più grossolano e spargere uniformemente sulla superficie i materiali relativamente più fini.

Data la facilissima accessibilità dei piazzali, nella normativa ne viene richiesto il recupero mediante impianto di specie arboree e semina di specie erbacee ed arbustive, previo riporto di terreno che, in parte, può essere ricavato dal cappellaccio o nelle adiacenze della cava. Queste operazioni interesseranno naturalmente le aree pianeggianti mentre gli accumuli di massi possono essere lasciati al loro posto senza trattamenti particolari a meno che non possano eventualmente essere asportati ed utilizzati per scogliere (difese spondali di fiumi) oppure per costituire barriere trasversali alla massima pendenza sulle discariche.

Circa la qualità del substrato da riportare non potrà essere sufficiente il solo scotico superficiale, ovviamente migliore perché più ricco di sostanza organica. A questo proposito va comunque detto per inciso che gli strati terrosi ricavati nell'esercizio di cava devono essere tenuti separati dal materiale pietroso e accumulati a parte per essere utilizzati in seguito ai fini del recupero. In linea generale la terra da utilizzare sui piazzali deve contenere una parte di scotico, ed essere esente da uno scheletro troppo ricco ed avere una tessitura normale, definibile come sabbiosa, sabbiosa franca o franca (di medio impasto), mai decisamente limosa od argillosa.

Operazione preliminare all'inverdimento dei piazzali sarà la costituzione di un cordolo sui bordi esterni onde evitare erosioni o smottamenti marginali dove iniziano i pendii della discarica.

Vista la notevole onerosità e spesso la scarsa disponibilità di terra sul posto è possibile utilizzare un manto uniforme ma sottile per una piantagione andante di essenze arboree, oppure operare una concentrazione, su uno spessore maggiore di terra (0,50 m), ricavando parcelle sparse a scacchiera sul terreno ma a distanze non costanti per evitare disposizioni troppo artificiali e monotone; ciò si può ottenere facilmente con escavatori e con il successivo riempimento di terra.

La seconda soluzione appare senz'altro migliore perché mette in condizioni di normale vegetazione le specie legnose introdotte. Le parcelle dovranno essere in numero di 140-220/ha in modo da coprire, a seconda delle condizioni locali, il 50-80% della superficie di intervento. Sulle parti non interessate dagli impianti verrà steso uno strato di m 0,20 di terra da investire con semine a spaglio di miscugli di semi di erbe e di arbusti adatti onde evitare fenomeni erosivi.

Le giovani piante verranno disposte nelle parcelle di 36 mq (6 x 6) a circa 2 m una dall'altra, ottenendosi un impianto di 9 esemplari, dei quali gli esterni sono distanti circa un metro dal bordo della parcella.

Sono state escluse parcelle più piccole perché verrebbero ricavate con difficoltà da pale meccaniche di grosse dimensioni ma soprattutto per la ragione che risulterebbero troppo disperse sulla superficie da recuperare.

Il distanziamento fra le piante tiene conto di fallanze che, d'altra parte, non dovrebbero essere numerose tenendo in considerazione la buona profondità dello strato di terra riportata, la rusticità delle specie che vengono di seguito indicate e le precipitazioni medie della zona.

Nell'ambito di ogni parcella, le diverse specie arboree da utilizzarsi verranno mescolate a gruppi, evitando di costituire parcelle di un'unica specie.

Se il materiale terroso risulta di cattiva qualità (poco scotico, prevalenza di sfaticcio roccioso) un distanziamento di soli m 1 fra le piante può ovviare alle probabili fallanze.

Le operazioni di recupero ambientale dei piazzali sono riassunte nella tabella 19.

**Tab. 19 Recupero ambientale dei piazzali**

| TIPO D'INTERVENTO                                                                                                                 | MODALITA' D'INTERVENTO                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| INTERVENTI PRELIMINARI                                                                                                            |                                                                                                                                                      |
| Esecuzione parcelle (di m 6 x 6) disposte a scacchiera irregolare (140 - 220 buche per ha) con scavo e asportazione del materiale | Utilizzo macchine operatrici (pala meccanica o escavatore).                                                                                          |
| Riempimento parcelle con terra di medio impasto (strato di cm 50).                                                                | Utilizzo di macchine operatrici (pala meccanica o escavatore).                                                                                       |
| Spargimento sulla superficie restante di uno strato di 20 cm di terra. Terra in quantità di 2.000 mc/ha circa.                    | Utilizzo di macchine operatrici (pala meccanica o escavatore).                                                                                       |
| Disposizione di un cordolo di protezione sul margine esterno del piazzale.                                                        | Il cordolo è ottenuto mediante intreccio di fasciname raccolto in zona fissato con paletti.                                                          |
| INTERVENTI COLTURALI                                                                                                              |                                                                                                                                                      |
| Scavo buchette e impianto di specie arboree.                                                                                      | Scavo a mano e messa a dimora piante (m 2 x 2, quindi 9 piante per parcella; m 1 x 1 se il substrato è molto povero, quindi 30 piante per parcella). |
| Semina di miscugli di specie erbacee e di arbusti. Irrigazioni estive.                                                            | Semina manuale, o idrosemina, seguita da rullatura.                                                                                                  |

Le specie legnose da utilizzare sulle superfici così sistemate risulteranno differenziate a seconda degli ambienti climatici locali (microclimi) e sono state scelte seguendo il criterio di utilizzare quelle adatte alle condizioni locali, non esotiche e non in contrasto con il paesaggio vegetale circostante.

Scendendo nei dettagli nella zona in esame vengono distinte due fasce altimetriche, con limiti di quota differenziati a seconda delle esposizioni per cui vengono ad aversi tre casi:

A - Dai livelli inferiori (circa 200 m - zone di Baveno e Mergozzo) sino a 600 m in esposizione a Nord.

Le specie arboree da mettere a dimora sono da individuarsi nelle seguenti specie:

salice bianco (Salix alba), pioppo bianco (Populus alba), pioppo nero (Populus nigra, escluso il pioppo cipressino), pioppo tremolo (Populus tremula), salicone (Salix caprea), ciliegio selvatico (Prunus avium), maggiociondolo (Laburnum anagyroides), betulla (Betula pendula).

L'altezza delle piante arboree da mettere a dimora deve essere di circa 1 - 1,5 m per i pioppi e salici e di 60 - 80 cm per le altre specie.

Le specie arbustive, da introdursi per impianto o per semina a seconda delle loro caratteristiche nelle aree da sottoporre ad inerbimento e comunque prima di quest'ultimo, sono le seguenti:

sanguinello (Cornus sanguinea), nocciolo (Corylus avellana), ginestra dei carbonai (Cytisus scoparius).

B - Dai livelli inferiori (circa 200 m - zona di Baveno e Mergozzo) sino a 800 m in esposizione diversa dal Nord (Sud, Est, Ovest).

Le specie arboree da mettere a dimora sono da individuarsi nelle seguenti specie:

pioppo nero (Populus nigra escluso il pioppo cipressino), pioppo tremolo (Populus tremula), betulla (Betula pendula), bagolaro (Celtis australis), sorbo montano (Sorbus aria), acero campestre (Acer campestre), maggiociondolo (Laburnum anagyroides), ciliegio selvatico (Prunus avium).

L'altezza delle piante arboree da mettere a dimora dovrà essere di circa 1 - 1,5 m per pioppi e salici e di 60 - 80 cm per le altre specie.

Le specie arbustive, da introdursi per impianto o per semina a seconda delle loro caratteristiche nelle aree da sottoporre ad inerbimento e comunque prima di quest'ultimo, sono le seguenti:

biancospino (Crataegus monogina), berretta da prete (Edonymus europaeus), corniolo (Cornus mas), ginestra dei carbonai (Cytisus scoparius).

C - Oltre i 600 m, in esposizione Nord, o oltre gli 800 metri nelle altre esposizioni sino ai limiti superiori medi delle cave (intorno ai 1.200 m).

Le specie arboree da mettere a dimora sono da individuarsi nelle seguenti specie:

pioppo tremolo (Populus tremula), betulla (Betula pendula), sorbo degli uccellatori (Sorbus aucuparia), maggiociondolo alpino (Laburnum alpinum), maggiociondolo (Laburnum anagyroides), larice (Larix decidua), pino silvestre (Pinus sylvestris).



L'altezza delle piante arboree da mettere a dimora dovrà essere di circa 1 - 1,5 m per pioppi e salici e di 60 - 80 cm per le altre specie.

Le specie arbustive, da introdursi per impianto nelle aree da sottoporre ad inerbimento e comunque prima di quest'ultimo, sono le seguenti:

nocciolo (*Corylus avellana*), sambuco rosso (*Sambucus racemosa*), lonicera (*Lonicera xylosteum*), ontano alpino (*Alnus viridis*).

Nei riguardi della composizione dei miscugli di specie erbacee da introdurre, occorre distinguere due casi entrambi caratterizzati da una determinata fascia altitudinale, leggermente differenziata a seconda delle esposizioni.

Fascia A compresa tra i limiti inferiori e i 400 m in esposizione Nord e tra i limiti inferiori sino a 600 m in tutte le altre esposizioni.

I miscugli erbacei da utilizzare su tutte le superfici in fase di recupero dovranno essere composti da almeno sei specie (tre graminacee e tre leguminose) da individuarsi a scelta tra le seguenti, a seconda degli ambienti (la percentuale in peso dovrà essere 70% di graminacee e 30% di leguminose).

Tra le graminacee: *Agrostis tenuis*, *Bromus inermis*, *Bromus erectus* (su suoli poveri), *Cynodon dactylon* (su suoli sterili), *Poa pratensis*, *Lolium perenne*.

Tra le leguminose: *Lotus corniculatus*, *Medicago lupulina*, *Medicago falcata*, *Trifolium Hybridum*, *Trifolium medium*, *Vicia villosa*, *Vicia sativa*.

Fascia B corrispondente alla fascia superiore alla quota 400 m, in esposizione Nord e ai 600 m (nelle altre esposizioni sino ai limiti superiori).

I miscugli erbacei da utilizzare su tutte le superfici in fase di recupero dovranno essere composti da almeno sei specie (tre graminacee e tre leguminose) da individuarsi a scelta tra le seguenti a seconda degli ambienti (la percentuale in peso dovrà essere 70% di graminacee e 30% di leguminose).

Tra le graminacee: *Agrostis tenuis*, *Calamagrostis arundinacea*, *Festuca ovina*, *Festuca rubra*, *Festuca arundinacea*, *Dactylis glomerata*, *Phleum pratense*, *Arrhenatherum elatius*, *Avenella flexuosa*, *Anthoxanthum odoratum*.

Tra le leguminose: *Lotus corniculatus*, *Medicago lupulina*, *Medicago falcata*, *Trifolium hybridum*, *Trifolium medium*, *Trifolium repens*, *Anthyllis vulneraria*, *Vicia sativa*.

Esistendo nei boschi adiacenti specie a facile disseminazione (acero campestre e tiglio cordato in basso, frassino in tutta la fascia altitudinale considerata, acero di monte in alto) queste

potrebbero in seguito inserirsi nelle aree erboso-arbustate come semenzali, soprattutto nelle adiacenze delle parcelle piantate, favorite qui dalle condizioni di mezza ombra esistenti. Più difficile e tardivo risulterà certo l'*inserimento* di specie del climax o comunque a seme pesante (castagno sino a 800 - 1.000 m, rovere sino a 600 - 800 m, faggio sopra i 600 - 800 m, farnia - rara - nel fondovalle non oltre i 400 m).

#### 6.1.3.4. DISCARICHE

Lo stato di rinaturazione delle discariche, dismesse antecedentemente alla L.R. 69/1978, e lo stato evolutivo di quelle attualmente attive costituisce un elemento di analisi critica ed operativa per dettare proposte di intervento.

La difficoltà del recupero di queste unità ambientali è legata a numerosi fattori:

- pendenza molto forte (intorno ai 36°);
- composizione eterogenea, formata da elementi medi o grandi (sino ai grossi massi) e materiale fine quasi completamente assente;
- sviluppo lungo la linea di massima pendenza spesso molto notevole (sino a qualche centinaio di metri);
- accessibilità laterale molto difficile.

La pendenza assai forte e la presenza di elementi pietrosi in superficie rendono ovviamente molto difficile l'attecchimento della vegetazione da introdurre. Come si è detto, anche in queste condizioni, si assiste ad un certo dinamismo della vegetazione però l'intento della normativa è ovviamente diretto ad abbreviare il più possibile i tempi del suo insediamento.

In linea del tutto teorica, negli interventi si dovrebbero riprodurre artificialmente le tappe evolutive naturali più volte ricordate: in pratica, visto anche il miglioramento delle condizioni edafiche attraverso l'apporto di materiale fine, le fasi possono sovrapporsi con grande guadagno di tempo. Condizione indispensabile per l'attecchimento rapido della vegetazione è la creazione di un manto terroso stabile, comunque difficile da ottenere sulle discariche perché:

- 1) l'accessibilità è difficile ed esso può essere steso solo sfruttando la forza di gravità scaricando dall'alto;
- 2) esistono grossi vuoti e meati fra i massi che può essere troppo oneroso riempire di terra;
- 3) la forte pendenza può causare, a seguito delle piogge, una rapida erosione del manto terroso deposto.

Tenendo presente questi fatti, sulle discariche attuali non pare possibile fissare una norma che aprioristicamente determini **superfici** minime da recuperare; più opportunamente devono essere stabilite, caso per caso, a seconda delle difficoltà d'accesso; in linea generale, comunque, si potrebbe pensare di imporre il recupero su una superficie di discarica pari al 50% - 75% del totale.

In merito all'accessibilità sussistono condizioni favorevoli solo in vicinanze di strade di servizio che permettono il transito di autocarri e pale meccaniche; vasti settori di discarica risultano però in pratica inaccessibili e non potranno essere oggetto di lavori di recupero salvo le parti che potranno essere **inerbite** a mezzo di semina potenziata (idrosemina) se il substrato è almeno in parte provvisto di materiale fine.

I vuoti fra i massi delle aree prescelte per l'**inverdimento** devono essere riempiti per rendere uniforme la pendenza; naturalmente se gli accumuli di massi presentano grossi meati tali aree non potranno essere sottoposte a recupero; nei casi dove sia possibile riempire i vuoti, ciò si può ottenere scaricando materiale roccioso fine.

Circa il substrato terroso da utilizzarsi sulle discariche valgono le osservazioni già fatte in merito ai piazzali, potendosi tollerare qui una maggior percentuale di scheletro purché di piccola pezzatura.

Sulle superfici tecnicamente idonee all'**inerbimento** si potrà intervenire subito dopo lo scarico del sottofondo di scotico (da iniziarsi sin dall'autunno precedente per dar modo alla massa di assestarsi) con lo stendimento del manto in ragione di almeno 10 cm di spessore in media.

Per evitare o contenere i fenomeni erosivi sarà necessario procedere immediatamente, nel periodo adatto (primavera, da aprile a maggio a seconda delle quote), all'**idrosemina** di adatti miscugli di erbe e arbusti al fine di costituire delle cotiche il più possibile continue. Le specie erbacee e arbustive da utilizzarsi sono già state indicate in precedenza a proposito dell'**inverdimento** dei piazzali. L'azione di trascinamento dei semi e delle particine terrose verso valle per **ruscellamento** deve essere contenuta costituendo tratti di fascinate con rami rusticamente intrecciati di cespugli o alberi che si trovano nei pressi (salici, nocciolo, ecc.).

Tra le specie erbacee le graminacee devono formare una cotica che trattenga il suolo evitandone l'erosione mentre le leguminose, aggiunte alla miscela in una proporzione del 20 - 30% in peso, hanno il compito di migliorare il suolo con il loro apporto di azoto.

La creazione del manto erbaceo - arbustivo, il cui attecchimento viene favorito mediante irrigazioni con tubi partenti dal soprastante piazzale durante i primi anni, sarà sufficiente ad innescare subito il processo di colonizzazione da parte di pioppi, salici, betulle, con un anticipo valutabile in 5 - 10 e più anni rispetto al naturale ciclo evolutivo della vegetazione. Si potrà inoltre, procedendo per

questa via, evitare o contrastare lo stanziamento spontaneo dell'arbusto Buddleja variabilis che, come già detto, non permette, su substrato roccioso, nè l'evoluzione del suolo nè l'instaurarsi di forme più complesse di vegetazione.

A parte i problemi particolari di stabilità e di carattere ingegneristico, inerenti alla sistemazione delle discariche, per un miglioramento delle loro condizioni, è utile procedere al collocamento degli sfridi iniziando da settori altimetrici compresi nei limiti progettuali, prevedendo in partenza, la costituzione di scogliere trasversali di massi alla distanza, misurata lungo il pendio, di 25 m dal punto di scarico. Colmata, con una pendenza possibilmente minore di 36°, questa prima fascia, può passare al settore sottostante operando nell'identico modo. Naturalmente ciò comporterà uno spianamento a monte con la creazione di una pista lungo lo sbarramento superiore, per permettere l'accesso ai mezzi meccanici.

Così operando, lungo le piste non più utilizzate, è possibile mettere a dimora specie arboree, mediante impianto di semenzali o talee nel caso di salici e pioppi o mediante semina, eventualmente con semi confettati, nel caso della betulla.

Nei settori della discarica deve essere effettuata un'idrosemina di specie erbacee e arbustive (in particolare Cytisus Scoparius) per almeno il 75% della superficie esistente.

Per quanto riguarda gli impianti arborei con le specie spontanee presenti nelle diverse fasce altitudinali si deve seguire lo stesso schema parcellare indicato per i piazzali utilizzando però sempre un sesto d'impianto di soli m 1 x 1.

Considerando il favorevole regime pluviometrico dell'Ossolano risulta indifferente operare gli inverdimenti in autunno o in primavera. E' bene comunque intervenire con la messa a dimora delle specie legnose prima degli inerbimenti e ciò per non compromettere l'affermazione del tappeto erboso.

Le operazioni di recupero ambientale delle discariche sono riassunte nella tabella 20.



**Tab. 20 Recupero Ambientale delle discariche**

| TIPO D'INTERVENTO                                                                                                                                                                                                           | MODALITA' D'INTERVENTO                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>INTERVENTI PRELIMINARI</b>                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Tipologia per cave non gradonate; recupero da effettuarsi sul 50 - 75% della superficie                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Distribuzione verso il basso dei materiali di riempimento e copertura (sfaticci e fanghi, quindi terra di scotico (effettuata dal margine superiore della discarica).                                                       | Utilizzo di macchine operatrici (pale meccaniche, autocarri ribaltabili).                                                                                                                                                                                    |
| Disposizione sul pendio di fascinate trasversali contro l'erosione.                                                                                                                                                         | Fascine ottenute intrecciando ramaglia raccolta sul posto e fissate con paletti.                                                                                                                                                                             |
| Tipologia per cave gradonate; recupero da effettuarsi sul 75% almeno della superficie                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Distribuzione verso il basso dei materiali di riempimento e copertura (sfaticci e fanghi, quindi terra di scotico (effettuata per successive fasce trasversali dai gradoni che fanno da raccordo con i pendii sottostanti). | Utilizzo di macchine operatrici (pale meccaniche, autocarri ribaltabili).                                                                                                                                                                                    |
| Disposizione di fascinate trasversali contro l'erosione.                                                                                                                                                                    | Fascine ottenute intrecciando ramaglia raccolta sul posto e fissate con paletti.                                                                                                                                                                             |
| <b>INTERVENTI COLTURALI</b>                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Tipologia per discariche non gradonate; recupero da effettuarsi sul 50 - 75% della superficie                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Semina di miscugli di specie erbacee e/o arbustive.<br><br>Eventuali irrigazioni durante il periodo estivo.                                                                                                                 | Idrosemina.                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Tipologia per discariche gradonate; recupero da effettuarsi sul 75% almeno della superficie                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Semina miscugli di specie arbustive e/o erbacee nelle zone di pendio.<br><br>Semina e/o impianto di specie arboree sui gradoni di raccordo.<br><br>Eventuali irrigazioni durante il periodo estivo.                         | Idrosemina e/o semina manuale a spaglio.<br><br>Impiego di semi confettati ( <b>betulla</b> ), talee (pioppi - escluso il tremolo - e salici) o trapianti altre specie idonee alla stazione.<br><br>Il distanziamento previsto fra i trapianti è di 1 metro. |

## 6.2. STUDI CONDOTTI NEL BACINO DEL LUSERNA - INFERNOTTO

I comuni interessati dal Bacino estrattivo sono Rorà, Luserna S. Giovanni (TO) e, in maniera più incisiva, Bagnolo Piemonte (CN); la fascia altitudinale nella quale esistono cave attive va da 800 a 1800 m circa, con massima incidenza fra 1200 e 1500 metri.

Il materiale estratto è uno gneiss, idoneo per pavimentazioni, rivestimenti interni ed esterni, talvolta ancora lavorato a mano o, in alcuni casi, cavato in blocchi per essere poi sottoposto alla segagione; gli impianti relativi si trovano localizzati in pianura.

Le cave sono in genere situate su terreni di proprietà comunale; l'estrazione del materiale viene effettuata in cave a mezza costa a fronte unico (altezza max. intorno a 20 m), talvolta gradonato.

In pratica ogni "corso" viene suddiviso in lotti (di 20 m di fronte) che vengono affittati a singoli operatori; talvolta più lotti vengono riuniti insieme a formare una cava di maggiore entità.

La contiguità dei lotti molto frammentati comporta difficoltà nelle operazioni di coltivazione a causa degli intralci dovuti al poco spazio disponibile.

La struttura estrattiva consolidata da decenni, oltre a comportare problemi per un'agevole coltivazione per l'esiguità degli spazi di manovra sui piazzali, costituisce un elemento di difficoltà per la realizzazione delle discariche. In questo senso si è operato predisponendo discariche consortili in cui confluiscono sfridi da più corsi di cava.

Gli scarti stessi potrebbero invece ridursi drasticamente se si utilizzassero per produrre granulati. Dato il tipo di lavorazione il recupero ambientale interessa le discariche, le ripe delle strade d'arroccamento ed i piazzali di cava, mentre i fronti di cava, per la loro conformazione pressoché verticale che non dà appiglio ad una possibile vegetazione continua, vengono lasciati alla naturale evoluzione della vegetazione.

Lo studio del recupero di queste cave ha comportato inizialmente uno studio ecologico e dinamico della vegetazione circostante al fine di definire l'ambiente bioclimatico nel quale operare gli interventi di inverdimento.

A parte le differenze legate alle fasce altitudinali (scarsa o nulla importanza microclimatica hanno invece le diverse esposizioni), la ristrettezza del territorio ha permesso uno studio vegetazionale unitario delle cave del Bacino di Luserna - Infernotto; in effetti in questa zona il ciclo evolutivo della vegetazione si può considerare unico come verrà chiarito in seguito.

Sulla base dei dati fitosociologici, ecologici ed evolutivi elaborati vengono in conclusione indicate le modalità di recupero delle varie parti delle cave.

**6.2. 1. CLIMA**

I dati climatici disponibili per il territorio in esame sono scarsi, sia per quanto riguarda quelli pluviometrici, sia soprattutto per quelli termometrici.

In zona ha funzionato sino al 1950 una stazione pluviometrica a Rorà, mentre non è mai esistita nelle vicinanze alcuna stazione termometrica.

I dati ufficiali disponibili sono quelli contenuti in un lavoro di tipo elaborativo promosso dalla Regione Piemonte (1980) ai fini di una pianificazione delle risorse idriche a livello regionale; da questo si possono rilevare, comune per comune, i dati calcolati riferentisi alle medie mensili delle precipitazioni e delle temperature relative al cinquantennio 1920-1970. Come si è visto i due comuni particolarmente interessati alle zone di estrazione sono Rorà (m 942) in provincia di Torino e Bagnolo Piemonte (m 365) in quella di Cuneo.

Per quanto riguarda i dati relativi alle precipitazioni quelli mensili sono stati riuniti per stagioni (inverno: Dicembre-Gennaio-Febbraio, primavera: Marzo-Aprile-Maggio, estate: Giugno-Luglio-Agosto, autunno: Settembre-Ottobre-Novembre) in quanto meglio correlabili con il periodo vegetativo.

I dati termometrici - che si riportano comunque - non sono molto utili nell'operare correlazioni con i tipi di vegetazione trattandosi di medie (mensili o annue), oltretutto corrispondenti a quote più basse di quelle dove esistono le cave.

**6.2.1.1. PRECIPITAZIONI**

Rorà

|    | I     | P     | E     | A     | Anno   |
|----|-------|-------|-------|-------|--------|
| mm | 159.6 | 316.0 | 257.9 | 393.2 | 1127.2 |

Bagnolo Piemonte

|    | I     | P     | E     | A     | Anno   |
|----|-------|-------|-------|-------|--------|
| mm | 152.9 | 326.7 | 258.5 | 354.8 | 1093.3 |

Purtroppo non si hanno dati di precipitazioni per le fasce altimetriche più intensamente interessate dalle cave; si hanno comunque indizi che le precipitazioni aumentino con la quota.

Interessanti per la vegetazione sono i quantitativi medi, piuttosto elevati per le Alpi Occidentali, relativi alle precipitazioni estive che seguono quelle primaverili anch'esse consistenti; la depressione estiva in queste condizioni è decisamente modesta.

Il mesoclima locale, al di sopra dei 1200 m circa, comporta inoltre una notevole frequenza, anche se non quantificabile sotto forma di dati, di nebulosità estiva che si manifesta con nebbie apportatrici di umidità.

Per quanto riguarda Rorà occorre segnalare che i valori suindicati, calcolati per interpolazione, sembrerebbero in difetto se confrontati con i dati rilevati dalla stazione pluviometrica dal 1920 al 1950 che presentavano una distribuzione di questo tipo:

|    | I     | P     | E     | A     | Anno   |
|----|-------|-------|-------|-------|--------|
| mm | 194.1 | 603.1 | 284.1 | 485.2 | 1566.6 |

Anche ipotizzando una diminuzione di piogge nel periodo 1951-70, questa appare veramente eccessiva, mentre sembra strano che il calo abbia interessato - e notevolmente - soprattutto i periodi primaverili ed autunnali.

La particolare posizione marginale alla pianura di Rorà, posta a breve distanza da quote elevate (M. Cavallo m 2153, M. Frioland m 2720), direttamente prospicienti il piano e quindi responsabili di una condensazione delle correnti ascensionali calde ed umide provenienti da questa, fa pensare ad una stima in difetto delle precipitazioni a causa di calcoli che possono non aver tenuto conto del microambiente locale.

#### 6.2.1.2. TEMPERATURE MEDIE

Rorà

|      | G     | F    | M    | A    | M     | G     | L     | A     | S     | O     | N    | D    | Anno |
|------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|
| T C° | -0.99 | 1.21 | 5.20 | 9.30 | 13.33 | 17.48 | 19.91 | 18.79 | 15.43 | 10.08 | 4.53 | 0.72 | 9.58 |

Bagnolo Piemonte

|      | G     | F    | M    | A     | M     | G     | L     | A     | S     | O     | N    | D    | Anno  |
|------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|
| T C° | -0.03 | 2.01 | 6.18 | 10.51 | 14.69 | 18.99 | 21.56 | 20.37 | 16.87 | 11.24 | 5.60 | 1.64 | 10.80 |

E' facile constatare che il clima più continentale è quello di Bagnolo Piemonte, posto com'è ai margini della pianura (valori più bassi di gennaio malgrado la minor quota, valori più elevati negli altri mesi, con un periodo vegetativo più prolungato), rispetto a quelli di Rorà, localizzata in una valletta laterale della Val Pellice, che presenta estremi meno accentuati ed è quindi di tipo tendenzialmente subatlantico.

E' di quest'ultimo tipo il mesoclima della zona di estrazione, visti anche i dati delle precipitazioni e le indicazioni fornite della vegetazione locale che ne dipendono.

Nella zona studiata è sicuramente assente un periodo asciutto estivo com'è anche comprovato dalla totale assenza di elementi termofili e xerofili nella flora locale.

#### 6.2.2. LA VEGETAZIONE NATURALE ATTUALE

La vegetazione attuale è stata notevolmente influenzata dall'uomo la cui azione si è sovrapposta a quella ambientale, facendo divergere fortemente l'assetto odierno del mantello vegetale da quello potenziale.

La fascia altitudinale più alterata è quella che dà sulla pianura in Comune di Bagnolo Piemonte dove, ai prati (in parte ex coltivi) che risalgono qua e là sino a 400 - 500 m di quota, segue una cintura più o meno compatta di castagneti, oggi per lo più ceduati, sin verso 1000 - 1100 m.

Non è facile definire la vegetazione potenziale di questa fascia in quanto, contrariamente ad altre zone, si è assistito qui solo limitatamente ad un ritorno alla vegetazione originaria, susseguente all'abbandono delle cure colturali. Si aggiunga che la florula del sottobosco è assai impoverita tanto che non si è ritenuto opportuno effettuare rilevamenti fitosociologici bensì esporre solo elenchi di specie.

Poiché, inferiormente, il castagneto entra in contatto con esemplari isolati di farnia e, ai limiti superiori, sfuma nella faggeta, è ipotizzabile comunque che il primo sia stato costituito artificialmente, nella fascia più bassa e negli impluvi freschi, a spese del bosco misto di latifoglie dell'alleanza Carpinion, a quote medie e in zone più asciutte in luogo di querceti di rovere (probabilmente della classe Quercetalia robori-petraeae per la generale presenza di vegetazione acidofila), alle quote superiori (presumibilmente sopra i 700 - 800 m) in luogo di faggete del Luzulo-Fagion.

La stessa situazione iniziale si doveva ripetere nel bacino del torrente Luserna anche se le quote medie dei boschi originari potevano essere qui leggermente spostate più in basso per la presenza di un microclima locale più fresco. In questa situazione esistono ancora lembi di boscaglie riparie ad ontano nero e bianco (probabilmente dell'alleanza Alno-Ulmion) e boschetti d'invasione di aree già a coltura a



*Tilia cordata* in basso (partecipante in origine a boschi naturali di rovere e tiglio), con qualche frammento di vegetazione attribuibile all'alleanza del *Tilio-Acerion* nei macereti più in quota.

La vegetazione forestale formante il limite superiore del bosco è data da *faggete* cedue acidofile il cui limite superiore è stato certo abbassato, come si vedrà, per favorire il pascolo.

Forme probabilmente pioniere di vegetazione legnosa rupicola si osservano nella zona delle cave dove queste non hanno intaccato la montagna.

Gli arbusteti (in prevalenza a rododendro) che, sovrastando il Faggio, in parte invadono i pascoli abbandonati o con carico di bestiame ridotto, sono probabilmente in gran parte di origine secondaria.

I pascoli sono anch'essi acidofili e risentono della forte pressione di un tempo com'è provato dal frequente degrado delle loro cotiche.

I singoli tipi di vegetazione rilevati vengono presi in considerazione in modo analitico nei paragrafi che seguono partendo dalle quote inferiori e procedendo verso l'alto.

#### 6.2.2.1. CASTAGNETO

In questa fascia di vegetazione parlare di castagneto risulta in parte improprio, dopo il generale abbandono delle cure del bosco e dei coltivi interposti; in effetti i cedui invecchiati e trascurati, già un pò infiltrati da specie legnose invadenti come il pioppo tremolo e la betulla, si alternano in mosaico a zone colonizzate da boschetti giovani di queste stesse specie, spesso con uno strato subordinato a *Pteridium aquilinum*.

La vegetazione del sottobosco dei castagneti è nettamente acidofila e, salvo situazioni del tutto localizzate, non si discosta da quella consueta dei castagneti piemontesi in zone relativamente asciutte come risulta dall'elenco delle specie più caratteristiche e diffuse:

Teucrium scorodonia

Festuca tenuifolia

Pteridium aquilinum

Vaccinium myrtillus

Molinia arundinacea

Lathyrus montanus

Avenella flexuosa

Solidago virgaurea

Luzula pedemontana

Melampyrum pratense

Poa nemoralis

Hieracium cfr. sabaudum

La presenza di *Betula pendula*, *Sorbus aucuparia* e *Corylus avellana*, che un tempo non sarebbero stati tollerati in mescolanza al castagno, indica una certa ripresa del ciclo evolutivo della vegetazione.

Come già accennato una composizione floristica di questo tipo può far classificare la vegetazione dei castagneti nell'ordine di *Quercetalia robori-petraeae*, unità a gravitazione subatlantica.

Le pochissime cave ancora presenti in basso, nella zona a castagneto, sono a carattere artigianale essendo indirizzate alla preparazione di piccole lastre a mano. Il tipo di lavorazione fa sì che anche le discariche siano di dimensioni molto limitate.

#### 6.2.2.2. FAGGETE

Sono state limitate come diffusione sia in alto per far posto a pascoli, sia in basso per sostituirvi il castagno; i limiti altitudinali superiori delle faggete, tutte allo stato ceduo, sono compresi, a seconda dei casi, fra 1250 e 1350 metri; esemplari isolati, però, posti presso le vecchie grange, fanno pensare che l'antico limite climatico del faggio fosse intorno a 1450 - 1500 metri. Manca (e probabilmente mancava anche in origine) un orizzonte superiore a conifere.

Le faggete, quasi tutte invecchiate e in qualche caso già tendenti naturalmente a fustaie, hanno una chiara impronta acidofila derivante dal tipo di substrato e dalla buona piovosità della zona che ha comportato l'evoluzione di suoli bruni acidi o anche lisciviati; ciononostante lo scarso disturbo antropico ha fatto sì che, a causa della freschezza dell'ambiente, siano pure presenti alcune specie mesofile e meno acidofile.

Nella prima colonna vengono elencate le entità strettamente acidofile, come si è detto in genere prevalenti come numero di specie e copertura, mentre nella seconda colonna si raggruppano, oltre a quelle più mesofile \* nei riguardi della freschezza del suolo, anche quelle indifferenti nei riguardi del pH.

Luzula nivea

Prenanthes purpurea \*

Festuca flavescentis

Maianthemum bifolium

Calamagrostis arundinacea

Avenella flexuosa \*

Pteridium aquilinum

Polygonatum verticillatum

Vaccinium myrtillus

Teucrium scorodonia

\*Oxalis acetosella

\*Athyrium filix-foemina

Dryopteris carthusiana

Solidago virgaurea

Hieracium gr. sylvaticum

Euphorbia dulcis

Dryopteris filix-mas

\* Calamintha grandiflora

\* Scrophularia nodosa

Rubus idaeus

Sorbus aucuparia e Laburnum anagyroides nello strato arboreo sono solo occasionali.

Le specie della prima colonna sono prevalenti sui suoli più acidificati in superficie, soprattutto se le pendenze non sono forti, circostanza questa che ha permesso una più spinta evoluzione dei suoli; le seconde compaiono invece isolatamente nei punti più freschi e dove la maturazione di questi ultimi è meno accentuata.

In zone molto ristrette, su macereti a grossi blocchi con tasche profonde di terriccio sabbioso (ad es. presso Meira Galiverga, m 1020, bacino del torrente **Luserna**) si può osservare un bosco misto di latifoglie mesofile che prelude alla faggeta soprastante, formato da Acer pseudoplatanus, Tilia cordata, Fraxinus excelsior, Corylus avellana e anche Sorbus aria.

Data la facile alterabilità della lettiera di queste specie qui si osserva un sottobosco legato a buona freschezza del suolo, con entità tipiche o preferenti dall'humus di tipo **mull**, quali:

Geranium nodosum

Euphorbia dulcis

Athyrium filix-foemina

Astrantia major

Rubus hirtus

Rubus idaeus

Epilobium montanum

Carex sylvatica

Stachys sylvatica

Scrophularia nodosa

Senecio fuchsii

I vicini terreni abbandonati dall'agricoltura 20 - 30 anni fa, in parte terrazzati con muri a secco, si differenziano nettamente per la loro copertura da queste cenosi pioniere in quanto le specie arboree invadenti (secondarie) sono Betula pendula, Laburnum anagyroides e Salix caprea.

Sulle pendici rupestri, spesso largamente intaccate dalle cave, non si è potuta affermare la vegetazione definitiva della faggeta a causa delle pendenze ripidissime e della superficialità dei suoli; questi fattori ecologici condizionano una vegetazione più o meno discontinua di tipo pioniero costituita in prevalenza da:

Betula pendula

Laburnum anagyroides (frequente)

Laburnum alpinum

Salix caprea

Corylus avellana (frequente)

Alnus viridis

Sorbus aucuparia

Fagus sylvatica (raro)

Larix decidua (molto raro)

Sambucus racemosa

Non si è potuto accertare se il Larice, sporadico anche in altre zone, sia spontaneo oppure derivi, per disseminazione naturale, dagli estesi rimboschimenti del vicino Vallone Infernotto, in Comune di Barge: la seconda ipotesi sembrerebbe comunque quella più probabile.

In zone più asciutte verso Casassa (m 1000 circa, sempre nel bacino del Rio Luserna) la prima fase di colonizzazione dei macereti a grossi blocchi è data da:

Corylus avellana (frequente)

Betula pendula

Larix decidua

Sorbus aucuparia

Sorbus aria

Salix caprea

Rubus idaeus

Fagus sylvatica (rarissimo)

Le specie legnose pioniere e quelle tipiche di rupi e macereti (che in parte s'incontreranno anche nelle fasi di colonizzazione delle discariche), sono quelle che si dovranno utilizzare nel recupero delle cave.

Unica specie veramente rupicola è l'endemica *Campanula elatines*, presente come distribuzione delle Alpi Cozie (escluso il loro settore più meridionale) sino alle Alpi Graie.

#### **6.2.2.3. ARBUSTETI**

Sono presenti a partire da 1250 - 1350 m (talvolta anche solo a 1000 m) e risultano indirettamente favoriti dall'azione dell'uomo con discesa a quote ridotte, in sostituzione della preesistente faggeta.

In questa sede sono molto più interessanti i cespugliati ad ontano alpino rispetto ai rodoreti (estesi sul territorio ma frammentari) ma tali cespugliati costituiscono solo delle infiltrazioni nei pascoli, oggi più o meno abbandonati, non formano delle cenosi chiuse come nel caso dei rodoreti.

Ai fini pratici Alnus viridis è assai più utile di Rhododendron ferrugineum perché è specie in grado di colonizzare rapidamente suoli nudi come quelli delle discariche, purché la pezzatura del detrito non sia troppo grossa e questo sia accompagnato da una certa frazione di materiale fine.

In una zona con elevata umidità atmosferica come questa l'ontano alpino risulta svincolato dalle sue normali esigenze di costante umidità nel suolo per cui riesce a diffondersi rapidamente anche su substrati ben drenati.

E' ovvio che le zone di vegetazione primaria di questa specie dovevano ricercarsi in origine lungo i ruscelli e negli impluvi (dov'è comunque anche oggi presente) ma all'attualità, in una zona a così forte impatto antropico, è assolutamente impossibile operare una distinzione fra alneti primari e secondari (salvo si tratti di piante giovani di ovvio recente insediamento) anche tenendo conto della composizione del sottobosco.

Questo, infatti, non dà indicazioni in merito poiché è sempre uniforme, poverissimo e privo comunque delle più tipiche megaforbie, normali **accompagnatrici** dell'ontano, quali Cicerbita alpina, Adenostyles alliariae, Doronicum austriacum, Aconitum vulpina, Achillea macrophylla; l'unica specie presente di questo raggruppamento ecologico mesoigrofilo e nitrofilo è Senecio fuchsii.

La composizione del sottobosco degli alneti alpini comprende essenzialmente le seguenti specie:

Alnus viridis (assolutamente dominante)

Rubus idaeus (abbondante)

Athyrium filix-femina

Phegopteris polypodioides

Festuca flavescens

Agrostis tenuis

Rhododendron ferrugineum (raro)

Potentilla erecta

Avenella flexuosa

Oxalis acetosella

Dryopteris filix-mas

Dryopteris carthusiana

Solidago virga-aurea

Senecio fuchsii

Luzula nivea

Teucrium scorodonia (raro)

Fragaria vesca

Una composizione floristica di questo tipo risulta eterogenea, formata com'è da specie banali, mesofile e spesso acidofile, che s'incontrano spesso anche in cenosi vicine.

Nelle fasi più mature di invasione delle discariche, sovrapposto all'alneto, compare uno strato arboreo, alto qualche metro e assai rado, formato da **Salix caprea** e, talvolta, da **Betula pendula**.

#### 6.2.2.4. PASCOLI

Sono ormai stati abbandonati i pascoli più in quota, tanto che oggi questi si presentano fortemente infiltrati da rododendro, come pure quelli posti al limite superiore della faggeta, di proprietà privata, che, per la loro localizzazione, interferiscono maggiormente con le attività di cava.

Nei pascoli la loro morfologia ha favorito il concentrarsi del pascolamento nelle zone poco declivi che sono anche prive di affioramenti rocciosi; l'acidità del substrato e l'azione selezionatrice del



bestiame hanno portato alla costituzione di nardeti, assai poveri e di modesto valore pabulare la cui composizione è rispecchiata dagli elenchi che seguono.

*Specie caratteristiche dei **Nardo-Callunetea***

Danthonia decumbens (frequente)

Potentilla erecta (frequente)

Calluna vulgaris (più o meno frequente)

Luzula campestris

*Specie caratteristiche dei Nardetalia*

Nardus stricta (dominante)

Antennaria dioica

Arnica montana

*Specie caratteristiche del **Nardion***

Viola calcarata

Campanula barbata

*Specie del Vaccinio • **Rhododendretum** ferruginei*

Rhododendron ferrugineum (raro)

Vaccinium myrtillus

Vaccinium vitis-idaea

Homogyne alpina

*Altre specie*

Carlina acaulis

Avenella flexuosa

Anthoxanthum odoratum

Hieracium sylvaticum

Stachys officinalis

Carex cfr. pilulifera

Brachypodium coespitosum

Ranunculus montanus

Genista germanica

Phyteuma scorzonerifolium

Thymus serpyllum s.l.

Hieracium pilosella

Achillea millefolium s.l.

Agrostis tenuis

Festuca rubra

### 6.2.3. LA VEGETAZIONE SECONDARIA DELLE CAVE ED IL LORO RECUPERO

#### 6.2.3.1. L'EVOLUZIONE DELLA VEGETAZIONE NELLE DISCARICHE

Si rimanda in questa sede al paragrafo 6.1.2.1. nei riguardi del metodo di lavoro adottato per valutare la vegetazione sulle aree adibite a cava.

Nell'area oggetto di studio la prima fase d'invasione delle discariche su materiale misto, comunque con una consistente frazione più fine, è costituita da poche specie erbacee a copertura molto bassa aventi carattere nettamente **pioniero** che non giungono ancora a stabilizzare il detrito:

Rumex scutatus

Tussilago farfara

Silene rupestris

Muschi sp. pl. (specialmente gen. Polysticum).

Spargularia rubra

Non riesce a stanziarsi in quest'ambiente, che in teoria le sarebbe favorevole, la felce Cryptogramma crispa dei macereti naturali della zona proprio perché l'evoluzione si svolge in tempi troppo brevi.

In effetti, piuttosto rapidamente (entro un paio d'anni, salvo nelle aree dove il materiale è più grossolano), segue uno stadio vegetale più evoluto con l'incipiente consolidamento della pendice attraverso la stabilizzazione dei sassi che non rotolano più in basso, anche se l'erosione del materiale fine permane forte.

L'agente più attivo di questa fase è dato da graminacee fortemente accestenti: Agrostis tenuis (copertura spesso del 25 - 60%) o, talvolta, Avenella flexuosa, che con i loro cespi tenaci, offrono localmente e puntualmente una notevole difesa al **ruscellamento**.

In questa seconda fase dell'evoluzione continuano a permanere le specie sopra elencate alle quali si uniscono: Poa nemoralis, Rumex acetosella, Epilobium collinum e, soprattutto, i primi semenzali di Alnus viridis.

L'Ontano tende gradualmente a coprire tutta la superficie nello spazio di alcuni anni, arricchendosi eventualmente di Salix caprea e di Betula pendula solo ove sia presente materiale più grossolano. Nella fase più matura (entro una quindicina d'anni) la composizione **dell'alneto** è quella già descritta al paragrafo 6.2.2.3. (arbusteti).

Un dinamismo di questo tipo si osserva nella fascia altitudinale compresa fra 1300 e 1500 m (Cave dei corsi Casette, Crivella, Ortiolo, ecc.) mentre più in basso, intorno a 1200 m, l'evoluzione

appare più rapida, con un maggior concorso di specie arborescenti mentre le specie accompagnatrici sono in parte diverse.

Così nel corso Avei discariche non più utilizzate da 5 - 6 anni hanno, nelle migliori condizioni, una copertura (altezza massima pari a 4 - 5 metri) di Salix caprea e Betula pendula, rispettivamente con gradi di abbondanza - copertura pari a 3 e 2, accompagnati da:

Alnus viridis

Corylus avellana

Festuca flavescens

Avenella flexuosa

Rubus idaeus

Jasione montana

Athyrium filix-foemina

Dryopteris filix-mas

Senecio fuchsii

Luzula nivea

Solidago virgaurea

Teucrium scorodonia

Nelle aree più sassose o disturbate anche qui Agrostis tenuis è la prima specie veramente consolidatrice con Rumex scutatus.

Alnus viridis è ancora presente su discariche di bassa quota (come a Cialfalco a m 1020 e Pian Furnas a m 1170); a queste quote la betulla può essere localmente la specie più diffusa sui substrati più grossolani.

Evidentemente qui l'ambiente è più fresco com'è dimostrato da estesi felceti e dalla presenza di Sorbus aucuparia e Acer pseudoplatanus mentre, nello strato arborescente, continuano ad essere presenti Betula pendula e Salix caprea con Populus tremula (discariche non più utilizzate da 4 - 6 anni).

A 1250 m, presso il corso Balma Oro, un piazzale abbandonato con presenza di umidità costante è colonizzato - unico caso osservato - da Alnus glutinosa.

Per quanto risulta dai non molti casi presenti di inverdimento naturale delle discariche, che sono ancora in gran parte utilizzate, se queste fossero lasciate all'invasione spontanea della vegetazione, si avrebbe un duplice inconveniente:

- la vegetazione dominante a tutte le quote sarebbe costituita - nella migliore delle ipotesi - da un arbusteto ad ontano alpino (con rari salicone e betulla), costituente un tipo di vegetazione immatura benché stabile che presenta comunque il difetto di ostacolare fortemente, data la completa copertura del suolo, un'ulteriore evoluzione verso forme arboree di copertura più mature;
- le aree costituite da materiale più grossolano rimarrebbero per lungo tempo bloccate in una fase del tutto primitiva di vegetazione erbacea discontinua, con estesi affioramenti litoidi non stabilizzati.

Sulla base di queste considerazioni sulle discariche risulterà necessario effettuare interventi di recupero al fine di migliorare gli aspetti ecologici e quelli estetico- paesaggistici così fortemente alterati dall'uomo, alfine anche di migliorare e salvaguardare la stabilità delle pendici.

In relazione a quanto sopra si individua che la costituzione di un manto erbaceo ed eventualmente arbustivo è la condizione primaria da soddisfare, mentre impianti di specie arboree dovranno essere effettuati ove sia tecnicamente ed ecologicamente possibile.

#### **6.2.4. INDIRIZZI OPERATIVI PER IL RECUPERO AMBIENTALE DELLE CAVE DEL BACINO DEL LUSERNA - INFERNOTTO**

Il recupero ambientale delle cave a fine utilizzazione o di discariche totalmente o parzialmente dismesse è una pratica ormai accettata a livello di gestione del territorio che incontra però ostacoli nella sua realizzazione da parte degli operatori già a livello culturale.

La situazione patrimoniale descritta per il Bacino in questione aggiunge ulteriori ostacoli al processo poiché le discariche sono consortili e sarebbe perciò compito del proprietario dei terreni (il Comune) gestire il coordinamento degli interventi nei riguardi, per lo più, di un gruppo di cavatori che dovrebbero collaborare con mezzi finanziari e tecnici all'esecuzione delle operazioni.

Quello che qui interessa è descrivere sulla base degli studi effettuati quali siano gli interventi di recupero proponibili sotto il profilo tecnico - scientifico.

Come già detto il recupero delle cave interessa in modo particolare, data la loro estensione, le discariche (che sono anche quelle che presentano i maggiori problemi tecnici), i pendii sottostanti le rampe d'accesso, oltre ai piazzali di cava.

Per le pareti di cava (fronti), sulle quali risulta improponibile un inverdimento a causa delle proibitive condizioni ambientali, si propone che vengano lasciate alla naturale evoluzione della vegetazione; col tempo, inoltre, le superfici rocciose, attraverso fenomeni fisico-chimici superficiali, che si evidenziano con cambiamenti di colorazione, assumono gradualmente un aspetto più naturale.

L'**inverdimento** dei piazzali risulta ovviamente facilitato dalla loro giacitura piana che ne permette inoltre un agevole accesso per gli interventi.

Viceversa le discariche (che sono praticamente sempre state effettuate dall'alto) risultano, in buona parte, di difficile accesso mentre l'attecchimento del manto erboso è reso più problematico a causa dell'erosione assai attiva, seppure in parte **ovviabile** con interventi sistematori e con l'**idrosemina**.

I pendii sottostanti le rampe d'accesso, di superficie limitata, hanno però il vantaggio di una buona accessibilità e, spesso, di un substrato più ricco di materiale fine.

Le norme per il recupero delle cave di Pietra di Luserna, data l'uniformità dell'ambiente, risultano unitarie per tutta la zona studiata, salvo qualche variazione nella scelta delle specie in funzione delle fasce altitudinali.

Le specie arboree da utilizzare devono naturalmente essere in sintonia con l'ambiente circostante sotto il profilo ecologico ed estetico: si tratterà quindi di introdurre artificialmente le specie locali che dimostrano inoltre, con la loro presenza, di essere bene adattate all'ambiente.

Per quanto riguarda i miscugli idonei a costituire le coperture erbacee, studiarne la composizione con un'equilibrata proporzione fra graminacee e leguminose non costituisce un particolare problema viste le condizioni ambientali piuttosto favorevoli della zona d'intervento.

Durante i primi anni dopo la semina dev'essere prevista la possibilità di un'irrigazione di soccorso durante i mesi estivi qualora la stagione fosse siccitosa, eventualmente utilizzando autobotti e tubazioni volanti.

#### **6.2.4.1. RECUPERO DELLE DISCARICHE**

D'ora in poi l'effettuazione delle discariche a partire dal basso, con la regolare costituzione di muri di ritenuta con massi da scogliera alla base di ogni fascia altitudinale di 30 - 40 m, faciliterà l'accesso ai mezzi per i riporti di materiale fine e susseguente impianto mentre diminuirà, allo stesso tempo, i pericoli di erosione da parte delle acque di **corrivazione**.

Una operazione preliminare da far precedere **all'inverdimento** delle discariche è quella del riporto di materiale terroso dall'alto per uno spessore, dopo assestamento, di 20 cm; questo, purtroppo, è scarso in zona, salvo dove esiste un cappellaccio di materiale di scarto; quando il suolo sia presente questo **dev'essere** scoticato e accumulato a parte per gli interventi di cui sopra.

Per il recupero delle vecchie discariche ancora utilizzate dall'alto verso il basso un problema di difficile soluzione è costituito dall'accessibilità da parte dei mezzi meccanici per il riporto della terra; in pratica sovente solo l'orlo superiore delle discarica può essere percorso da mezzi pesanti (pale, autocarri) a meno che non si possano tracciare piste a *mezza* costa; l'operazione di scarico può essere comunque effettuata solo dall'alto per una fascia relativamente ristretta; questa potrà risultare un po' ampliata esponendo il materiale incoerente per qualche mese **all'azione** degli agenti meteorici



per far sì che la gravita e le acque di pioggia trascinino in basso per un certo tratto la frazione più fine.

Qualora esistano vuoti fra i sassi costituenti la discarica sarà distribuito per primo dello sfaticcio per livellarne la superficie, seguito dallo scarico del materiale terroso.

Per evitare fenomeni di erosione segue la disposizione sul pendio, secondo le curve di livello, di fascinate sul 50 - 75% della superficie.

Anche l'effettuazione dell'idrosemina sulle discariche e sui terreni in pendio non può spingersi oltre una ventina di metri dal piazzale o dalle piste d'accesso se si utilizzano le pompe per idrosemina che distribuiscono sotto pressione una miscelanza di semi di erbe, concimi e collanti.

Date le sue notevoli capacità pioniera potrà essere distribuito con l'idrosemina anche seme di betulla, possibilmente confettato, così da sfruttare l'azione dei concimi che fanno parte dell'involucro.

Per poter trattare con idrosemina l'intera superficie di una discarica, priva di accessi e a mezza costa, potrebbe essere opportuno l'uso dell'elicottero; ciò è però economicamente realizzabile solo se le zone da trattare sono ampie.

#### **6.2.4.2. RECUPERO DEI PIAZZALI E DELLE PEDATE DEI GRADONI**

Nei piazzali le operazioni di spargimento del materiale terroso, indispensabile per gli impianti e gli inerbimenti, devono essere precedute dallo sgombero dei massi, dal passaggio di ripper per smuovere il materiale roccioso e dalla costituzione di un cordolo di massi per evitare smottamenti ed erosioni ai bordi.

Il terreno deve risultare piano, con leggera pendenza ( 1- 2%) verso monte per lo smaltimento delle acque; dapprima si effettueranno gli impianti e poi gli inerbimenti con semina dei miscugli di graminacee e leguminose (mesi di aprile - maggio od ottobre - novembre) seguite da una rullatura.

In quest'ambiente si potrà tenere un sesto di impianto di circa 2 x 2 m, tenendo presente che quelli più esterni dovranno distare almeno 1 m dal bordo della parcella.

Sulle parcelle di forma e ampiezza varia (da 36 a 100 m<sup>2</sup>), previo scavo, verranno riportati 40 cm di terreno vegetale (spessore misurato dopo assestamento) le piante, scelte fra quelle indicate al paragrafo 2.4.3. disposte irregolarmente sulla superficie in modo da ricoprirne all'incirca il 70%.

Sulla restante superficie del piazzale (30% residuo) verrà preventivamente steso uno strato di terreno pari a 20 cm di spessore dopo assestamento per effettuarvi, a spaglio seguita da rullatura, la semina del miscuglio erbaceo indicato al paragrafo 2.4.3.

#### 6.2.4.3. SPECIE DA UTILIZZARSI PER L'INVERDIMENTO

Tra le specie arboree da utilizzarsi negli impianti si segnalano:

Betula pendula - betulla (ovunque)

Salix caprea - salicone (a mezzo di talee da ricavare sul posto, ovunque)

Populus tremula - pioppo tremolo (sino a 1200 m di quota)

Acer pseudoplatanus - acero di monte

Laburnum anagyroides - maggiociondolo

Sorbus aucuparia - sorbo degli uccellatori

Acer campestre - acero campestre (sino a 1200 m di quota)

Prunus avium - ciliegio (sino a 1200 m di quota)

Larix decidua - larice (sopra i 1200 m di quota)

Tilia cordata - tiglio cordato (sino a 1000 m di quota)

Fraxinus excelsior - frassino (sino a 1000 m di quota)

Le specie saranno alternate a gruppi evitando di piantare a file data la antiestetica monotonia di questa disposizione; si potranno effettuare anche mescolanze fra le essenze per dare un aspetto più naturale all'impianto, salvo per ciò che riguarda betulla, tremolo e larice che, per essere specie eliofile e sociali, crescono meglio allo stato puro.

L'altezza delle piante da porre a dimora deve essere compresa fra m 0,80 e 1.20 m (escluso il salicone da talee, lunghe cm 0,80) per evitare forti crisi di trapianto.

Il miscuglio di erbe, dato il clima locale e la presenza di suoli molto acidi, deve essere composto dalle seguenti specie con le proporzioni in peso indicate:

|                       |     |                           |     |
|-----------------------|-----|---------------------------|-----|
| <u>Lolium perenne</u> | 30% | <u>Dactylis glomerata</u> | 5%  |
| <u>Festuca rubra</u>  | 20% | <u>Lotus corniculatus</u> | 5%  |
| <u>Festuca ovina</u>  | 15% | <u>Trifolium pratense</u> | 5%  |
| <u>Poa pratensis</u>  | 10% | <u>Trifolium repens</u>   | 10% |