

**UNIVERSITA' DI PISA DIPARTIMENTO DI
ECONOMIA AZIENDALE "E. GIANNESI"**

Anno accademico 2003/2004

**L'INDUSTRIA LAPIDEA APUANA E LE
PRINCIPALI PROBLEMATICHE AMBIENTALI**

Relatore: Angela Tarabella

Alunno: Marco Molendi

INTRODUZIONE

I materiali lapidei hanno costituito in passato e rappresentano ancora oggi una risorsa naturale di grande rilievo per l'uomo. Essi possono raggrupparsi in due grandi categorie merceologiche, quelle delle rocce comuni (sabbia, ghiaia, pietrisco) le cui funzioni sono essenzialmente strutturali, e quelle di pregio (marmi, graniti, travertini, ecc.), il cui impiego è quasi esclusivamente ornamentale.

Le diverse caratteristiche merceologiche e tecnico-prestazionali fanno sì che i lapidei comuni vengano considerati rocce unifunzionali, mentre quelle di pregio al contrario servono per soddisfare sia esigenze estetiche sia strutturali.

Oltre che a differire su quelli che sono gli aspetti tecnici, queste presentano anche divergenze dal punto di vista economico; infatti, mentre sabbia, ghiaia e pietrisco alimentano un commercio strettamente locale, quelle di pregio sono commercializzate a livello internazionale.

C'è da osservare, inoltre, che nel caso delle rocce comuni, il valore aggiunto è costituito dal solo trasporto mentre, nel caso dei marmi, graniti, ecc, quest'ultimo è dato da tutte quelle lavorazioni che si svolgono nelle segherie e nei laboratori (taglio delle lastre e delle filagne, calibratura, lucidatura, lavorazione delle coste, ecc.).

L'Italia rappresenta il Paese leader nella produzione e commercio delle rocce di pregio, sebbene oggigiorno risenta in misura sempre maggiore della concorrenza di Paesi emergenti come la Cina, l'India e l'Iran, con i quali si disputa il primato per alcune lavorazioni.

Sul territorio nazionale la regione che oggi primeggia nel settore è la Toscana, la cui produzione deriva quasi totalmente dal comprensorio Apuo-Versiliese, dove l'estrazione e la lavorazione dei marmi sono attive da ormai duemila anni.

Il presente lavoro si propone di analizzare lo sviluppo e il ruolo attuale dell'industria lapidea Apuo-Versiliese, nonché le relative problematiche ambientali e le eventuali manovre d'intervento, volte a limitarne l'impatto.

Il lavoro è articolato secondo la seguente struttura. Come quadro introduttivo, è stata effettuata un'analisi storico-economica dell'industria lapidea nei quattro bacini di riferimento (Carrarese, Massese, Versiliese, Garfagnino).

Nel secondo capitolo invece, sono stati esaminati il processo di estrazione dei lapidei, le lavorazioni a cui questi ultimi sono sottoposti, nonché i loro principali campi d'impiego.

Infine, nell'ultima parte del lavoro sono state valutate le principali problematiche ambientali, sia a monte che a valle, e le possibili soluzioni d'intervento volte a limitarne gli effetti inquinanti.

Un sincero ringraziamento a mia madre **Fiorella**, alle mie amiche **Giovanna** e **Cristina**, al dottor **Menconi**, alle dottoresse **Canova** e **Blasi**, alla dottoressa **Angela Taraballa** e a tutti coloro che mi sono sempre stati vicini anche nei momenti più tristi.

CAPITOLO I

EVOLUZIONE DELL'INDUSTRIA LAPIDEA APUANA E DIMENSIONE ECONOMICA

1.1 LA DIMENSIONE STORICA

Se consideriamo quei reperti archeologici che ad oggi sono giunti fino a noi, risulta chiaro ed evidente come già l'homo habilis vissuto circa 2 milioni di anni fa, fosse in grado di fabbricare degli strumenti di pietra ancorché grossolanamente scheggiati¹. Queste tecniche di produzione, con il trascorrere dei millenni e la comparsa dei progenitori dell'uomo attuale subiranno notevoli perfezionamenti, tuttavia è solo a seguito del passaggio dall'economia della raccolta a quella della produzione di cibo avvenuta circa 10.000 anni fa, che accanto alla cultura della lavorazione della pietra si aggiunge quella relativa alla coltivazione delle cave e dell'impiego del materiale lapideo nel settore delle costruzioni². Notizie e testimonianze di una regolare escavazione e lavorazione della pietra si hanno a partire dal III millennio A.C. nell'antico Egitto³. I materiali maggiormente scavati furono i porfidi, sieniti e graniti, che erano impiegati nell'edificazione di opere maestose quali, le piramidi, le sfingi, i templi ecc.

Con il tramonto della civiltà egizia lo sfruttamento delle cave decade fino al completo abbandono, rifiorendo solo intorno al 500 A.C. in Grecia. La ripresa dell'attività estrattiva ad opera di questo popolo, a differenza di quella egizia, ebbe ad oggetto quasi esclusivo il marmo che fu utilizzato nella scultura e in tutti i più importanti edifici dell'età classica. I principali marmi che i greci impiegarono furono i bianchi di Paros e i grigi di Nasso, che saranno oggetto di scavo anche presso i romani, la cui civiltà si sviluppò per un certo periodo in parallelo con quella greca. Nei secoli che seguirono la sua fondazione, Roma vide crescere il suo prestigio, e parallelamente a ciò vennero realizzate molte opere pubbliche, quali, acquedotti, strade, anfiteatri, ecc, utilizzando pietre locali come il tufo e il travertino. Se consideriamo il marmo possiamo affermare

¹ G. Santoprete: Aspetti storici ed evolutivi della cultura tecnologica e merceologica, Ets, Pisa, 1997, da pagg. 5 - 9.

² G. Santoprete: L'industria lapidea: tecnologia, produzione ed ambiente, Giappichelli Editore, Torino, 1992, da pagg. 5 - 14.

³ A. Consiglio: Il marmo: proprietà, escavazione, lavorazione impiego, Edit, Milano, 1964, da pagg. 43 - 47.

con certezza che la sua storia in Roma, inizia con Ottaviano Augusto che a suo dire “ trovò Roma di mattoni e la lasciò di marmo ”⁴. Nel pieno delle proprie forze e padroni incontrastati del mediterraneo, i romani impiegarono ed importarono ogni tipo di marmo da tutte le province dell'impero. I principali marmi provenivano dall'Asia, dall'Africa e dalla Grecia, nonché dalla città di Luna (oggi Luni) vicino Carrara. Quanto esposto evidenzia come la pietra rappresenti un elemento fondamentale per lo sviluppo della società degli uomini, ed inoltre ci consente di introdurre l'oggetto della nostra ricerca, ossia un'analisi dettagliata sull'industria lapidea del comprensorio Apuo-Versiliese.

1.1.1 Nascita e sviluppo dell'industria lapidea carrarese

Oggi le Alpi Apuane sono considerate come un unico grande bacino di produzione del marmo, il cui paesaggio ha subito notevoli modificazioni a causa di II millenni di escavazione. Tuttavia una serie di cause storico, politico e geografiche, hanno fatto sì che lo sviluppo del settore lapideo abbia avuto caratteristiche e tempi molto diversi.

Per quanto riguarda Carrara l'origine dell'attività estrattiva è fatta risalire al I secolo A.C. ad opera dei romani⁵. Testimonianza importante ci viene fornita da alcuni scritti dello storico Plinio il Vecchio fra i quali, per citarne uno, si ricorda quello in cui si afferma che: “ il prefetto Mamurra rifiutava per le colonne della sua casa qualsiasi altro materiale che non fosse il marmo di Luna ”⁶. Questi, estratto nei bacini di Torano, Miseglia e Colonnata, per le sue qualità, abbondanza e facilità di approvvigionamento⁷, si sostituì ben presto ai marmi provenienti dalle altre province dell'impero, infatti venne impiegato sia nella stessa Roma, ma anche al di fuori di essa, per la costruzione di molte opere fra cui l'Arco di Claudio, il Foro Traiano, il Tempio di Giove⁸, ecc. Si può dunque affermare con certezza che durante il periodo della Roma Imperiale, il marmo di Luni venne scavato sempre con maggiore intensità e tale attività raggiunse il suo apice negli ultimi decenni del III secolo. Da questo momento iniziò per le cave un lento ed inesorabile declino, che portò un secolo dopo ad una netta riduzione nell'estrazione e commercio dei marmi. In seguito l'attività estrattiva cessò del tutto intorno alla seconda

⁴ M. Pieri: I marmi d'Italia, Hoepli, Milano, 1958, pag. 6.

⁵ Adesso i materiali estratti sono commercializzati come marmi Luni, perché la città di Carrara non esisteva ancora. Essa infatti venne menzionata per la prima volta in un editto redatto da Ottone I di Sassonia nell'anno 963.

⁶ M. Pieri: I marmi d'Italia, Hoepli, Milano, 1958, pag. 5

⁷ Le cave lavorate dai romani erano collocate fra i 300 e 500 metri sul livello del mare, quindi per far giungere i materiali estratti a valle dovevano essere percorse poche centinaia di metri.

⁸ C. Klapish Zuber: Carrara e i maestri del marmo, Poligrafico Artioli, Modena, 1973, pag. 65.

metà del V secolo a causa delle invasioni barbariche e successiva caduta dell'Impero Romano d'Occidente. Dopo tali avvenimenti le cave, e con esse il marmo, caddero in completo abbandono, anche se non si esclude che l'attività estrattiva sia continuata con una marcia ridotta per soddisfare esigenze locali.

I primi segnali di una lenta ripresa si ebbero solo nella seconda metà del XII secolo e ciò è testimoniato da un editto di Federico Barbarossa del 1185, nel quale egli si impegnava ad assicurare adeguata protezione al vescovo di Luni garantendogli la giurisdizione di una serie di possedimenti comprensivi di Carrara e delle sue cave⁹. Con la ripresa della coltivazione degli agri marmiferi non si parlò più di marmi lunensi¹⁰, ma bensì marmi di Carrara.

Successivamente a seguito della trasformazione nei primi anni del 1200 della città in comune, il potere vescovile cominciò ad affievolirsi e nel 1313 Enrico VII decise di togliere queste terre al vescovo per cederle a Pisa. In seguito alla cessazione del potere della chiesa le cave entrarono a far parte del patrimonio collettivo delle Vicinanze, ossia corporazioni di uomini nativi di queste terre che sorsero nei diversi paesi vicino Carrara, fra cui Torano, Miseglia, Bedizzano, ecc. Da questo momento la città comunale fu al centro di forti dispute che la portarono ad essere controllata per alterni periodi dalle principali signorie italiane, fino a quando nel 1473 entrò a far parte dei possedimenti del marchese Malaspina signore di Massa. Gli avvenimenti di cui Carrara fu la protagonista non ebbero comunque riflessi negativi sulla rinascite industria lapidea, per la quale al contrario si prospettava un roseo futuro, grazie all'apertura dei grandi cantieri ecclesiastici per la costruzione delle cattedrali italiane ed europee. In questi anni, infatti, la richiesta di marmo aumentò in maniera esponenziale e l'oro bianco venne impiegato nella costruzione di diverse opere pubbliche in molte città, fra cui Pisa, Firenze, Siena, Genova, Orvieto, ecc. Per recuperare il marmo necessario le città, di volta in volta interessate, inviavano a Carrara proprie maestranze che si occupavano direttamente dell'estrazione, lavorazione e trasporto dello stesso, mentre agli uomini locali venivano affidati lavori di manovalanza, in quanto sprovvisti delle idonee abilità utili per svolgere operazioni più qualificate. La presenza dei forestieri fu assai importante per le maestranze locali che poterono nuovamente apprendere le tecniche di lavorazione ed estrazione dei lapidei, cosicché già a partire dalla metà del XV secolo nacquero le

⁹ A Bernieri: Carrara, Sagep, Genova, 1985, pag. 19.

¹⁰ Luni fondata nel 177 A.C fu dichiarata città morta nel 1204. Prima della sua disfatta il palazzo vescovile venne trasferito a Sarzana e da lì il prelado continuò ad esercitare il proprio controllo anche su Carrara.

Ars Marmoris, ossia corporazioni di artigiani carraresi entrate in possesso delle competenze necessarie per compiere tali operazioni. Negli anni seguenti la loro nascita, esse assunsero una posizione predominante all'interno della comunità carrarese e iniziarono ad esercitare forti pressioni sul marchese Malaspina, affinché venisse vietato l'accesso alle cave ai forestieri. Tale provvedimento fu effettivamente adottato nel 1519. La nascita dell'Ars Marmoris portò anche ad una modificazione delle regole di commercializzazione dei marmi, infatti da questo momento furono gli stessi carraresi ad occuparsi direttamente del trasporto dei lapidei nei principali porti del mediterraneo. Questa attività però poteva essere svolta con tranquillità solo da alcune ricche famiglie, mentre per tutti coloro che pur non disponendo dei capitali necessari si arrischiavano all'azzardo, ogni spedizione avrebbe potuto significare la rovina. Il rischio maggiore derivava dalla possibilità che una volta giunti in porto non si riuscisse a trovare nessun acquirente, infatti tale circostanza avrebbe costretto molti commercianti sprovvisti del denaro necessario per il noleggio del molo a vendere sottocosto il marmo. Per arginare il problema il marchese Alberico Cybo Malaspina stipulò un accordo con i maggiori produttori di marmo, che portò nel 1564 alla nascita dell'Offitium Marmoris, il cui compito era quello di raccogliere tutte le ordinazioni e di ripartirle fra gli associati in funzione delle capacità produttive di ognuno. Ogni convenzionato aveva l'obbligo di garantire un numero minimo di carrate, mentre l'Offitium si impegnava sia a prenderle in consegna che a ricercare possibili acquirenti occupandosi direttamente anche del trasporto. Questo consorzio che durò 10 anni, spinse molti carraresi che commerciavano all'azzardo a trasferire la loro attività in Versilia dove minori erano le restrizioni.

Gli avvenimenti di cui il mercato carrarese fu protagonista nel corso del XVI secolo, non ebbero comunque effetti negativi sulla domanda di marmo, che mantenne un andamento crescente fino alla fine del 1600. Sul finire di questo secolo infatti tutta l'Europa fu colpita da una profonda crisi¹¹, la quale ebbe ripercussioni negative anche sull'industria del marmo che rimase attiva solo nel campo delle quadrelle. Gli effetti della crisi terminarono solo negli anni 30 del nuovo secolo e la domanda di marmo riprese a crescere con un'intensità tale da trovare del tutto impreparato il sistema produttivo. Questa situazione generò un clima di tensione fra i soggetti appartenenti alle antiche Vicinanze, che godevano di privilegi ormai consolidati, e la nuova classe

¹¹ Questa crisi che iniziò intorno al 1680 ebbe effetti disastrosi sul casato dei Malaspina. Per far fronte alle difficoltà economiche sopravvenute si trovò come soluzione l'unione fra Maria Teresa Malaspina e Ercole Rinaldo D'Este figlio del duca di Modena.

borghese arricchitasi grazie al commercio dei marmi, la quale manifestava adesso interesse anche nei confronti delle attività di estrazione e lavorazione dei lapidei. Per mettere fine alla questione Maria Teresa nel 1751¹² emanò una legge che da un lato riaffermava il dominio delle Vicinanze sugli agri marmiferi, e dall'altro riconosceva il diritto di proprietà ai privati che avessero iscritto la cava nei libri d'estimo da almeno 20 anni.

Il clima di incertezza generato dagli avvenimenti che precedettero l'inizio della Rivoluzione Francese pose fine a questo periodo felice e la situazione peggiorò ulteriormente a seguito della presa del potere da parte di Napoleone. Durante gli anni del suo impero i territori di Massa e Carrara vennero unificati a quelli versiliesi ed affidati al controllo di Felice Baciocchi, il quale resesi conto della grave crisi in cui era caduta l'industria marmifera, promosse una serie di provvedimenti per cercare di risollevarne le sorti. In primo luogo abrogò le Vicinanze conferendo la proprietà degli agri marmiferi al comune, che non poteva sfruttarli direttamente ma doveva cederli in concessione a terzi dietro pagamento di un canone, mentre rimaneva perfettamente valido quanto stabilito dalla legge del 1751 circa la proprietà delle cave ai privati.

In secondo luogo favorì la nascita della banca Elisiana alla quale veniva attribuito il compito di fornire anticipazioni finanziarie a tutti coloro che erano impegnati nell'attività di estrazione.

Con la sconfitta di Napoleone e il successivo Congresso di Vienna si mise in pratica il processo di restaurazione degli antichi poteri e gli Estensi ripresero il controllo dei territori di Massa e Carrara. Ritornati sul trono essi mantennero fermi alcuni dei provvedimenti adottati dal Baciocchi, fra cui quello che prevedeva l'eliminazione delle Vicinanze e il passaggio della proprietà delle cave al comune. Tutto ciò fu poi ulteriormente ribadito in una legge del 1846¹³, la quale stabiliva inoltre che se le cave fossero rimaste inattive per più di due anni allora l'affittuario sarebbe decaduto.

A seguito dell'abrogazione definitiva delle Vicinanze si scatenò una vera e propria corsa per ottenere le concessioni migliori, che vide come protagoniste principali alcune ricche famiglie carraresi fra cui i Lazzoni, i Fabbricotti, i Del Medico, ecc. Al termine di questo processo una decina di famiglie carraresi controllava circa il 70 % degli agri marmiferi, che vennero coltivati direttamente dalle stesse oppure sub-affittati al

¹² P. Jervis: I paesaggi del marmo: uomini e cave nelle Apuane, Marsilio, Venezia, 1994, pag. 134.

¹³ P. Jervis: I paesaggi del marmo: uomini e cave nelle Apuane, Marsilio, Venezia, 1994, pag. 135.

settimo¹⁴. Il clima della restaurazione giocò favorevolmente anche sulla domanda di marmo che aveva ripreso a crescere. Per far fronte all'aumento delle commesse gli Estensi finanziarono la costruzione di un porto sulla spiaggia di Marina di Avenza¹⁵ (l'attuale Marina di Carrara), ma il progetto ben presto dovette essere abbandonato a causa del continuo avanzamento della spiaggia. Una soluzione intermedia fu studiata da William Walton¹⁶ che propose la costruzione di un pontile caricatore in legno, il quale avrebbe dovuto spingersi all'interno del mar Tirreno fino a raggiungere la profondità idonea ad evitare che i velieri a pieno carico si arenassero. Questa costruzione entrò in funzione nel 1852 e permise l'attracco anche ai velieri più grandi, i quali erano in grado di affrontare anche le traversate oceaniche. Trovata una soluzione efficiente per facilitare il commercio del marmo via mare restava ancora da risolvere il problema del trasporto dei blocchi estratti dai poggi ai pontili caricatori, che ancora era svolto mediante l'impiego di carri trainati da coppie di buoi. La soluzione del problema fu trovata nel 1871 quando vennero iniziati i lavori per la costruzione della Ferrovia Marmifera Privata di Carrara¹⁷, che entrò in attività nel 1876 nei tratti fra Carrara, Miseglia, la Piastra e da Avenza al mare. Negli anni che seguirono, superando notevoli difficoltà tecniche, venne realizzato anche il collegamento con le cave di Rivaccione, Colonnata e Canalgrande mediante la costruzione dei ponti di Vara. L'opera fu completata nel 1892 quando vennero raggiunte le cave di Gioia.

In questi anni oltre al miglioramento realizzato nel campo dei trasporti si assistette anche ad una profonda rivoluzione delle tecniche di estrazione, infatti a partire dagli anni 30 dell'800 si diffuse l'impiego della polvere nera che consentiva l'abbattimento di grosse porzioni di monte. Il nuovo metodo di coltivazione in realtà si portava appresso degli effetti collaterali in quanto, da un lato rendeva gran parte del materiale estratto inutilizzabile con conseguente crescita dei ravaneti e dall'altro lo scoppio poteva lesionare il giacimento ad una profondità tale da rendere antieconomica la continuazione dell'escavazione. Gli inconvenienti sopraccitati spinsero le autorità a

¹⁴ Questa modalità di affitto prevedeva che ogni 7 blocchi estratti uno venisse ceduto al titolare della concessione che si garantiva così oltre al profitto anche una rendita industriale.

¹⁵ A. Bernieri: Il porto di Carrara storia e attualità, Sagep, Genova, 1983, da pagg. 67 - 87.

¹⁶ Di origine inglese egli era stato molto attivo nel commercio dei marmi, ma dopo una visita alle cave versiliesi decise di dedicarsi anche alla coltivazione delle stesse aprendo dei siti estrattivi nei pressi di Ruosina. Successivamente in seguito ad una lite scoppiata con gli Henreaux abbandonò la Versilia e si trasferì a Carrara dove si dedicò nuovamente all'attività di commercio.

¹⁷ A. Betti Carboncini: I treni del marmo: ferrovie e tramvie della Versilia e delle Alpi Apuane, Editrice trasporti su rotaie, Brescia, 1984, da pagg. 24 - 44.

regolamentare le varate¹⁸ con una legge nel 1895. Nello stesso anno a Carrara veniva utilizzato per la prima volta un impianto a filo elicoidale¹⁹, mosso da un motore a petrolio e due anni più tardi l'ingegnere Monticolo brevettò la puleggia penetrante che consentì di dirigere il filo in qualsiasi direzione. Il miglioramento apportato alla tecnica di coltivazione in oggetto ne favorì la diffusione, infatti pochi anni dopo la nuova tecnologia di estrazione era presente in quasi tutte le cave e vi rimase fino agli anni 80 del 900, quando venne scalzata dall' introduzione del filo diamantato.

Da quanto esposto risulta chiaro ed evidente come il XIX secolo rappresentò per l'industria marmifera un periodo assai favorevole, che non venne scalfito nemmeno dalla grave crisi degli anni 70 generata dallo sviluppo dei trasporti, che provocò una caduta vertiginosa dei prezzi delle merci.

In seguito all'avvento della crisi molti industriali attivi in altri settori, invocarono l'adozione di una politica protezionistica che venne introdotta nel 1887. L'applicazione delle nuove tariffe doganali e lo scatenarsi della guerra commerciale con la Francia, incisero pesantemente sull'industria lapidea carrarese, che vide delinearsi un pericoloso squilibrio fra la quantità di marmo prodotta e venduta. La crisi raggiunse la sua massima intensità nel 1894, quando il malessere dei ceti popolari sfociò nei moti della Lunigiana, i quali vennero repressi con l'uso della forza. Un inversione di tendenza si verificò solo a partire dall'anno successivo, anche se la crisi poté considerarsi completamente superata solo intorno al 1899. La ripresa della domanda di marmo che si manifestò sul finire del secolo, fece sì che la produzione raggiungesse nuovamente livelli significativi, i quali furono mantenuti fino allo scoppio della I° Guerra Mondiale.

Terminate le operazioni belliche il clima a Carrara rimase comunque incandescente a causa delle rivendicazioni salariali dei cavaatori, ma nonostante ciò l'attività di estrazione riprese a pieno ritmo, anche grazie al processo di svalutazione della nostra moneta. La produzione infatti arrivò a toccare le 400.000 tonnellate²⁰, anche se una sua ulteriore espansione trovò un limite nel sistema di trasporto. Per ridurre il problema da un lato entrarono in attività le prime trattrici a vapore, che poi verranno sostituite da

¹⁸ Si indica con questo termine il quantitativo di marmo che a seguito dell'esplosione si distacca dal monte per poi precipitare nel piazzale di cava.

¹⁹ Il filo elicoidale fu brevettato nel 1854 dall'ingegnere belga Chevalier e venne utilizzato nelle miniere di carbone. Solo a distanza di qualche anno vennero apportati opportuni accorgimenti che permisero il suo impiego anche nelle cave di marmo.

²⁰ P. Jervis: I paesaggi del marmo: uomini e cave nelle Apuane, Marsilio, Venezia, 1994, da pagg. 218 - 221.

quelle a motore diesel, mentre dall'altro nel 1921 furono avviati i lavori per la costruzione del porto²¹, che entrò parzialmente in attività già nei primi anni 30.

Questa brillante situazione non durò che pochi anni, infatti a seguito della presa del potere da parte del partito Fascista si attuò, per ragioni di prestigio, il consolidamento della Lira a quota 90, che portò ad una caduta verticale delle esportazioni. Per rilanciare l'industria lapidea Antonio Ricci massimo esponente del fascismo locale, decretò la nascita del Consorzio Obbligatorio per il Commercio dei Marmi, che aveva il compito di raccogliere e ripartire le commesse fra i consorziati. Questa nuova struttura in realtà peggiorò la situazione in quanto le commesse non furono ripartite con equità, ma bensì si cercò di avvantaggiare in tutti i modi gli industriali più vicini al regime. Visti i pessimi risultati ottenuti il Consorzio venne sciolto nel 1930, ma ciò non fu sufficiente per risollevarne le sorti dell'industria lapidea carrarese, la quale vide la propria posizione ulteriormente aggravarsi a causa della grande depressione che colpì gli Stati Uniti.

Gli anni 30, videro la produzione di marmo precipitare in tutto il territorio Apuano per cui il governo fascista cercò di correre ai ripari imponendo ai costruttori edili di impiegare il marmo nella misura del 5 % in tutti gli edifici pubblici che sarebbero stati edificati. Malgrado i tentativi posti in essere dal regime l'industria lapidea non si riprese e anche le grandi famiglie appartenenti ai baroni del marmo furono costrette a dichiarare fallimento.

Per evitare il blocco dell'escavazione che avrebbe portato ad una crescita esponenziale del numero dei disoccupati, il governo fascista nazionalizzò le perdite dei privati e il 60 % degli agri marmiferi passarono sotto il controllo della Montecatini. Le rimanenti cave di proprietà di piccoli imprenditori avevano cessato l'attività già agli albori della crisi iniziata in seguito al consolidamento della Lira.

Con lo scoppio della II° Guerra Mondiale la regione Apuana fu al centro di imponenti operazioni belliche e la produzione di marmo fu pressoché inesistente. Al termine delle ostilità l'industria carrarese si trovava in pessime condizioni e la maggior parte delle infrastrutture erano completamente danneggiate. A questa situazione già di per se critica, si aggiunse nel 1948 la decisione della Montecatini di abbandonare il settore estrattivo per rimanere attiva solo in quello della trasformazione²².

²¹ A Bernieri: Il porto di Carrara: storia e attualità, Sagep, Genova, 1983, da pagg. 160 - 170.

²² G. Andreazzoli: La zona Apuana del marmo dal 1945 al 1976, Regione Toscana, Firenze, 1987, da pagg. 61 - 77.

L'eventuale abbandono del settore da parte di questa avrebbe lasciato molte famiglie senza alcun mezzo di sostentamento, per cui si studiò una soluzione che consentisse da un lato all'azienda di abbandonare il settore e dall'altro la continuazione dell'attività di estrazione. Essa consisteva nel conferire il possesso degli agri marmiferi a cooperative di cavaatori, i quali per lo sfruttamento della cava avrebbero pagato il settimo all'azienda.

Nel primo dopoguerra iniziò anche a Carrara il processo di meccanizzazione del settore lapideo che portò all'apertura delle strade di arroccamento, le quali permisero ai camions, pale gommate ed escavatori, ecc, di accedere direttamente ai piazzali di cava. L'apertura di queste strade portò di lì a pochi anni ad una profonda modificazione nel paesaggio delle Alpi Apuane e segnò inoltre la fine sia delle vie di lizza, le quali avevano collegato per secoli le cave ai poggi caricatori che della Ferrovia Marmifera, la quale effettuò il suo ultimo viaggio nel 1964. Contemporaneamente al verificarsi di tali cambiamenti l'industria lapidea cominciò a dare segni di ripresa e già nei primi anni 60 la produzione toccò la quantità massima raggiunta nel 1926. La ripresa del primo dopoguerra sancì definitivamente il ruolo di leader di Carrara, non solo nel campo delle esportazione ma anche in quello delle importazioni, sia di marmi colorati che di graniti. Negli anni che seguirono si assistette ad una netta riduzione nel numero degli occupati e all'incremento della produttività degli stessi anche grazie alla crescente meccanizzazione, inoltre si verificò un aumento nella quantità prodotta che supera il milione di tonnellate²³ nel 1980.

1.1.2 Origine e crescita dell'industria lapidea massese

L'escavazione sulle Alpi massesi si manifestò con una certa intensità solo a partire dal XVIII secolo e mantenne proprie peculiarità rispetto a quella carrarese²⁴, nonostante che entrambe le città fossero sotto il controllo dei Malaspina dal 1473. Le prime considerazioni che abbiamo fatto mettono subito in evidenza una differenza fra i due centri estrattivi, ossia il tardivo sviluppo dell'industria lapidea massese. Tutto ciò si verificò a causa di fattori di natura oggettiva e soggettiva. Tra i primi abbiamo la maggiore difficoltà di accesso ai bacini marmiferi che sono situati in zone impervie, la

²³ P. Jarvis: I paesaggi del marmo: uomini e cave nelle Apuane, Marsilio, Venezia, 1994, da pagg. 218 - 221.

²⁴ In realtà già nel 1516 abbiamo notizie di una cava attiva vicino ad Altagnana dalla quale venne estratto il marmo necessario per la costruenda chiesa di Antona. Ulteriori notizie su altre cave in esercizio si hanno nel 1596, quando in seguito alla rottura di alcune colonne nella stessa chiesa si rese necessaria la loro sostituzione. Adesso la materia prima venne scavata in un altro sito vicino Cagliaglia.

supremazia dei marmi di Carrara il cui commercio era ripreso già nel XII secolo e la mancanza di una regolamentazione circa la proprietà degli agri marmiferi²⁵, mentre l'elemento qualificante i secondi deriva dal completo disinteresse della popolazione locale nei confronti dell'industria estrattiva. Lo sviluppo dell'escavazione nel corso del 700 non fu comunque casuale, infatti già nei primi anni del 600 il sovrano Alberico I Cybo promosse delle ricerche sui monti massesi al fine di individuare nuovi filoni di marmo idonei ad essere coltivati. Esse furono effettuate dall'ingegnere Giovanni Morelli e portarono all'apertura di due cave di marmi bianchi e neri in località Renara²⁶. Il sovrano esercitando il diritto di regalia²⁷ concesse allo stesso scopritore piena libertà di scavo, nonché il permesso di portare fuori dal Principato i marmi estratti. Questi tentativi di avviare l'industria lapidea anche nelle valli massesi non ebbero successo e ogni ulteriore speranza di sviluppo venne cancellata dal sopraggiungere della crisi di fine 600. Superato il triste periodo e tornato fiorento il commercio dei lapidei, si tornò a parlare del marmo massese come di un'importante risorsa economica il cui sfruttamento avrebbe avuto effetti positivi sul tenore di vita della popolazione. Gli anni della ripresa videro intensificarsi le ricerche, infatti vennero scoperti nuovi bacini marmiferi e nel 1740 fu indetta un'asta pubblica, vinta dai Lazzoni, per l'affitto degli stessi. Da questo momento si verificò un vero e proprio assalto ai monti che vide come protagoniste le principali famiglie carraresi fra cui i Del Medico, i Lazzoni, gli Orsolini, ecc, le quali cercavano di ottenere il maggior numero di concessioni possibili, non tanto per avviare l'escavazione, ma bensì per impedire che i marmi massesi entrassero nel mercato ponendosi in diretta concorrenza con quelli carraresi. Nonostante gli impedimenti promossi da queste famiglie, una modesta quantità di materiale iniziò ad essere trasportata a valle dove venne commercializzata come marmo di Carrara per facilitarne la vendita. Nonostante il crescente interesse per i lapidei massesi, l'escavazione in questi territori rimase un'attività dall'esito estremamente incerto, a causa delle grosse difficoltà che si riscontrarono nel trasporto. Per risolvere il problema vennero costruite

²⁵ La legge del 1751 che attribuiva la proprietà delle cave alle Vicinanze non aveva nessun effetto giuridico nel comune di Massa, dove fino a quando non venne emanata la legge del 1846 le concessioni erano assegnate esercitando il diritto di regalia da parte del sovrano.

²⁶ E. Medda: Le cave di Massa: escavazione del marmo sulle Apuane massesi dall'origine alla fine dell'800, Edizioni Malaspina, Massa, 1997, da pagg. 73 - 76.

²⁷ Questo diritto di origine feudale attribuiva al sovrano la proprietà di tutte le ricchezze del sottosuolo. Egli poteva decidere di offrirle in sfruttamento ai privati sia a livello gratuito o dietro pagamento di una gabella. A Carrara tale diritto cadde ben presto in desuetudine perché le cave entrarono a far parte del patrimonio delle Vicinanze, mentre a Massa rimase in uso fino a metà 800.

alcune vie di lizza²⁸ che avevano il compito di collegare alcuni siti estrattivi con i primi tornanti della via Vandelli²⁹, la cui costruzione era stata terminata in questi stessi anni. I costi da sostenere per la costruzione delle lizze da un lato e l'incertezza circa l'estensione delle vene marmifere dall'altro, spinsero molti affittuari a non rinnovare le concessioni, per cui le cave rischiavano di cadere in completo abbandono. Onde evitare che ciò si verificasse il sovrano decise, dopo alcune aste andate a vuoto, di accettare l'offerta della famiglia Ancona³⁰, la quale per un canone irrisorio si aggiudicò tutte le concessioni per un periodo novennale rinnovabile di altri nove. La situazione che si era venuta a creare ridusse le possibilità di crescita del comparto lapideo massese, infatti durante gli anni del monopolio degli Ancona venne aperta una sola strada che permetteva di raggiungere le cave delle Madielle (monte Carchio), mentre fu pressoché nulla la ricerca di nuovi giacimenti. Visti i risultati nel 1769 alla scadenza dell'affitto la concessione non venne rinnovata e la duchessa su consiglio dei suoi ministri introdusse anche a Massa la libertà di ricerca di nuovi bacini marmiferi, anche se rimase l'obbligo di partecipare e vincere l'asta pubblica per poterli coltivare. La notificazione emanata dalla sovrana e il periodo economico favorevole destarono nuovo interesse per tale industria, infatti da un lato vennero aperte nuove cave nei paesi di Casette, Cagliaglia, Casania e dall'altro iniziarono ad essere attivi nel settore anche i cavaatori locali, i quali date le scarse disponibilità economiche spesso agivano per conto delle ricche famiglie carraresi. Nel periodo considerato, nonostante la domanda di marmo avesse mantenuto un andamento positivo e l'impegno della duchessa, i risultati raggiunti furono comunque modesti e la quantità di materia prima scavata rimase assai più limitata se paragonata a quella carrarese. Tutti gli sforzi fatti per favorire lo sviluppo dell'industria lapidea massese naufragarono sul finire del XVIII secolo, quando a causa del clima di tensione venutosi ad instaurare in seguito agli avvenimenti della Rivoluzione Francese, si assistette ad un brusco calo delle commesse nei principali mercati di sbocco fra cui quello inglese, olandese, russo, ecc. I fatti sopra esposti, che ridussero sul lastrico anche il settore estrattivo carrarese, ebbero invece effetti disastrosi sull'industria lapidea massese la cui produzione prima si contrasse, per poi scomparire del tutto durante il periodo napoleonico.

²⁸F. Bradley: *Le strade dimenticate: vie di lizza e discesa del marmo nelle valli massesi*, Amministrazione Provinciale, Massa, 1995, da pagg. 37 - 52.

²⁹ Questa strada fu costruita dal duca Francesco III per collegare il Ducato di Modena con il Principato di Massa e Carrara.

³⁰ E. Medda: *Le cave di Massa: escavazione del marmo sulle Apuane massesi dall'origine alla fine dell'800*, Edizioni Malaspina, Massa, 1997, da pagg. 82 - 84.

Il clima della restaurazione non portò alcun risultato positivo per il marmo massese la cui produzione si riprese solo negli anni 30 dell'800. La ripresa dell'escavazione vide partecipare per la prima volta la nobiltà locale, infatti nel 1836 i conti Guerra assieme ad altri soci formarono la Società per l'Escavazione dei Marmi Massesi, che ottenne un gran numero di concessioni. Al risveglio dell'attività di estrazione non avevano, però, ancora trovato soluzione le due problematiche già presenti nel secolo precedente. Da un lato si lamentava la mancanza di un sistema viario efficiente e dall'altro non era ancora stata emanata una regolamentazione precisa sugli agri marmiferi. Il primo problema fu risolto solo in parte distinguendo le strade in principali, le cui spese di realizzazione e manutenzione erano a carico della collettività, in quanto giudicate di interesse comune poiché collegavano le cave di tutta una vallata, e particolari che ne servivano un numero limitato per cui la loro costruzione spettava al titolare della concessione. Il secondo problema venne risolto invece con l'emanazione della legge del 1846³¹ (valevole anche per Carrara), in base alla quale le cave entrarono a far parte del patrimonio indisponibile del comune, che doveva cederle in concessione a terzi i quali sarebbero decaduti qualora avessero lasciato la cava inattiva per due anni consecutivi. La nuova legge manteneva fermo il principio della libertà di ricerca per tutti i cittadini i quali scoperta una cava dovevano denunciarla al comune, che trascorsi otto giorni senza che nessuno facesse opposizione, la concedeva in livello allo scopritore. Le nuove disposizioni favorirono lo sviluppo di nuove ricerche, infatti vennero denunciati numerosi tentativi di cava e iniziarono le esplorazioni dei bacini posti a media quota, che fino ad allora erano stati trascurati. Negli anni seguenti si verificarono altri due avvenimenti importanti, da un lato sorsero lungo il fiume Frigido nuove segherie che si andarono ad aggiungere a quelle aperte dalla Società per l'Escavazione dei Marmi Massesi, e dall'altro per la prima volta si assistette all'intervento diretto degli stranieri nella fase di coltivazione³². Con l'avvento dell'Unità D'Italia vennero scoperte le vene marmifere site sulle vette delle principali montagne interessate dall'escavazione fra cui il Sella, la Tambura, il Contrario, ecc, cosicché si ebbe finalmente un quadro completo circa l'estensione dei bacini marmiferi massesi, che erano per la quasi totalità assegnati in concessione alla Società per l'Escavazione dei Marmi Massesi, al conte Pietro Guerra socio anche della precedente, alla famiglia dei Del Medico e alla Società Italian Marble.

³¹ P. Jarvis: I paesaggi del marmo: uomini e cave nelle Apuane, Marsilio, Venezia, 1994, pag. 135.

³² I più attivi furono il belga Guglielmo Hahner e l'inglese Francis Liddon Edward che si associarono e diedero vita alla società Italian Marble .

Lo sfruttamento dei bacini di alta quota siti fra 1200 e 1600 metri sul livello del mare ripropose il problema del trasporto, per cui sull'esempio di Carrara negli anni 90 venne costruita una tramvia³³ a scartamento ridotto, adibita sia al trasporto merci che passeggeri la quale collegava i poggi caricatori di Forno, Saineto e Casette con le segherie del fondovalle e il pontile caricatore di Marina di Massa costruito negli anni 70 dell'800.

Sul finire del secolo anche nel comune di Massa la produzione raggiunse e mantenne una dimensione economica significativa, con una sola flessione causata dalla politica protezionistica messa in atto dal governo italiano. Contemporaneamente a ciò si assisteva ad un passaggio di consegna delle concessioni dei Del Medico e della Società Italien Marble, che vennero cedute rispettivamente alla ditta Derville e agli industriali Goldenberger, Puissant e Weiller. Nel nuovo secolo continuò fiorente la produzione e il commercio dei marmi massesi, che raggiunse la massima espansione negli anni immediatamente precedenti allo scoppio della I° Guerra Mondiale.

Termite le operazioni belliche l'industria lapidea recuperò rapidamente le posizioni perse grazie al processo di svalutazione della nostra moneta. Questo periodo così favorevole durò a differenza di Carrara anche dopo il 1926, quando per ragioni di prestigio il Regime Fascista decise il consolidamento della Lira a quota 90, infatti la produzione toccò il suo apice nel 1928 con 70.000 tonnellate³⁴. A partire dall'anno successivo, però, iniziarono a farsi sentire i primi sintomi della crisi americana e l'attività di estrazione precipitò in tutta la regione Apuana. La recessione in atto mise in ginocchio la tramvia massese, la quale aveva già subito una riduzione del proprio traffico merci negli anni 20 quando erano entrate in attività le prime ciabattone³⁵, infatti questa fu smantellata nel 1932.

Onde evitare che la situazione precipitasse il governo fascista impose ai costruttori edili l'impiego del marmo in ogni costruzione pubblica di nuova edificazione. Tale provvedimento che portò ad un lieve miglioramento della condizione in cui era caduta l'industria lapidea, fu quasi immediatamente vanificato dallo scoppio della II° Guerra Mondiale, in quanto le Apuane furono terra di sanguinose battaglie. Cessate le ostilità e superato il clima di incertezza post-bellico l'attività estrattiva riprese il suo corso, ma la

³³ A. Betti Carboncini: I treni del marmo: ferrovie e tramvie della Versilia e delle Alpi Apuane, Editrice trasporti su rotaie, Brescia, 1984, da pagg. 99 - 117.

³⁴ P. Jarvis: I paesaggi del marmo: uomini e cave delle Apuane, Marsilio, Venezia, 1994, da pagg. 218 - 221.

³⁵ Esse erano delle attrici con ruote di ferro mosse da un motore a vapore o diesel, inoltre disponevano di cavità in cui potevano essere incastrati dei rimorchi sui quali venivano caricati i blocchi di marmo.

produzione di marmo rimase inferiore per diversi anni ancora rispetto alle punte massime raggiunte negli anni 20.

Con l'avvento degli anni 50 anche a Massa si assistette alla forte meccanizzazione sia del processo di coltivazione dei bacini marmiferi che di quello di trasporto del materiale estratto, infatti entrarono in attività camions, pale gommate, cingolate, ecc, che permisero la costruzione delle strade di arroccamento. Il nuovo sistema di trasporto penalizzò fortemente l'escavazione sui monti massesi, dove molte cave vennero abbandonate perché la qualità dei marmi estratti e la quota a cui si trovavano rendevano antieconomica la costruzione delle strade. In alcuni casi particolari per sfruttare alcune cave dalle quali veniva estratto il marmo pregiato Bianco P, continuò ad utilizzare per il trasporto le antiquate vie di lizza. Queste furono impiegate fino alla fine degli anni 60, quando vennero abbandonate definitivamente a seguito della costruzione di alcune strade di arroccamento sul versante garfagnino, le quali permisero di mettere nuovamente in attività anche altre cave massesi che erano state precedentemente lasciate incolte. La messa in attività dei vecchi siti estrattivi portò ad un forte incremento nella produzione di marmo, che toccò le 140.000 tonnellate³⁶ nel 1984.

1.1.3 La dinamica dell'escavazione in Versilia dalle origini ai giorni nostri

L'industria lapidea versiliese si sviluppò anch'essa con molto ritardo rispetto a quella carrarase a causa delle difficoltà che dovevano essere superate per raggiungere i siti estrattivi, i quali erano collocati in zone impervie prive delle più rudimentali vie di comunicazione. Nonostante ciò si hanno notizie di alcune cave attive vicino Seravezza già a partire dal XIV secolo³⁷, che furono utilizzate per soddisfare bisogni locali.

Il primo vero e proprio tentativo di coltivazione che ponesse i marmi versiliesi in diretta concorrenza con quelli carraresi, venne però posto in essere da Papa Leone X Medici nel 1515³⁸, il quale ordinò a Michelangelo di lasciare Carrara per dedicarsi all'estrazione dello Statuario rinvenuto sul monte Altissimo che avrebbe dovuto adornare la facciata di San Lorenzo. Per portare a compimento l'opera fu costruita una strada che arrivava a due km dal piazzale di cava, ma malgrado ciò l'impresa si concluse in modo disastroso infatti delle cinque colonne sbazzate solo una raggiunse

³⁶ P. Jervis: I paesaggi del marmo: uomini e cave nelle Apuane, Marsilio, Venezia, 1994, da pagg. 218 -221.

³⁷ V. Santini: Commentari storici sulla Versilia centrale, volume III, Tipografia Pieraccini, Pisa, 1858, da pagg. 150 - 151.

³⁸ M. G. Chicca: Il marmo e l'oro, Meiattini Editore, Livorno, 1998, da pagg. 15 - 16.

intatta il fondovalle, mentre molti blocchi già riquadrati rimasero in quota fino a quando il granduca Cosimo I Medici³⁹ 50 anni dopo completò tale percorso. L'interesse che in questo momento i Medici manifestarono nei confronti dei marmi versiliesi era correlato a due fattori, da un lato si assistette nel 1515 alla donazione da parte delle comunità di Seravezza e della Cappella di tutti i monti alla città di Firenze, e dall'altro ci fu l'inclinazione dei rapporti con i Malaspina, i quali a causa delle pressioni esercitate dalle Ars Marmoris stavano discutendo circa la possibilità di chiudere le cave ai forestieri.

Un ulteriore tentativo di avviamento dell'industria estrattiva venne compiuto intorno al 1570 da Cosimo I, che cercava di attirare in Versilia quei cavaatori carraresi i quali avevano visto peggiorare la loro situazione a causa dell'entrata in vigore dell'Offitium Marmoris. La politica messa in pratica dal granduca portò all'apertura di diverse cave ma per le difficoltà riscontrate nel trasporto ogni nuovo tentativo di sviluppo fallì. Con la morte di Cosimo ebbe inizio il declino del casato dei Medici e l'attività di estrazione si ridusse progressivamente, fino a scomparire quasi del tutto durante gli anni della crisi di fine 600. Per risollevarne le sorti dell'industria lapidea il governo Granducale iniziò a rilasciare decine di autorizzazioni a scavare ma i risultati raggiunti tradirono completamente le aspettative, infatti da alcuni elenchi redatti fra il 1767 e il 1787 risultavano attive poche cave di cui solo una di Statuario⁴⁰. Il granduca Pietro Leopoldo valutata la condizione dell'industria marmifera decise di introdurre una legislazione ancora più favorevole e nel 1788 emanò il Mutuo Proprio Leopoldino, in base al quale chiunque avrebbe potuto aprire liberamente una cava sul proprio terreno, occorreva solo un'autorizzazione preventiva nel caso in cui il sito estrattivo si fosse trovato in prossimità di strade regie. Gli effetti a cui la nuova legislazione avrebbe dovuto portare furono stroncati sul nascere dal clima di incertezza generato dagli avvenimenti della Rivoluzione Francese e la situazione subì un aggravio dopo la presa del potere da parte di Napoleone. In seguito alla sconfitta del Buonaparte e successiva restaurazione degli antichi poteri, la richiesta di marmo iniziò nuovamente a crescere ponendo così le basi per una rapida ripresa dell'escavazione. In questi anni infatti molti cittadini aprirono numerose cave anche in terreni di proprietà comunale, per cui la comunità di Seravezza per sanare la posizione degli stessi decise di mettere in vendita tutti gli agri marmiferi, con la sola esclusione di quelli siti sul monte Costa che sovrasta il centro abitato del

³⁹ M. G. Chicca: *Il marmo e l'oro*, Meiattini Editore, Livorno, 1998, da pagg. 17 - 18.

⁴⁰ M. G. Chicca: *Il marmo e l'oro*, Meiattini Editore, Livorno, 1998, da pagg. 20 - 21.

medesimo comune. Della situazione ne approfittò il dottor Marco Borrini⁴¹ che acquistò diversi terreni sul monte Altissimo con l'intento di riprendere l'escavazione dello Statuario. Egli sottoscritto il contratto ripristinò la strada costruita nel 500 ed iniziò la coltivazione dei bacini marmiferi da cui estrasse un marmo di prima qualità in grado di reggere il confronto con quello carrarese. I ritrovamenti fatti attirarono l'attenzione di molti altri imprenditori e il più importante fra essi fu certamente Jean Baptiste Alexandre Henraux⁴², che nel 1821 si associò con il Borrini dando vita alla Società per l'Escavazione dei Marmi del Monte Altissimo.

Nello stesso periodo fu molto attivo anche William Walton⁴³ che aprì prima una cava a Ruosina e poi nel 1833 prese in affitto dal governo Granducale il monte Costa, da dove incominciò ad estrarre il Bianco Ordinario e il Bardiglio. Le attività che egli intraprese in Versilia ebbero vita breve in ragione dei contrasti sorti con Henraux e la comunità locale, per cui nel 1837 decise di trasferirsi a Carrara dove si dedicò con successo al commercio dei marmi, mentre gli agri marmiferi da lui coltivati fino a quel momento vennero affittati al Dalgas. Oltre agli stranieri si interessarono all'escavazione anche soggetti locali fra cui merita di essere menzionato Angelo Simi di Levigliani⁴⁴, il quale acquistò diversi appezzamenti sul monte Corchia dove aprì numerose cave costruendo anche una strada per il trasporto del marmo estratto. Quanto esposto evidenzia che negli ultimi anni di vita del Granducato le Apuane versiliesi furono soggette ad un'intensa escavazione che procedeva priva di ogni regola e ad un ritmo serrato sui monti Altissimo, Costa, Corchia, e nelle vallate di Retignano e Stazzema, mentre non erano ancora state sfruttate le vene marmifere di Arni.

Gli anni seguenti la formazione del Regno D'Italia videro l'industria lapidea versiliese in seria difficoltà a causa del verificarsi nel 1864 di due eventi negativi. Il primo ebbe ad oggetto la crisi di liquidità della ditta Bernard Sancholle Henraux⁴⁵ che spinse il tribunale di Firenze a dichiararne il fallimento, mentre il secondo riguardò lo straripamento del torrente Serra⁴⁶ che danneggiò molte segherie allagando anche

⁴¹ M. G. Chicca: Il marmo e l'oro, Meiattini Editore, Livorno, 1998, da pagg. 27 - 33.

⁴² Egli arrivato a Carrara a seguito dell'esercito napoleonico nel 1796 vi rimase con il ruolo di importatore di marmo per il governo francese. A seguito della sconfitta di Napoleone si trasferisce a Seravezza dove divenne il leader indiscusso nel settore dell'estrazione.

⁴³ M. G. Chicca: Il marmo e l'oro, Meiattini Editore, Livorno, 1998, da pagg. 34 - 39.

⁴⁴ P. Jervis: I paesaggi del marmo: uomini e cave delle Apuane, Marsilio, Venezia, 1994, da pagg. 88 - 92

⁴⁵ Nel 1843 a seguito della morte del vecchio Henraux la società fu ereditata dal nipote e assunse la denominazione sociale Bernard Sancholle Henraux, mentre il Borrini era uscito di scena già nel 1834 quando decise di vendere il pacchetto azionario in suo possesso allo stesso Henraux.

⁴⁶ M. G. Chicca: Il marmo e l'oro, Meiattini Editore, Livorno, 1998, da pagg. 58 - 59.

il centro del paese. Per quanto attiene ai problemi sopra esposti, solo il primo trovò una rapida soluzione, infatti poco tempo dopo lo stesso Bernard riacquistò tutto il patrimonio immobiliare della società, mentre l'altro si ripresenterà più volte negli anni a venire. Messe da parte queste difficoltà si aprì per l'industria estrattiva versiliese un periodo estremamente favorevole, quindi per facilitare il commercio dei lapidei nel 1877 venne costruito il pontile caricatore di Forte Dei Marmi. Allo stesso tempo la crescente richiesta di materia prima incentivò la ricerca di nuove vene marmifere nella valle d'Arni che fino a quel momento era stata completamente trascurata. Tale studio svolto dall'avvocato Giuseppe Santini di Seravezza⁴⁷ permise l'individuazione di molti siti estrattivi, i quali erano posizionati in zone impervie non servite da strade. Egli si apprestò ugualmente ad acquistare questi poderi, ma non disponendo dei fondi necessari per la costruzione di una via di accesso si limitò ad aprire una segheria in quelle terre sperdute, cosicché si potessero trasportare a valle le lastre lavorate mediante l'impiego di muli. La qualità dei marmi estratti attirò l'attenzione dei maggiori imprenditori attivi nel settore e il Santini ormai vecchio decise di vendere i suoi possedimenti a Dalgas e alla Società D'Arni nata nel 1873 ad opera del professore lunigianese Cocchi. La stessa società l'anno successivo si impegnò nella costruzione della strada provinciale D'Arni, la cui realizzazione era indispensabile per il trasporto dei marmi che sarebbero stati estratti da questi agri marmiferi.

Con la scoperta dei marmi D'Arni terminò la fase di ricerca e per la Versilia si aprì un roseo periodo in cui il commercio degli stessi mantenne un andamento crescente, che venne interrotto in parte solo dall'alluvione del 1885⁴⁸ e dalla crisi dei primi anni 90 causata dalla politica protezionistica messa in atto dal governo italiano. Nonostante il verificarsi dei due eventi sopraccitati la domanda di marmo si riprese rapidamente e la produzione superò le 60.000 tonnellate⁴⁹ negli anni immediatamente precedenti lo scoppio della I° Guerra Mondiale.

Negli stessi anni per facilitare il trasporto dei lapidei, dai poggi caricatori alle segherie del fondovalle, vennero iniziati i lavori per la costruzione della T.E.V.⁵⁰ (Tramvia Elettrica Versiliese) che si conclusero nel 1926 con l'apertura del tratto Levigliani-Arni. Tornata la pace il commercio dell'oro bianco riprese a gonfie vele grazie anche al

⁴⁷ M. G. Chicca: Il marmo e l'oro, Meiattini Editore, Livorno, 1998, da pagg. 67 - 71.

⁴⁸ M. G. Chicca: Il marmo e l'oro, Meiattini Editore, Livorno, 1998, da pagg. 96 - 102.

⁴⁹ P. Jarvis: I paesaggi del marmo: uomini e cave delle Apuane, Marsilio, Venezia, 1994, da pagg. 218 - 221.

⁵⁰ A. Betti Carboncini: I treni del marmo: ferrovie e tramvie della Versilia e delle Alpi Apuane, Editrice trasporti su rotaie, Brescia, 1984, da pagg. 118 - 144.

processo di svalutazione a cui era sottoposta la nostra moneta, ma malgrado ciò il clima in Versilia rimase incandescente a causa delle rivendicazioni salariali dei cavaatori che sfociarono in una sommossa popolare nel 1920. Con la presa del potere da parte del partito Fascista si risolse col pugno di ferro il problema delle agitazioni e la produzione di marmo in poco tempo raddoppiò toccando la punta massima nel 1926, anche se buoni risultati vennero raggiunti ancora fino al 29 nonostante il consolidamento della Lira a quota 90. Parallelamente a tali avvenimenti la ditta Henraux si trasformò in società per azioni e vendette la maggioranza del pacchetto azionario ad una società belga, scompariva così l'impresa che aveva contribuito in modo preponderante allo sviluppo del settore lapideo versiliese nel corso dell'ottocento.

A seguito dell'avvento della crisi americana degli anni 30, anche in Versilia si venne a creare un clima assai sfavorevole, che portò ad un brusco calo della domanda di lapidei. Per cercare di fronteggiare la grave situazione il governo fascista impose ai costruttori edili di utilizzare il marmo nella misura del 5 % in ogni edificio pubblico di nuova costruzione. Effettivamente tale provvedimento migliorò in parte la condizione dell'industria marmifera versiliese, ma i suoi frutti vennero ben presto mangiati dallo scoppio della II° Guerra Mondiale, infatti durante gli anni del conflitto la coltivazione e il commercio dei lapidei furono del tutto inesistenti. Cessate le ostilità e superato il clima di instabilità post-bellico, la domanda e la produzione di marmo riacquistarono le proprie tonalità, cosicché già nella metà degli anni 50 si raggiunse nuovamente una dimensione economica pari a quella massima toccata nel 26. Allo stesso tempo il paesaggio versiliese divenne oggetto di un rapido processo di cambiamento dovuto all'entrata in attività di pale gommate, cingolate, camions, ecc, che permisero la costruzione delle strade di arroccamento, mediante le quali fu possibile raggiungere direttamente i piazzali di cava. Le nuove metodologie di trasporto ebbero anche altre conseguenze, infatti, da un lato accelerarono il processo di estrazione e resero antieconomica l'attività della T.E.V. che venne smantellata nel 1951, e dall'altro portarono ad una selezione dei siti estrattivi, la quale favorì le cave più direttamente accessibili dalla viabilità esistente o quelle in cui la qualità e la quantità dei marmi rendesse conveniente l'apertura di una strada. Gli anni che seguirono videro l'industria estrattiva versiliese prima superare le 100.000 tonnellate negli anni 60, poi raggiungere le 180.000 tonnellate nella metà degli anni 80⁵¹. I dati più recenti mostrano, però, un

⁵¹ P. Jervis: I paesaggi del marmo: uomini e cave delle Apuane, Marsilio, Venezia, 1994, da pagg. 218 - 221.

inversione di tendenza con una produzione che si è dimezzata rispetto a quella massima registrata appunto negli anni 80.

1.1.4 Nascita e crescita dell'industria marmifera nelle valli della Garfagnana

L'industria lapidea garfagnina muove i suoi primi passi ad inizio 900 nonostante che la presenza di ricchi giacimenti marmiferi fosse già conosciuta dalla seconda metà del 700, come dimostrano alcune descrizioni del Pacchi contenute nel libro “ Ricerche Istoriche sulla provincia di Garfagnana ” edito nel 1785.

Il tardivo sviluppo dell'escavazione in queste terre dipese da molteplici fattori, in primo luogo la carenza di un sistema viario efficiente che avrebbe reso il trasporto molto più costoso rispetto a quello sostenuto nelle altre zone delle Apuane, in secondo la posizione dei bacini marmiferi che erano collocati ad alta quota all'interno della catena Apuana, in terzo il completo disinteresse dei comuni proprietari degli agri marmiferi ed infine la forte opposizione della popolazione locale la quale temeva che l'apertura delle cave potesse arrecare danno ai ricchi pascoli alpini, fonte primaria di sostentamento per i bovini e gli ovini che vi venivano allevati. Verso la fine dell'ottocento parte di queste problematiche trovarono soluzione, infatti da un lato furono intrapresi i lavori per la costruzione della ferrovia Lucca-Aulla e vennero costruite alcune strade comunali, mentre dall'altro i comuni interessati manifestarono una maggiore attenzione nei confronti del settore lapideo, anche perché dall'affitto delle cave avrebbero ottenuto le risorse necessarie per pagare i debiti contratti a seguito della messa in attività delle nuove vie di comunicazione. Createsi anche in Garfagnana condizioni favorevoli per la nascita dell'industria estrattiva, il comune di Minacciano nel Maggio del 900 decise di affittare per 29 anni tutti i bacini marmiferi presenti nel suo territorio alla Società Marmifera di Minacciano⁵², la quale si impegnava a costruire una nuova strada fra Gramolazzano e Gorfigliano e a tenere aperte le cave per sei mesi all'anno impiegando non meno di 50 cavatori. Nello stesso anno anche il comune di Vagli stipulò un compromesso per l'affitto delle sue cave con il marchese Giromi Lisci⁵³, il quale entro due anni avrebbe dovuto decidere se recedere dal contratto o se renderlo definitivo. Nell'Aprile dell'anno successivo si verificò un avvenimento assai importante, infatti la Società Marmifera di Minacciano convocò l'assemblea dei soci e decise di: aumentare il

⁵² C. Giorgetti: Gli albori dell'industria marmifera in Garfagnana, Topografia Ciscra, Rovigo, 1979, da pagg. 52 - 58.

⁵³ C. Giorgetti: Gli albori dell'industria marmifera in Garfagnana, Tipografia Ciscra, Rovigo, 1979, da pagg. 60 - 68.

capitale sociale ad 1.750.000 Lire, modificare la propria denominazione sociale in Società Marmifera Nord Carrara, acquistare i diritti sulle cave vagline dal marchese Giromi. La nuova società si impegnò subito nella costruzione delle infrastrutture necessarie per attivare l'escavazione dei marmi nei bacini di Acqua Bianca e Orto di Donna e di fatto vennero intrapresi i lavori per la realizzazione della via di comunicazione fra Gramolazzano e Gorfigliano e della Ferrovia Marmifera Nord Carrara⁵⁴, mentre il sito estrattivo di Arnetola entrò in attività solo nel 1906 a causa delle difficoltà sorte per il collegamento fra Vagli di Sopra e Vagli di Sotto. Da questo momento fino allo scoppio della I° Guerra Mondiale la produzione di marmo aumentò di anno in anno, quindi per velocizzare il trasporto fino alla stazione di Bagni di Lucca⁵⁵ accanto ai carri trainati da coppie di buoi entrarono in attività le Ciabattone.

L'inizio delle ostilità mise in ginocchio la neonata industria lapidea garfagnina, la cui produzione quasi scompare per tornare ad avere una dimensione economica significativa solo nei primi anni 20. Contemporaneamente a ciò la Società Marmifera Nord Carrara viste le difficoltà del settore decise di cedere la maggioranza del pacchetto azionario alla Montecatini, la quale chiuse alcune cave preferendo acquistare per le sue segherie di Viareggio i marmi provenienti dai depositi carraresi. Malgrado tale inconveniente la produzione continuò a crescere fino al 1929 quando si toccò la punta massima di circa 45.000 tonnellate⁵⁶. Dall'anno successivo infatti si fecero sentire i sintomi della crisi americana e la domanda di marmo si ridusse rapidamente toccando il fondo nel 1933. Onde evitarne il collasso il regime fascista impose a tutti i costruttori edili l'impiego del marmo nella misura del 5 % in ogni nuovo edificio pubblico di nuova costruzione. Tale provvedimento che migliorò leggermente la situazione fu del tutto vanificato dallo scoppio della II° Guerra Mondiale, infatti durante gli anni del conflitto la produzione di materia prima quasi scomparve. Cessate le ostilità il settore lapideo garfagnino stentava a riprendersi e la Montecatini annunciò di voler rimanere attiva solo nel campo della trasformazione⁵⁷. L'abbandono dell'escavazione da parte di

⁵⁴ Era una linea ferroviaria a scartamento ridotto lunga circa 11 km che collegava i bacini di Acqua Bianca con il poggio caricatore di Nicciano, da dove i marmi caricati su carri romani venivano trasportati alla stazione di Bagni di Lucca. Essa rimase in attività fino al 1947 anno in cui venne smantellata perché divenuta antieconomica.

⁵⁵ Da questa stazione i lapidei estratti venivano inviati al deposito di Viareggio dove sostavano in attesa di essere trasportati o alle segherie della zona o al pontile caricatore di Forte dei Marmi.

⁵⁶ P. Jervis: I paesaggi del marmo: uomini e cave delle Apuane, Marsilio, Venezia, 1994, da pagg. 218 - 221

⁵⁷ G. Andreazzoli: La zona Apuana del marmo dal 1945 al 1976, Regione Toscana, Firenze, 1987, da pagg. 61 - 77.

questo colosso avrebbe portato, però, alla chiusura di tutte le cave presenti nei due comuni interessati dall'escavazione, per cui venne studiato un piano che consentisse sia il disimpegno della società sia la sopravvivenza dell'attività di estrazione. Nacquero così diverse cooperative di cavaatori che presero in affitto al settimo le cave dalla Montecatini, la quale a sua volta si impegnava ad acquistare la maggior parte della loro produzione.

Superate queste vicissitudini la produzione cominciò nuovamente a crescere grazie anche alla forte meccanizzazione in atto, che permise la costruzione delle strade di arroccamento velocizzando il trasporto della materia prima. Da questo momento, malgrado le vicende societarie che ebbero come protagonista la Montecatini⁵⁸, la produzione crebbe fino a raggiungere la punta massima di circa 100.000 tonnellate negli anni 80⁵⁹.

1.2 LA DIMENSIONE ECONOMICA

Terminata l'analisi storica risulta utile tracciare un quadro complessivo riguardo la produzione e commercio dei lapidei e più in particolare dei marmi. I dati recenti di cui si dispone sono riferiti all'anno 2003 e prendono in considerazione da un lato, la produzione della materia prima a livello internazionale, nazionale e nel comprensorio oggetto di studio e dall'altro, i principali paesi importatori ed esportatori di marmi e graniti sia grezzi che lavorati.

Numerosi sono stati gli accadimenti che hanno caratterizzato l'inizio del III millennio la tragedia dell'undici settembre, la guerra in Afghanistan, la questione irachena che ha spinto gli Stati Uniti e l'Inghilterra a dichiarare guerra a questo paese, la nascita della moneta unica, ecc, i quali hanno sicuramente avuto riflessi negativi sull'economia mondiale.

Tali vicende in realtà hanno influito relativamente poco sul settore lapideo che al contrario ha ampliato la propria dimensione. Questo processo in realtà non ha visto andare tutti nella medesima direzione, infatti la geografia della crescita è stata fortemente localizzata in certe aree. Si è così assistito alla riconferma di quella modalità

⁵⁸ Nel 1967 la Montecatini si fonde con la Edison dando vita alla Montedison che si interessa al settore lapideo mediante la Montedison Marmi. Nel 1974 in sostituzione dell'azienda precedente menzionata vengono create due nuove società, la Imeg con capitale pubblico dell'Egam che acquisisce gli stabilimenti di trasformazione e la Sam con pacchetto azionario ripartito fra la stessa Imeg (65%) e l'industriale Caruso (35%) la quale assume il controllo del settore estrattivo. Infine nel 1977 a seguito dello scioglimento dell'Egam la Imeg entra a far parte della Sanin, società del gruppo Eni.

⁵⁹ P. Jervis: I paesaggi del marmo: uomini e cave delle Apuane, Marsilio, Venezia, 1994, da pagg. 218 - 221.

di sviluppo che vede alcuni paesi affermarsi in forza dei loro prezzi e delle potenzialità produttive sia di materia prima che di prodotti finiti.

Tutto ciò trova un'ulteriore conferma se guardiamo alla TAB. 1, la quale evidenzia dal lato della produzione la presenza di nuove realtà esplosive come la Cina, L'India, la Turchia, il Brasile, l'Iran, ecc, che affiancano ed entrano in diretta concorrenza con quei paesi più tradizionalmente presenti nel settore fra cui l'Italia, la Spagna, il Portogallo, la Grecia, la Francia, gli Stati Uniti, ecc.

TAB. 1 - Produzione internazionale di grezzo in tonnellate

PAESI	PRODUZIONE	%
Cina	18.000.000	23,16%
Italia	10.184.403	13,10%
India	10.000.000	12,87%
Iran	9.500.000	12,22%
Spagna	7.616.000	9,80%
Turchia	3.150.000	4,05%
Brasile	3.100.000	3,99%
Portogallo	2.924.128	3,76%
Grecia	2.000.000	2,57%
Egitto	1.500.000	1,93%
Usa	1.300.000	1,67%
Francia	1.250.000	1,61%
S. Africa	1.000.000	1,29%
Messico	1.000.000	1,29%
Arabia S.	700.000	0,90%
Polonia	554.600	0,71%
Austria	500.000	0,64%
Finlandia	350.000	0,45%
Norvegia	325.000	0,42%
Altri	1.949.071	2,51%
Totale	77.725.952	100,00%

FONTE: Stone Sector, 2003

I cambiamenti che si sono verificati in questo settore hanno portato l'Italia a perdere la leadership a favore della Cina che da sola copre il 23,16 % della produzione totale. Il nostro paese mantiene comunque una dimensione economica significativa con una produzione grezza che contribuisce al 13,10 % di quella mondiale, ed è seguito da vicino dall'India (12,87 %), dall'Iran (12,22 %) e dalla Spagna (9,80 %). Le realtà sopraccitate coprono da sole il 71,15 % della produzione mondiale.

Relativamente all'anno 2003 sono riportati anche i dati pertinenti all'entità dei commerci internazionali di marmi e graniti sia grezzi che lavorati e le TAB. 2 e 3 ci

offrono un quadro generale circa i principali paesi importatori ed esportatori di tali materiali.

TAB. 2 - Import internazionale marmi e graniti in tonn. (grezzo + lavorati)

PAESI	MARMO	GRANITO	TOTALE	%
Cina	1.265.900	1.240.900	2.506.800	13,80%
Italia	450.214	1.753.654	2.203.868	12,13%
Usa	708.780	1.497.320	2.206.100	12,14%
Corea S.	173.780	1.273.310	1.447.090	7,96%
Taiwan	139.040	1.113.850	1.252.890	6,90%
Spagna	296.270	731.130	1.027.400	5,65%
Giappone	82.280	1.429.530	1.511.810	8,32%
Germania	77.060	789.080	866.140	4,77%
Francia	78.080	275.260	353.340	1,94%
Regno U.	51.770	531.720	583.490	3,21%
Hong K.	128.210	128.940	257.150	1,42%
Belg-Lux	84.790	350.390	435.180	2,39%
Portogallo	29.840	237.170	267.010	1,47%
Polonia	23.500	372.980	396.480	2,18%
Austria	18.620	114.110	132.730	0,73%
Grecia	160.150	55.470	215.620	1,19%
Libano	113.440	66.210	179.650	0,99%
Giordania	85.210	223.318	308.528	1,70%
Singapore	39.580	33.970	73.550	0,40%
Altri	175.670	1.685.000	1.860.670	10,24%
Totale	4.267.444	13.903.212	18.170.656	100,00%

FONTE: Stone Sector, 2003

Dall'analisi della TAB. 2 si nota come nel campo delle importazione ricoprono un ruolo di primaria importanza sia alcuni vecchi attori fra cui gli Usa (12,14 %), l'Italia (12,13 %), il Giappone (8,3 %), la Spagna (5,65 %), la Germania (4,8 %), ecc, che nuovi fra i quali la Cina (13,80 %), la Corea Del Sud (7,96 %), Taiwan (6,9 %), ecc.

Dall'osservazione della TAB. 3 si evince invece che nel settore delle esportazioni ricoprono un ruolo assai rilevante sia i paesi del vecchio continente attivi già da molti anni come l'Italia (15,44 %), la Spagna (6,48%), il Portogallo (3,43 %), il Belgio-Lux (1,84 %), la Grecia (1,77 %), ecc, ma anche quelli nuovi entranti come la Cina (35,67 %), l'India (9,42 %), il Sud Africa (4,18 %), che ottengono i migliori risultati nel commercio dei graniti e la Turchia (7,05 %), l'Iran (1,63 %) i quali raggiungono buone performance nel commercio dei marmi.

TAB. 3 - Export internazionale marmi e graniti in tonn. (grezzo + lavorati)

PAESI	MARMO	GRANITO	TOTALE	%
Cina	234.780	7.072.550	7.307.330	35,67%
Italia	2.095.178	1.068.570	3.163.748	15,44%
India	171.440	1.757.820	1.929.260	9,42%
Turchia	1.247.470	197.220	1.444.690	7,05%
Spagna	760.030	567.390	1.327.420	6,48%
Portogallo	279.940	423.210	703.150	3,43%
Grecia	333.580	29.800	363.380	1,77%
Usa	72.840	173.070	245.910	1,20%
Germania	57.230	154.300	211.530	1,03%
Belg-Lux	116.570	260.600	377.170	1,84%
Iran	306.487	26.873	333.360	1,63%
Sud Africa	1.150	854.130	855.280	4,18%
Finlandia	130	346.620	346.750	1,69%
Norvegia	3.620	315.230	318.850	1,56%
Svezia	370	293.290	293.660	1,43%
Francia	15.840	97.490	113.330	0,55%
Hong Kong	53.310	62.120	115.430	0,56%
Messico	43.270	34.060	77.330	0,38%
Altri	113.853	819.047	932.900	4,55%
Totale	5.931.488	14.553.390	20.484.878	100,00%

FONTE: Stone Sector, 2003

Abbiamo poi la TAB. 4 che presenta indicazioni dettagliate circa l'entità dei traffici italiani, fornendoci dei dati riguardanti le importazioni e le esportazioni di marmi e graniti sia lavorati che in blocchi e lastre.

TAB. 4 - Import-Export nazionale di marmi e graniti in tonn. (grezzo + lavorati)

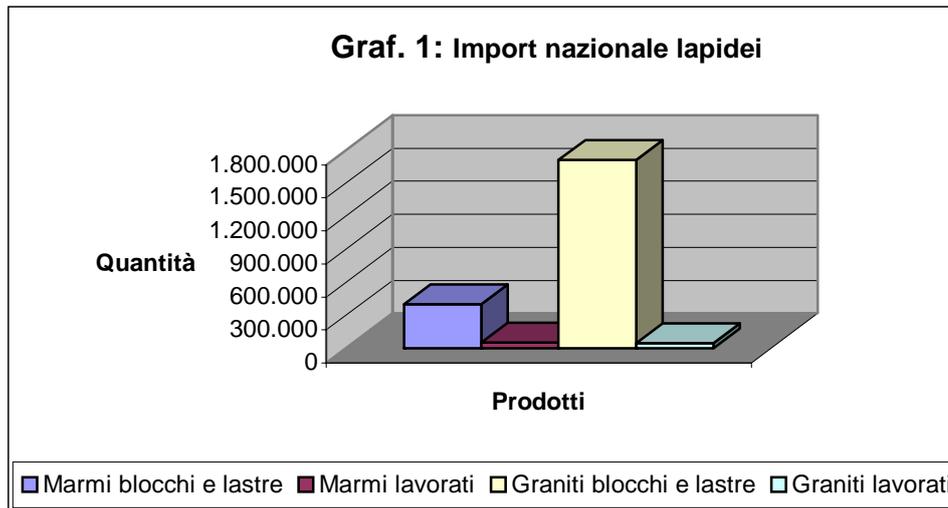
PRODOTTI	IMPORT	EXPORT
marmo blocchi e lastre	398.258	761.426
marmi lavorati	51.956	1.333.752
sub totale marmo	450.214	2.095.178
granito blocchi e lastre	1.708.934	165.926
graniti lavorati	44.720	902.644
sub totale granito	1.753.654	1.068.570
totale	2.203.868	3.163.748

FONTE: Stone Sector, 2003

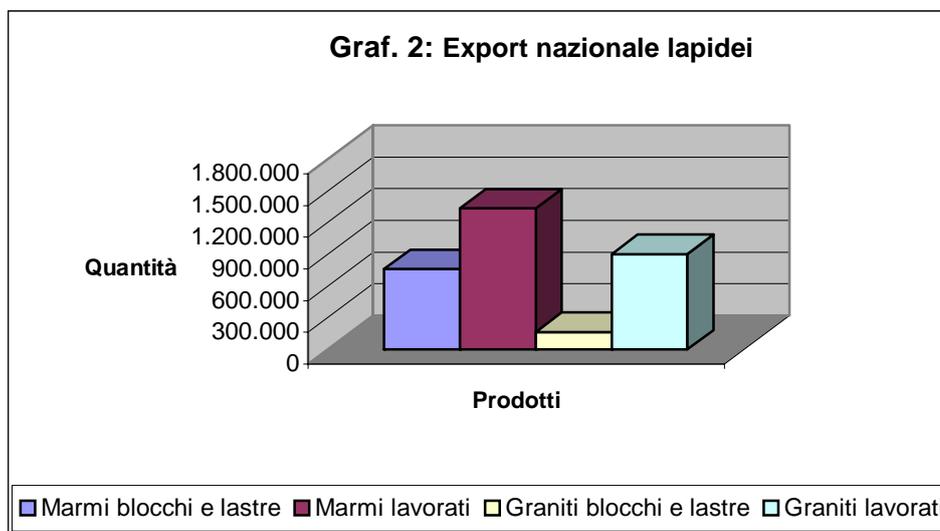
Dal lato dell'importazioni si nota come l'import dei lapidei lavorati abbia scarsa rilevanza, mentre assume un certo peso quello inerente i marmi e graniti sia grezzi che in lastre, anche se poi sono questi ultimi a fare la parte del leone. Per quanto attiene le esportazioni viene subito all'occhio che esse risultano essere di modesta entità se ci

riferiamo ai marmi e graniti in blocchi e lastre, mentre se guardiamo ai prodotti lavorati l'export risulta assai elevato.

Tutto ciò trova un'ulteriore conferma se si osservano le due rappresentazioni grafiche dei dati riportati in TAB. 4.



FONTE: Rielaborazione su dati Stone Sector, 2003



FONTE: Rielaborazione su dati Stone Sector, 2003

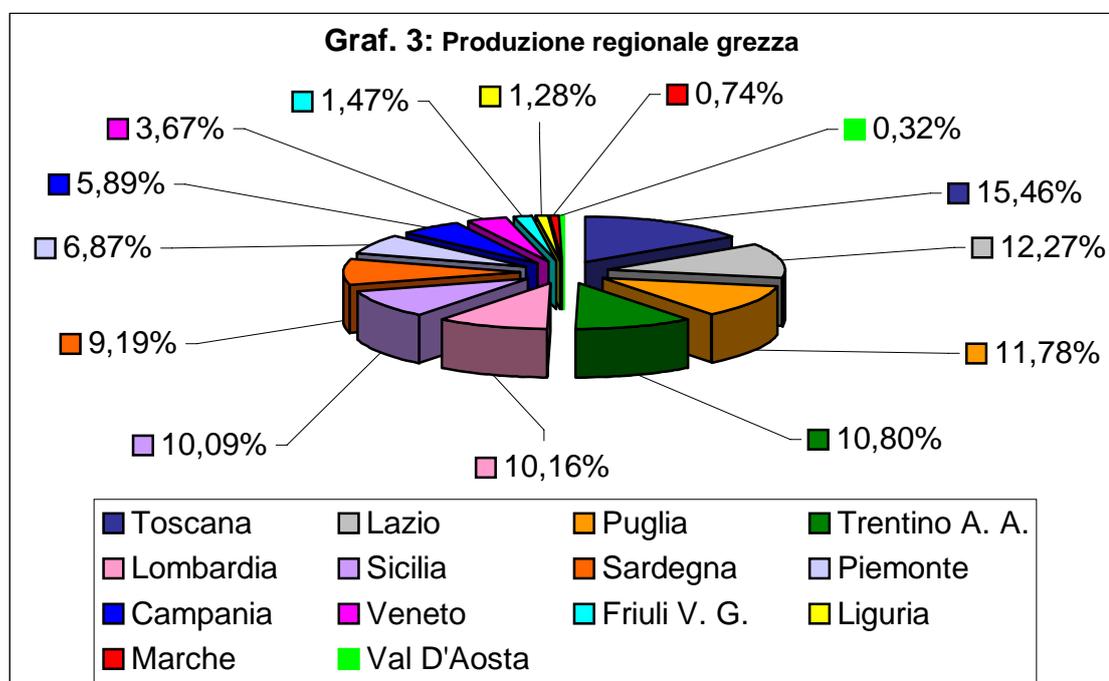
Terminata l'analisi a livello internazionale e nazionale risulta utile tracciare un quadro complessivo circa la localizzazione della produzione nelle diverse regioni italiane. I dati inerenti tale argomentazione vengono riportati in TAB. 5. Da essi emerge chiaramente la posizione leader della Toscana che da sola contribuisce con 1,575 milioni di tonnellate al 15,46 % della produzione totale. Tuttavia presentano una

dimensione economica significativa anche altre regioni fra le quali il Lazio (12,27%), la Puglia (11,78 %), il Trentino Alto A. (10,80 %), la Lombardia (10,16 %), la Sicilia (10,09 %), la Sardegna (9,19 %), ecc.

TAB. 5 - Produzione italiana di grezzo in tonn.

REGIONI	PRODUZIONE	%
Toscana	1.575.000	15,46%
Lazio	1.250.000	12,27%
Puglia	1.200.000	11,78%
Trentino A.A.	1.100.000	10,80%
Lombardia	1.035.000	10,16%
Sicilia	1.027.980	10,09%
Sardegna	935.500	9,19%
Piemonte	700.000	6,87%
Campania	600.000	5,89%
Veneto	373.523	3,67%
Friuli V. G.	150.000	1,47%
Liguria	130.000	1,28%
Marche	75.000	0,74%
Val D'Aosta	32.400	0,32%
Totale	10.184.403	100,00%

FONTE: Stone Sector, 2003



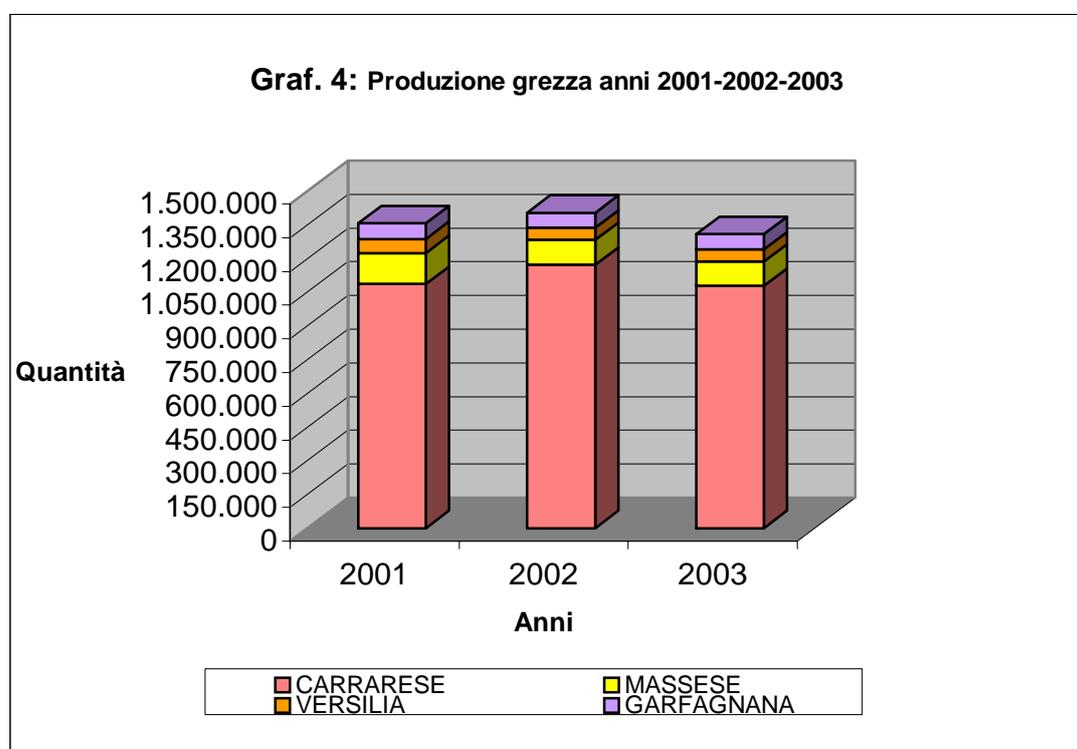
FONTE: Rielaborazione su dati Stone Sector, 2003

Abbiamo infine la TAB. 6 che pone in evidenza la quantità di marmo estratta negli anni 2001, 2002, 2003, nella regione Apuana

TAB. 6 - Produzione di grezzo zona Apuana in tonnellate

ANNI	CARRARESE	MASSESE	VERSILIA	GARFAGNANA	TOTALE
2001	1.087.393	137.110	62.286	70.000	1.356.789
2002	1.171.966	111.610	52.547	66.983	1.302.996
2003	1.079.145	105.975	55.473	67.000	1.307.593

FONTE: Elaborazione camera di commercio Massa-Carrara su dati regione Toscana servizio attività produttive.



FONTE: Rielaborazione dati camera di commercio Massa-Carrara

Dall'analisi di tali dati si nota subito come la produzione abbia mantenuto un andamento costante in Versilia e Garfagnana, mentre quella massese e carrarese sono state soggette a maggiori oscillazioni. Malgrado ciò la quantità di marmo estratta è sempre rimasta sopra a 1,3 milioni di tonnellate.

Se prendiamo in considerazione i dati relativi all'anno 2003 risulta chiaro ed evidente che dai giacimenti carraresi si è ottenuto l'82 % del marmo complessivamente scavato in tutto il comprensorio. Allo stesso tempo essi ci consentono, mediante l'applicazione di semplici operazioni matematiche, di valutare l'incidenza della produzione lapidea

Apuana sia a livello nazionale che regionale. I risultati evidenziano come il comprensorio Apuo-Versiliese contribuisca all'83 % della produzione regionale e al 12,8 % di quella nazionale.

CAPITOLO II

LA MATERIA PRIMA: CARATTERISTICHE QUALITATIVE E PRESTAZIONALI

2.1 CLASSIFICAZIONE DELLE ROCCE E LORO PRINCIPALI CARATTERISTICHE

2.1.1 Cenni sulla classificazione delle rocce

Con il termine roccia si indicano quegli aggregati minerali che in forma di masse geologicamente indipendenti costituiscono parte integrante della litosfera o crosta terrestre⁶⁰. Nella maggior parte dei casi esse sono eterogenee cioè formate da un aggregato di due e più minerali di diversa natura, mentre assai meno frequente è la presenza di rocce omogenee composte da un unico minerale. Queste ultime in realtà non hanno un'omogeneità assoluta, infatti oltre al minerale principale ve ne sono altri presenti in piccole quantità osservabili solo mediante analisi di laboratorio.

Le rocce in funzione della grandezza dei cristalli che le compongono si distinguono in: macrocristalline, quando questi sono ben visibili ad occhio nudo come nei marmi e microcristalline, nel caso in cui essi siano individuabili solo con lente o microscopio come nei serpentini. Un'ulteriore classificazione può essere fatta in base alla loro origine e allora esse si distinguono in eruttive, sedimentarie e metamorfiche.

Le prime sono di origine interna e risultano dalla consolidazione in seguito a raffreddamento di masse fluide, ad altissima temperatura, provenienti da regioni più o meno profonde della terra, che vengono spinte all'esterno attraverso le masse rocciose solide della litosfera. In molti casi l'origine eruttiva è chiara, mentre in altri risulta assai meno evidente e non può essere dimostrata se non mediante un'attenta osservazione della massa rocciosa, ma anche dei suoi rapporti con le masse circostanti e dei cambiamenti che essa vi ha determinato. Tali rocce a loro volta si distinguono in intrusive, il cui raffreddamento avviene lentamente a grande profondità all'interno della crosta terrestre così da favorire la presenza di agenti volatili quali vapore acqueo, anidride carbonica, ecc, che portano ad una buona cristallizzazione dei minerali presenti. Abbiamo poi le rocce effusive, il cui consolidamento che avviene in superficie è così rapido da portare alla perdita degli agenti volatili così da rendere meno efficiente

⁶⁰ E. Artini: Le rocce, Hoepli, Milano, 1952

il processo di cristallizzazione. Le tipologie di rocce eruttive sopra descritte si distinguono ulteriormente in: acide, composte da quarzo, feldspati, feldspatoidi ed elevate quantità di silice e alluminio; basiche, caratterizzate da miche bruna, anfiboli, pirosseni, olivina e silicati di ferro e magnesio; neutre, le quali presentano quantità mineralogiche intermedie.

Le rocce sedimentarie devono la loro nascita a fenomeni prettamente esogeni, infatti gli elementi che le compongono derivano dallo sfacelo di pietre più antiche generato dagli agenti atmosferici. Successivamente questi materiali si depositarono come sedimenti in seno alle acque (depositi marini, lacustri e fluviali) o all'atmosfera (depositi eolici) formando degli strati sovrapposti. Le parti costituenti tali rocce sono quindi allotigene, se derivanti da frammenti disgregatesi meccanicamente ovvero autigene, se formatesi in posto in seguito della cristallizzazione o precipitazione di sostanze disciolte nelle acque o se derivanti dall'accumulo di spoglie di organismi viventi che fecero da agenti fissatori. Esse si suddividono in clastiche, chimiche e organogene. Le prime derivano dall'unione di frammenti di rocce diverse che furono trasportate in luoghi più o meno lontani dalle acque, dai ghiacciai e dal vento. A seconda della grandezza di queste particelle vengono distinte in: pselitiche, se gli elementi che le compongono sono grossolani; psammitiche, se costituite da materiale di media grandezza; peliche, se caratterizzate da componenti finissimi. Le seconde prendono genesi da sostanze disciolte che possono depositarsi per precipitazione o evaporazione del solvente, mentre quelle peliche traggono origine dall'accumulo nel fondo dei mari, laghi e paludi, di organismi animali e vegetali morti. Le ultime due tipologie di rocce sedimentarie sopracitate si distinguono ancora in calcaree, silicee, solfate e dolomitiche.

Abbiamo infine le rocce metamorfiche che per la loro natura mineralogica e chimica si avvicinano talvolta a quelle eruttive e altre volte a quelle sedimentarie. La loro caratteristica principale è data dalla presenza di una struttura scistosa, derivante dalla disposizione assunta dagli elementi lamellari e fibrosi che rendono la roccia più o meno fissile, cioè facilmente divisibile secondo uno schema di piani tra loro paralleli. Questa proprietà assieme alla cristallinità dei componenti mineralogici hanno reso ad esse anche il nome di scisti cristallini. Queste si distinguono a loro volta in: ortoscisti; se di origine magmatica, parascisti; se derivanti da rocce sedimentarie, metascisti; se sono presenti entrambe le tipologie appena citate. Le rocce magmatiche e sedimentarie per divenire metamorfiche hanno subito una profonda trasformazione, sia nella composizione chimica che nella struttura, dovuta a processi di natura termica, chimica e

meccanica. Le azioni di termometamorfismo possono essere limitate al semplice effetto della temperatura e portano allora alla sola cristallizzazione della roccia, ovvero esplicitarsi in modo più profondo mediante l'apporto di materia (metamorfismo per iniezione). Si parla inoltre di metamorfismo di carico meccanico quando il cambiamento è generato dalle pressioni che uno strato di roccia superiore può esercitare, mano a mano che aumenta la sua potenza⁶¹, su quello inferiore. Di solito assieme al processo di carico si ha sempre un aumento di temperatura. Quando invece la compressione è dovuta a sollecitazioni dinamiche che presiedono il dislocamento delle formazioni geologiche si parla di dinamometamorfismo.

Il marmo appartiene appunto alla categoria delle rocce metamorfiche.

2.1.2 Le principali proprietà tecniche delle rocce

Una volta classificate le rocce è utile svolgere un'analisi chimica delle stesse al fine di individuare gli elementi che le compongono, cosicché sia possibile trarre utili indicazioni circa l'uso che si può farne. Le principali caratteristiche che ci interessano sono⁶²:

- Peso volume e peso specifico: il primo è dato dal rapporto fra il peso espresso in grammi di una data quantità di materiale precedentemente seccata a 110° C e il suo volume in cmc (centimetri cubici). Il secondo deriva dal rapporto fra il peso in grammi di una certa quantità di materiale seccata a 110° C e ridotta in polvere in modo tale da non lasciare residui su uno staccio da 900 maglie per cmq (centimetri quadrati) e il volume dello stesso misurato con un volumometro. Il rapporto fra queste due entità ci consente valutare il grado di compattezza, mentre la percentuale dei vuoti rispetto al volume totale della roccia ci permette di individuare il coefficiente di porosità.
- Coefficiente di inibizione: è la quantità massima di acqua assorbita dal materiale lapideo quando viene immerso completamente nella stessa. Si calcola facendo il rapporto fra la differenza dei pesi di un provino di roccia saturo d'acqua (Pa) e uno allo stato asciutto (P), ed il peso dello stesso provino asciutto (P). Tale coefficiente è assai importante perché una roccia può aumentare o diminuire il suo grado di resistenza a compressione in funzione del grado di inzuppamento.

⁶¹ Con tale termine si intende lo spessore verticale che una roccia può raggiungere.

⁶² A. Consiglio: Il marmo: proprietà, escavazione, lavorazione impiego, Edit, Milano, 1964, da pagg. 19 - 37.

- Resistenza a compressione: la prova viene fatta su 4 cubetti di 7,1 cm di lato dopo la loro inibizione in acqua. I provini devono risultare accuratamente spianati sulle facce per avere uniformità nello sforzo di compressione. Il carico dovrà salire con una velocità non superiore a 20 kg/cmq. La prova può essere eseguita con un carico agente in senso perpendicolare o parallelo al piano di divisibilità della roccia. Nei marmi di Carrara tale resistenza è compresa fra 1000 e 1400 kg/cmq.
- Resistenza a flessione: si esprime in kg di tensione ideale per cmq e si determina su lastre appoggiate alle due estremità e caricate nel mezzo, oppure su lastre libere ad un estremo e incastrate a mensola nell'altro che vengono caricate uniformemente. Questa prova ci permette di valutare l'attitudine di un materiale ad essere impiegato per scale a sbalzo o a massello. Nei marmi essa è generalmente bassa e si aggira fra 140 e 190 kg/cmq.
- Resistenza all'urto: è una prova che interessa il materiale in lastre destinato alla pavimentazione e consiste nel lasciar cadere una palla di ghisa pesante 1 kg da un'altezza di due metri, su un provino di spessore 5 volte maggiore di quello della lastra, che viene poggiato su un letto di sabbia di 10 cm di spessore.. Alla fine si osserva se si ha o meno la rottura del provino.
- Resistenza all'usura: è una prova che viene fatta su un provino di 7,1 cm di lato, sottoposto all'azione di sfregamento mediante l'impiego di sabbia silicea avente una grana compresa fra 0,5 e 1 mm. Quest'ultima è scagliata utilizzando, una specifica apparecchiatura, contro il provino con una pressione pari a 300 g/cmq. Alla fine si valuta la riduzione di spessore dello stesso. Tale esame ci consente di stabilire l'uniformità strutturale, la grana, le venature ed eventuali difetti del materiale oggetto di analisi.
- Durevolezza: è la capacità del materiale di resistere agli agenti atmosferici, per cui devono essere durevoli soprattutto quelle pietre usate per i rivestimenti architettonici esterni. L'attacco di tali agenti può essere di natura chimica, organica e meccanica. Nel primo caso i principali elementi attivi sono l'acqua e l'ossigeno i quali possono portare alla gessificazione, oppure nel caso in cui nella roccia fossero presenti alcuni minerali, come ad esempio i cristalli di pirite, potrebbero generare delle macchie superficiali deturpanti. L'azione organica è sviluppata da muschi e licheni che si attaccano alla roccia deformandone l'aspetto estetico, inoltre essi creano con le radici delle microfessure aprendo la strada agli agenti fisici. L'azione meccanica deriva dalla dilatazione termica generata sia per effetto del calore solare che per quello del gelo e del

disgelo. Per valutare la resistenza del materiale lapideo agli agenti atmosferici si sottopone lo stesso alla prova di gelività che consiste nell'assoggettare 4 cubetti a diverse esami. In primo luogo i campioni vengono immersi in acqua ed introdotti in un frigorifero a -20° gradi per 3 ore e successivamente gli stessi sono immersi nuovamente in acqua a 35° gradi. terminate queste operazioni il materiale risulta non gelivo se sono del tutto assenti screpolature o lesioni e non si siano verificate perdite di peso. Affinché essa abbia carattere probatorio dovrà essere sempre associata alla prova di resistenza a compressione, e allora in questo caso il provino per essere dichiarato non gelivo non dovrà accusare una perdita di resistenza rispetto al provino allo stato naturale superiore al 20 %.

- Coefficiente di dilatazione termica: è data dalla variazione di lunghezza, espressa in mm, causata da uno sbalzo termico di 1° Centigrado.
- Modulo di elasticità lineare: si determina solitamente su provini aventi forma di parallelepipedo e lato di 5 cm oppure cilindrica con diametro di 7 cm che vengono sottoposti a compressione lungo il loro asse longitudinale. Dopodiché si effettuano una serie di misurazioni, che ci permettono di valutare la deformazione longitudinale verificatesi in corrispondenza dei diversi carichi. Il calcolo del modulo elastico è utile al fine di stimare il grado di stabilità e sicurezza di tutti gli elementi soggetti a sollecitazioni di carattere meccanico.
- Durezza: può essere intesa come l'attitudine di un corpo a lasciarsi scalfire, anche se nel nostro caso assume una panoramica assai più ampia perché si prendono in considerazione ulteriori parametri fra cui la segabilità, la resistenza all'usura, all'attrito, alla lavorabilità, ecc. In funzione della loro durezza le rocce vengono classificate in: tenere, se facilmente segabili con seghe a denti; semidure, se difficilmente segabili con seghe a denti; dure, se segabili con seghe lisce a sabbie quarzose; durissime, se segabili solo con graniglia di acciaio.
- Segabilità: essa è strettamente correlata alla durezza, basterà aggiungere in questo caso che rocce facilmente segabili possono presentare difficoltà di segatura per difetti di omogeneità.
- Scolpibilità: è l'attitudine di una roccia ad essere lavorata con lo scalpello. Sono requisiti sfavorevoli ad essa l'eccessiva durezza, i difetti di omogeneità, ecc. Nei lapidei tale caratteristica è stata e lo è ancora oggi molto importante visto il loro impiego nel campo della scultura. Per quanto attiene ai marmi quelli con una maggiore scolpibilità sono lo Statuario e il Bianco P.

- Lucidabilità: è la capacità delle rocce di essere portate a pulimento mediante operazioni di levigatura sempre più fini. Risultano più facilmente lucidabili le rocce omogenee, compatte e di media durezza, anche se sono quelle più dure che preservano meglio tale caratteristica
- Colore: è una qualità assai importante per i marmi in quanto ha una grande influenza nel determinare il valore mercantile degli stessi. In questo caso le rocce si distinguono in monocrome se aventi una tinta uniforme e policrome se costituite da colori diversi.
- Omogeneità: si possono definire tali le rocce costituite in tutta la loro massa da componenti aventi la stessa durezza. Tuttavia è possibile che ci possa essere una riduzione di tale caratteristica a causa della presenza di difetti come ad esempio moduli di silice.

TAB. 7 - Caratteristiche fisico-meccaniche dello Statuario Venato

Proprietà tecniche	Valori
Peso per unità di volume	2702 Kg / mc
Coefficiente di inibizione	0.12 %
Resistenza a compressione	1334 Kg / cmq
Resistenza a flessione	233 Kg / cmq
Resistenza all'urto	48.8 cm
Resistenza all'usura	5.79 mm
Coefficiente di dilat. termica	$6.4 \cdot 10^{-6}$ per C°
Modulo di elasticità lineare	766000 Kg / cmq

FONTE: Ertag

2.2 CENNI SULLA FORMAZIONE DEI MARMI

Nell'uso geologico il termine marmo⁶³ viene attribuito alle rocce calcaree a struttura eminentemente cristallina, che può essere saccaroide se a grana fine e salina se a grana grossa. La loro origine è stata caratterizzata da una complessa storia geologica che ha avuto inizio circa 220 milioni di anni fa⁶⁴, agli albori dell'era Mesozoica. A quell'epoca

⁶³ Accanto a questa accezione ve ne sono altre due che prendono a riferimento l'etimologia della parola. Per la prima tale termine deriva dal greco "Marmareos" ed individua qualsiasi roccia splendente, per cui oltre che ai marmi in senso geologico vengono compresi in questa classificazione anche i graniti, sieniti, porfidi, ecc. La seconda attribuisce questa terminologia alle sole rocce calcaree lucidabili, quindi non si considerano tali solo i marmi in senso geologico, ma anche i calcari di origine chimica come gli alabastri e i travertini ecc.

⁶⁴ F. Bradley: Alpi Apuane, Pacini Editore, Pisa, 1992, da pagg. 14 - 27.

la regione Apuana era pressoché pianeggiante e costituita in prevalenza dai resti di un'antichissima catena montuosa oramai smantellata dagli agenti atmosferici.

Su queste antiche rocce (Basamento Ercinico) cominciarono a depositarsi sedimenti costieri di un mare poco profondo comprendenti perlopiù materiale carbonatico, che nel corso di una 20 di milioni di anni dettero origine ad un'estesa piattaforma (Grezzoni). Successivamente la zona iniziò a sprofondare in mare fino a raggiungere una profondità tale da far sì, che la quantità di ossigeno presente sul fondale divenisse insufficiente per garantire la completa ossidazione delle sostanze organiche e dei sedimenti calcarei, cosicché al primo basamento se ne aggiunse un altro contenente residui biologici.

Verso la fine dell'era Mesozoica la profondità del mare diminuì e i depositi si fecero più grossolani. Il processo di accumulazione terminò circa 25 milioni di anni fa con la formazione dello Pseudomacigno, da cui avrebbe avuto origine la catena Apuana. Parallelamente alla formazione dei depositi apuani e lateralmente a questi si formarono quelli appenninici, che portarono alla nascita di una serie sedimentaria analoga a quella appena descritta.

Contemporaneamente alla fine del processo di deposito si manifestarono i primi movimenti della crosta terrestre, i quali indussero drammatici sconvolgimenti nel mare Apuano che favorirono l'emersione dei sedimenti formati nel corso di milioni di anni. Il fenomeno nella parte iniziale fu caratterizzato dalla presenza di forze di compressione laterali che determinarono il sovrascorrimento della serie sedimentaria Appenninica su quella Apuana. La forte pressione generata dalla massa sovrastante fu accompagnata anche da un elevato aumento della temperatura. La combinazione di queste due forze portò ad un profondo metamorfismo che mutò completamente la struttura delle rocce originarie, le quali si trasformarono in marmo. Successivamente alle forze laterali si sostituirono spinte verticali che portarono all'emersione della serie Apuana ormai metamorfosata, mentre la serie Appenninica scivolò per gravità nella posizione attuale, da dove più tardi affiorò l'Appennino Tosco-Emiliano.

2.3 LE DIVERSE TIPOLOGIE DI MARMO PRESENTI NEL TERRITORIO APUANO

Assai raramente i marmi intesi in senso geologico si presentano privi di pigmentazione⁶⁵ cioè composti da carbonato di calcio puro. Un esempio di rocce

⁶⁵ E' definita come l'insieme delle particelle finissime che modificano il colore bianco puro del carbonato di calcio.

ornamentali prive di questa caratteristica è dato dagli statuari Apuani infatti da un'analisi effettuata dallo studioso Mario Pieri⁶⁶ si ottennero i seguenti risultati:

UMIDITA'	0.24 %
SILICE	0.46 %
OSSIDO DI CALCIO	55.21 %
OSSIDO DI MAGNESIO	0.23 %
OSSIDI DI ALLUMINIO E FERRO	tracce
ANIDRIDE CARBONICA	43.64 %
TOTALE	99.80 %

Ne consegue che in questa circostanza il carbonato di calcio raggiunge il 98.60 % del totale. Al di là di alcuni casi particolari i marmi non sono costituiti solo da carbonato di calcio ma ad esso spesso si associano altre sostanze fra cui residui organici, argille, silice, composti di ferro e manganese, ecc, dalle quali dipende la colorazione assunta dai lapidei⁶⁷. Se nel marmo sono presenti residui organici carbonizzati allora il bianco del carbonato di calcio tende ad assumere una colorazione variabile dal grigio-azzurrognolo al grigio cenere, che può diventare nera se i residui carboniosi sono presenti in grandi quantità. Molto più comuni rispetto al caso precedente sono le tracce di natura argillosa, contenenti quasi sempre ferro sotto forma limonitica che da ai marmi una colorazione gialla. Se essi non contengono altri minerali come ad esempio la pirite allora possono essere utilizzati anche all'esterno, mentre nel caso opposto tale impiego è sconsigliato, in quanto questi composti venendo a contatto con gli agenti atmosferici portano alla formazione di macchie scure deturpanti. Allorché la temperatura a cui furono sottoposti questi materiali durante il processo di metamorfismo fosse risultata superiore a 200° gradi, allora la pigmentazione limonitica avrebbe portato ad avere marmi con tonalità variabili dal rosa al rosso. Gli ultimi due colori sopraccitati oltre che dalla pigmentazione limonitica possono derivare anche da quella ematitica, e allora in questo caso i marmi assumono una colorazione che va dal bianco rosato, al rosa, al rosso, al rosso sangue, al rosso tendente al violaceo quando comincia ad essere presente il manganese sotto forma di silicati. I marmi ematitici hanno una buona stabilità e non presentano il problema della formazione delle macchie per cui sono idonei anche per usi esterni. Il carbonato di calcio può avere infine una pigmentazione ferroso-cloritico-serpentinosa che fa assumere ai marmi una tonalità variabile dal bianco debolmente venato di verde, al verde oliva scuro. Appartengono a questa categoria i marmi cipollini.

⁶⁶ M. Pieri: I marmi d'Italia, Hoepli, Milano, 1958, pag. 261.

⁶⁷ M. Pieri: Pigmentazione e tonalità cromatica nei marmi, Hoepli, Milano, 1957.

Adesso è possibile procedere ad un'elencazione dei principali marmi oggetto di scavo nella regione Apuana⁶⁸ che sono:

- Statuario: marmo a struttura saccaroide a grana grossa di colore bianco avorio e di scarsa reperibilità che viene estratto in alcune cave di Carrara e della Versilia. Oltre alla qualità di Statuario Bianco Puro appena descritta esiste anche quella dello Statuario Venato, il quale differisce dal precedente in quanto presenta una colorazione bianco cerulea con venature grigie strette ed intense, derivanti da quantità infinitesime di pirite microcristallina. Essi trovarono largo impiego nelle epoche passate mentre ad oggi la loro produzione è assai più limitata, sia a causa dell'esaurimento di alcune vene marmifere che per la riduzione della domanda. I principali campi di impiego sono quello della scultura e dei pavimenti e rivestimenti interni ed esterni di lusso.
- Bianco P: marmo a struttura saccaroide a grana uniforme e compatta che può assumere una colorazione bianca tendente al ceruleo-latteo, oppure bianca con venature e rada macchiettatura. Nel primo caso (Bianco P di Prima Qualità) si ha un marmo molto simile allo statuario che risulta idoneo ad essere impiegato nella scultura, mentre nel secondo (Bianco P di Seconda Qualità) abbiamo un materiale non adatto alla scultura ma che può essere utilizzato in pavimenti e rivestimenti di lusso. Esso presenta una reperibilità limitata ed è estratto nelle cave di Massa dove venne valorizzato da Puissant verso la fine dell'ottocento.
- Bianchi Chiari di Carrara: marmi a struttura saccaroide uniforme a grana fine e compatta di colorazione bianca più o meno accesa, accompagnata da venature e macchie di diversa natura a seconda del luogo di estrazione. Appartengono a questa ampia categoria diverse tipologie di marmi fra cui: Bianco Carrara Unito B; è quello di qualità più pregiata con una tonalità bianco perlacea, la quale lo rende utilizzabile sia nel campo della scultura che nei pavimenti e rivestimenti interni ed esterni, Bianco Chiaro C; marmo la cui pasta è considerata di qualità meno pregiata rispetto a quella del precedente, in quanto la sua tinta è accompagnata da piccole venature. Tale marmo è assai diffuso e viene impiegato soprattutto nei pavimenti e rivestimenti, ma anche in piccole opere monumentali, Bianco Chiaro D; rappresenta la qualità meno apprezzata sul mercato, in quanto la sua pasta di colore bianco-azzurrognola è oltrepassata da venature e piccole macchie nere. Viste le sue caratteristiche trova impiego solo nei pavimenti e rivestimenti, Bianco Broullé; marmo di media reperibilità avente una

⁶⁸ G. Blanco: I materiali, Carocci, Roma, 1999.

colorazione a fondo bianco con venature grigie ben disposte e dai contorni sfumati. Date le sue caratteristiche mineralogiche è adatto per pavimenti e rivestimenti solo interni, Crema Delicato; si presenta con una pasta di color crema con sfumature appena più scure dello stesso tipo e come il precedente trova largo impiego solo nei pavimenti e rivestimenti interni.

- Bianchi Chiari della Versilia: marmi a struttura saccaroide uniforme a grana fine e compatta di colore bianco, con venature e macchie di diversa natura in base al luogo di estrazione. Questi marmi trovano impiego nei pavimenti e rivestimenti sia interni che esterni. Fanno parte di questa classe differenti qualità di marmi fra cui: Bianco Arni; marmo a media reperibilità e pasta con fondo bianco attraversata da piccole e rare venule sfumate di colore grigio chiaro, Bianco Gobbie; marmo di media reperibilità estratto nel comune di Seravezza, si presenta con una tonalità bianco latte con rare macchie grigio chiare, Bianco Piastrone; marmo a pasta bianca uniforme in cui sono quasi completamente assenti vene o macchie, Bianco Polla; marmo che si distingue in due tipologie differenti, infatti da un lato abbiamo quello di prima qualità avente una pasta a sfondo bianco uniforme e rare macule grigio chiare appena visibili, mentre dall'altro abbiamo quello di seconda qualità che differisce dal primo perché di colore grigio con macule più accentuate, Bianco del Vestito; marmo che come il precedente si distingue in due qualità quella di tipo C, avente una pasta di colore variabile dal bianco al grigio chiaro e venature grigio scure e quella di tipo D, che presenta una tonalità grigio scuro con venature grigio chiaro disposte a reticolo.

- Bianchi Venati di Carrara: marmi a struttura saccaroide uniforme a grana fine e compatta di colorazione variabile dal bianco al grigio chiaro, con venature grigio scure regolari e non, dovute alla presenza di pirite microcristallina. Il loro campo di impiego sono i pavimenti e i rivestimenti interni ed esterni. Sono racchiusi in questa ampia categoria diverse tipologie di marmi fra cui: Bianco di Carrara Venato B; marmo a reperibilità limitata che presenta una colorazione bianca con venature color ferro ben disposte, Bianco di Carrara Venato C; marmo molto simile al precedente ma adesso la pasta assume una pigmentazione più scura, Bianco di Carrara Venato D; marmo a reperibilità limitata che presenta una pasta a sfondo azzurrognolo con venature scure ed irregolari, Bianco Madielle; marmo a reperibilità limitata caratterizzato da una pasta a sfondo grigio chiaro e venature grigio scure serpeggianti, Uliano Venato; marmo a sfondo variabile dal grigio all'azzurrognolo chiaro attraversata da venule grigio scure che formano macule nella loro intersezione.

- Bianchi Venati della Versilia: marmi a struttura saccaroide uniforme a grana fine e compatta di colore variabile dal bianco al grigio chiaro con venature grigio scure che possono essere regolari e non. Questi vengono impiegati nei pavimenti e rivestimenti sia interni che esterni. Sono compresi in questa classe diversi marmi fra cui: Venato D'Arni; marmo a fondo bianco tendente al giallognolo con ampie sfumature ondulate e parallele a tinta nera, Venato Fantastico; marmo a pasta bianca con zone leggermente dorate e venature ondegianti dai contorni sfumati di colore variabile dal grigio scuro al verdognolo.

- Bardigli: marmi a struttura saccaroide uniforme a grana fine ed aventi pigmentazione di natura carboniosa, che li porta ad assumere una tinta di tonalità variabile dal grigio chiaro, al grigio azzurrognolo, al nero. Il loro campo di impiego sono i pavimenti e rivestimenti interni ed esterni. Fanno parte di questi diverse varietà di marmi fra cui: Bardiglio di Carrara; marmo che si distingue nelle qualità chiara e scura. La prima è molto diffusa e si presenta con una tinta a fondo grigio-azzurro chiaro e sfumature bianche, mentre la seconda oltre che avere una reperibilità più limitata differisce dalla precedente anche in funzione della colorazione che adesso è azzurrognola con venature grigio scure o bianche, Bardiglietto; marmo a reperibilità limitata di colore grigio-azzurro chiaro con venule bianche, Bardiglio Cappella; marmo a reperibilità limitata avente una tinta a pasta grigia-azzurra scura con fasce parallele azzurro chiare e tenue sfumature bianche. Bardiglio Fiorito; marmo a media reperibilità estratto nella zona di Stazzema che presenta una pigmentazione grigia-azzurra chiara e sottili venature tendenti al nero, Bardiglio imperiale; marmo a reperibilità limitata che viene estratto in Garfagnana. Questa qualità assume una colorazione azzurro chiaro unito in cui sono assenti qualsiasi tipo di venature.

- Arabescati: marmi a struttura saccaroide uniforme ed aventi una pasta di colore variabile dal bianco al grigio chiaro che è attraversata da venature grigio scure, le quali li rendono molto simili al Calacatta e ai Venati. Questa qualità si differenzia comunque dalle ultime due tipologie sopraccitate in virtù di due fattori che riguardano, da un lato la disposizione delle venature che disegnano una trama specifica simile a quella di un arabesco e dall'altro la colorazione delle stesse che varia dal grigio scuro, al verdognolo, al violaceo. In funzione delle sue caratteristiche mineralogiche trova il migliore impiego negli interni. Tra le principali tipologie di marmi arabescati abbiamo: Arabescato Bianco; marmo estratto in Versilia e caratterizzato da una pasta bianca tendente al grigio chiaro, con venature bardigliacee sfumate derivanti da una

pigmentazione carboniosa, Arabescato Cervaiolo; marmo a reperibilità limitata estratto sul monte Altissimo. Si presenta con una pasta bianca e venule grigio scure formanti ampi arabeschi, Arabescato Vagli; marmo a reperibilità limitata estratto nella medesima località ed avente una pasta a sfondo bianco attraversata da venature diffuse di colore variabile dal grigio, al verdognolo, al viola.

- Calacatta: marmi a struttura saccaroide uniforme a grana media aventi una pasta a sfondo bianco avorio percorsa da venature di colore variabile dal giallo, al rosa, al viola, al grigio-verde. Viste le sue caratteristiche viene impiegato sia nelle opere monumentali che nei pavimenti e rivestimenti interni ed esterni. Tra le principali varietà abbiamo: Calacatta di Prima Qualità; marmo a reperibilità limitata estratto a Carrara. Si presenta con una pasta a fondo bianco e venature a tinta variabile dal giallo, al verdolino, al grigio bardigliaceo, Calacatta Macchia Oro; marmo a reperibilità limitata estratto in Garfagnana. Come il precedente è composto da una pasta bianca e venule ben disposte di tonalità variabile dal giallo, al viola, al verde, Calacatta Vagli; marmo a reperibilità limitata estratto nell'omonima località. Questo è caratterizzato da una pasta a fondo bianco con venature gialle, verdoline o violacee, Calacatta Vagli Rosato; marmo che differisce dal precedente solo per il colore delle venature che adesso sono rosate.

- Cipollini: marmi a struttura saccaroide uniforme e pasta a fondo bianco ceruleo o grigiastro, percorsa da venature a strisce parallele di colore verde che possono avere un andamento rettilineo o curvilineo. Il loro campo di impiego sono i pavimenti e rivestimenti interni ed esterni. Tra le diverse tipologie di marmi appartenenti a questa ampia categoria abbiamo: Cipollino della Versilia; marmo caratterizzato da una pasta bianca tendente al verde chiaro e venule verdi scure che risultano più sottili rispetto a quelle degli altri cipollini, Cipollino Fantastico; marmo estratto nella zona di Stazzema che presenta una pasta bianca attraversata da striature verdi sottili ed ondegianti e rade sfumature gialle, Cipollino Zerbino; marmo estratto nel carrarese avente una pasta in cui si alternano in modo parallelo striature bianche dorate e verdi, Cipollino Verde Apuano; marmo a pasta bianca con striature parallele più o meno ondegianti di larghezza variabile che assumono una colorazione mutevole dal verde chiaro al verde scuro, Cipollino Viola Isola Santa; marmo la cui pasta si presenta a tinta verde chiara e striature violacee che mantengono un andamento parallelo.

- Fior di Pesco Apuano: marmo brecciato a struttura saccaroide non molto salda e compatta che viene scavato nelle cave massesi. La pasta di cui si compone assume un colore bianco-rosaceo ed è percorsa da venature che possono essere grigie, rosse o

viola. La valutazione delle sue caratteristiche mineralogiche lo rende utilizzabile solo negli interni.

- Fiorito Paonazzo: marmo brecciato a struttura saccaroide estratto in Garfagnana che si caratterizza per una pasta a fondo giallognolo cosparsa da macchie a tinta variabile dal blu, al viola, al rosso. Questa qualità trova impiego nei pavimenti e rivestimenti sia interni che esterni.

- Rosso di Castelpoggio: marmo a pigmentazione rosso-violacea in cui sono presenti macchie e venature bianche. Viste le sue caratteristiche chimiche è idoneo ad essere utilizzato sia nei pavimenti che rivestimenti interni ed esterni.

- Nero di Colonnata: marmo a struttura saccaroide e grana fine e serrata estratto nella valle omonima. Di colore nero non molto intenso dovuto ad una pigmentazione carboniosa. Questo lapideo è adatto ad essere impiegato nei pavimenti e rivestimenti sia interni che esterni.

- Corallo Rosa della Garfagnana: marmo brecciato a struttura saccaroide uniforme e grana fine e compatta. Si presenta con una pasta di colore bianco-rosa e venule rosso-violacee ondegianti. Date le sue caratteristiche è utilizzato solo nei pavimenti e rivestimenti interni.

- Brecce: sono marmi formati da frammenti tenuti assieme da un cemento di altra natura. Queste vengono estratte nelle zone di Seravezza e Stazzema e trovano impiego nei pavimenti e rivestimenti interni. Tra le diverse qualità di Brecce le più importanti sono: Breccia di Seravezza; marmo policromo composto da una pasta violetta scura all'interno della quale sono immersi lapidei di colore variabile dal bianco candido al rosso, Breccia di Stazzema, marmo policromo caratterizzato da una pasta a fondo variabile dal bianco al giallo chiaro e macchie rosate o violacee, Breccia Medicea; marmo policromo estratto sul monte Corchia che sovrasta il centro di Seravezza. Si compone di elementi saccaroidi di graduazione variabile dal giallo, all'arancione al grigio-verde, che sono tenuti assieme da una pasta viola scuro, Breccia Fantasia; marmo policromo a pasta bianca e sfumature chiare di colore giallo-rossastro, Breccia Arlecchina; marmo policromo a pasta bianca con venule rosa, rosse o viola e chiazze scure.

In questa parte della trattazione abbiamo brevemente illustrato quali sono i principali marmi estratti nel comprensorio Apuano, ma allo stesso tempo è giusto mettere in evidenza che la maggior parte della produzione (circa il 90 %) è costituita dai bianchi, venati e bardigli

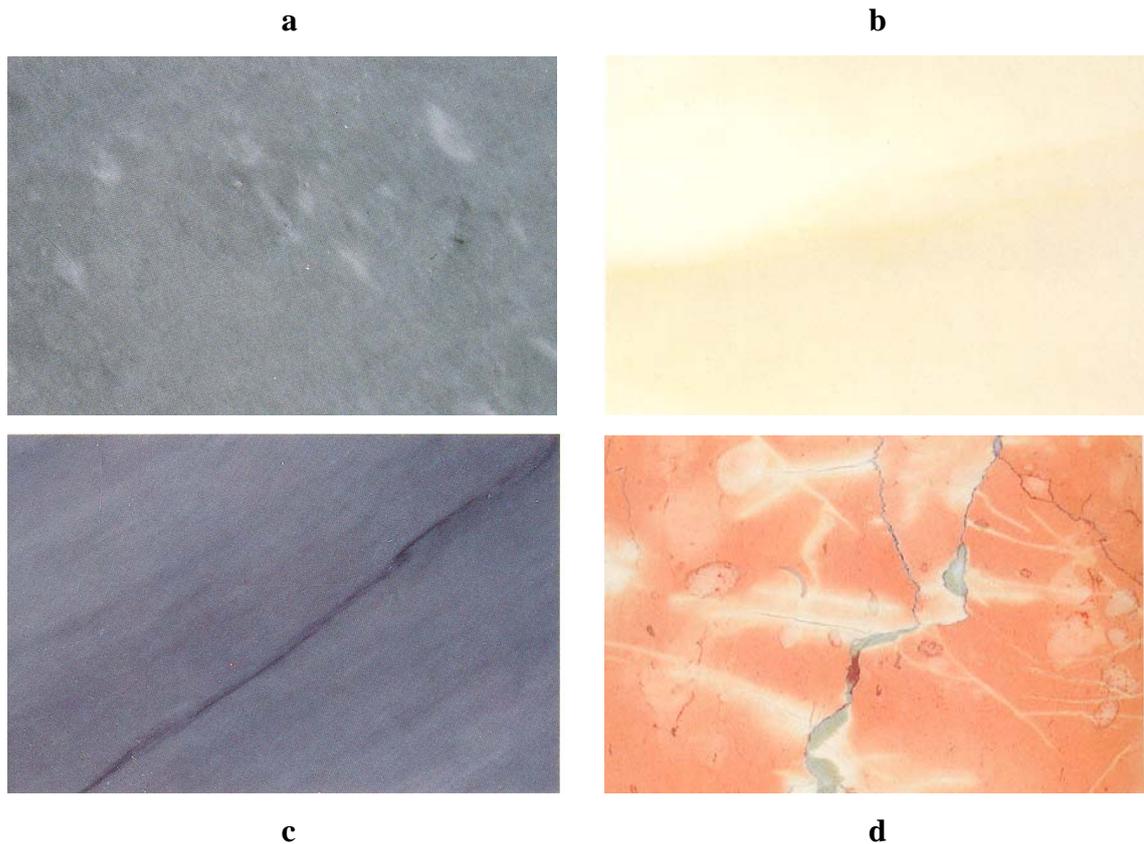


Foto 1 - Lastre di marmo lavorate: Bardiglio Cappella (a), Crema Delicato (b), Bardiglio Imperiale (c), Corallo Rosa della Garfagnana (d).

2.4 LE TECNOLOGIE DI ESTRAZIONE E COLTIVAZIONE DEI LAPIDEI

Per poter coltivare le differenti tipologie di marmi presenti in un certo territorio devono essere portate a compimento una serie di operazioni, aventi un differente grado di difficoltà in funzione delle caratteristiche geologiche del luogo di scavo e delle condizioni climatiche in cui si trovano ad operare le maestranze.

Indipendentemente dalla collocazione geografica della zona di estrazione, le operazioni preliminari da svolgere per la messa in coltivazione delle rocce sono:

- Ricerca del giacimento e preparazione del sito estrattivo.
- Scelta della tipologia di coltivazione.
- Scelta delle tecnologie di coltivazione.

2.4.1 Ricerca del giacimento e preparazione del sito estrattivo

Preliminare all'avvio dell'attività produttiva in senso stretto è la fase di ricerca del giacimento, che comprende l'insieme di operazioni messe in atto per individuare i

radunamenti di rocce sia economicamente coltivabili che commercializzabili sul mercato. Questa indagine si distingue in quella della ricerca indiretta e diretta⁶⁹.

La prima viene portata avanti mediante l'ausilio di carte topografiche in scala opportuna, in cui i diversi strati litologici che ci interessano vengono rappresentati con differenti colori. Tutto ciò ci consente sia di studiare i rapporti esistenti fra i molteplici corpi rocciosi presenti, che di individuare la loro primitiva posizione nella serie stratificata.

La seconda è svolta direttamente nel luogo maggiormente indiziato mediante lavori di assaggio che hanno lo scopo di fornire indicazioni dettagliate circa, il tipo di roccia che può essere estratta, le potenzialità di produzione, il costo dell'escavazione, la scelta inerente il luogo di apertura dei fronti di cava, l'attitudine a fornire blocchi di determinate dimensioni, ecc. Affinché gli assaggi abbiano una certa validità occorre che essi non si limitino a qualche mina superficiale o a piccoli abbattimenti di materiale sfruttando le fenditure naturali del monte, ma bensì devono assumere la forma di una vera e propria escavazione sperimentale mediante l'apertura di trincee, da cui possono essere prelevati dei campioni in grado di fornirci tutte le informazioni necessarie circa il materiale oggetto di scavo. Qualora non sia possibile procedere all'apertura delle trincee, per prelevare i campioni necessari si impiegano delle macchine perforanti in grado di estrarre delle carote di roccia fino a diversi metri di profondità.

Terminata la fase di ricerca siamo ormai in possesso di un notevole quantità di informazioni sul giacimento, le quali di solito vengono integrate con analisi chimico-fisico-meccaniche dei campioni prelevati. Arrivati a questo punto l'attività di ricerca può dirsi conclusa e incombe la decisione circa l'inizio dello sfruttamento vero e proprio. Si devono tuttavia considerare altre necessità fra cui: le possibilità di assorbimento del prodotto sul mercato, le condizioni climatiche, la viabilità della zona, la possibilità di allacciamento elettrico, le disponibilità idriche, ecc. Ad oggi le ricognizioni di massima nei bacini marmiferi Apuani sono già state effettuate e ciò è stato facilitato dalla vicinanza dei siti estrattivi a zone densamente popolate.

Valutati positivamente tutti i fattori di cui abbiamo parlato si pongono in essere i lavori preparatori del sito estrattivo⁷⁰. La prima operazione da compiere riguarda

⁶⁹ N Salvatori: *Tecnica di lavorazione dei materiali lapidei*, Container, Marina di Massa, 1983, da pagg. 51 - 53.

la preparazione del piazzale di cava che deve avere un'ampiezza tale da permettere una serie di operazioni come la movimentazione dei mezzi meccanici, il deposito dei blocchi in attesa di trasferimento agli stabilimenti di trasformazione, il posizionamento di containers o la costruzione di piccole opere in muratura idonee ad ospitare i servizi igienici, le attrezzature, un centro di primo soccorso, ecc. La fase successiva comprende l'attività di messa a nudo delle bancate che si vogliono coltivare andando a liberarle dal cappellaccio, ossia quella parte superficiale che può essere costituita da banchi di marmo non più utilizzabili in quanto ormai cotti dall'azione degli agenti atmosferici, oppure da rocce di altra natura definite Grezzoni⁷¹. In alcuni casi il cappellaccio potrebbe avere uno spessore tale che i costi da sostenere per la sua rimozione risultano eccessivi, per cui anziché procedere al suo sgombero si preferisce inoltrare l'escavazione in sotterraneo. La terza fase infine prevede l'apertura di canali laterali allo scopo di liberare i fianchi delle bancate. Le operazioni descritte precedentemente un tempo erano svolte dai cavaatori con l'ausilio di mezzi manuali quali mazze, picconi, ecc, mentre all'inizio dell'800 si iniziò ad impiegare la dinamite, ed infine verso la fine del XIX secolo il filo elicoidale.

Ad oggi per portare avanti i lavori preparatori vengono impiegati la tagliatrice a catena o diamantata assieme alle pale meccaniche, anche se talvolta continua ad essere utilizzato l'esplosivo con opportuni accorgimenti. Poste in essere queste operazioni terminano i lavori preparatori e si può incominciare a riflettere circa il tipo di coltivazione che è più conveniente adottare.

2.4.2 Le tipologie di cave presenti nel comprensorio Apuano

Individuata la vena marmifera con una delle modalità precedentemente descritte si deve scegliere il metodo di coltivazione da adottare⁷² che varia in funzione di alcuni fattori fra cui la qualità del materiale oggetto di scavo, la giacitura dello stesso, le condizioni climatiche, la presenza nell'area limitrofa al cantiere di opere pubbliche e private, la sicurezza delle maestranze, ecc. Nella coltivazione delle rocce ornamentali la maggior parte delle cave sono a cielo aperto anche perché la coltivazione in sotterraneo risulta assai più complessa e costosa.

⁷⁰ G. Tortora: L'estrazione e la lavorazione del marmo: Editrice San Marco, Bergamo, 1963, da pagg. 23 - 25.

⁷¹ Sono rocce costituite da materiale avente natura carbonatica che si svilupparono parallelamente al processo di formazione dei marmi.

⁷² Q. Capuzzi: La coltivazione dei marmi Apuani, Internazionale Marmi e Macchine, Carrara, 1984.

L'escavazione a cielo aperto è adottata di solito nel caso in cui la posizione delle bancate di marmo utili sono coperte solo da un sottile strato sterile, inoltre non devono riscontrarsi situazioni di pericolo per le maestranze e difficoltà di accesso per i mezzi meccanici. In funzione delle caratteristiche morfologiche del territorio in cui a luogo l'escavazione le coltivazioni a cielo aperto si distinguono in quelle di pianura e di montagna⁷³. Le prime si caratterizzano per la collocazione di tutte le operazioni al di sotto del piano di campagna per cui si verifica spesso il problema delle acque, siano esse di natura meteorica o di falda, che devono essere eliminate mediante il posizionamento di apposite centrali di pompaggio. Esse si distinguono a loro volta in cave a pozzo e a fossa, entrambe delimitate da pareti verticali ma che si differenziano perché nelle seconde è presente una rampa che scende all'interno dello scavo permettendo l'accesso diretto dei mezzi meccanici alla zona di estrazione.

Nel comprensorio Apuano le cave di pianura non vengono impiegate perché la morfologia del territorio rende utilizzabili solo quelle di montagna. La messa in attività di queste ultime in passato è stata assai difficile a causa della mancanza di infrastrutture e di mezzi meccanici, mentre ad oggi dopo la costruzione delle strade di arroccamento anche la messa in coltivazione delle stesse è stata resa molto meno problematica.

Le cave di montagna si distinguono in quelle a mezza costa, culminanti, a fossa e a pozzo. Le prime sorgono sui fianchi dei rilievi e presentano un fronte di coltivazione posto ad una quota superiore rispetto al piazzale di cava e di solito assumono una forma ad anfiteatro, che può articolarsi su uno o più gradini⁷⁴. La coltivazione a gradino unico è adottata qualora vi siano particolari condizioni morfologiche del terreno, oppure nel caso di cave di piccole dimensioni o messe in attività da poco tempo. Di solito mano a mano che procedono i lavori di abbattimento questo tipo di coltivazione lascia spazio a quella a gradini multipli che sono collegati al piazzale di cava mediante rampe di detriti. Queste ultime rispetto a quelle a gradino unico, offrono il vantaggio di mettere a disposizione degli operatori un maggior numero di bancate e ciò significa in sostanza maggiori possibilità produttive.

Le cave culminanti o sommatali sono aperte sulle vette di colline e montagne e ne asportano letteralmente la cima. Questo tipo di coltivazione beneficia di condizioni particolarmente favorevoli perché non avendo nessun lato limitato da pareti rocciose,

⁷³ G. Conti: *Il marmo nel mondo*, Società Editrice Apuana, Carrara, 1989, da pagg. 139 - 145.

⁷⁴ I gradini devono avere una dimensione tale da permettere sia la movimentazione dei mezzi meccanici che l'estrazione di bancate da cui si possano ottenere blocchi commerciabili. Di solito essi presentano un'altezza di 6-7 metri ed una larghezza di 10-15 metri.

si può scegliere di avviare l'escavazione sul versante del monte ritenuto più idoneo senza dover sostenere alcun costo aggiuntivo. A differenza delle precedenti sono assai meno frequenti a causa delle difficoltà che devono essere superate per raggiungere il sito estrattivo. Nel comprensorio Apuano esempi interessanti di questa tipologia di coltivazione sono rappresentati da alcune cave site sul monte Altissimo.

Infine abbiamo le cave a fossa e a pozzo le quali possono essere aperte anche in montagna, ma allora non presentano il problema degli allagamenti che affligge invece le cave di pianura. La scelta di una coltivazione di questo tipo può essere legata o alla particolare situazione litologica del giacimento, oppure all'impossibilità di continuare ad estendere l'escavazione lateralmente per mancanza di spazio. In questo secondo caso le cave a fossa e a pozzo rappresentano di solito un'evoluzione di quelle a mezza costa.

Per quanto attiene alla coltivazione in sotterraneo⁷⁵ si può affermare che da un lato presenta maggiori costi e problematiche rispetto a quelle a cielo aperto, mentre dall'altro offre il vantaggio di poter continuare l'escavazione anche quando le condizioni climatiche sono pessime. Di norma l'escavazione in sotterraneo è adottata o nel caso in cui si ha la necessità di seguire l'andamento di un corpo marmoreo particolarmente pregiato che si sviluppa all'interno di una massa rocciosa inutilizzabile, oppure quando il materiale utile si trova ad una profondità tale che il coefficiente di riempimento⁷⁶ supera il valore limite della convenienza all'abbattimento a giorno. Ovviamente ogni giacimento a un proprio valore limite che è funzione della qualità del marmo estratto, della potenza del giacimento, della durezza della massa rocciosa di ricoprimento, ecc. La decisione circa l'apertura di una cava in sotterraneo oltre che da queste considerazioni strettamente economiche può essere dettata anche da valutazioni di altra natura come ad esempio il rispetto delle distanze di sicurezza da costruzioni pubbliche e private, l'impossibilità di continuare la coltivazione a cielo aperto a causa della mancanza di spazio, ecc. Nonostante la presenza delle motivazioni sopraccitate affinché si possa procedere con una coltivazione di questo tipo, deve verificarsi una condizione essenziale ossia la coesione, compattezza e stabilità del materiale oggetto di scavo e della massa rocciosa circostante. Prima di procedere all'estrazione si dovrà perciò effettuare un esame accurato di tutte le dislocazioni naturali che il marmo presenta, non solo nell'area oggetto di scavo ma anche nelle aree limitrofe.

⁷⁵ Q. Capuzzi: La coltivazione dei marmi in sotterraneo, Società Editrice Apuana, Carrara, 1988.

⁷⁶ E' dato dal rapporto fra il volume del materiale sterile di copertura e quello di roccia utile.

Tuttavia non devono essere trascurate nemmeno le indicazioni di coloro che già da tempo hanno intrapreso lavorazioni in sotterraneo, con l'avvertenza di considerare queste informazioni come nozioni generali in quanto l'applicazione pratica dipende sempre dalle condizioni particolari di ciascuna cava. Infine le norme di polizia mineraria impongono la redazione di un piano di coltivazione che deve essere approvato da un ingegnere minerario o un geologo. Il piano non deve tener conto solo della resa del giacimento, ma bensì anche delle condizioni di sicurezza dei cavatori, per cui sarà opportuno non farsi prendere né dalla tentazione di assottigliare i pilastri, né da quella di lasciare gli stessi in zone particolarmente fratturate che non sono idonee ad essere coltivate. Talvolta all'interno del piano per migliorare le condizioni di sicurezza può essere prevista la costruzione di pilastri in cemento e il posizionamento di reti metalliche protettive che vengono ancorate al soffitto. Nella parte finale del documento si hanno poi informazioni dettagliate circa la predisposizione degli impianti di elettrificazione, illuminazione e ventilazione. Per quanto riguarda l'elettrificazione essa è indispensabile non solo per ottenere una buona illuminazione del sito estrattivo, ma anche per l'impiego delle diverse macchine operatrici mosse da un motore elettrico. Il posizionamento degli impianti deve avvenire nel rispetto di certi standard di sicurezza anche se le caratteristiche dello stesso marmo lo rendono un ottimo materiale isolante. Con riferimento alla necessità di avere una buona illuminazione all'interno della cava, possiamo dire che il piano dovrà indicare il numero minimo di punti luce e la loro collocazione all'interno delle camere di coltivazione. Infine si hanno le indicazioni circa la disposizione degli impianti di ventilazione sia principali che secondari. La prima tipologia ha il compito di assicurare il ricambio dell'aria nella galleria principale, mentre l'altra ha lo scopo di favorire la circolazione dell'aria all'interno delle camere. Terminati gli accertamenti necessari e predisposto il piano di coltivazione possono essere avviati i lavori preparatori per dare inizio all'attività estrattiva vera e propria. Questi si differenziano a seconda che l'escavazione sia portata avanti ex novo oppure abbia origine a seguito dell'abbandono della coltivazione a cielo aperto.

Nel primo caso si procede con la preparazione del piazzale di cava poi successivamente si provvederà ad aprire una galleria di accesso mediante l'impiego congiunto della tagliatrice a catena e diamantata. Nel secondo caso la fase di passaggio dall'escavazione a giorno a quella in sotterraneo prende il nome di coltivazione in sottotecchia, che è definita come l'apertura nel monte di un sottoscavo delimitato a tetto da un taglio orizzontale o leggermente inclinato e a monte e lateralmente da tagli verticali.

In definitiva essa può essere considerata una coltivazione parzialmente sotterranea perché avendo una profondità di scavo limitata, non necessita né dell'illuminazione artificiale né di impianti di ventilazione.

Indipendentemente dall'origine l'escavazione in sotterraneo si distingue in coltivazione a pilastri abbondanti, a camere e pilastri, a fronti lunghe. La prima è la tipologia più utilizzata e prevede l'apertura di grosse camere di estrazione separate le une dalle altre da pilastri di grosse dimensioni. Lo schema di posizionamento delle camere e dei pilastri può essere regolare e non regolare. Il primo schema è impiegato in giacimenti compatti ed omogenei che permettono l'adozione di un disegno regolare a pianta rettangolare o quadrata, mentre il secondo è adottato in presenza di giacimenti fortemente fratturati, i quali necessitano di uno schema di posizionamento che tenga conto dello stato di fratturazione. La coltivazione a camere e pilastri è molto simile alla precedente ma adesso il numero dei vuoti è nettamente superiore rispetto a quello dei pilastri. Visto il ridotto numero di elementi di sostegno si comprende chiaramente che tale schema di coltivazione possa essere adottato solo in giacimenti compatti ed omogenei. In ultimo abbiamo lo schema di coltivazione a fronti lunghe che è caratterizzato da camere parallele affiancate e separate le une dalle altre da pilastri della stessa lunghezza. Rispetto alle precedenti offre la possibilità di recuperare parzialmente i pilastri in un momento successivo, rendendo così possibile il collegamento fra le diverse camere.

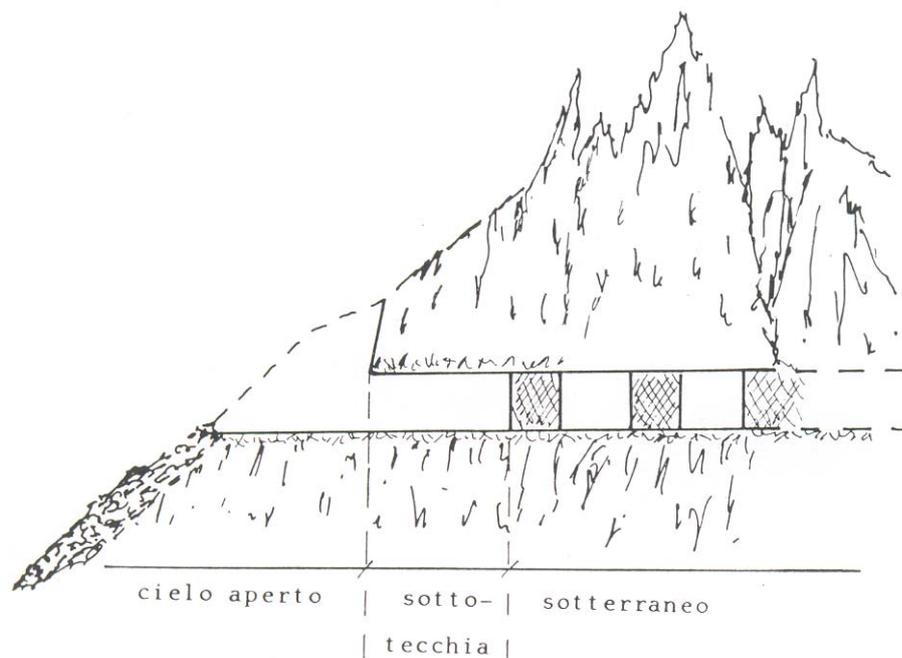


Fig. 1 - Passaggio dall'escavazione a cielo aperto a quella in sotterraneo.

2.4.3 Tecnologie di coltivazione delle rocce ornamentali

Conclusasi la fase di ricerca e presa la decisione circa la migliore tipologia di coltivazione da adottare, si pongono in essere un insieme di operazioni che ci permettono di avviare effettivamente l'escavazione⁷⁷ del materiale lapideo. Questo schema produttivo è composto da tre fasi sequenziali ben distinte ma allo stesso tempo strettamente collegate le une con le altre. Esse sono essenzialmente:

- Il taglio a monte di grosse bancate di marmo.
- Ribaltamento delle stesse sul piazzale di cava.
- Riquadratura dei blocchi a dimensioni commerciabili.

Il taglio a monte rappresenta ovviamente la prima attività del ciclo produttivo e permette di isolare dal corpo marmoreo che costituisce il giacimento una porzione di roccia (bancata), di forma e dimensione definita a priori⁷⁸ in funzione della misura dei blocchi che si vogliono ottenere. Questa operazione può essere portata a compimento utilizzando tecniche che spaziano da quelle più tradizionali basate essenzialmente su mezzi manuali, a quelle più recenti in cui è massima la meccanizzazione. Tra le principali tecniche di estrazione che hanno trovato largo impiego in passato, ma che ad oggi sono ormai in disuso almeno nei paesi più industrializzati abbiamo il metodo delle tagliate, delle varate e del filo elicoidale⁷⁹.

La prima tipologia era applicabile a qualsiasi tipo di roccia ma richiedeva un lungo e paziente lavoro di preparazione, per cui era necessario predisporre un'organizzazione del lavoro ben definita. La separazione del blocco dalla massa rocciosa veniva effettuata a mano mediante l'impiego di mazze, mazzuoli, subbie, cunei, scalpelli, ecc, cercando di sfruttare sia le fratture naturali che i piani di minor resistenza. I tagli principali qualora vi fossero state delle fenditure naturali erano eseguiti mediante cunei di legno inseriti nelle stesse che successivamente venivano bagnati con acqua. Il distacco della massa marmorea era generato dall'aumento di volume del legno causato dall'assorbimento del liquido da parte dello stesso. Se le fratture naturali erano assenti le operazioni di estrazione risultavano ancora più faticose, infatti in questo caso la tecnica adoperata richiedeva l'impiego delle formelle, ossia si dovevano praticare lungo la linea di taglio prescelta dei fori a forma di V aventi una profondità di circa 15 cm,

⁷⁷ F. Bradley: Guida alle cave di marmo di Carrara, San Marco Litotipo, Lucca, 1991 da pagg. 20 - 39.

⁷⁸ Le bancate di solito assumono una forma parallelepipedica di altezza di 6-9 metri, lunghezza 3 metri e suoi multipli e spessore 2 metri e suoi multipli.

⁷⁹ Q. Capuzzi : La coltivazione dei marmi Apuani, Internazionale marmi e macchine, Carrara, 1984, da Pagg. 15 - 48.

in cui successivamente erano inseriti dei cunei di ferro che percossi con delle mazze producevano il distacco del masso per una profondità di 3 metri. Con il trascorrere del tempo la tecnica venne notevolmente migliorata a seguito dell'introduzione dei martelli ad aria compressa montati su slitte mobili, che permettevano di praticare una serie di fori lineari i quali costituivano il piano della tagliata. Quest'ultima verrà eseguita solo in un secondo momento con l'abbattimento dei diaframmi fra foro e foro effettuato mediante l'impiego della tagliatrice pneumatica.

La tecnica di cui abbiamo appena parlato rimase l'unico sistema di taglio fino ai primi anni dell'800 quando si iniziò ad usare la polvere pirica, che permise l'abbattimento di notevoli quantitativi di materiale. Il nuovo metodo di coltivazione venne definito dai cavaatori "metodo della varata" perché l'uso dell'esplosivo consentiva il distacco di enormi quantitativi di marmo che franava nel piazzale di cava. La varata, da un lato aveva bisogno talvolta di mesi di lavori preliminari per la preparazione del foro della mina e della camera da scoppio, ma dall'altro ogni esplosione dava lavoro a molti cavaatori per diversi mesi. Tale metodo aveva il difetto di rendere gran parte del marmo estratto inutilizzabile in quanto eccessivamente fratturato, inoltre l'esplosione spesso provocava lesioni all'interno dei banchi marmorei rendendo non più conveniente la loro coltivazione⁸⁰. Le problematiche sopra esposte spinsero prima a regolamentare le varate nel 1895 poi a proibirle nel 1932, ma nonostante ciò a tutt'oggi l'esplosivo trova ancora impiego sia come mezzo di abbattimento che di ribaltamento delle bancate.

Nello stesso anno in cui le varate vennero regolamentate si provvide ad installare nella cava del carrarese Adolfo Corsi il primo impianto a filo elicoidale. Questa tecnologia di taglio era formata da una fune metallica costituita da tre fili di acciaio avvolti ad elica montati su una serie di pulegge di rinvio e orientamento, che erano ancorate a dei tubi di ferro (poteaux). Il filo veniva fatto scorrere mediante l'ausilio di un motore elettrico o diesel, che attraverso una serie di pulegge montate su un telaio fisso imprimeva il movimento allo stesso. L'avanzamento del taglio invece era garantito da altre due pulegge che avevano un movimento discendente. Per procedere all'esecuzione dello stesso era necessario mettere il filo in tesa e a ciò provvedeva un carrello tenditore che scorreva su un piano inclinato o orizzontale. Spesso per ottenere una maggiore tensione si aggiungeva sopra al carrello un carico aggiuntivo costituito da blocchetti di marmo. Malgrado gli accorgimenti previsti per facilitare la movimentazione del filo, dobbiamo

⁸⁰ Nel 1883 in una varata eseguita nella cava della famiglia Fabbrocotti si ottennero 100.000 mc di marmo di cui solo 1.000 di materiale utile.

dire che il taglio non era generato direttamente dallo stesso, ma bensì dalla miscela di acqua e sabbia silicea inserita lungo la linea di taglio. Successivamente a questa prima tecnologia vennero apportati dei miglioramenti, infatti entrarono in attività gli impianti a filo veloce che usufruivano di due velocità di marcia più retromarcia. In entrambi i casi affinché l'impianto funzionasse correttamente era necessario individuare la giusta lunghezza del filo di solito compresa fra 1000 e 1500 metri, inoltre si doveva regolare l'alimentazione della miscela onde evitare l'eccessivo logoramento dello stesso.

In questi ultimi anni la tecnologia di coltivazione sopra descritta è stata scalzata da nuovi sistemi di taglio che offrono maggiori rendimenti e minori costi. I principali sistemi di taglio a monte oggi impiegati sono⁸¹:

- Filo diamantato: questa tecnologia di coltivazione grazie ai miglioramenti che sono stati apportati negli ultimi anni, ha segnato un sempre maggiore sviluppo nell'estrazione delle rocce metamorfiche, inoltre sono in corso sperimentazioni per l'impiego nel taglio dei graniti. Il filo diamantato è formato da un cavo di acciaio a trefoli di 5 mm sul quale sono inseriti una serie di anelli diamantati (perline) opportunamente distanziati da molle metalliche o in gomma plastificata. I diamanti sono prodotti sinteticamente in laboratorio e vengono disposti sul filo mediante un rivestimento superficiale ottenuto per elettrodeposizione o sinterizzazione. Rispetto all'impianto a filo elicoidale adesso è l'abrasione diretta del diamante che determina il taglio, rimane comunque necessaria l'erogazione di acqua sia per evacuare i granuli di marmo che per il raffreddamento del filo. Il trascinamento dello stesso viene eseguito da apposite macchine tagliatrici che entrarono in attività con alcuni prototipi intorno al 1977. Ad oggi sono presenti sul mercato diversi modelli di tagliatrici a filo diamantato, che possono essere utilizzate nelle più disparate situazioni di cava.

Nel comprensorio Apuano la tagliatrice maggiormente impiegata consiste su un carrello semovente su cui è installato un motore elettrico o a combustione interna. Il carrello a sua volta è montato su un binario provvisto di cremagliera e viene collegato da un cavo ad una centralina di comando separata dall'intera struttura. Nel momento del taglio una puleggia mossa dal motore imprime movimento al filo, che grazie alla possibilità di spostamento del gruppo motore-puleggia rimane costantemente in tensione e a stretto contatto con la superficie da tagliare. Prima di poter procedere al taglio delle bancate con questa tecnologia, occorre predisporre l'esecuzione di una serie di perforazioni

⁸¹ G. Conti: Il marmo nel mondo, Società Editrice Apuana, Carrara, 1989, da pagg. 156 - 163.

orizzontali e verticali necessarie per permettere il passaggio del filo, che viene poi chiuso ad anello attorno alla puleggia del blocco motore. Le metodologie di perforazione più diffuse sono la macchinetta perforante oleodinamica che consente di realizzare fori di diametro variabile fra i 60 e 205 mm, il martello fondo foro azionato ad aria compressa e quello pneumatico per realizzare fori fino 105 mm. Il filo diamantato viene impiegato indistintamente per effettuare tagli verticali ed orizzontali con una velocità di circa 11 mq l'ora. Aggiungiamo infine che tale tecnica di solito è usata nelle cave a cielo aperto per svolgere tagli verticali, mentre quelli orizzontali sono eseguiti con l'ausilio della tagliatrice a catena.

- Tagliatrice a catena: questa tecnologia di coltivazione originariamente venne impiegata nelle miniere di carbone, infatti è solo dal 1965 che si hanno le prime applicazioni nel campo delle rocce ornamentali. Essa è composta da un blocco motore che ha la possibilità di spostarsi su un binario componibile sistemato sul piazzale di cava, a cui è collegato un braccio di lunghezza massima di 3,80 metri, sul quale scorre una catena chiusa ad anello contenente una serie di elementi portautensili dove sono inseriti i denti. Questi presentano dimensioni, forme e caratteristiche diverse a seconda delle proprietà e qualità del materiale da tagliare e possono essere o a testa di wida e allora offrono una velocità di taglio di 5 mq/h, oppure diamantati e allora presentano una velocità di taglio di 18 mq/h. Al fine di facilitare un buon funzionamento della tagliatrice a catena occorre posizionare un'apposita centralina, che in maniera automatica provvede ad inviare il grasso necessario per la lubrificazione della catena posta a diretto contatto con il materiale lapideo. Nonostante il sistema di lubrificazione rimane obbligatorio il raffreddamento della catena, durante il periodo di esecuzione del taglio, tramite l'impiego di un getto d'acqua. Recentemente è entrata in attività la tagliatrice a catena a nastro diamantato progettata dalla Benetti S. P. A. di Carrara la quale non necessita del lubrificante ma solo di acqua. Essa è idonea sia per eseguire tagli verticali che orizzontali e viene utilizzata principalmente nelle coltivazioni in sotterraneo e in sottotecchia, anche se negli ultimi anni ha trovato spazio pure nelle cave a cielo aperto dove lavora abbinata alla tagliatrice diamantata.

- Splitting dinamico: è una tecnica detta anche alla finlandese applicabile a rocce di qualsiasi durezza e consiste nell'uso controllato di cariche esplosive lineari, poste in fori complanari e paralleli opportunamente distanziati, che vengono fatte brillare simultaneamente. Il distacco della bancata è causato dal rapido cambiamento di stato dell'esplosivo, che induce nella roccia circostante un complesso grado di sollecitazione

capace di superare la condizione di resistenza meccanica della stessa, causandone così la fratturazione. Per certe qualità di marmi al posto delle cariche esplosive si inserisce nei fori un cemento espansivo che durante la fase di indurimento porta al distacco dei diaframmi tra fori. Affinché si abbia un buon taglio è necessario che i fori distanziati 15 cm siano eseguiti ad opera d'arte, per cui sono state progettate delle teste multidrill che possono essere montate su normali macchine perforanti, in modo tale da garantire l'esecuzione di una serie di fori affiancati. Di solito questa tecnica è impiegata di concerto con altre metodologie di taglio.

- Sistema a fiamma: è una metodologia di coltivazione che trova impiego solo nel taglio di rocce a struttura cristallina eterogenea come i graniti, sieniti, ecc. Il taglio viene eseguito mediante una fiamma ad alta temperatura emessa da una speciale cannella che provoca la polverizzazione della roccia per una larghezza di circa 8 cm. Allo stesso tempo appositi dispositivi di raffreddamento evitano che il calore generato dalla fiamma si propaghi a tutto il materiale deturpandone la superficie.

Una volta separata dal monte la bancata con una delle tecniche descritte si passa alla fase successiva che porta al ribaltamento⁸² della stessa sul piazzale di cava. Questa operazione un tempo era eseguita con mezzi manuali quali verricelli, binde, paranchi o funi tirate da uomini o animali, infatti è solo a seguito all'introduzione del taglio con filo elicoidale che vennero introdotti i sistemi di ribaltamento con sottoscavo totale o parziale e per varata (fig. 2, a, b, c).

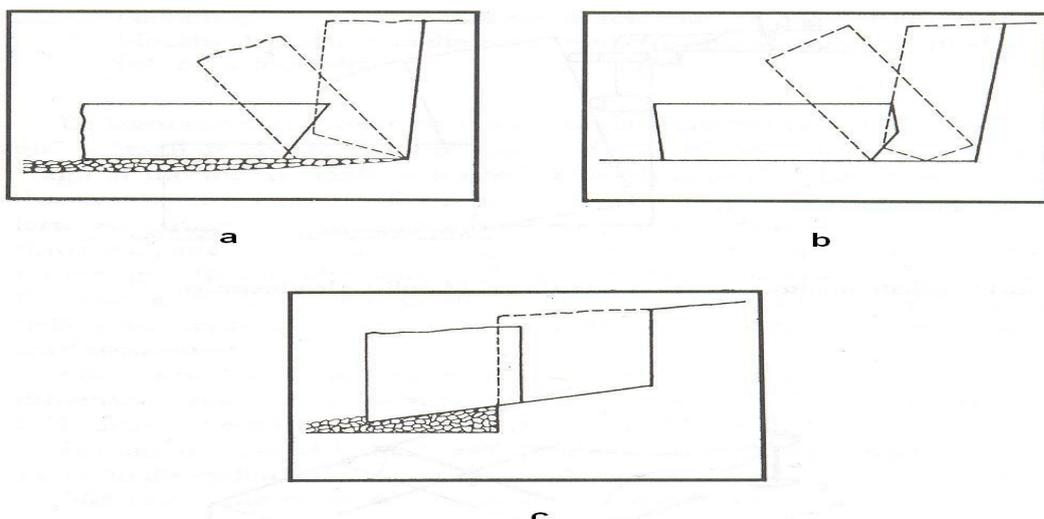


Fig. 2 - Ribaltamento con sottoscavo totale (a), parziale (b) e per varata (c)

⁸² In realtà prima di procedere con tale attività occorre preparare un cuscino composto da un cumulo di detriti di marmo, avente la funzione di ammortizzare la caduta della bancata onde evitarne la rottura

Il primo metodo permetteva di scalzare la bancata da abbattere, mediante l'apertura di un sottoscavo praticato ai piedi del masso che lo lasciava libero da ogni sostegno. Durante l'esecuzione venivano lasciate solo due piccole colonne aventi la funzione di evitare cedimenti improvvisi dello stesso. terminate le operazioni di taglio si provvedeva a far saltare i sostegni con piccole cariche esplosive e il masso privo di appoggi si ribaltava sul piazzale di cava. La metodologia di ribaltamento con sottoscavo parziale era praticamente identica alla precedente con l'unica differenza che adesso il masso era scalzato solo per metà. Tutto ciò faceva sì che per ottenere il ribaltamento della bancata fosse necessario l'intervento di una forza esterna iniziale esercitata con binde e paranchi, ecc. Infine poteva essere utilizzata la tecnica di ribaltamento per varata che consisteva nel far scivolare la bancata su un piano inclinato, di solito preparato artificialmente con il filo elicoidale. Come nel primo caso la spinta iniziale necessaria per la varata era ottenuta mediante piccole cariche esplosive.

Oggi giorno per procedere al ribaltamento si impiegano diverse attrezzature che sono⁸³:

- Martinetti oleodinamici: sono costituiti da un cilindro con due pistoni scorrevoli a movimento contrapposto in grado di esercitare una spinta di alcune centinaia di tonnellate. Nella fase iniziale quando fra la bancata e la massa circostante vi è solo lo spazio lasciato dal filo diamantato (1 cm) i martinetti, dato che il loro spessore è di alcuni cm, devono essere sistemati in alloggi appositamente costruiti. In seguito mano a mano che la bancata si sposta vengono calati anche lungo la linea di taglio, finché non si ottiene il ribaltamento.
- Cuscini divaricatori: sono rivestiti da una gomma speciale e possono essere immessi direttamente all'interno del taglio realizzato con tagliatrice a catena o diamantata, dopodiché vengono gonfiati con aria (cuscino pneumatico) o acqua (cuscino idraulico) in modo da esercitare la spinta necessaria al ribaltamento. La prima tipologia di cuscino è composta da due lamierini affiancati di lunghezza variabile da 80 a 150 cm in grado di esercitare una spinta di 60 tonnellate, che di per se non è sufficiente ad ottenere il ribaltamento, per cui di solito sono adoperati per creare lo spazio necessario all'inserimento dei martinetti oleodinamici. Il cuscino idraulico è molto simile a quello pneumatico ma rispetto a questo presenta almeno 3 differenze, infatti in primo al posto dell'aria viene immessa acqua a 30 atmosfere, inoltre esso è in grado di esercitare una

⁸³ D. Pandolfi: La cava, Belforte Grafica, Livorno, 1995, da pagg. 389 - 392.

spinta di 300 tonnellate sufficiente al ribaltamento, infine non possono essere recuperati dopo l'uso.

- Pala meccanica ed escavatore: è un metodo di rovesciamento che viene ottenuto mediante l'impiego di un cavo di acciaio collegato e messo in tira dalla pala meccanica o dall'escavatore. Talvolta si provvede a realizzare il ribaltamento impiegando semplicemente la benna della pala meccanica.

Concluse le operazioni di ribaltamento la bancata è pronta per essere sottoposta all'ultima fase con la quale si conclude il ciclo di lavorazione in cava. Questa attività consiste nella riquadratura delle stesse in blocchi di dimensioni commerciabili. In passato tali lavorazioni erano svolte a mano con subbie, mazze, ecc, per cui i tempi di esecuzione erano assai elevati. Tali sistemi rimasero comunque gli unici possibili fino ai primi anni del 900 quando per portare a compimento la riquadratura si iniziò ad utilizzare lo stesso impianto a filo elicoidale. Da allora notevoli sono stati i miglioramenti apportati, infatti ai giorni nostri la riquadratura delle rocce ornamentali prevede l'impiego di diverse tecniche che sono⁸⁴:

- Riquadratura con punciotti: essa prevede l'esecuzione lungo la linea di taglio che si vuole seguire di una serie di fori allineati, equidistanti e profondi 40 cm, per la cui preparazione si impiegano di solito le perforanti a teste multidrill. Cessate le perforazioni vengono introdotte nei fori dei cunei metallici (punciotti) che poi saranno percossi con mazze fino a quando non si verifica il distacco. Talvolta al posto dei punciotti vengono immesse piccole cariche esplosive. Da quanto esposto si evince che lo splitting può essere impiegato sia come tecnologia di taglio che di riquadratura.

- Riquadratura a filo diamantato: la stessa tagliatrice a filo diamantato, oltre che ad essere adoperata nel taglio a monte, può trovare impiego nella riquadratura delle bancate. Adesso però non è necessario effettuare le perforazioni per il passaggio del filo in quanto questo può essere semplicemente avvolto e chiuso ad anello attorno al blocco informe, anche se rimane sempre indispensabile il raffreddamento dello stesso con getti d'acqua.

- Riquadratura con monolama: è composta da un intelaiatura a ponte in cui sono racchiuse una o due lame diamantate continuamente raffreddate con acqua che provvedono a riquadrare il blocco. La gestione dell'attività è svolta automaticamente immettendo le indicazioni necessarie al loro compimento in una centralina di comando

⁸⁴ Q. Capuzzi: La coltivazione dei marmi apuani, internazionale marmi e macchine, Carrara, 1984 da pagg. 86 - 93.

separata dal quadro portalamo. Esiste inoltre un pressostato in grado di bloccare immediatamente il taglio qualora venisse a mancare l'erogazione dell'acqua. Questa tecnologia è adoperata anche per l'ottenimento di lastre di grosso spessore.

- Riquadratura con dischi diamantati: il metodo in esame è molto simile al precedente infatti anch'esso è formato da una struttura metallica a ponte unita da una traversa di collegamento, sulla quale si trova un motore elettrico che aziona un disco diamantato di diametro compreso fra 2 e 2.5 metri.

Terminata la riquadratura i blocchi di marmo ottenuti in base alla norma UNI 8458⁸⁵ si distinguono in:

- Blocchi squadrati standard se aventi forma parallelepipedica regolare ed una dimensione ottimale per essere lavorati con i telai.
- Blocchi squadrati se aventi una configurazione riconducibile ad una forma geometrica.
- Blocchi informi se aventi caratteristiche dimensionali e geometriche irregolari.

Con tale operazione si concludono i lavori di cava e i blocchi sono sistemati sul piazzale di cava in attesa di essere caricati sui camion per il trasporto a valle. Normalmente sui marmi in attesa di trasferimento vengono indicate una serie di informazioni riguardanti la matricola, il senso di segatura, i difetti al piano, ecc (fig. 3).

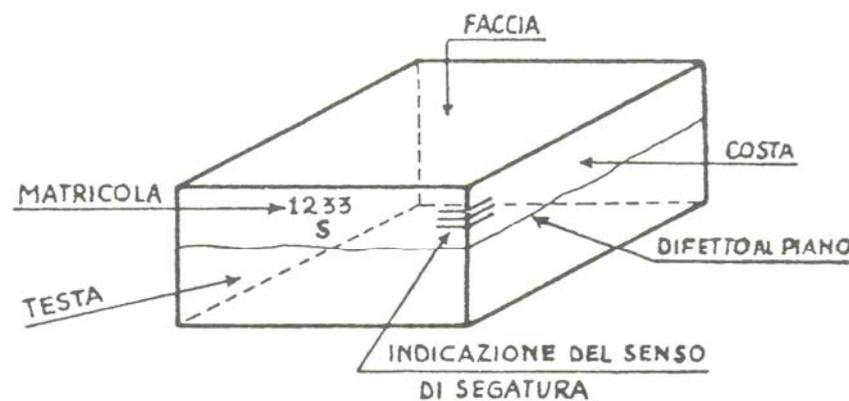


Fig. 3 - Blocco riquadrato indicante i piani di segazione, il numero di matricola e un difetto di fratturazione.

⁸⁵ G. Canavesio: Prodotti lapidei. Sta in "Marmomacchine Directory 1994 / 95" da pagg. 96 - 150.

2.5 IL TRASFERIMENTO DELLA MATERIA PRIMA DAI LUOGHI D'ESTRAZIONE AGLI STABILIMENTI DI TRASFORMAZIONE

Con la riquadratura si concludono le operazioni di cava e i blocchi di marmo sono stoccati sui piazzali di cava in attesa del trasferimento o alle segherie del fondovalle o al porto di Marina di Carrara o alle stazioni di Forte dei Marmi, Massa e Carrara.

Tale tragitto di per se non molto lungo in passato è stato spesso reso assai difficoltoso a causa della morfologia del territorio e dell'elevato peso del materiale estratto. Prima della costruzione delle strade di arroccamento, infatti il percorso era suddiviso in due fasi, strettamente connesse, l'una all'altra che venivano portate a compimento con modalità e tecniche differenti. In primo luogo si doveva trasferire il marmo dai piazzali di cava ai poggi caricatori, i quali di solito si trovavano ai piedi delle valli ed erano raggiungibili mediante strade sterrate. Dopodiché prendeva avvio il seconda stadio che permetteva di trasportare i lapidei estratti alle segherie del fondovalle o ai pontili caricatori. Il mezzo più antico impiegato per provvedere alla copertura della prima parte del tragitto fu l'abbrivio, che non richiedeva particolari attenzioni in quanto il blocco era semplicemente gettato lungo il ravaneto, finché dopo vari sobbalzi non raggiungeva il poggio caricatore. Il metodo in esame portava spesso alla rottura dei blocchi di marmo per cui si iniziarono a studiare nuovi sistemi di trasferimento più redditizi e così si posero le basi per compiere tale percorso, attraverso l'adozione del sistema della lizzazione a mano⁸⁶. Essa consentiva di calare a valle i marmi caricandoli su una slitta composta da tre tronchi di legno. Terminate le operazioni di posa della carica (marmi) si dava avvio alla fase di discesa vera e propria che poteva avvenire direttamente sul ravaneto, oppure su vie di lizza appositamente costruite. Durante la discesa la carica era trattenuta da tre canapi avvolte parzialmente a dei piri di legno, disseminati lungo il tragitto e sistemati in fori scavati nella roccia. Mano a mano che la carica procedeva gli addetti della compagnia di lizza provvedevano a mettere davanti alla slitta i parati, ossia pali di legno che erano continuamente insaponati per ridurre l'attrito e facilitare il trasporto. Successivamente verso la fine dell'800 accanto alla lizzazione manuale iniziarono ad essere impiegati i primi impianti di lizzazione meccanica⁸⁷. Questa prevedeva in primo luogo che fosse sistemato sul terreno un binario in legno formato da due longarine sulle quali erano inchiodati trasversalmente altri due pali, su cui poggiava

⁸⁶ F. Bradley: *Le strade dimenticate: vie di lizza e discesa dei marmi nelle valli massesi*, Amministrazione Provinciale, Massa, 1995 da pagg. 11 - 23.

⁸⁷ F. Bradley: *Le strade dimenticate: vie di lizza e discesa dei marmi nelle valli massesi*, Amministrazione Provinciale, Massa, 1995, da pagg. 24 - 36.

una lizza formata da due tronchi anch'essi in legno uniti da una traversa. La frenatura del sistema era assicurata da una vite infissa ad un telaio in legno su cui si trovava un cuneo di 40 cm, il quale mano a mano che la stessa veniva stretta andava a comprimersi contro le longarine garantendo il sostegno del carico anche su pendenze del 100 %.

A tale modello negli anni a venire se ne affiancarono molti altri che pur mantenendo fermo questo schema progettuale apportarono piccoli miglioramenti. In alcuni casi, qualora la lizzazione avesse dovuto essere condotta su brevi tratti rettilinei, si poteva far ricorso al piano inclinato. Esso permetteva la discesa della carica mediante l'impiego di un'unica fune di acciaio di 32 mm, mentre la frenatura della stessa era assicurata da un organo azionato da un motore elettrico.

Negli stessi anni in cui si costruirono i primi impianti di lizzazione meccanica si sperimentarono anche le teleferiche va e vieni⁸⁸, costituite da una corda di 36 mm di diametro avente una lunghezza tale da far sì, che quando uno dei suoi capi era alla stazione di partenza l'altro arrivava a quella di arrivo. La corda aveva la funzione di trascinare due carrelli i quali scorrevano su binario incontrandosi a metà strada, dove la collisione era evitata grazie all'applicazione di uno scambio automatico.



Foto 2 - Carro di buoi impegnato nel trasporto di blocchi di marmo.

⁸⁸ M. Pieri: I marmi d'Italia, Hoepli, Milano, 1958, da pagg. 145 - 154.

Portata a buon fine la prima fase del trasporto con uno dei metodi appena descritti si poteva dare inizio alla seconda, mediante la quale i blocchi estratti arrivavano effettivamente a destinazione. Fino alla metà degli anni 70 dell'800 tale tragitto era coperto con carri a due o quattro ruote trascinati da coppie di buoi⁸⁹, che venivano continuamente pungolati con bastoni di castagno alla cui estremità si trovava un chiodo appuntito. Successivamente il sistema sopraccitato divenne antieconomico a seguito dell'entrata in attività delle ferrovie e tramvie⁹⁰ a scartamento ridotto, con le quali si ridussero sia i tempi che i costi di trasporto. Infine a partire dagli anni immediatamente precedenti allo scoppio della I° Guerra Mondiale accanto ai convogli ferroviari, iniziarono ad occuparsi di tale attività anche le prime trattrici a vapore e diesel.

Ad oggi le modalità di trasporto dei lapidei hanno subito profonde modificazioni dovute all'entrata in attività, a partire dagli anni 50, dei camions e delle pale meccaniche⁹¹ che permisero il raggiungimento diretto dei piazzali di cava grazie alla costruzione delle strade di arroccamento. Gli odierni autocarri adoperati per il trasporto dei blocchi e degli scarti solidi dell'estrazione sono dei normali camions a tre assi, che localmente subiscono dei rinforzi nel telaio per resistere al carico da trasportare e ai difficili percorsi da compiere. Questi sono mossi da motori diesel di elevata potenza e possono disporre di tre trazioni di marcia, una anteriore e due posteriori. Per migliorare la sicurezza del trasporto dei lapidei l'altro elemento a cui si presta particolare attenzione è rappresentato dall'impianto frenante di tipo triplex, che è di solito associato ad un freno di emergenza da utilizzare nel caso di cattivo funzionamento del sistema frenante principale.

Una volta che il tir è giunto in loco si provvede a caricare lo stesso con l'ausilio di gru derrick o pale meccaniche, anche se oggi giorno la maggior parte degli automezzi è provvista di sistemi di autocaricamento composti da un argano collegato ad un cavo di acciaio che viene imbracato attorno al blocco. Quest'ultimo viene poi trascinato fino a raggiungere due tavole di ferro inclinate poste tra il suolo e il piano caricatore, che hanno la funzione di permettere la salita del blocco sul pianale del camions. terminate le operazioni di carica gli autocarri riprendono la via per il fondovalle.

⁸⁹ D. Pandolfi: La cava 2, Graphin Networking, Sarzana, 1997, da pagg. 581 - 598.

⁹⁰ A. Betti Carboncini: I treni del marmo: ferrovie e tramvie della Versilia e delle Alpi Apuane, Editrice trasporti su rotaie, Brescia, 1984.

⁹¹ F. Bradley: Guida alle cave di marmo di Carrara, Internazionale Marmi e Macchine, Carrara, 1991, da pagg. 48 - 49.

Il tragitto risulta assai difficoltoso sia a causa delle non sempre facili condizioni atmosferiche, che per la mancanza degli spazi utili per effettuare le manovre necessarie, per cui spesso gli autotrasportatori devono procedere a marcia indietro su strade sterrate ai cui margini si trova il burrone. Tale percorso termina con l'arrivo dei camions o ai laboratori di trasformazione o al porto di Carrara o ancora ai depositi ferroviari.

Se da un lato la nuova metodologia di trasporto ha portato notevoli benefici in termini di riduzione dei costi e di durata dei tempi di viaggio, dall'altro ha generato grosse problematiche alla viabilità cittadina, sulla quale transitano ogni giorno circa 1800 veicoli pesanti adibiti al trasferimento dei lapidei⁹². Per ovviare al problema il comune di Carrara che è anche quello maggiormente colpito dal fenomeno (circa 800 veicoli) ha realizzato un progetto che porterà nei prossimi anni alla costruzione della strada dei marmi, la quale sarà destinata al solo transito dei camions impiegati esclusivamente nel trasporto dei lapidei.

2.6 LE TECNOLOGIE DI TRASFORMAZIONE DEI MATERIALI LAPIDEI

Una volta che i lapidei estratti hanno raggiunto gli stabilimenti di trasformazione si dà avvio ad un nuovo ciclo produttivo, al termine del quale si ottengono prodotti finiti o semilavorati aventi caratteristiche e funzionalità differenti a seconda delle lavorazioni a cui sono stati sottoposti. Si distinguono quattro cicli di lavorazione ben definiti che riguardano:

- Segagione dei blocchi in lastre di grande dimensione e di grosso spessore.
- Segagione dei blocchi in manufatti di dimensioni e spessore limitati (filagne).
- Lavorazione delle lastre grezze e delle filagne.
- Lavorazioni speciali per la produzione di zoccoli, basi per trofei, piani per bagni, ecc.

Tutte le modalità produttive sopraccitate vengono portate a compimento mediante appositi macchinari, i quali necessitano di ingenti quantità di acqua per l'esecuzione delle attività a cui sono adibiti. Per questo motivo troviamo all'interno degli stabilimenti lapidei degli impianti ausiliari a quelli di lavorazione, aventi la funzione di raccogliere le acque reflue per sottoporle ad un processo di purificazione, in modo tale da rendere possibile il riutilizzo delle stesse nel processo produttivo.

⁹² Comune di Carrara: Rapporto sullo stato dell'ambiente 2001, Tipografia Ceccotti, Massa, 2001.

2.6.1 Tecnologie di trasformazione dei blocchi in lastre di grande superficie e grosso spessore

Le lavorazioni in esame consentono la trasformazione dei blocchi squadrati in lastre grezze di grande dimensione, che per l'impiego in opere edili hanno bisogno di ulteriori trattamenti superficiali di finitura. Per l'ottenimento di tali prodotti sono attualmente in uso due tipologie di telai⁹³, quelli tradizionali e a lame diamantate, ognuno dei quali è adatto alla lavorazione di certi lapidei e può presentare una o più lame. Nel primo caso si parla di telai monolama che appunto come dice la parola stessa sono caratterizzati da una sola lama metallica disposta orizzontalmente e movimentata mediante un sistema biella-manovella. Il quadro portalama è composto da due colonne unite alla sommità da una traversa, all'interno delle quali si trova una slitta che funge da guida orizzontale per il movimento della lama. Quest'ultima a sua volta rimane in tesa grazie ad alcuni tenditori oleodinamici e si abbassa automaticamente col procedere del taglio. Durante le operazioni di segatura occorre raffreddare la lama con un getto d'acqua, onde evitarne l'eccessivo logoramento o la rottura. Nel secondo caso abbiamo un quadro portalama che pur mantenendo ferme le qualità specifiche dei telai monolama si differenzia da questi in quanto presenta una serie di lame disposte parallelamente.

I telai tradizionali indipendentemente dal numero di lame che montano vengono impiegati nel taglio delle rocce dure come i graniti, in quanto in questo caso non è possibile l'adozione delle lame diamantate perché la maggior durezza della pietra porta all'eccessivo logoramento del diamante e ciò rende impossibile la continuazione della segatura. Non potendo quindi utilizzare le lame diamantate si ricorre a delle semplici lame metalliche scanalate, in cui il taglio è ottenuto mediante una miscela abrasiva formata da acqua, pasta e graniglia metallica, che viene interposta fra la lama e il materiale da tagliare. La miscela è continuamente rimessa in circolo per cui si viene a mischiare con i fanghi e i residui di lavorazione, quindi risulta indispensabile affinché si mantenga un buon taglio il ripristino della stessa ad intervalli di tempo prefissati.

I telai diamantati sono adoperati nella segatura dei marmi e si distinguono in quelli verticali e orizzontali in funzione della disposizione del quadro portalama. Entrambe le tipologie appena citate si distinguono in quelli a quadro chiuso, e allora il blocco per essere segato deve entrare completamente all'interno del telaio e in quelli a quadro aperto, per i quali non è necessario che il blocco si spinga totalmente all'interno

⁹³ R. Lazzaretto: La lavorazione dei materiali lapidei: i telai di segatura. Sta in " Marmomacchine Directory 1998 / 99 " da pagg. 54 - 79.

dell'intelaiatura. In questo caso l'esecuzione del taglio avviene in più fasi successive spostando la parte del materiale non ancora segata all'interno del telaio. Per quanto attiene ai telai verticali possiamo dire che sono in grado di provvedere alla segatura di blocchi di larghezza e altezza variabile fra 1 ed 1,5 metri, mentre la lunghezza è estremamente mutabile e può arrivare fino a 5 metri. I modelli attualmente in commercio montano una settantina di lame ed hanno una velocità di taglio che si aggira attorno ai 30 cm/h. Se consideriamo i telai orizzontali si nota come essi siano in grado di eseguire il taglio di blocchi di marmo aventi una lunghezza ed una larghezza massima di 3 metri, mentre l'altezza non può superare i 2 metri. Questi si distinguono a loro volta in telai a blocco fisso, in cui per procedere alla segatura del marmo è il quadro portalame che si abbassa mediante un sistema vite-madrevite e telai con blocco sollevabile verticalmente, nei quali la stessa operazione viene portata a compimento mediante il sollevamento del carrello portablocco. Qualsiasi sia il tipo di telaio diamantato adoperato occorre sempre predisporre un impianto a pioggia onde garantire sia il raffreddamento delle lame che la pulizia della linea di taglio.

Solitamente sia i telai diamantati che quelli tradizionali si completano con un sistema di movimentazione dei blocchi in entrata e delle lastre in uscita. Nella fase di entrata i blocchi sono sollevati e posizionati sopra un carro portablocco e successivamente vengono cementati alla base con un apposito impasto. Termine la cementificazione il carro portablocco viene trasferito su un carrello trasbordatore che provvede a portarlo sotto il telaio. Dopodiché inizia l'attività di lavoro vera e propria che sarà interrotta in una fase intermedia per permettere la zeppatura, che consiste nel posizionare tra le lastre dei distanziatori onde evitare possibili rotture o imprecisioni durante la fase di taglio. Mano a mano che procede l'esecuzione dei lavori le lastre semilavorate iniziano ad uscire dalla parte opposta trasportate da un nastro scorrevole. Con l'ottenimento delle lastre si completa il ciclo di lavorazione dei telai e si può dare avvio alle attività di finitura delle stesse a meno che non si decida di venderle come prodotti semilavorati.

2.6.2 Tecnologie di trasformazione dei blocchi informi in manufatti aventi spessore e dimensioni limitate

Il ciclo di lavorazione in esame ci permette di effettuare la segatura dei blocchi informi tramite l'impiego di macchine tagliablocchi⁹⁴, infatti in questo caso l'utilizzo

⁹⁴ G. D'Amiani: Impianti per la lavorazione della pietra: tecnologia e cicli di lavorazione. Sta in "Marmomacchine Directory 1993 / 94" da pagg. 109 - 167.

del telaio è sconsigliato perché data l'irregolarità del masso si avrebbe un basso coefficiente di riempimento ed un'elevata quantità di sfridi. In ogni caso la tagliablocchi viene adoperata quando si desidera ottenere un semilavorato di larghezza non superiore a 60 cm, da cui si possono ricavare prodotti finiti quali mattonelle, scalini, davanzali, ecc. Il prodotto realizzato dalla tagliablocchi è conosciuto come filagna e viene ottenuto con passate multiple di dischi verticali ed una passata con disco orizzontale a fine ciclo. A livello odierno ne esistono in commercio tre tipologie:

- Tagliablocchi a due colonne: avente una direzione di taglio ortogonale alla trave portadischi e un carrello portablocchi che si muove per alimentare il taglio grazie a dei cilindri oleodinamici. La segazione è garantita da dischi orizzontali e verticali posti lungo le colonne di sostegno.
- Tagliablocchi a quattro colonne: avente una struttura a blocco fisso nella quale l'alimentazione del taglio e il posizionamento dei dischi si realizza con movimenti longitudinali del carrello portamandrino e orizzontali della trave portacarrello.
- Tagliablocchi con movimento di taglio parallelo alla trave portadisco: in cui il blocco è posto su un carrello mobile mediante il quale si realizza il posizionamento orizzontale dei dischi, mentre quello verticale è generato da una trave sita fra le due colonne.

La differenza fra queste tipologie di macchine è data dal fatto che, nel caso di tagliablocchi a due colonne, il taglio viene eseguito mediante avanzamento del blocco, mentre nelle altre è il carrello portadischi che avanza sul blocco che rimane fermo.

Terminata la fase di taglio è necessario prima di effettuare le successive lavorazioni di finitura, procedere alla divisione in strisce dei masselli ottenuti ed eliminazione dei lati irregolari degli stessi. Per portare a compimento la prima operazione vengono impiegate le macchine scoppiatrici, le quali sono munite di nastri per l'avanzamento del materiale e di dischi posti in serie che provvedono alla segazione in strisce. Per quanto riguarda l'eliminazione dei lati irregolari vengono utilizzate le macchine attestatrici che montano uno o due dischi diamantati i quali provvedono all'esecuzione dei tagli necessari. Dopo aver provveduto a tali trattamenti le filagne sono pronte per essere sottoposte ad ulteriori trattamenti di finitura.

2.6.3 Trasformazione e lavorazione delle lastre grezze e delle filagne

Conclusa la fase di segazione con telai o tagliablocchi si dà avvio alle successive operazioni di trasformazione dei semilavorati ottenuti siano essi lastre grezze o filagne.

Le attività in esame possono essere raggruppate in tre fasi che sono⁹⁵:

- Il taglio dei semilavorati grezzi nelle forme e misure previste.
- Le attività di finitura delle lastre.
- Le lavorazioni delle coste.

La prima di esse è portata a compimento per mezzo di macchine segatrici a disco diamantato, le quali in funzione del numero di dischi di cui si compongono si distinguono in quelle a disco singolo, che a loro volta si differenziano in frese a bandiera e a ponte, e in quelle multidisco.

Le frese a bandiera sono costituite essenzialmente da un gruppo motore-mandrino portadisco, in grado di svolgere traslazioni verticali ed orizzontali e da un banco mobile in ghisa scorrevole su due guide in acciaio. Tale macchina monta inoltre dischi di diametro massimo pari a 750 mm che permettono la realizzazione di una serie di lavorazioni molto ampia. Le frese a ponte sono composte da una trave in acciaio scorrevole su due binari, sulla quale è collocato il gruppo motore-mandrino portadisco. I movimenti del ponte e del gruppo motore consentono l'esecuzione, grazie anche all'orientabilità del banco, di tagli in qualsiasi direzione inoltre alcune macchine offrono la possibilità di inclinare il mandrino per effettuare tagli obliqui. Aggiungiamo infine che data la loro elevata flessibilità trovano impiego in campi assai variabili che spaziano dalle lavorazioni artistiche a quelle estremamente standardizzate.

Le frese multidisco sono macchine formate da un ponte che può essere fisso o mobile e sul quale vengono posizionati sia i mandrini impiegati nel taglio che il banco adoperato per la movimentazione del materiale. Le frese multidisco a ponte fisso hanno una serie di dischi che grazie alla possibilità di taglio continuo, ci permettono di produrre contemporaneamente più strisce di lunghezza pari a quella del materiale lavorato e di larghezza dipendente dalla disposizione dei mandrini. Le seconde presentano un ponte mobile con avanzamento trasversale rispetto a quello delle lastre, il quale arresta il suo movimento una volta che si dà inizio alle operazioni di taglio. Solitamente le due tipologie di frese multidisco sopraccitate vengono adoperate contemporaneamente e allora possono avere una disposizione in linea, in cui una macchina del primo tipo è seguita a ruota da quella a ponte mobile oppure ad angolo retto, dove le strisce ottenute con la fresa a ponte fisso vengono distanziate e deviate sull'altra che ha contatto con la precedente forma appunta un angolo di 90°. Oltre alle categorie appena descritte

⁹⁵ G. D'Amiani: Impianti per la lavorazione della pietra: tecnologia e cicli di lavorazione. Sta in "Marmomacchine Directory 1993 / 94" da pagg. 109 - 167.

abbiamo in commercio un terzo tipo di fresa, ossia quella multidisco a banco girevole, nella quale l'operazione di taglio viene eseguita da un'unica struttura composta da un ponte mobile ed un banco a nastro girevole che trascina il semilavorato nel campo di lavoro della macchina. Dopodiché si provvede all'esecuzione del primo taglio al termine del quale il banco viene ruotato e i mandrini riposizionati per permettere la realizzazione del taglio trasversale.

La seconda fase del ciclo di lavorazione comprende tutta una serie di trattamenti superficiali, aventi la funzione di migliorare le caratteristiche qualitative dei lapidei aumentandone il loro valore di mercato. I trattamenti in esame vengono applicati mantenendo un ordine ben preciso e sono la calibratura, la lucidatura e levigatura⁹⁶, la bocciardatura, la sabbiatura, la fiammatura. Tutte le lavorazioni in esame ad eccezione dell'ultima sono applicate alle lastre o filagne di marmo, mentre di solito per i semilavorati di granito la bocciardatura e la sabbiatura non vengono applicate anche se è previsto il trattamento della fiammatura.

- Calibratura: tale terminologia assume con riferimento alla lavorazione dei lapidei il significato di portare allo stesso spessore. In pratica il lavoro consiste nello spianare la superficie di piastre e filagne per asportare il materiale in eccesso e togliere le imprecisioni rimaste dopo la segagione. Il livellamento è infatti indispensabile per la preparazione alla fase di levigatura e lucidatura. L'asportazione avviene impiegando utensili ad anello all'interno dei quali è collocata una corona diamantata di diametro variabile fra 650 e 900 mm. A livello odierno esistono sul mercato diverse macchine calibratrici con caratteristiche differenti in funzione del materiale da trattare.

- Levigatura e lucidatura: malgrado tali operazioni indichino attività differenti esse sono portate a termine mediante l'utilizzo delle stesse macchine impiegando semplicemente attrezzature e lubrificanti diversi. La prima di esse ci permette di esaltare la colorazione e i diversi disegni dei materiali sottoposti a trattamento, mentre la lucidatura ci consente oltremodo di mettere in evidenza le sfumature cromatiche e di tono, ma soprattutto di ottenere una superficie perfettamente specchiabile. Talvolta dopo la levigatura si possono riscontrare sulla superficie delle piccole imperfezioni come ad esempio buchi o crepe, ecc, per cui prima di procedere con la lucidatura si realizza un intervento di stuccatura o resinatura atto ad eliminare tali difetti. I trattamenti in esame vengono eseguiti con macchine aventi degli utensili pneumatici

⁹⁶ P. Poggiana: Trattamento superficiale dei materiali lapidei: lucidatura e levigatura. Sta in "Marmomacchine Directory 1997 / 98 " da pagg. 190 - 214.

che sono spinti contro il semilavorato da sottoporre a trattamento. Le levigatrici-lucidatrici in commercio si distinguono in quelle a ponte e a nastro. Le prime si caratterizzano per una costruzione a ponte che scorre su due binari longitudinali e all'interno della quale sono posizionati il mandrino portautensili e il banco su cui poggia il materiale che è fisso. Nelle seconde è la lastra che si muove trascinata da un nastro percorso trasversalmente da un ponte contenente un numero di mandrini variabile da 4 a 12.



Foto 3 - Macchina lucidatrice impegnata nella lucidatura del granito.

- Bocciardatura: è una lavorazione che permette di conferire alle superfici lavorate un particolare aspetto scolpito che assume forme e dimensioni diverse in funzione dell'utensile impiegato. Questo effetto si ottiene tramite macchine bocciardatrici, che sono costituite da una trave metallica su cui scorre un carrello equipaggiato di martelli pneumatici provvisti di vari utensili. In commercio esistono differenti tipologie di macchine bocciardatrici che permettono di effettuare lavorazioni di lunghezza compresa fra 60 e 200 mm.
- Sabbiatura: si ottiene con macchine molto simili alle precedenti su cui sono montati degli ugelli che proiettano, esercitando un'elevata pressione, un impasto di acqua e sabbia silicea sulla superficie del materiale da trattare, la quale diviene particolarmente rugosa. A livello attuale esistono in commercio varie tipologie di macchine adibite a tale operazione, le quali consentono di sottoporre a lavorazione semilavorati aventi una lunghezza massima di 200 mm.
- Fiammatura: è una lavorazione, a cui sono sottoposti i soli graniti, che è in grado di creare sul materiale uno shock termico, il quale fa scoppiare la parte superficiale della

lastra o filagna mettendone in evidenza il reticolo cristallino. Per ottenere tale effetto viene adoperato un cannello, alimentato con ossigeno e propano oppure ossigeno e tetrene, che sprigiona una fiamma ad altissima temperatura. Subito dopo il passaggio della stessa la superficie viene raffreddata con un getto d'acqua e ciò provoca lo shock termico. I materiali di granito fiammati sono destinati prevalentemente ai pavimenti e rivestimenti esterni, perché oltre all'effetto decorativo presentano anche un apprezzabile effetto antisdrucchiolo.

Il ciclo di lavorazione delle lastre o delle filagne si conclude infine con delle operazioni di perfezionamento, che possono essere ottenute tramite l'uso di macchine lucidacoste, foratrici-slottatrici e linee di finitura per mattonelle. Le prime sono macchine a nastro dotate di una serie di mandrini, i quali montano sia utensili abrasivi idonei a levigare e lucidare le coste che utensili diamantati in grado di realizzare la calibratura e sagomatura delle coste, gocciolatoi, smussi a 45°, ecc. Nelle versioni più recenti è possibile avere dei mandrini che possono ruotare attorno all'asse longitudinale della macchina e ciò rende più facile l'esecuzione delle lavorazioni suddette.

Le foratrici-slottatrici sono macchine realizzate in carpenteria metallica ed equipaggiate con mandrini, utilizzati nella creazione degli alloggi e degli ancoraggi dei rivestimenti esterni delle costruzioni. Con queste attrezzature è possibile ottenere nei pannelli di rivestimento qualsiasi tipo di ancoraggio (kerf, slot, fori, ecc), programmandone sia la profondità che la posizione. A livello odierno le tipologie di macchine che hanno trovato maggiore impiego sono le foratrici-slottatrici orizzontali e verticali-oblique. Le prime vengono adoperate per la creazione di fori sulle coste e sono formate da una struttura di base sulla quale poggiano due travi portanastri mobili in larghezza, per adattarsi alle diverse dimensioni dei pezzi e sulle quali i mandrini eseguono le forature. Le altre vengono utilizzate per la realizzazione di fori obliqui da eseguirsi sul retro della lastra e sono formate da una struttura di base, sulla quale si trovano due banchi portanastro di cui uno mobile, per adattarsi alla larghezza dei pezzi e due ponti fissi, sui quali sono ancorati i mandrini.

Le ultime sono adottate per la lavorazione delle mattonelle di dimensioni standard. Esse sono costituite da una struttura metallica dotata di rulliere, nastri di trascinamento, cinghie per l'avanzamento e la rotazione del materiale e mandrini muniti di vari utensili, che consentono sia di rettificare e smussare i lati delle mattonelle che di trattare la superficie posteriore delle stesse, in modo da migliorarne la tenuta nella posa in opera.

Nella fase terminale della linea è prevista inoltre un'apparecchiatura per la pulitura e asciugatura.

2.6.4 Le lavorazioni speciali

Per lavorazioni speciali⁹⁷ si intendono una serie di operazioni per la produzione di zoccoli, di basi per trofei, di piani per bagni, cucine ecc. Sostanzialmente per svolgere queste lavorazioni sono impiegate le macchine contornatrici e quelle a controllo numerico, inoltre in questi ultimi anni hanno trovato applicazione anche grazie ai progressi fatti le tagliatrici a getto d'acqua abrasiva.

Le prime sono adoperate in operazioni di taglio sequenziali, lucidatura, levigatura e foratura dei pianali da cucina, delle basi dei trofei e dei prodotti per l'arredo in genere. Vengono altresì impiegate nella realizzazione di pezzi con forme geometriche varie che sarebbero difficili da ottenere con l'ausilio delle normali macchine descritte precedentemente. Per poter dare avvio all'esecuzione delle lavorazioni il mandrino deve eseguire il contorno di una sagoma che in scala 1:1 riproduce il prodotto finale da realizzare. Il movimento viene trasmesso al mandrino mediante un testatore collegato al braccio che lo sorregge.

Le seconde sono macchine a ponte dotate di magazzino utensili gestito automaticamente in cui si trovano strumenti di vario genere come dischi, punte diamantate, mole sagomate, ecc. Esse vengono controllate da sistemi informatici CAD-CAM, i quali realizzano anche il disegno del pezzo che viene poi trasferito direttamente alle macchine impiegando opportuni programmi di traduzione.

Abbiamo infine le tagliatrici a getto d'acqua abrasiva che sono utilizzate per la creazione di intarsi su lastre di marmo e granito che presentano una larghezza del solco molto contenuta. Il taglio è generato da un getto d'acqua abrasiva lanciato a forte pressione contro il materiale da trattare e viene guidato da un sistema informatico CAD-CAM. Tale macchina ci permette di lavorare materiali di spessore massimo di 5 cm con una velocità massima pari a 100 mm/ora.

Aggiungiamo infine che in alcuni casi particolari le lavorazioni speciali non possono essere ottenute con i sistemi appena descritti e allora in tal caso si adottano banchi di lavoro manuali, in cui un addetto specializzato compie tutte le operazioni necessarie servendosi delle proprie esperienze e capacità.

⁹⁷ G. D'Amiani: Impianti per la lavorazione della pietra: tecnologia e cicli di lavorazione. Sta in "Marmomacchine Directory 1993 / 94" da pagg. 109 - 167.

2.6.5 Gli impianti ausiliari all'attività di trasformazione

A seguito dell'impossibilità, a partire dai primi anni 90, di continuare a riversare gli scarichi industriali all'interno di fiumi e torrenti, le aziende lapidee furono costrette a ricercare nuove soluzioni alternative per lo smaltimento delle acque reflue. La scelta che venne intrapresa fu quella di introdurre dei sistemi di erogazione dell'acqua a ciclo chiuso⁹⁸. Al livello attuale tali sistemi sono presenti in tutte le aziende lapidee del comprensorio Apuano, in quanto tali impianti sono obbligatori per legge. Per la loro adozione è stato, però, necessario far sì che le risorse idriche riciclate mantenessero certi standard qualitativi, poiché altrimenti si sarebbero potuti verificare danni alle pompe, alle tubazioni adduttrici, ecc. Al fine di evitare i suddetti problemi i laboratori di trasformazione possono dotarsi di sistemi di trattamento delle acque di lavorazione tarati sulle dimensioni, tipologie e numero delle macchine impiegate nel ciclo di lavorazione. Tali impianti permettono di:

- Separare l'acqua dalle sostanze in essa sospese.
- Facilitare lo smaltimento dei fanghi e raccogliere l'acqua pulita in appositi contenitori.
- Reinscrivere l'acqua purificata in un nuovo ciclo produttivo.

In fig.4 viene riportato uno schema generale per il trattamento e recupero delle acque reflue.

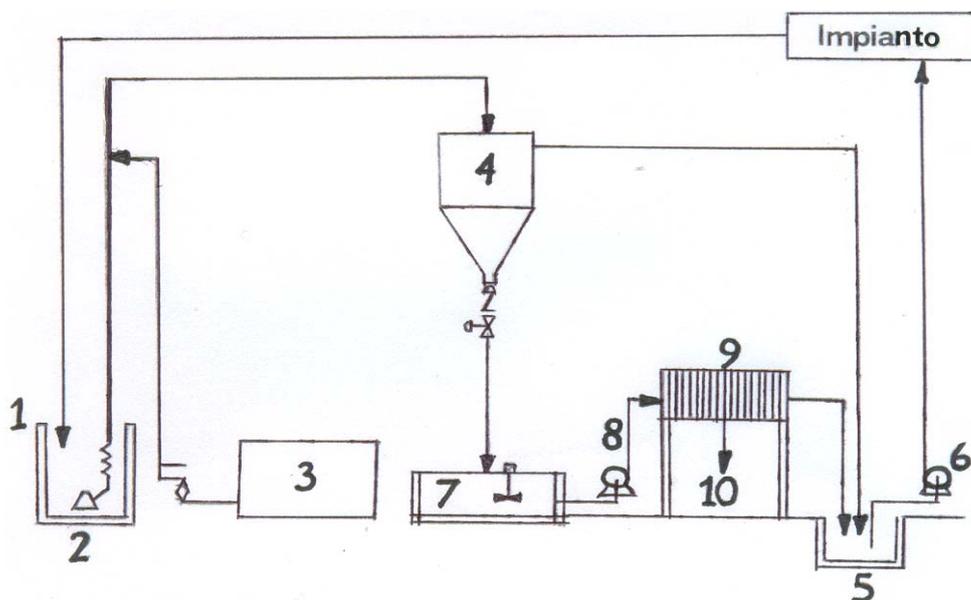


Fig. 4 - Schema del ciclo di depurazione delle acque reflue

Le risorse idriche impiegate nella fase di lavorazione giungono mediante canale di drenaggio al pozzo di raccolta (1), al cui interno una pompa centrifuga posizionata nel

⁹⁸ G. D'Amiani: Impianti per la lavorazione della pietra: tecnologia e cicli di lavorazione. Sta in "Marmomacchine Directory 1993 / 94" da pagg. 109 - 167.

fondo (2) le aspira per inviarle alle vasche di decantazione o ai decantatori a flusso ascendente (4). La prima tipologia presenta una forma parallelepipedica con una struttura in calcestruzzo, in cui le acque reflue entrano da un'apertura laterale. La dimensione della vasca è tale da ridurre la velocità di traslazione delle acque, favorendo così la sedimentazione delle particelle in essa sospese. In questo modo la risorsa idrica purificata rimane in superficie finché non raggiunge un'apertura di uscita, che la trasporta alle vasche di accumulo da dove viene poi reinserita nel ciclo produttivo. I secondi sono serbatoi in carpenteria metallica composti da una sezione cilindrica e da un fondo conico, in cui le acque reflue entrano mediante una specifica tubazione. Come nel caso precedente i fanghi tendono a depositarsi sul fondo, mentre l'acqua pulita fuoriesce da un'apertura posta nella parte alta della sezione cilindrica e viene inviata alle vasche di raccolta per essere impiegata nuovamente nel ciclo produttivo. La scelta di uno o dell'altro è strettamente connessa a diversi fattori quali la superficie occupata, i costi di realizzazione e di manutenzione, ecc.

Indipendentemente dalla scelta fatta è possibile impiegare delle sostanze chimiche coagulanti per aumentare la velocità di sedimentazione (3). L'acqua chiarificata successivamente viene riversata in appositi recipienti di raccolta (5) dove delle pompe centrifughe (6) la reintroducono in un nuovo ciclo di lavorazione, mentre i fanghi si depositano sul fondo delle vasche o dei decantatori (4).

Questi possono essere eliminati direttamente immettendoli in contenitori facilmente trasportabili alle discariche o essere immessi in vasche di omogeneizzazione (7), all'interno delle quali sono mantenuti allo stato fluido mediante un agitatore, in modo da facilitare l'aspirazione da parte delle pompe centrifughe (8). I fanghi aspirati dalle pompe vengono poi indirizzati alla filtropressa (9), all'interno della quale si verifica contemporaneamente sia la loro compattazione, che un ulteriore recupero di acqua. A seconda del tipo di fango compattato si può avere uno smaltimento in discarica, oppure il riutilizzo degli stessi in altri processi produttivi, dove vengono impiegati come materie prime seconde.

Il presente impianto deve essere completamente separato dalla canalizzazione di raccolta e smaltimento delle acque piovane.

2.7 PRINCIPALI CAMPI DI IMPIEGO DEI PRODOTTI LAPIDEI

Nell'introdurre la tematica relativa ai campi d'impiego dei materiali lapidei non si può non osservare come questi non conoscano limiti di utilizzo, infatti ne sono una

dimostrazione pratica le numerose costruzioni sorte nei secoli passati⁹⁹. In funzione delle caratteristiche strutturali e decorative i marmi, i graniti e le altre pietre naturali possono soddisfare un'amplessima gamma di esigenze che spaziano dall'architettura edilizia, all'arte sacra e funeraria, all'arredo urbano, al restauro, alle produzioni artistiche, all'artigianato e design, ai sottoprodotti di cava¹⁰⁰.

- Settore edile: è sempre stato e lo è ancora oggi uno dei campi di maggiore utilizzo dei prodotti lapidei, il cui uso si diversifica in funzione dello specifico settore edile di riferimento, infatti si distinguono quello dell'edilizia pubblica (ospedali, scuole, stazioni ferroviarie, ecc), civile (abitazioni, complessi residenziali, ecc), commerciale (banche, uffici, centri commerciali, ecc), religiosa (chiese, conventi, opere pie, ecc). Qualsiasi sia il settore di attinenza i prodotti lapidei possono essere usati come elementi portanti o strutturali. Nel primo caso possiamo affermare con certezza che la pietra è stata l'elemento portante per eccellenza fino al primo dopoguerra, quando fu quasi completamente scalzata dal cemento armato e dall'acciaio. Dobbiamo dire comunque che trova ancora un abbondante impiego in quelle strutture portanti minori quali architravi per porte, finestre, ecc. Nel secondo caso i lapidei sono adoperati nei pavimenti e rivestimenti sia interni che esterni, anche se per questi ultimi occorre valutare attentamente non solo le loro caratteristiche estetiche, ma pure quelle chimico-fisico-meccaniche onde evitare macchie deturpanti, rotture e cedimenti. Tenendo in considerazione le indicazioni appena citate le rocce possono essere impiegate nell'edilizia pubblica, religiosa, commerciale e civile per pavimentazioni e per il rivestimento di scale, halls, altari, pareti di bagni e cucine, ecc.

- Arte sacra e funeraria: in questo caso la pietra viste le sue caratteristiche di durata rappresenta sicuramente il mezzo più idoneo per richiamare il concetto di eternità, per cui fin dall'antichità venne impiegata nel settore in esame per adempiere a tale scopo. A differenza del comparto edilizio i lapidei non hanno risentito della concorrenza di altri materiali e il settore è molto vivace con produzioni sempre più personalizzate portate a compimento da artigiani locali. Le tipologie di prodotti richieste in questo campo sono assai variegata e diversificate in funzioni delle tradizioni culturali e religiose delle singole popolazioni. Soffermandoci in particolare sulla religione cristiana, si nota come i lapidei siano utilizzati nella costruzione di cappelle private e

⁹⁹ L'edificio più antico in cui la pietra viene adoperata per scopi ornamentali, è la piramide di Chefren costruita nel XXV° A.C. In essa infatti le pareti sono rivestite in lastre di calcare bianco e granito.

¹⁰⁰ G. D'Amore: Le pietre ornamentali: tradizioni, varietà, impieghi. Sta in " Marmomacchine Directory 1998 / 99 " da pagg. 18 - 35.

sacrati o per delimitare la superficie delle lapidi, ma anche per l'ottenimento di piccole opere in scultura rappresentanti figure divine o il defunto stesso.

- Arredo urbano: con tale terminologia si intende l'insieme degli elementi e delle strutture che fanno uso della pietra per gestire e delimitare gli spazi urbani. È proprio da questa esigenza che nascono i primi interventi di arredo urbano, che ebbero ad oggetto i sagrati delle chiese e le piazze dove i cittadini tenevano le loro assemblee. Successivamente tali interventi furono adoperati per migliorare le condizioni dei quartieri agiati delle città dove le strade vennero lastricate disponendo panchine, fontane, monumenti, ecc. Ad oggi questi interventi sono stati estesi a tutti i quartieri cittadini e in alcuni casi in molti centri si ritorna al classico, lastricando nuovamente gli spazi in catrame.

- Restauro: questo è un settore che negli ultimi anni ha visto crescere la sua importanza, in quanto gli effetti dell'inquinamento hanno aggravato enormemente la già di per se difficile situazione del nostro patrimonio artistico più antico. Oltre a questi si devono considerare anche gli edifici più moderni il cui degrado è da ricondurre, sia a scelte tecniche inappropriate che a sistemi di fissaggio e posa in opera errati. I tipi di intervento sono piuttosto diversificati e possono riguardare interi nuclei abitativi o singoli costruzioni o ancora porzioni delle stesse. Affinché il restauro vada a buon fine occorre che le caratteristiche del lapideo da sottoporre ad intervento e quelle del materiale integrativo si avvicinino il più possibile.

- Produzioni artistiche: da sempre scultori e artisti hanno utilizzato la pietra per realizzare statue, monumenti, palazzi, ecc, nonché per scopi civili, religiosi o funerari, creando capolavori che li hanno resi famosi tramandando la loro memoria fino ai giorni nostri. terminate le grandi commesse del passato il settore artistico è andato lentamente declinando e ancora oggi la quantità complessivamente assorbita per tali realizzazioni è assai limitata, anche se il valore delle singole commesse è molto elevato.

- Artigianato e design: appartengono a tale categoria le produzioni personalizzate complementari all'arredo e l'oggettistica di lusso. Con queste espressioni si indicano una serie di prodotti quali piani per cucine, caminetti, mensole, vassoi, targhe, ecc. Visto il tipo di committenza a cui ci si rivolge, tali produzioni vengono realizzate impiegando lapidei pregiati o dai colori particolari.

- Sottoprodotti di cava: un ultimo ambito produttivo inerente i prodotti lapidei è quello del riutilizzo degli scarti di estrazione e lavorazione in altri settori industriali. Nel primo caso il riciclo riguarda il recupero dei piccoli pezzetti di marmo che vanno a formare i

ravaneti, mentre nel secondo abbiamo il recupero dei fanghi di lavorazione grazie all'adozione di tecnologie di depurazione delle acque. Entrambe le tipologie di sottoprodotti sopraccitate possono essere adoperati per la produzione di carbonato di calcio da impiegare nelle cartiere, nell'industria vetraria, nella produzioni delle materie plastiche, delle vernici, ecc. Questo argomento sarà trattato più dettagliatamente nel capitolo 3 dove si analizzeranno le problematiche ambientali dell'industria lapidea e le possibili soluzioni.

CAPITOLO III

LE PROBLEMATICHE AMBIENTALI DALL'ATTIVITÀ DI ESTRAZIONE E TRASFORMAZIONE DEI LAPIDEI; RICERCA DI SOLUZIONI PER LO SMALTIMENTO DEI MATERIALI DI SCARTO

3.1 RIFLESSI AMBIENTALI PROVOCATI DALL'ATTIVITÀ DI ESTRAZIONE

Oggi lo sfruttamento dei bacini marmiferi si è fatto sempre più intenso grazie all'introduzione di nuove tecnologie di estrazione e di taglio. Se da un lato ciò ha portato ad un notevole aumento della produttività, dall'altro ha sicuramente contribuito ad incrementare l'impatto ambientale di tale attività.

Per quanto attiene ai riflessi ambientali dell'industria estrattiva diciamo subito che essi comprendono quattro aspetti principali:

- Presenza delle discariche (ravaneti).
- Inquinamento delle falde acquifere derivante dal contatto con fanghi e idrocarburi.
- Inquinamento atmosferico dovuto alla concentrazione delle polveri sottili.
- Inquinamento acustico generato dai mezzi di movimentazione e dalle nuove tecnologie di taglio.

3.1.1 Impatto ambientale causato dagli scarti solidi dell'escavazione

Gli scarti solidi dell'escavazione nel loro complesso formano imponenti discariche di detriti e scorie di marmo aventi dimensioni diverse¹⁰¹, che occupano i versanti dei monti e vengono definiti ravaneti¹⁰². Sulle Alpi Apuane dove l'escavazione ebbe inizio circa duemila anni fa, essi hanno raggiunto una dimensione e un'estensione superficiale così ampia, tanto da andare a precludere la possibilità di messa in coltivazione di alcuni agri marmiferi. Tutto ciò trova ulteriore conferma se guardiamo alle stime formulate dall'Ufficio Marmi di Carrara, che ha valutato la quantità dei ravaneti pari a circa 100 milioni di tonnellate, con una superficie occupata di 500 ettari. Essi sono

¹⁰¹ La granulometria degli scarti varia da pochi centimetri a qualche metro, anche se spesso troviamo mischiati ad essi particelle finissime derivanti dall'operazioni di taglio.

¹⁰² L'etimologia del termine ravaneto non è ben definita, ma le teorie più accreditate la fanno risalire alla parola latina labina (frana) o a quella dialettale ravina derivante a sua volta dalla parola francese ravine (scoscedimento).

essenzialmente il risultato della metodologia estrattiva della grande varata utilizzata fino alla fine dell'ottocento, che portava alla distruzione dell'85 % del marmo estratto. Con l'introduzione del filo elicoidale si ebbe un forte incremento nella resa consentendo fino alla fine degli anni settanta una netta riduzione degli scarti, ma successivamente, in seguito all'incremento della domanda e all'introduzione di nuove tecnologie di taglio (tagliatrice a catene e diamantata), si assistette ad una nuova impennata dei quantitativi di materiale da immettere in discarica. Questi scarti in passato sono stati considerati materiali improduttivi che ostacolavano lo sviluppo delle coltivazioni e lo sfruttamento degli agri marmiferi sui quali erano depositati, ma a partire dalla metà degli anni novanta ci si è resi conto che le scaglie di marmo potevano essere impiegate come materie prime e seconde (produzione di carbonato di calcio mediante macinazione degli scarti, massi da utilizzare come inerti da scogliera, inerti per massicciate e argini fluviali, ecc), per cui i ravaneti sono diventati delle vere e proprie cave di inerti.

Le aziende di frantumazione e macinazione assorbono oggi una quantità di scarti addirittura superiore a quella prodotta. Approfittando di questa situazione nel 1999 la Conferenza dei Servizi, che rilascia le autorizzazioni a scavare, ha emanato una disposizione che impedisce la creazione di nuovi ravaneti, i quali possono essere utilizzati solo come scivoli per i nuovi detriti prodotti, che poi saranno prelevati e portati a valle dalle stesse ditte attive nel settore della frantumazione. La coltivazione dei ravaneti non può in realtà procedere priva di regole, infatti prima di autorizzare lo sfruttamento degli stessi si dovrebbero considerare almeno tre fattori¹⁰³:

- Paesaggistici; in quanto i ravaneti che biancheggiano sui versanti dei monti sono ben visibili dal litorale, cosicché i pendii Apuani sembrano coperti di neve anche nei mesi estivi. Tutto ciò rappresenta una cosa unica al mondo e come tale merita di essere tutelata.

- Culturali; in quanto nei ravaneti sono contenuti elementi peculiari della cultura dei cavaatori Apuani e testimonianze delle escavazioni avvenute nelle epoche passate, basti pensare che spesso sulle colate detritiche si trova ancora traccia delle antiche vie di lizza adoperate per il trasporto dei lapidei. Allo stesso tempo molte discariche furono soggette ad operazioni di messa in sicurezza mediante la costruzione di opere di sostegno e ciò le porta ad assumere la valenza di reperti archeologici industriali.

¹⁰³ C. D'Amato: Valenze ambientali ed economiche dei ravaneti delle Alpi Apuane, Società Geografica Italiana, Roma, 1998.

- Contributo alla regimazione idraulica; poiché i ravaneti presentano una granulometria grossolana che li rende molto permeabili. In funzione di tale qualità essi sono in grado di rallentare lo scorrimento delle acque meteoriche evitando così franamenti e straripamenti.

In base a questi tre fattori i ravaneti possono essere distinti in:

- Ravaneti storici: sono quelli che non vengono più alimentati con nuove immissioni di inerti, in quanto la coltivazione delle cave da cui erano espulsi come materiale di scarto, è cessato ormai da moltissimo tempo. La situazione di abbandono ha favorito un processo di rinaturalizzazione che li ha restituiti alla montagna. Per questo motivo non devono assolutamente essere oggetto di scavo poiché ormai hanno raggiunto una certa stabilità e contribuiscono a trattenere le acque piovane¹⁰⁴. La tipologia di ravaneti in questione si riconosce facilmente perché assume un colore scuro e presenta qua e là erbe e arbusti di vario genere.
- Ravaneti aventi valenze ambientali, paesaggistiche e culturali: possono essere sottoposti ad una coltivazione parziale a condizione che l'elemento caratterizzante venga salvaguardato. In questo contesto è utile ricordare che la legge numero 388 del 2000 ha istituito il Parco Ecologico delle Alpi Apuane con l'intento di salvaguardare gli antichi siti di escavazione. Di particolare rilievo è stato l'inserimento nel perimetro dello stesso di quattro ravaneti.
- Ravaneti recenti, non stabili e pericolosi: sono quelli di più recente formazione per cui possono essere ancora utilizzati come discariche. Solitamente questi sono anche quelli effettivamente più pericolosi poiché presentano condizioni di forte instabilità, inoltre spesso sovrastano le strade e i centri abitati, nonché i torrenti che scorrono a valle. Tale tipologia di ravaneti può essere assoggettata a sfruttamento purché si rispettino determinate regole di prelievo. In primo luogo si dovrebbero analizzare le carte topografiche inerenti ogni singolo ravaneto, in modo tale di identificarlo e delimitarlo. Successivamente dovranno essere valutati quelli che sono i volumi estraibili per redigere poi un piano di coltivazione, il quale dovrà tenere conto non solo delle quantità da prelevare, ma anche dei fanghi che sono mischiati assieme agli stessi scarti.

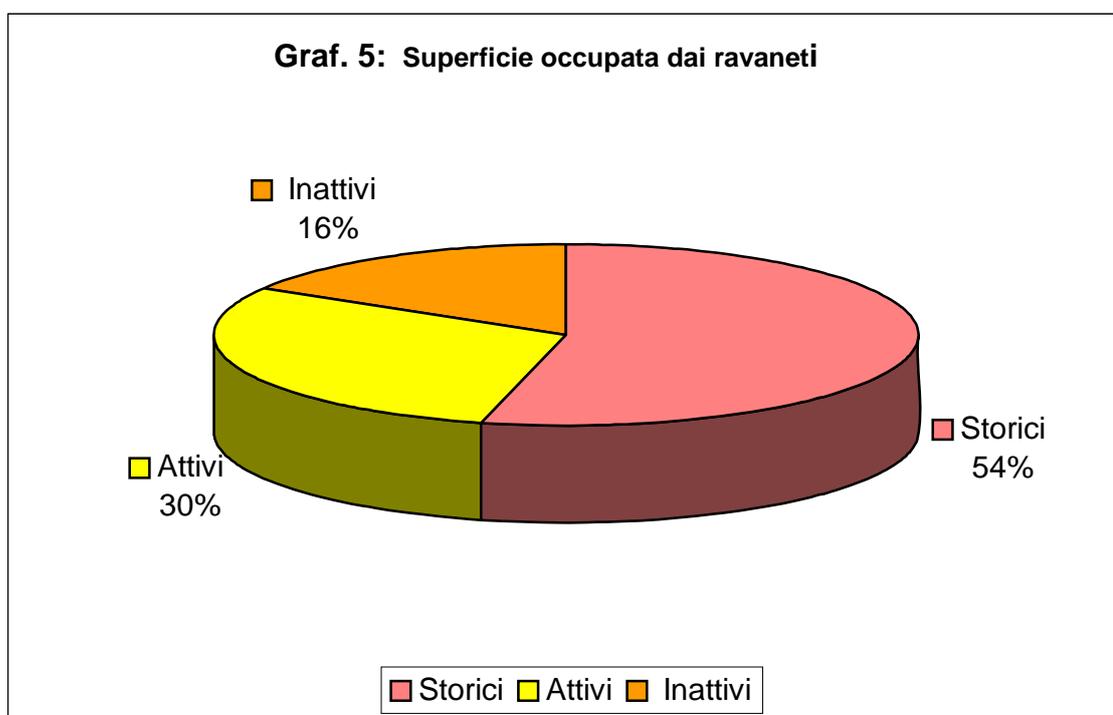
¹⁰⁴ Sul dibattito promosso da Lega Ambiente in seguito agli eventi alluvionali che colpirono Carrara nell'Ottobre 2003, è stato messo in luce che i ravaneti franati, che hanno portato allo straripamento del fiume Carrione, erano di colore grigio chiaro e misti a terra e fango. Tutte queste caratteristiche accomunano i ravaneti di recente formazione (circa 20 anni) che sono stati quelli effettivamente responsabili di tale fenomeno.

Di seguito riportiamo i dati inerenti alle superfici occupate dagli scarti in funzione della diversa tipologia di ravaneto.

Tab. 8 - Superficie complessiva occupata dai ravaneti nel comprensorio Apuano

Tipologia ravaneti	Superficie occupata (Ha)	%
Storici	278	53,88%
Attivi	153	29,65%
Inattivi	85	16,47%
Totale	516	100,00%

FONTE: Ufficio Marmi Carrara



Rielaborazione dati fonte Ufficio Marmi Carrara

3.1.2 Inquinamento delle sorgenti provocato dall'attività di estrazione

Il territorio Apuano per conformazione geologica e regime pluviometrico, presenta condizioni particolarmente favorevoli per l'approvvigionamento idropotabile. Le precipitazioni medie annue variano infatti, da 1000 mm a livello del mare ad oltre 3000 sugli alti versanti, una situazione che si riscontra solo sulle Alpi. Mentre queste ultime hanno però natura prevalentemente cristallina, con limitata permeabilità, le rocce apuane presentano una composizione carbonatica, che le rende altamente permeabili ed

idonee alla formazione di vasti serbatoi acquiferi sotterranei. La natura delle nostre montagne se da un lato favorisce l'accumulo di ingenti quantità di risorse idriche, dall'altro rende le stesse facilmente vulnerabili a fenomeni di intorbidimento e di inquinamento, dovuti principalmente all'attività di estrazione dei lapidei¹⁰⁵. La prova diretta che associa l'inquinamento delle sorgenti all'escavazione divenne cosa nota a partire dalla metà degli anni settanta, infatti, in tal periodo furono individuati nelle vasche di decantazione delle sorgenti strati di limo calcareo misto a sabbia silicea la quale era impiegata nelle operazione di taglio con il filo elicoidale. Negli anni immediatamente successivi, in seguito all'introduzione di nuove tecnologie di taglio (tagliatrice a catena e diamantata) e all'incremento dei mezzi di movimentazione e di trasporto, accanto al fenomeno di intorbidimento delle acque, iniziarono a manifestarsi le prime dispersioni di oli e idrocarburi nelle terre adiacenti ai siti estrattivi, che successivamente entreranno in diretto contatto con le sorgenti inquinandole.

Le principali operazioni che portano alla dispersione in natura di oli e idrocarburi¹⁰⁶ sono da ricondurre alla cattiva manutenzione dei mezzi di movimentazione (pale meccaniche, cingolate, ecc.), alle modalità di rifornimento e stoccaggio di oli (bidoni aperti e sgocciolanti che poggiano direttamente al suolo), alla fuoriuscita di oli durante le operazioni di ricambio e rimbocco, all'abbandono in cava dei rottami (vecchi filtri di olio, trasformatori, ecc.), all'impiego delle tagliatrici a catena e diamantate, le quali adoperano grosse quantità di lubrificanti e grassi che spesso si mischiano ai fanghi derivanti dalle operazioni di taglio. Di seguito vengono riportate le principali irregolarità rinvenute durante alcune verifiche effettuate alle cave (Tab. 9)

Tab. 9 - Principali fonti di inquinamento da idrocarburi in cava

Cave	Oli	Carburanti	Materiali abbandonati
1	Fusti esausti all'aperto	Sversi evidenti	Compressore e copertoni
2	Perdita da bidone	Chiazze visibili	Filtri d'olio e bidoni vuoti
3	Fusti esausti all'aperto	Sversi modesti	Batterie e filtri d'olio
4	Fusti di oli al coperto	Sversi abbondanti	Filtri d'olio e 3 autoveicoli
5	Sversi da pala meccanica	Chiazze visibili	1 trasformatore e bidoni vuoti

FONTE: Servizio igiene U.S.L. 2 Massa-Carrara

¹⁰⁵ G. Sansoni: La tutela della risorsa idrica nei bacini montani. Sta in atti del convegno " L'impatto ambientale e sanitario dell'escavazione marmifera: quali limiti ? " Carrara, 1991.

¹⁰⁶ G. Sansoni: Inquinamento delle sorgenti derivante dall'escavazione. Sta in atti del convegno " Impatto ambientale nella lavorazione dei materiali lapidei: rumore – smaltimento fanghi " Verona, 1991.

A ciò si deve aggiungere l'abitudine diffusa dei cavatori di smaltire gli oli esausti direttamente nei ravaneti adiacenti alla cava. Per cercare di rimediare a quest'ultima tendenza venne emanato il D.P.R. n° 691/1982 che istituiva l'obbligo della riconsegna degli oli usati. Tale normativa rimase in realtà completamente disattesa almeno fino al 1988, anche se la quantità di oli recuperata dopo tale data non fu sicuramente rassicurante¹⁰⁷.

Le modifiche intervenute nel settore a cavallo fra gli anni settanta e ottanta avevano contribuito a riversare al suolo ingenti quantità di oli e idrocarburi cosicché nel 1991 venne rilevata la loro presenza¹⁰⁸ in diverse sorgenti nei comuni di Massa e Carrara. Il fatto che l'inquinamento di idrocarburi sia stato rilevato solo nei primi anni novanta è riconducibile solo al comportamento che gli stessi hanno nel sottosuolo, infatti, a causa della loro bassa intensità ed elevata viscosità, penetrano molto lentamente nel terreno e tendono a rimanere intrappolati nelle fessure più strette, dalle quali possono essere liberati solo in presenza di alte pressioni, come quelle che si manifestano in seguito ad ingenti precipitazioni. Tali eventi meteorici, se da un lato favoriscono la precipitazione degli oli, dall'altro, innalzano le falde acquifere sotterranee, favorendo così l'incontro fra le acque e gli idrocarburi¹⁰⁹. Considerate le quantità di oli disperse fino ad oggi si assisterà sicuramente alla loro comparsa anche in futuro. Il problema non è quindi di semplice soluzione, ma sicuramente possono essere attuati semplici accorgimenti, siano essi passivi o attivi, per limitare al minimo il loro effetto inquinante¹¹⁰. I primi in realtà non servono a ridurre le immissioni inquinanti, ma bensì hanno principalmente il compito di rendere le acque potabili. Per raggiungere tale scopo possono essere inseriti all'interno delle sorgenti dei filtri di carbone attivo predisponendo però opportuni accorgimenti. Innanzitutto occorre sostituire gli stessi nel momento opportuno onde evitare che si formino nitrosammine o endotossine, inoltre la presenza del carbone attivo favorisce l'annidamento e la proliferazione dei batteri, per cui è necessario

¹⁰⁷ I dati forniti dal Consorzio per il triennio 1988-1991 mostrano una situazione allarmante, infatti solo il 34 % delle cave aveva provveduto ad effettuare almeno una consegna. Stime dell'epoca misero in evidenza che in ognuno dei singoli anni considerati le quantità di oli e grassi dispersi nel territorio erano rispettivamente di 74 e 64 tonnellate.

¹⁰⁸ La presenza di idrocarburi nelle sorgenti è stata rilevata nuovamente nel 2001. Aggiungiamo comunque che non può essere negata la possibilità di ulteriori comparse anche in periodi precedenti. Tutto ciò è possibile poiché gli oli, essendo insolubili in acqua, si distribuiscono in modo eterogeneo nella classica forma a chiazze, per cui è assai complesso rilevare la loro presenza.

¹⁰⁹ Una volta a contatto con le falde acquifere sotterranee, gli idrocarburi sono in grado di raggiungere qualsiasi sorgente sita nei comuni di Massa e Carrara, in quanto queste sono collegate le une alle altre da una serie di canali sotterranei.

¹¹⁰ G. Sansoni: Quali misure per la protezione delle sorgenti. Sta in atti del convegno " Impatto ambientale nella lavorazione dei materiali lapidei: rumore – smaltimento fanghi " Verona, 1991.

procedere al lavaggio degli stessi con acqua fortemente clorata, infine è indispensabile dotarsi di moduli filtranti contenenti diverse tipologie di carboni aventi un differente raggio di azione. I secondi, al contrario, rappresentano misure preventive che possono effettivamente portare ad una netta riduzione delle quantità di idrocarburi dispersa nell'ambiente. Appartengono a questa categoria una serie di accorgimenti che riguardano:

- Contenimento degli oli (nuovi e usati) e del carburante in vasche impermeabili.
- Dispositivi di travaso per cisterne, fusti, ecc, idonei ad evitare dispersioni accidentali.
- Effettuare tutte le operazioni suscettibili di provocare dispersioni accidentali in un area della cava appositamente attrezzata.
- Scrupolosa manutenzione e revisione periodica delle pale meccaniche, cingolate, ecc, mirate ad evitare la perdita di olio.
- Istituzione in tutte le cave del registro di carico e scarico degli oli da presentare periodicamente al comune.
- Sostituzione delle tagliatrici esistenti con altre lubrificate solo con acqua. Ciò si è effettivamente realizzato recentemente in seguito dell'introduzione sul mercato della tagliatrice a nastro diamantato prodotta dalla Benetti S.P.A.
- Obbligo per le tagliatrici a catena e diamantate, che impiegano come lubrificanti grassi e oli di utilizzare serbatoi per il riciclo delle acque.
- Previsioni di sanzioni che in caso di inadempienza prevedano anche la sospensione dei lavori.
- Istituzione di controlli periodici presso le cave.

È ragionevole pensare che la comoda scappatoia del tranquillante sociale (filtri a carbone attivo) debba essere solamente temporanea, in quanto tutte le energie dovrebbero essere indirizzate a prevenire la dispersione nell'ambiente di oli e idrocarburi, cosicché si possa ridurre effettivamente l'impatto ambientale generato da tali inquinanti.

3.1.3 La valutazione dell'esposizione al rumore nella fase di coltivazione

Un altro problema che si riscontra durante le operazioni di estrazione è quello del rumore, provocato principalmente dai mezzi di movimentazione e dalle macchine impiegate nelle operazioni di taglio. Da un'analisi svolta in alcune cave del

comprensorio Apuano¹¹¹ è stato possibile definire gli intervalli entro cui oscillano le emissioni sonore prodotte da queste apparecchiature. È stato quindi possibile individuare i livelli di esposizione massimi e minimi che possono colpire i singoli addetti (Tab. 10).

Tab. 10 - Emissione sonora generata dai macchinari e attrezzature di cava

Macchine	Valori max e min dB(A)
Pala meccanica gommata	77 - 85
Pala meccanica cingolata	83 - 90
Escavatore	80 - 87
Perforatrice	75 - 79
Martello pneumatico	102 - 109
Tagliatrice a catena	79 - 82
tagliatrice diamantata	63 - 72
Telaio monolama	65 - 72

FONTE: Pandolfi

I risultati ottenuti delineano, per questo settore, un quadro preoccupante per quanto attiene alla salute dei lavoratori. Dall'analisi svolta possono essere inoltre dedotte una serie di indicazioni pratiche per ridurre l'inquinamento acustico generato nelle attività di estrazione. In primo luogo è necessario individuare, di volta in volta, un corretto layout dei macchinari infatti, anche una semplice modificazione nella disposizione degli stessi, può ridurre decisamente l'incidenza del rumore (ad esempio risulta molto importante collocare il generatore elettrico a distanza dalla tagliatrice a catena o diamantata). In secondo luogo occorre pianificare l'impiego del parco macchine all'interno del ciclo produttivo. In particolare deve essere ottimizzato l'utilizzo delle pale meccaniche e degli escavatori; risulta inoltre necessario ridurre al minimo l'uso del martello pneumatico che è anche la fonte principale di emissione. In terzo occorre scegliere le macchine in base alle loro emissioni sonore (ad esempio alcune pale meccaniche consentono di avere un'esposizione molto contenuta, infatti grazie all'adozione dell'impianto di condizionamento dell'aria è possibile lavorare mantenendo i finestrini chiusi). Infine è utile che i lavoratori siano soggetti ad una rotazione delle mansioni nell'uso delle macchine operatrici. Tutti questi accorgimenti permettono un'effettiva

¹¹¹ D. Pandolfi: La valutazione dell'esposizioni al rumore nella coltivazione di cave in agri marmiferi. Sta in atti del convegno " Rumore e vibrazioni, valutazione, prevenzione e bonifiche in ambiente di lavoro " Modena, 1994.

riduzione dell'impatto acustico e sono anche gli unici che possono essere effettivamente adottati nella fase di estrazione in quanto, essendo gli impianti utilizzati non fissi, non è possibile procedere con le normali tecniche di insonorizzazione adoperate nei laboratori

3.1.4 L'inquinamento atmosferico generato dall'attività di estrazione

Ad oggi non esistono dati certi pubblicati su questo tema ma, alcune rilevazioni eseguite nei luoghi di lavoro, hanno ridimensionato il problema. Si è dimostrato infatti che tale forma di inquinamento si verifica quasi esclusivamente in presenza di operazioni a secco, in quanto nelle lavorazioni in umido le polveri vengono abbattute sotto forma di fanghi. Da quanto detto, possiamo facilmente dedurre che l'inquinamento da polveri nella fase di estrazione è assai limitato, dato che la maggior parte delle operazioni avviene impiegando ingenti quantità di acqua. L'unico problema effettivo è rappresentato dai mezzi di movimentazione che circolano nei piazzali di cava, i quali possono sollevare le polveri che si sono generate dall'essiccamento dei fanghi derivanti dalle operazioni di taglio. Tale circostanza si verifica anche nella fase di preparazione del letto di detriti, allestito per assorbire l'impatto delle bancate che vengono rovesciate al suolo¹¹². Dobbiamo dire che, comunque, le polveri di marmo, a differenza di quelle di granito, presentano una nocività minore. Valutata l'entità del fenomeno possiamo dire che la salute dei lavoratori può essere tutelata adottando semplici accorgimenti che riguardano, ad esempio, l'applicazione di occhiali protettivi, di mascherine per il filtraggio dell'aria, ecc. La forma di inquinamento, di cui abbiamo appena parlato, diventa preoccupante solo nel caso in cui l'escavazione procede in sotterraneo¹¹³, infatti, in questa situazione, alla modesta quantità di polveri, si vengono ad aggiungere le emissioni dei fumi dei mezzi meccanici. Alcuni rilievi fatti all'interno di questa tipologia di cave mettono in luce come l'ossido di carbonio (sostanza estremamente tossica che riduce l'apporto di ossigeno ai tessuti del sangue) rimane entro limiti molto bassi grazie all'uso di marmitte catalitiche, mentre l'ossido di azoto presenta valori più elevati, ma ancora accettabili. Gli inquinanti più pericolosi sono in realtà l'anidride solforosa e il biossido di azoto, a causa della loro elevata concentrazione. Per ridurre il loro effetto nocivo oggi, in ogni cava, devono essere sistemati obbligatoriamente dei

¹¹² S. Pinna: Il comprensorio Apuano del marmo, Società Geografica Italiana, Roma, 1999, da pagg. 49 - 54.

¹¹³ Q. Capuzzi: La coltivazione dei marmi in sotterraneo, Società Editrice Apuana, Carrara, 1988.

mezzi di ventilazione primari e secondari, aventi il compito di facilitare il ricambio dell'aria all'interno delle gallerie e delle camere

3.2 RIFLESSI AMBIENTALI PROVOCATI DALL'ATTIVITÀ DI LAVORAZIONE

Ad oggi, anche a causa dell'intenso processo di meccanizzazione e automazione verificatosi all'interno dei laboratori lapidei Apuani, si è assistito ad un notevole incremento delle quantità e qualità di rocce ornamentali che vi vengono lavorate. Tutto ciò se da un lato ha contribuito a rinforzare il ruolo di leader mondiale del nostro comprensorio, dall'altro ha sicuramente appesantito l'impatto ambientale provocato dalle aziende lapidee di trasformazione. Le principali problematiche ambientali generate dalla lavorazione dei blocchi, siano essi di marmo o di altro materiale, possono essere ricondotti a quattro:

- Produzione di ingenti quantità di fanghi (marmettola).
- Inquinamento acustico causato dai mezzi di movimentazione, dai telai, dalle macchine lucidatrici, contornatici, ecc.
- Inquinamento atmosferico dovuto alla concentrazione delle polveri.
- Inquinamento da sostanze chimiche (solventi e mastici).

3.2.1 Le problematiche ambientali derivanti dalle difficoltà di smaltimento dei fanghi di lavorazione

Una volta che i blocchi, siano essi di marmo (bianco o colorato) o di granito, giungono nei laboratori, vengono sottoposti ad una serie di operazioni mediante le quali si possono ottenere diverse tipologie di prodotti e semilavorati, aventi caratteristiche e funzionalità differenti in base alla loro destinazione d'uso. Nel portare a compimento tali produzioni vengono, però, prodotte ingenti quantità di materiale di scarto (fanghi e cocciame) che, a seconda del tipo di lavorazione, raggiungono il 20 % del peso del blocco lavorato. È stato calcolato che ogni anno sono prodotti, nel complesso circa 950 mila tonnellate di fanghi (marmettola) e 380 mila tonnellate di cocciame.

Per quanto attiene alla produzione della marmettola, sono stati individuati anche i flussi principali che riguardano:

- Marmettola di marmo bianco e colorato, circa 500 mila tonnellate annue.
- Marmettola di granito, circa 310 mila tonnellate annue.
- Marmettola mista, circa 140 mila tonnellate annue.

Fino ai primi anni ottanta, questi scarti di lavorazione furono ritenuti del tutto innocui, per cui gli stessi venivano smaltiti direttamente nei fiumi, senza adottare alcuna precauzione. Le cose iniziarono a cambiare nel 1976 quando in seguito dell'entrata in vigore della legge 319, vennero fissati dei limiti all'emissioni dei solidi sospesi che potevano essere scaricati nei fiumi¹¹⁴. Concesso un primo periodo affinché gli imprenditori si mettessero in regola, la U.S.L. procedette alla verifica degli scarichi idrici delle aziende lapidee e a partire dal 1980 scattarono le prime denunce, le quali però, non portarono a nessun cambiamento, ma anzi molti imprenditori vennero assolti perché gli enti locali non avevano predisposto siti idonei ad accogliere gli stessi scarti. Di fronte a questo quadro desolante, le U.S.L. di Massa-Carrara¹¹⁵ e Lucca¹¹⁶ decisero di intraprendere un mappaggio biologico dei corsi d'acqua Apuani e Versiliesi, per valutare l'impatto ambientale della marmettola e del cocciame che vi venivano scaricati. In entrambi i casi venne preso come sistema di analisi il metodo I.B.E. (Indice Bioetico Estesio), che si basa sullo studio dei macroinvertebrati acquatici quali larve, molluschi, crostacei, ecc., ognuno dei quali necessita di proprie esigenze vitali. Basandoci sul fatto che alcune specie sono più suscettibili all'inquinamento rispetto alle altre, si è riusciti a suddividere la qualità dei corsi d'acqua in cinque classi, che variano da quella priva di inquinamento (I classe) a quella fortemente inquinata (V classe). L'indagine ebbe un vasto successo e demolì il mito, allora diffuso, dell'innocuità ambientale della marmettola dimostrando che, nonostante la assoluta assenza di proprietà tossiche, l'impatto ambientale della polvere di marmo era comunque drammatico. Da questa analisi vennero inoltre individuati per la prima volta, gli effetti inquinanti dei fanghi di lavorazione sui popolamenti acquatici, che risultavano di gran lunga maggiori rispetto a quelli derivanti dagli scarichi organici.

I principali meccanismi di azione sui macroinvertebrati possono essere ricondotti:

- Alla distruzione delle varietà dei microambienti poiché la marmettola sedimentando fa sì che il fondo si ricopra di uno strato melmoso, il quale ostacola la colonizzazione da parte dei macroinvertebrati.
- Al danno diretto ai macroinvertebrati in quanto il materiale solido che viene trascinato dalla corrente, esercita un'azione abrasiva sugli organismi acquatici aderendo ai peli e

¹¹⁴ Il limite fissato nella tabella A era di 80 mg/l.

¹¹⁵ G. Sansoni: Corsi d'acqua del litorale Apuano. Effetti inquinanti della polvere di marmo, Comunità Montana, Massa, 1983.

¹¹⁶ G. Baldaccini: Mappaggio biologico dei corsi d'acqua del territorio Versiliese, Assessorato all'ambiente provincia di Lucca, Lucca, 1986.

alle branchie.

- Alla diminuzione delle disponibilità alimentari poiché la torbidità delle acque riduce la penetrazione della luce rendendo più difficoltoso il processo di fotosintesi delle alghe e degli altri vegetali acquatici.
- Al danno riproduttivo in quanto il fango depositandosi nell'alveo del fiume seppellisce le uova impedendo la riproduzione delle specie acquatiche.

Ciascuno di questi meccanismi assume una diversa importanza in funzione delle differenti condizioni spazio-temporali presenti, infatti, nei tratti fluviali, in cui la pendenza è sufficiente a garantire una adeguata velocità, la marmettola resta in sospensione e allora prevalgono i danni diretti e la diminuzione delle disponibilità alimentari. Si assiste tuttavia ad un trasferimento spaziale dell'impatto ambientale della stessa, che una volta giunta a valle sedimenta nell'alveo del fiume. In questo caso vengono ad assumere un'importanza preponderante la distruzione dei microambienti e il danno riproduttivo. In fig. 5 sono riportati i dati inerenti il numero di macroinvertebrati individuati nel caso di acque limpide e inquinate dalla marmettola. Da essi risulta palese l'impatto biologico generato sulle specie acquatiche da questi inquinanti.

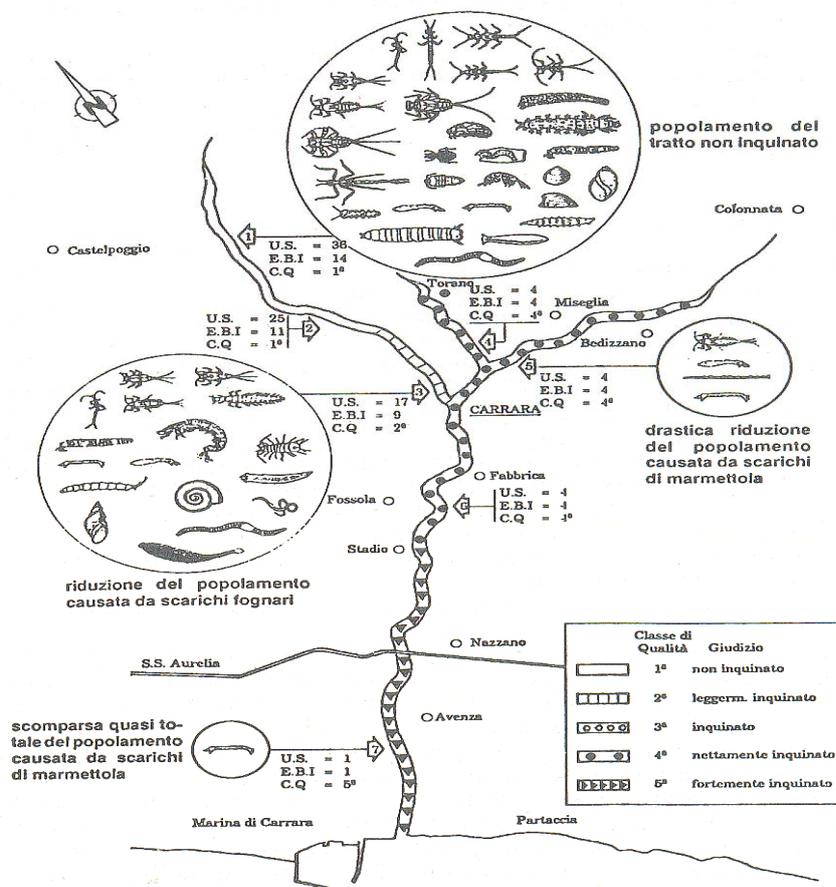


Fig. 5 - Torrente Carrione, impatto biologico degli scarichi delle aziende lapidee

Allo stesso tempo i corsi d'acqua, privati delle comunità animali responsabili dell'auto-depurazione, trasportano al mare gran parte del carico inquinante organico: ne derivano ripetuti divieti di balneazione e il superamento dei parametri batteriologici, con conseguenti effetti negativi sull'economia del turismo. L'aumento del carico organico porta inoltre all'abbandono delle acque fluviali che divengono inadatte per gli usi civili ed agricoli. Ne consegue un abnorme ricorso all'emungimento dalle falde della pianura che divengono più vulnerabili agli inquinanti e all'introduzione salina. Infine dobbiamo dire che la marmettola una volta giunta a valle sedimenta impermealizzando gli alvei e interrompendo così gli scambi acquifero-fiume. Le conseguenze di ciò sono una forte cementificazione del letto, che porta a piene più frequenti e violente e a magre più spinte e prolungate, favorendo così lo straripamento dei corsi d'acqua. L'estrema gravità della situazione spinse le amministrazioni comunali interessate, ad individuare dei siti da utilizzare come discarica per i fanghi e parallelamente a ciò furono finanziate dalla Regione Toscana delle ricerche idonee ad individuare possibili riutilizzi degli stessi come materie prime seconde. Dopo varie osservazioni vennero individuate due località, una sita a Bedizzano e l'altra a Montignoso, le quali erano ritenute idonee per tale impiego¹¹⁷. La loro apertura doveva essere solo temporanea nell'attesa che venissero individuate delle ipotesi concrete di impiego dei fanghi. La discarica sita nel comune di Montignoso entrò effettivamente in uso nel 1990 e due anni dopo vennero emesse le prime sentenze di condanna nei confronti di quegli imprenditori che continuavano a riversare gli scarti di lavorazione nei fiumi. Questi avvenimenti spinsero molti imprenditori ad introdurre, nei loro stabilimenti, impianti per il riciclo delle acque (vasche di decantazione o decantatori a flusso ascendente), mediante i quali è possibile separare la parte solida da quella liquida, cosicché le acque rilasciate ritornino ad avere standard qualitativi idonei per essere immesse nuovamente in natura. Per valutare se effettivamente si fossero verificati miglioramenti l'A.R.P.A.T realizzò un nuovo mappaggio delle acque nel 1993. Questi mise in evidenza che nonostante le acque fossero tornate limpide, il numero di macroinvertebrati continuava ad essere molto esiguo. Ciò era imputabile ai vecchi residui di marmettola cementata che continuavano ad essere presenti impedendo agli organismi acquatici di colonizzare nuovamente tali ambienti. Per questo motivo nel 1997 per restituire ai fiumi la loro funzionalità ecologica, si è intervenuti con dei mezzi meccanici per rimuovere il substrato di

¹¹⁷ G. Sansoni: Il dibattito sulla discarica di marmettola. Sta in atti del convegno " Impatto ambientale nella lavorazione dei materiali lapidei: rumore – smaltimento fanghi " Verona, 1991.

marmettola cementata. Successivamente sono state fatte nuove analisi nel 1998 e nel 2000¹¹⁸, le quali hanno dimostrato un netto miglioramento della qualità dell'acqua e dell'Indice Biotico Esteso. Di seguito vengono riportati i 4 mappaggi biologici del fiume Frigido svolti dal 1982¹¹⁹ al 2000¹²⁰ (Fig.6-7).

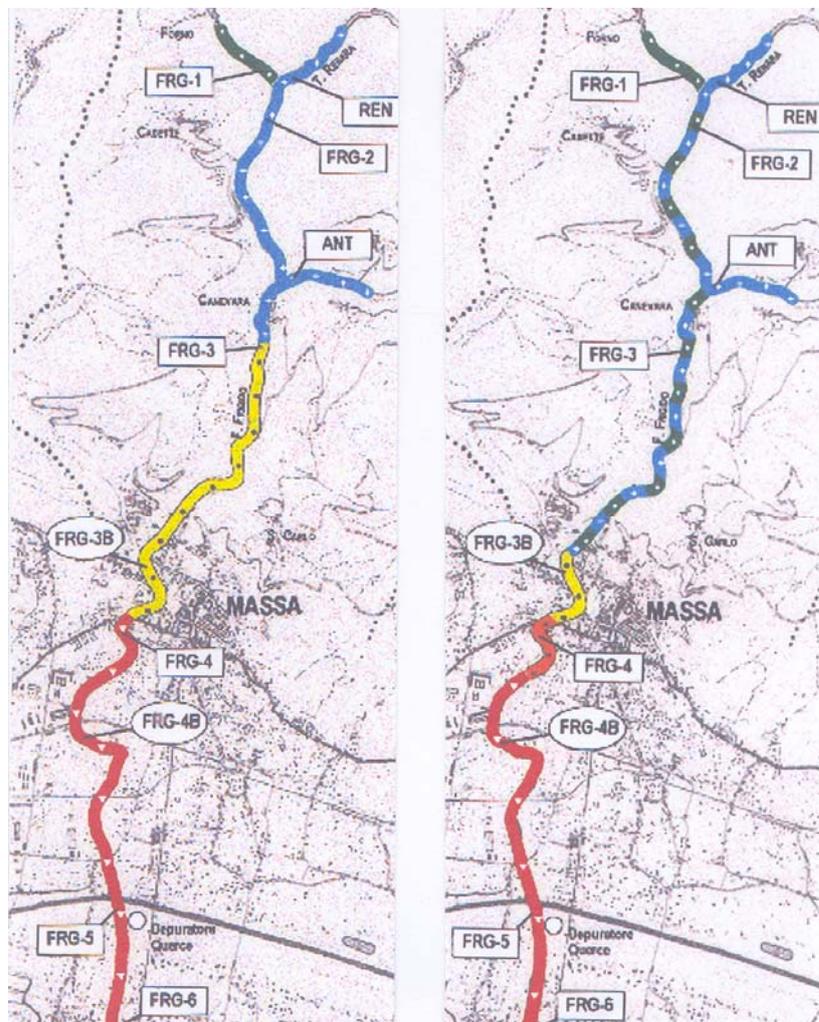


Fig. 6 - Mappa della qualità biologica del fiume Frigido: 1982 e 1993

C.Q.	Colore	Giudizio
I	Blu	Non inquinato
II	Verde	Poco inquinato
III	Giallo	Inquinato
IV	Arancio	Molto inquinato
V	Rosso	Fortemente inq.
VI	Blu-Verde	C. Q. intermedia

¹¹⁸ L'analisi del 2000 riguarda il solo fiume Frigido.

¹¹⁹ G. Sansoni: Corsi d'acqua del litorale Apuano. Effetti inquinanti della polvere di marmo, Comunità Montana, Massa, 1983.

¹²⁰ N. Ceccopieri: Valutazione della qualità delle acque e dell'ambiente mediante tre indici biologici (macroinvertebrati, diatomee, funzionalità fluviale): fiume Frigido, tesi di laurea, Università degli studi di Pisa, facoltà di scienze matematiche, fisiche e naturali, corso di laurea in scienze biologiche.

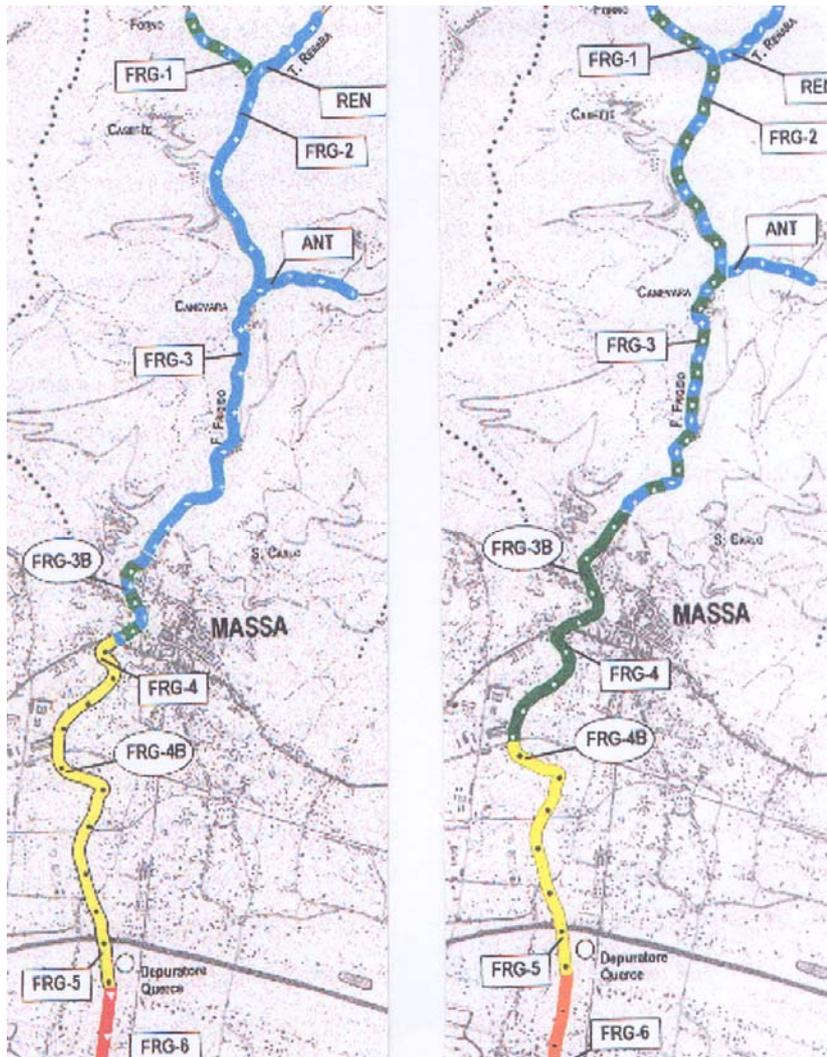


Fig. 7 - Mappa della qualità biologica del fiume Frigido: 1998 e 2000

C.Q.	Colore	Giudizio
I	Blu	Non inquinato
II	Verde	Poco inquinato
III	Giallo	Inquinato
IV	Arancio	Molto inquinato
V	Rosso	Fortemente inq.
VI	Blu-Verde	C. Q. intermedia

Mettendo a confronto i risultati riscontrati si vede subito come la situazione è andata nettamente migliorando nella zona pianeggiante, mentre si è avuto un leggero peggioramento nella zona collinare derivante da un incremento degli scarichi organici.

3.2.2 La valutazione dell'esposizione al rumore nella fase di lavorazione

Il rumore appartiene alla categoria degli inquinanti diffusi cioè determinato da un numero assai elevato di punti di emissione ampiamente distribuiti sul territorio. Esso può essere definito come un suono le cui caratteristiche di frequenza, lo rendono causa di disturbo o di rischio di ipoacusia¹²¹. Ad oggi sono state fissate con il D.P.C.M. del 14/11/1997 (sostituisce quello del 1991) nuove soglie di emissione tollerabili, che variano in funzione della zonizzazione acustica in cui ricade un territorio. Tale decreto, infatti individua sei aree, ad ognuna delle quali corrisponde un proprio valore limite notturno e diurno (Tab.11).

Tab. 11 - Soglie di emissione massime previste dal D.P.C.M. del 1997

Classi	Zone d'uso	Db(A) max previsti diurni e notturni
I	Aree particolarmente protette	47 - 37
II	Aree prevalentemente residenziali	52 - 42
III	Aree di tipo misto	57 - 47
IV	Aree ad intensa attività umana	62 - 52
V	Aree prevalentemente industriali	67 - 57
VI	Aree esclusivamente industriali	70 - 70

FONTE: Rapporto sullo stato dell'ambiente nel comune di Carrara, 2001

Per quanto attiene alla localizzazione delle aziende lapidee all'interno di queste classi, non è possibile avere una destinazione univoca, in quanto errori di politica urbanistica hanno portato ad una commistione fra zone residenziali ed industriali. Per questo motivo l'inquinamento acustico¹²² provocato da ogni azienda marmifera, deve essere considerato singolarmente in funzione della collocazione geografica delle stesse.

Nel valutare questa forma di inquinamento è utile distinguere lo stesso in quello interno ed esterno¹²³. Indipendentemente da tale distinzione possiamo, però, affermare con certezza, che la lavorazione del granito è sicuramente più rumorosa rispetto a quella del marmo a causa della sua maggior durezza e resistenza.

L'inquinamento acustico interno rispetto a quello esterno, risulta assai nocivo per tutti i lavoratori che vi vengono a diretto contatto. Tutto ciò, non si verifica solo a causa

¹²¹ È una malattia che colpisce la maggior parte dei soggetti che sono sottoposti a certe soglie di emissione per periodi di tempo prolungati. La conseguenza più grave di tale malattia è l'indebolimento dell'apparato uditivo.

¹²² Può essere definito come l'introduzione di rumore nell'ambiente lavorativo, abitativo o esterno, tale da provocare fastidio o disturbo al riposo o alle attività umane, o pericolo per la salute degli esseri viventi.

¹²³ S. Pinna: Il comprensorio Apuano del marmo, Società Geografica Italiana, Roma, 1999, da pagg. 54 - 60.

della forte rumorosità degli impianti, ma è anche funzione del tempo di esposizione. La concomitanza di questi due fattori può provocare sull'individuo una perdita parziale delle capacità uditive (Ipoacusia), ma la valutazione di quale sia il livello di normale tollerabilità del rumore non è di semplice individuazione, in quanto spesso ai due fattori prima citati se ne aggiungono altri di natura soggettiva che variano da individuo a individuo. Per cercare di ridurre al minimo questa forma di inquinamento le aziende possono provvedere all'insonorizzazione delle sorgenti di emissione (telai, macchine contornatrici, lucidatrici, ecc), attraverso l'introduzione di box fonoisolanti di lamiera, di gomma o altro materiale, o fonoassorbenti (lana di vetro), al cui interno vengono inserite delle telecamere per permettere il controllo dell'esecuzione dei lavori. Allo stesso tempo si ha un sistema automatico di avanzamento dei blocchi con portelloni che si aprono e chiudono automaticamente. La completa chiusura degli impianti all'interno dei box ha richiesto, però, l'introduzione di sistemi di ventilazione per evitare la formazione di nebbie e polveri. Il tipo di intervento appena esaminato richiede l'impiego di ingenti risorse economiche, per cui molte aziende non disponendo dei mezzi necessari, hanno preferito effettuare interventi meno pesanti che si sono esplicitati nella semplice modifica del layout degli impianti o in interventi insonorizzativi solo parziali. La differenza fra il processo insonorizzativo parziale e quello totale sta nel fatto che adesso l'intervento non richiede l'introduzione di portelloni automatici o di impianti di ventilazione, poiché sono ancora presenti delle aperture idonee sia a garantire il passaggio degli addetti, che a prevenire la formazione di nebbie e polveri. Ovviamente l'effetto insonorizzativo in questo caso sarà sicuramente inferiore. Ad oggi accanto a questi interventi è ancora allo studio la tecnica dell' Anti Noise Reduction¹²⁴ che significa abbattimento del rumore in forma attiva. L'applicazione di tale tecnica consente di produrre delle onde sonore che siano in totale opposizione di fase rispetto a quelle emesse dalla sorgente rumorosa che si vuole abbattere. Così facendo, si dovrebbe avere almeno teoricamente un annullamento reciproco del rumore, anche se non sarà mai possibile avere un azzeramento totale. Il principio di funzionamento si basa su un calcolatore, il quale dopo aver registrato le caratteristiche del rumore da abbattere, ne cambia la fase e guida le apparecchiature in modo tale che le stesse emettano delle onde sonore esattamente opposte. L'ostacolo principale per l'applicazione della tecnica in esame è sicuramente collegato ai costi che si devono sostenere per la sua adozione.

¹²⁴ Del Luca: Riduzione del rumore all'interno delle segherie e dell'ambiente. Sta in " Atti del convegno della tavola rotonda " Marina di Carrara, 1990.

L'inquinamento acustico esterno a differenza di quello interno, non provoca danni diretti sui lavoratori, infatti in questo caso prevalgono gli effetti extrauditivi che colpiscono il sistema nervoso. Tali effetti si manifestano anche quando i livelli di rumorosità non sono così elevati da compromettere le funzioni uditive e sono correlabili alla reazione della popolazione che vive in prossimità della sorgente emittente. Le cause generatrici del fenomeno sono da ricondurre sia all'elevata rumorosità degli impianti che alla commistione fra aziende lapidee ed abitazioni provocata da politiche urbanistiche sbagliate. La somma di questi due fattori assieme all'accresciuta attenzione dedicata all'inquinamento acustico, ha portato nei primi anni ottanta ad un forte incremento delle proteste da parte dei cittadini¹²⁵, che in un primo momento si sono esplicitate tramite azioni legali individuali fra residenti ed aziende. Successivamente, però, vennero coinvolti anche gli enti locali i quali chiesero l'intervento delle U. S. L., affinché le stesse provvedessero a misurare le emissioni sonore delle aziende imputate. I risultati ebbero esito positivo, per cui i sindaci ordinarono alle aziende di preparare un piano per il contenimento del rumore. In seguito alle ordinanze emesse molte aziende presentano ricorso all'autorità giudiziaria, per cui si arriva all'entrata in vigore del D.P.C.M. 1/3/1991 (Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno) con molte delle denunce fatte ancora pendenti. Con l'entrata in vigore del nuovo regolamento (oggi sostituito da quello del 1997) le procedure amministrative sopracitate furono sospese in attesa che scadessero i termini di proroga concessi alle aziende per mettersi in regola.

Per limitare la rumorosità esterna risultano ancora perfettamente validi i processi insonorizzativi impiegati nella riduzione dell'inquinamento acustico interno, anche se adesso tali interventi devono interessare tutto il perimetro del capannone industriale.

Ad oggi la situazione è sicuramente migliorata infatti la maggior attenzione che la collettività presta nei confronti del rumore, ha spinto molti imprenditori ad eseguire interventi di insonorizzazione. Nonostante ciò sono possibili ancora ampi margini di miglioramento, infatti da un lato sarebbe opportuno realizzare già in fase di progettazione macchinari silenziosi¹²⁶, mentre dall'altro si dovrebbe provvedere alla delocalizzazione dei laboratori nelle aree V e VI.

¹²⁵ G. Sansoni: Inquinamento acustico da segherie e laboratori. Sta in atti del convegno " Impatto ambientale nella lavorazione dei materiali lapidei: rumore – smaltimento fanghi " Verona, 1991.

¹²⁶ R. Bottio: L'attività normativa sull'emissione sonora delle macchine. Sta in " Marmomacchine directory, 1998 / 99 " da pagg. 80 - 91.

Di seguito (Tab.12) vengono riportati i risultati della rumorosità di impianti di lucidatura, levigatura, telai, ecc, registrati all'interno di alcuni laboratori.

Tab. 12 - Livelli di rumorosità generati da macchinari e impianti all'interno dei laboratori

Macchine	Rilevazioni dB(A) min dB(A) max		
Telai	11	88	96,5
Tagliablocchi	2	94,8	98,2
Levilucidatrici	33	74,2	98,8
Calibratrici	1	86,5	86,5
Bocciardatrici	11	95,6	110,5
Fiammatrici	5	91	102
Attestatrici	5	97	103
Spaccatrici	2	85	91
Frese	71	82	99,8
Bordatrici	4	79	99,1
Finitura manuale	22	83,4	110

FONTE: U.S.L. 20 Verona

3.2.3 L'inquinamento atmosferico generato durante il processo di lavorazione dei lapidei

Tale forma di inquinamento deriva principalmente dalle polveri prodotte durante le operazioni di trasformazione dei lapidei ed esercita sicuramente un impatto ben più grave rispetto a quello provocato dalle attività di estrazione. Il motivo per cui ciò si verifica è riconducibile a tre fattori:

- Le diverse tipologie di rocce lavorate all'interno degli stabilimenti.
- L'ambiente di lavoro che è costituito da capannoni industriali chiusi.
- La presenza di lavorazioni di finitura a secco, che sono la principale fonte di emissione

Per quanto attiene al primo di questi tre elementi possiamo dire che ormai da molti anni vengono importati nel comprensorio Apuano, ingenti quantità di marmi colorati e graniti allo stato grezzo, i quali sono sottoposti ad una serie di trattamenti per ottenere varie tipologie di prodotti finiti o semilavorati. La lavorazione di questi nuovi materiali a, però, aumentato la nocività delle polveri¹²⁷, infatti a quelle composte da solo carbonato di calcio che limitano il loro effetto all'irritazione delle vie respiratorie, si sono aggiunte quelle derivanti dalla lavorazione dei graniti che una volta respirate, sono in grado di provocare gravi malattie come la Silicosi.

¹²⁷ Camera di commercio di Verona: Esposizione a polveri, solventi e resine nel comparto lapideo. Sta in " L'informatore del marmista, n° 476, agosto 2001 " da pagg. 24 - 25.

Per quanto riguarda il secondo di questi elementi, si nota subito come la struttura dell'ambiente di lavoro favorisca la concentrazione delle polveri, facendo aumentare il rischio di malattia per tutti i lavoratori che vi vengono a diretto contatto. Il datore di lavoro in tal caso deve adottare dei provvedimenti atti ad impedire o a ridurre il più possibile lo sviluppo e la diffusione delle stesse, mediante la predisposizione di un sistema di areazione. Allo stesso tempo deve fornire ai suoi dipendenti delle mascherine filtranti. Due sono le tipologie di respiratori che si possono adottare:

- Facciali filtranti che coprono naso e bocca e sono del tipo usa e getta.
- Semimaschere con filtri intercambiabili in gomma, munite di portafiltro con raccordo a vite. Coprono naso, bocca, mento ed inoltre presentano una miglior tenuta e possono essere riutilizzate.

L'ultimo elemento che contribuisce ad aggravare l'inquinamento da polveri nella fase di lavorazione, è rappresentato dalle operazioni di finitura a secco che sono definite come il complesso di lavorazioni, generalmente effettuate con utensili portatili, che si compiono per modificare la superficie, gli angoli e gli spigoli dei manufatti già lavorati a macchina. Fanno parte di tali operazioni:

- La levigatura – smussatura con disco diamantato.
- Levigatura con utensile abrasivo.
- Taglio con utensile a lama circolare.
- Graffiatura con utensili manuali o macchina graffiatrice.
- Martelli pneumatici di piccole dimensioni.

Tali lavorazioni di solito sono svolte da un solo lavoratore che appoggia il materiale da trattare su un banco poggia pezzi. Da quanto detto si capisce come l'effetto nocivo delle polveri sia estremamente grave sia a causa della concentrazione delle stesse, che per la vicinanza fra lavoratore e fonte emittente. Per ridurre l'impatto provocato dalle polveri sono stati studiati dei sistemi di bonifica che comprendono¹²⁸:

- Sistemi con aspirazione a parete: si tratta di cabine ad abbattimento ad acqua o a secco che vengono posizionate in prossimità di una parete perimetrale. L'operatore lavora di fronte a questa appoggiando il pezzo su un banco. In alcuni casi la cabina aspirante è associata ad un impianto di soffiatura per facilitare la captazione dell'inquinante. Nel periodo invernale tale metodo può creare problemi a causa delle correnti d'aria generate.

¹²⁸ F. Coato: Criteri di bonifica dell'inquinamento da polveri nella finitura a secco. Sta in " Giornale del marmo international stone magazine, n° 195, giugno – luglio 1995 " da pagg. 31 - 35.

- Sistemi a banco aspirante: si compone di un banco di lavoro provvisto di fessure attraverso le quali avviene l'aspirazione delle polveri che è garantita da un gruppo aspirante inserito all'interno del banco stesso. È un metodo che può essere impiegato nella lavorazione di manufatti di piccole dimensioni, poiché le lastre più grandi andrebbero ad ostruire i fori impedendo così la captazione dell'inquinante.
- Sistemi di aspirazione con grigliata a pavimento: è sostanzialmente una cabina con aspirazione dal basso e pareti laterali aventi lo scopo di facilitare la captazione delle polveri.
- Sistemi di aspirazione diretta sull'utensile: è idonea ad essere attuata solo su alcune tipologie di utensili su cui è possibile inserire un bocchetto aspirante solidale allo strumento stesso. È ritenuto effettivamente valido solo nel caso di basse concentrazioni di polveri e con utensili a bassa velocità.

In conclusione possiamo dire che il problema delle polveri è sicuramente più grave negli stabilimenti di trasformazione a causa delle operazioni di finitura a secco, mentre per quanto attiene alle lavorazioni in umido le problematiche sono pressoché inesistenti, soprattutto all'interno dei laboratori dove le acque miste ai fanghi vengono raccolte per essere inviate alle vasche di decantazione o ai decantatori a flusso ascendente.

3.2.4 L'inquinamento da sostanze chimiche

Nella fase di lavorazione l'impiego di sostanze chimiche è limitato solo ad alcune operazioni di finitura delle lastre di marmo. Esse riguardano esclusivamente l'utilizzo di solventi, resine e mastici in tre diverse fasi di lavorazione¹²⁹:

- Applicazione di solventi (acquaragia minerale) o di acidi (acido cloridrico al 30 %) per la pulizia delle superfici da incollare.
- Uso dei mastici per la stuccatura e resinatura delle lastre.
- Uso dei mastici per l'incollaggio di manufatti sulle lastre già lavorate.

Per quanto attiene alla prima operazione si può dire che l'applicazione si rende necessaria, in quanto le superfici da incollare devono essere liberate dalle impurità quali polveri, grassi, ecc, in modo tale che i collanti possano penetrare al meglio nel materiale e garantire così una migliore tenuta. La seconda delle attività in esame, ha ad oggetto la stuccatura delle lastre che deve essere svolta per eliminare le porosità già presenti o che sono emerse dopo la calibratura. Generalmente si esegue a mano spalmando con una

¹²⁹ P. Apostoli: Rischi chimici nella lavorazione del marmo. Sta in atti del convegno " Estrazione e lavorazione dei materiali lapidei: rischi, patologie e prevenzione " Rapolano, 1985.

spatola l'impasto di mastice poliestere e polvere di marmo, in quanto di solito i prodotti lapidei non presentano una porosità omogenea. Talvolta questo intervento assume contorni molto leggeri, si parla allora di resinatura. In tal caso l'intervento è mirato a riparare piccole screpolature e microfessure che si sono venute a creare sulle lastre telaiate o sulle filagne fuoriuscite dalla tagliablocchi. Infine abbiamo l'ultima attività che vede l'impiego dei mastici per l'incollaggio di particolari manufatti sulle lastre come angoli, profili, targhe, ecc. Adesso oltre che ai mastici poliesteri adoperati anche nelle operazioni di stuccatura, si utilizzano anche quelli epossidici, ovvero resine allo stato puro¹³⁰. I primi sono caratterizzati da un periodo di indurimento di 6-7 minuti e sono adatti per i lapidei impiegati negli interni, mentre i secondi hanno un tempo di consolidamento variabile dalle 4 alle 6 ore e sono idonei per l'incollaggio dei marmi per uso esterno, poiché presentano un elevato potere di ancoraggio.

Anche questa tipologia di inquinamento, come quella trattata nel paragrafo precedente, può avere conseguenze negative sulla salute dei lavoratori, infatti alcuni studi hanno dimostrato che l'esposizione prolungata a tali sostanze può provocare irritazioni della cute, delle mucose, dell'apparato visivo, ecc. Oltre a ciò si deve aggiungere che i mastici poliesteri presentano nella loro composizione chimica elevate quantità percentuali di stirene, sostanza altamente tossica la quale se inalata può provocare disturbi al sistema renale e al sistema nervoso, causando negli individui stanchezza, vertigini, cefalea, rallentamento delle funzioni psico-motorie, ecc. Al fine di ridurre al minimo gli effetti nocivi di queste sostanze inquinanti occorre da un lato, che gli addetti indossino guanti, occhiali e indumenti protettivi, mentre dall'altro, è necessario che siano predisposti sistemi di areazione in grado di captare gli inquinanti il più vicino possibile alla fonte.

Oltre al fenomeno dell'inquinamento atmosferico le sostanze chimiche destano ulteriori problemi inerenti lo stoccaggio e lo smaltimento dei materiali di scarto, che derivano dalla pulitura degli utensili adoperati nella fase di spalmatura e dal quantitativo di resina caduta sul pavimento durante l'esecuzione delle operazioni di spargimento sulle lastre. Per recuperare questi scarti è impiegato un solvente a base di acetone, che in un momento successivo viene distillato assieme alle resine in un impianto di piccole dimensioni, dove attraverso alcune reazioni chimiche si riesce a separare il solvente dalle sostanze resinose. Terminata la fase di separazione le resine, in attesa di essere

¹³⁰ L. Guidorzi: Il mastice: complemento primario per interventi di finitura delle pietre naturali, I parte. Sta in " Marmomacchine, n° 110, II bimestre 1993 " da pagg. 166 - 168.

inviare allo smaltimento presso ditte specializzate, vengono stoccate in contenitori all'interno dello stabilimento.

3.3 RICERCA DI SOLUZIONI PER LO SMALTIMENTO E LA VALORIZZAZIONE DEI SOTTOPRODOTTI DELL'INDUSTRIA LAPIDEA

Come abbiamo già detto nei paragrafi precedenti, durante le operazioni di estrazione e lavorazione dei prodotti lapidei vengono prodotte ingenti quantità di materiale di scarto. Nel primo caso si ha la produzione di grandi quantità di rocce aventi diversa pezzatura che formano nel loro complesso i ravaneti, mentre nel secondo i materiali di scarto ottenuti sono rappresentati dal cocciame e dai fanghi di marmo e granito.

Per entrambe le tipologie di sottoprodotti, ad oggi, sono state individuate alcune possibilità di utilizzo in diversi settori produttivi. Per quanto attiene alle nuove forme di riutilizzo individuate è utile distinguerle in funzione dell'origine dei materiali di scarto e allora avremo:

- Utilizzo del cocciame e degli scarti derivanti dalle operazioni di estrazione.
- Utilizzo dei fanghi derivante dalla lavorazione dei lapidei.

3.3.1 Riutilizzo del cocciame e degli scarti solidi dell'escavazione

In questi ultimi anni tale attività ha mantenuto un trend di crescita positivo e ha visto impegnate ben 5 imprese con una produzione totale di oltre 2 milioni di tonnellate nell'anno 2002¹³¹ (Tab.13). Da questa tabella si vede subito come la parte del leone venga svolta dalle due multinazionali presenti nel comprensorio, Omya e E.C.C., che hanno contratti con diverse cave per il riutilizzo dei ravaneti, mentre le altre società impegnate hanno un ruolo marginale rispetto alle precedenti.

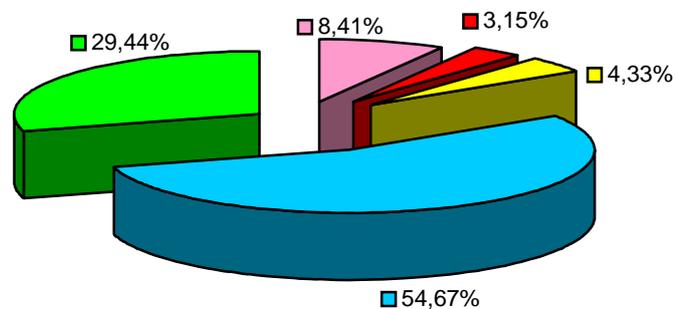
Tab. 13 - Produzione di carbonato di calcio in tonnellate

Società	Produzione	Export	Import
Nutarelli S.R.L.	200.000	120.000	80.000
Carbonati Apuani	75.000	45.000	30.000
Aliboni granulati	103.000	61.000	42.000
Omya	1.300.000	260.000	1.040.000
E.C.C.	700.000	450.000	250.000
Totale	2.378.000	936.000	1.442.000

FONTE: Ufficio marmi Carrara

¹³¹ Ricerca di mercato: Utilizzo del carbonato di calcio, Ufficio marmi Carrara, Carrara, 2003.

Graf. 6: Produzione di carbonato di calcio nel comprensorio Apuano



Nutarelli S.R.L. Carbonati Apuani Aliboni granulati
Omve F.C.C.

Rielaborazione dati fonte Ufficio Marmi Carrara

L'attività di recupero è svolta con l'ausilio delle pale meccaniche che sono impiegate per il carico dei camions, i quali provvederanno al trasporto degli scarti agli stabilimenti delle società interessate. Giunti a destinazione i materiali subiscono un primo processo di purificazione superficiale e successivamente vengono inviati agli impianti di macinazione, che possono essere a umido o a secco. Alla fine del ciclo di lavorazione si ottiene un materiale con granulometria variabile a seconda del tipo di macinazione a cui sono stati sottoposti gli scarti. Oggigiorno il carbonato di calcio macinato, dato l'elevato grado di purezza, ha trovato largo impiego in diverse attività e processi industriali¹³²:

- Industria della carta: in questa specifica produzione il carbonato di calcio può essere impiegato come carica o come pigmento. Nel primo caso il carbonato assieme ad altri elementi viene incorporato nell'impasto fibroso allo scopo di conferire alla carta certe caratteristiche qualitative come ad esempio il grado di bianco, la stampabilità, ecc. Nel secondo caso il carbonato di calcio assieme ad altre sostanze trova applicazione nella fase di patinatura per l'inchiostrazione.

¹³² Ricerca di mercato: Utilizzo del carbonato di calcio, Ufficio marmi Carrara, Carrara, 2003.

L'impiego del carbonato nel settore è in forte espansione in quanto si sono verificate due circostanze che ne hanno favorito l'utilizzo. In primo, la tendenza sempre più marcata delle cartiere italiane di adoperare le carte da macero nel processo di produzione del foglio e in secondo, il passaggio dai tradizionali cicli produttivi acidi a quelli alcalini o neutri. I motivi che hanno spinto le cartiere a adottare un processo di tipo neutro sono riconducibili alla semplificazione delle modalità operative d'impianto, alla riduzione degli effluenti da trattare, alla maggior resistenza della carta ottenuta, ecc. In definitiva possiamo dire che il crescente uso delle carte da macero assieme all'adozione dei processi neutri ha favorito l'impiego del carbonato che ad oggi a quasi completamente sostituito il caolino¹³³.

Attualmente la carica di carbonato di calcio adoperata dalle cartiere viene ricavata dalla frantumazione delle graniglie di marmo (ravaneti e cocciame) è prodotto dalla ditta E.C.C. di Avenza.

La regione Toscana ha svolto recentemente delle ricerche per valutare se anche i fanghi derivanti dalla segazione del marmo siano idonei per essere impiegati in questo processo. Da essa è emerso che l'utilizzo degli stessi è reso assai problematico a causa di almeno 4 fattori:

- La presenza di impurità quali silice, ossidi di ferro, silicati di alluminio, ecc, che hanno effetti negativi sul colore bianco del prodotto e sulle sue caratteristiche qualitative.
- Il tenore di umidità della marmettola che risulta troppo elevato. Per tal motivo devono essere predisposti interventi di essiccazione con un notevole incremento dei costi.
- La percentuale di carbonato di calcio deve essere maggiore del 95 %.
- I fanghi di marmo devono avere una grandezza minore ai 2 micron per valori compresi fra il 50 e il 90 %, mentre per la rimanenza le particelle possono avere una dimensione massima di 20 micron.

Per le problematiche rinvenute i fanghi di lavorazione non hanno trovato impiego in questo tipo di industria.

● Industria delle materie plastiche: questo settore produttivo è un grande consumatore di carbonato di calcio macinato a secco. Le ragioni dell'impiego dello stesso risiedono principalmente nel suo basso costo e nel miglioramento delle proprietà fisiche delle materie plastiche (aumento della dilatazione termica, maggiore resistenza allo sforzo, miglioramento della resistenza a flessione, ecc).

¹³³ Il caolino continua ad essere impiegato in quelle cartiere che hanno ancora convenienza ad adottare un processo produttivo della carta di tipo acido, infatti in tale ambiente il carbonato di calcio solubilizza.

Affinché il carbonato di calcio possa essere impiegato nell'industria delle materie plastiche deve rispettare certe caratteristiche:

- Tendenza scarsa o nulla alla formazione di agglomerati.
- Deve garantire un elevato grado di bianco così da evitare l'uso di pigmenti bianchi più costosi.
- Assenza di metalli pesanti che porterebbero ad una forte accelerazione del processo di invecchiamento del polimero.
- Buone possibilità di dispersione nella massa, in modo da avere una scarsa influenza su quelle che sono le caratteristiche meccaniche ed elettriche del prodotto finito.
- Deve assicurare un buon modulo di elasticità.
- Deve presentare un basso grado di plate out¹³⁴.
- Deve garantire un'elevata resistenza all'urto del manufatto finito.

Svariate sono le applicazioni del carbonato di calcio come carica per le materie plastiche; ad esempio può essere impiegato nel processo produttivo delle tubazioni in PVC, in quello dei film in polietilene lineare, nella produzione di fili e cavi in PVC flessibile, ecc.

L'azienda leader nella produzione delle cariche di carbonato di calcio è l'Omya i cui impianti si trovano nella provincia di Massa-Carrara. Recentemente tale impresa ha brevettato (brevetto we FR8317067YA) un impasto di carbonato di calcio macinato a secco e ricoperto di una speciale resina che può essere impiegata come riempitivo per paste termoplastiche e termoindurenti.

La regione Toscana ha finanziato delle ricerche per verificare se anche i fanghi di marmo bianco potessero essere utilizzati come materiale di carica. I risultati ottenuti hanno però messo in evidenza che l'uso degli stessi è reso difficoltoso a causa di almeno 3 fattori:

- La presenza di ossidi di ferro la cui quantità massima tollerabile è dello 0,03 %, poiché per valori maggiori il ferro porterebbe all'ossidazione del polimero e alla modifica del colore dello stesso con il trascorrere del tempo.
- L'umidità della marmettola che deve essere inferiore dello 1 %, ma per ottenere questo risultato aumenterebbero in modo esponenziale i costi di essiccazione.
- L'elevata purezza richiesta per il carbonato di calcio che deve essere almeno del 98 % con particelle di grandezza massima pari a 2 micron.

¹³⁴ Con questo termine si intende il fenomeno indesiderato di sedimentazione degli ingredienti della miscela polimerica.

Allo stato attuale in virtù delle caratteristiche che la pasta di carbonato di calcio deve possedere non è possibile l'utilizzo dei fanghi di segazione.

- Industria delle vernici: oltre all'applicazione nel settore delle materie plastiche e della carta, la polvere di marmo macinata trova applicazione anche in quello delle vernici.

In questo caso il carbonato di calcio è adoperato come riempitivo per vernici a base acquosa o solvente, in particolare per quelle antiruggine o destinate all'industria nautica. L'utilizzo di tale materiale a la funzione sia di migliorare la colorazione bianca delle vernici che di agire come agente riempitivo assieme al biossido di titanio. La pasta di carbonato di calcio da impiegare nel campo delle vernici oggi è prodotta da tre aziende la Umbria Mineraria, la Umbria Filler e la Mineraria Marittima che ottengono la materia prima necessaria mediante la macinazione a secco delle scaglie di marmo.

Anche in questo comparto la regione Toscana ha promosso delle ricerche per appurare se sussistono possibilità concrete di utilizzo dei fanghi derivanti dalla segazione dei marmi bianchi. Le analisi svolte hanno consentito di individuare le qualità specifiche che la marmettola deve possedere per poter essere adoperata nel processo produttivo in esame:

- La polvere di marmo deve essere formata da particelle aventi una dimensione inferiore a 60 micron.
- Il grado di purezza del carbonato dovrebbero essere prossimo al 98 %.
- Il tenore di umidità dei fanghi non deve superare l' 1 %, per cui si rende indispensabile un intervento di essiccazione degli stessi con un notevole incremento dei costi.
- La presenza delle impurità quali ossidi di ferro, alluminio, piombo, magnesio, non può essere maggiore dell' 1 % per non compromettere qualità e bianchezza del prodotto

Le caratteristiche che i fanghi di segazione devono possedere non hanno consentito il loro impiego. Le maggiori problematiche riguardano l'eccessiva presenza di impurità e gli elevati costi che devono essere sostenuti per portare la marmettola al tenore di umidità richiesto.

- Produzione dei marmi sintetici: questo impiego è stato suggerito dall'esistenza di numerosi prodotti industriali in cui abbiamo come componenti principali due elementi, un materiale polimerico (poliestere, silicone, fluoro, ecc) in piccola percentuale e una sostanza inorganica (sabbia silicea, pomice, lana di vetro, ecc) in elevata quantità. Un mixer analogo può essere ottenuto impiegando come inerte il carbonato di calcio mischiato a delle resine polimeriche. L'impasto così ottenuto successivamente viene immesso in un reticolo rigido avente la forma dell'oggetto che si vuole produrre.

Dal processo in esame si possono quindi realizzare, per stampaggio o estrusione, molteplici manufatti quali sanitari, ripiani da lavoro, piani da cucine, ecc, ma anche diverse tipologie di rocce sintetiche aventi caratteristiche del tutto simili a quelle naturali.

Soprattutto in questo ultimo caso le produzioni più importanti hanno interessato i marmi artificiali, con particolari qualità di resistenza o speciali caratteristiche estetiche quali venature, colori particolari, ecc. Tali produzioni hanno ad oggetto sia la ricostruzione delle lastre che quella dei blocchi. Nel primo caso il prodotto finito si ottiene miscelando il carbonato di calcio con una resina, che successivamente vengono disposti in strati paralleli e pressati. Dopodiché prende avvio il processo di essiccazione e indurimento del materiale che si verifica in appositi forni. A conclusione del processo di lavorazione le lastre artificiali possono essere sottoposte alle stesse operazioni previste per le lastre naturali. Nel secondo caso si ricostruisce il blocco di marmo impiegando particolari resine che vengono mischiate a cubetti di carbonato di calcio aventi qualche centimetro di diametro, in modo tale da ottenere un prodotto del tutto simile alle breccie naturali. L'impasto fatto in questo modo viene immesso in contenitori di dimensione variabile, in funzione della grandezza del blocco che si vuole ottenere e successivamente essiccato in specifici forni. Nel campo dei blocchi artificiali le società Apuana Marmi S.R.L. e Marmi Carrara S.R.L. hanno presentato il progetto “ Made in Carrara ”, il cui obiettivo è quello di lanciare sul mercato un prodotto di pregio partendo da informi aventi pezzatura variabile¹³⁵.

Per quanto attiene invece alla produzione dei manufatti, a livello attuale l'unica azienda effettivamente impegnata nel settore in esame è la ditta Ferretti di Pisa che ha brevettato un processo per la realizzazione, mediante stampaggio, di ripiani da cucina.

La metodologia produttiva dell'azienda prevede l'impiego della polvere di marmo bianco di Carrara a varie granulometrie (25 % di polvere di marmo bianco Carrara con caratteristiche granulometriche minori di 200 micron e 75 % dello stesso con granulometria compresa fra 0,6 e 35 millimetri) che viene miscelata con resine poliestere, la cui presenza non deve superare il 20 % dell'impasto totale. L'impasto così preparato viene messo in stampi che riproducono la forma di quello che sarà il prodotto finito. Dopodiché si dà avvio ad un primo processo di essiccazione che si ottiene senza alcun intervento esterno, grazie alla reazione chimica che si verifica all'interno

¹³⁵ C. Carpita: Presentato il progetto “ Made in Carrara ”, Il Tirreno n° 220, 15 settembre, 2004.

dell'impasto stesso. Terminata questa prima fase di essiccazione si provvede ad eseguirne una seconda che avviene all'interno di un apposito forno ad una temperatura costante di 50° centigradi. Il prodotto così ottenuto è sottoposto a lucidatura e montato assieme alle altri componenti della cucina.

Il carbonato di calcio utilizzato dall'impresa è prodotto con un processo di macinazione a secco delle scaglie di marmo.

Anche in questo caso la regione Toscana ha finanziato delle ricerche per valutare le possibilità di impiego dei fanghi di segazione di solo marmo. Gli studi hanno messo in evidenza che non sussistono vincoli né per la composizione né per la granulometria, mentre si sono riscontrate problematiche inerenti il grado di umidità ammissibile che non può superare il 15 %. Si deve quindi procedere con ulteriori valutazioni strettamente economiche, per verificare se i costi di essiccazione siano minori rispetto ai costi di macinazione degli scarti solidi dell'escavazione.

- Nel processo di produzione del cemento: il cemento è un prodotto ottenuto attraverso la cottura in appositi forni di miscele costituite da calcare e argille o calcare e marne¹³⁶. A questi elementi possono essere aggiunte quantità variabili di pirite, bauxite, sabbia silicea, ecc, aventi lo scopo di migliorare l'equilibrio fra le varie componenti. Il calcare in uso proviene da cave site in prossimità del cementificio, poiché altrimenti diverrebbero eccessivi i costi di trasporto. Una volta giunto nel cementificio il calcare viene frantumato e miscelato insieme agli altri componenti. Terminata la fase di preparazione dell'impasto si possono applicare due processi industriali, a secco o a umido, a conclusione dei quali si ottiene il clinker che dopo ulteriori trattamenti diventa cemento.

La Italcementi, per il suo stabilimento di Carrara utilizza il cocciame e gli scarti solidi dell'escavazione recuperati da alcune cave site a pochi chilometri dagli impianti. Partendo dalle informazioni fornite dall'azienda precedentemente menzionata, la regione Toscana ha svolto delle ricerche per valutare le possibilità di impiego dei fanghi di marmo. Dalle analisi effettuate è emerso che l'unico vincolo di composizione richiesto è dato dal magnesio, che deve essere presente in misura inferiore del 2,5 % Le problematiche inerenti l'effettivo utilizzo dei fanghi riguardano quindi unicamente la fattibilità economica, infatti nel processo ad umido si avrebbe un incremento notevole

¹³⁶ Le marne non sono altro che calcari con inclusioni argillose.

dei costi di trasporto e stoccaggio, mentre in quello a secco si dovrebbero sostenere elevati costi di essiccazione per portare i fanghi ad un tenore di umidità del 7 %.

• Nel processo di produzione della soda (processo solvay)¹³⁷: tale processo prevede l'impiego iniziale di carbonato di calcio, che mediante opportune reazioni chimiche viene trasformato in sodio anidro meglio conosciuto come soda. Nella fase iniziale il carbonato viene sottoposto a calcinazione ad una temperatura di 1000° centigradi, in modo da produrre ingenti quantità di anidride carbonica che in un momento successivo si unisce agli altri elementi presenti (acqua, ammoniaca, cloruro di sodio) dando vita al carbonato di sodio idrato. Quest'ultimo composto viene poi calcinato a 200° centigradi in modo tale da ottenere la soda.

Il carbonato di calcio da utilizzare nel processo produttivo deve avere una pezzatura di 10-15 centimetri di diametro in modo da ridurre il tempo di calcinazione e aumentare quindi la produttività. Attualmente l'azienda ricava le quantità di carbonato necessarie da alcune cave localizzate vicino agli stabilimenti di produzione.

La regione Toscana anche in questo caso ha promosso delle ricerche per stabilire se nel processo in esame possano essere impiegati i fanghi derivanti dalla segazione del marmo. Affinché ciò sia possibile occorre che i fanghi presentino le seguenti caratteristiche:

- Il grado di purezza del carbonato di calcio deve essere almeno pari al 95 %.
- Le impurità presenti (ossidi di ferro e alluminio, silice, ecc) devono essere inferiori al 3 %.
- La presenza di silicati di magnesio deve essere inferiore al 6 %.

I fanghi di marmo rispettano a tutti gli effetti tali caratteristiche, tuttavia rimane da risolvere il problema della pezzatura necessaria per rendere economico il processo. In questo senso sono stati fatti ulteriori studi che hanno permesso di valutare la possibilità di compattazione dei fanghi mediante processi di pellettizzazione¹³⁸ o bricchettaggio¹³⁹. L'applicazione di uno dei due processi sopraccitati porta ad un aggravio dei costi tale da rendere antieconomico l'impiego dei fanghi.

¹³⁷ Regione Toscana: Reflui della lavorazione lapidea nel comprensorio Apuo-Versiliese: caratteristiche e possibilità di mercato, Giunta Regionale Toscana, Firenze, 1988.

¹³⁸ In questo caso si può ottenere un'agglomerazione in grani del fango, mediante l'impiego di appositi impianti di pellettizzazione che portano alla formazione di palline di diametro massimo di 25 mm.

¹³⁹ Le bricchette sono dei manufatti aventi forma parallelepipedica e dimensioni di una saponetta. Si possono ottenere delle bricchette mediante appositi impianti di bricchettaggio, costituiti da grosse presse che recano impronte di dimensioni stabilite a priori.

● Nel processo di produzione della ghisa e dell'acciaio¹⁴⁰: questo settore ha subito negli ultimi anni pesanti tagli a causa degli accordi intervenuti in sede comunitaria, volti a risolvere il problema della sovrapproduzione che si era venuta a creare in Europa. Nonostante ciò le acciaierie continuano ad assorbire grandi quantità di carbonato di calcio nel processo di trasformazione della ghisa in acciaio. La produzione del materiale sinergico avviene in due fasi distinte: nella prima si provvede alla riduzione dei minerali di ferro mediante l'applicazione del processo di carburazione in altoforno in modo da ottenere la ghisa, mentre nella seconda si provvede all'affinazione della stessa andando a ridurre il carbonio in essa contenuto. Al termine del procedimento si ottiene come prodotto finito l'acciaio. Nella fase di riduzione dei minerali contenuti nel ferro, il carbonato di calcio viene impiegato come fondente per facilitare la formazione delle loppe, mentre in quella di affinazione della ghisa il carbonato ha il compito di agevolare l'eliminazione del carbonio.

Per quanto attiene alla nostra regione le acciaierie più importanti si trovano a Piombino e impiegano il carbonato estratto da alcune cave ubicate a Campiglia Marittima, il quale subisce poi un processo di macinazione a secco che si rende necessario per portare il materiale ad avere una pezzatura idonea.

Come nei casi precedenti sono state svolte per conto della regione delle ricerche utili ad individuare le possibilità di impiego dei fanghi di marmo e di granito. I risultati conseguiti hanno messo in evidenza che la soluzione ottimale è data da una composizione mista, poiché i fanghi di granito garantirebbero maggiori apporti di ossidi ferrosi che possono essere ridotti a ferro metallico.

Nonostante che gli studi svolti abbiano evidenziato la possibilità concreta di utilizzo, restano da risolvere ancora tre problemi:

- Valutazione della combinazione ottimale fra fanghi di marmo e granito.
- Stima dei costi di bricchettaggio e pellettizzazione che devono essere sostenuti per fare in modo che i fanghi raggiungano la giusta pezzatura.
- Stima dei costi di trasporto che si devono sostenere per portare i fanghi già compattati agli stabilimenti di Piombino.

A livello attuale queste questioni non hanno trovato ancora una risposta, per cui anche per il settore in esame l'utilizzo dei fanghi è rimasto solo un'utopia.

¹⁴⁰ Regione Toscana: Reflui della lavorazione lapidea nel comprensorio Apuo-Versiliese: caratteristiche e possibilità di mercato, Giunta Regionale Toscana, Firenze, 1988.

3.3.2 Riutilizzo dei fanghi derivanti dalla lavorazione dei materiali lapidei

Durante il processo di lavorazione dei lapidei vengono prodotte ingenti quantità di fanghi che a seconda del tipo di materiale trattato, oscillano fra il 20 e il 30 % del peso dei blocchi lavorati. Pur trattandosi di materiali a scarso potere inquinante, hanno tuttavia, provocato gravi danni alle comunità biologiche dei fiumi in cui venivano scaricati. Per questo motivo nei primi anni 80 le comunità locali iniziarono ad esercitare forti pressioni sulle aziende lapidee e sulle pubbliche amministrazioni affinché tali scarichi venissero a cessare. Le soluzioni individuate furono da un lato, l'apertura delle discariche e dall'altro, il finanziamento di ricerche utili per valutare le possibilità di impiego dei fanghi come materie prime seconde.

Per quanto attiene alle forme di riutilizzo occorre distinguere i fanghi in funzione della tipologia di roccia da cui discendono. Nel comprensorio Apuano i materiali lavorati sono i marmi e i graniti dei quali vengono riportate le composizioni medie dei fanghi riscontrate su alcuni campioni analizzati in laboratorio.

Tab. 14 - Composizione media dei fanghi di marmo (bianchi e colorati) e di granito

Componenti %	Marmo	Granito
Carbonato di calcio	90	---
Ossido di calcio	---	4,1
Ossido di magnesio	3,4	1
Ossido ferroso	0,5	14
Ossido di manganese	0,05	---
Metalli pesanti	0,02	0,03
Silice	3,7	68

FONTE: Arpat ambiente Massa

Prendendo in considerazione i fanghi derivanti dalla segazione del solo marmo possiamo dire che nel comprensorio Apuano a livello attuale hanno trovato applicazione almeno quattro forme di riutilizzo¹⁴¹:

- Deacidificazione dei terreni agricoli: la riduzione dell'acidità di un terreno si ottiene con l'aggiunta di calce, idrossido di calcio o carbonato di calcio. La reazione se si utilizza quest'ultimo composto è molto più lenta rispetto agli altri, ma la granulometria dei marmi facilita la loro assimilazione in modo omogeneo. Allo stesso tempo non si deve sostenere alcun costo di produzione, in quanto ogni anno si avrebbero a

¹⁴¹ Regione Toscana: Reflui della lavorazione lapidea nel comprensorio Apuo-Versiliese: caratteristiche e possibilità di mercato, Giunta Regionale Toscana, Firenze, 1988.

disposizione ingenti quantità di fanghi di marmo derivanti dalla segazione dei blocchi. Da alcune indagini è emerso che per ridurre l'acidità di un terreno sono necessari circa 50 quintali di carbonato per ettaro e l'operazione deve essere ripetuta ogni 3 o 4 anni, poiché il terreno tende nel tempo a ritornare al suo stato iniziale. Da quanto detto si denota come l'opportunità di utilizzo dei fanghi in agricoltura esistano, tuttavia le quantità che il settore in esame è in grado di assorbire sono molto limitate a causa di alcuni fattori contingenti. In primo occorre portare il tenore di umidità dei fanghi al 25 %, anche se teoricamente sarebbe possibile l'impiego allo stato fangoso, ma ciò renderebbe più difficoltosa la movimentazione e lo stoccaggio degli stessi. Altro fattore che ne limita l'uso è dato dai costi di trasporto che permettono di impiegare tale materiale solo in ambito regionale. Infine l'ultimo elemento limitativo è rappresentato dalle ridotte estensioni dei terreni acidi sia in ambito regionale che nazionale.

• Nei processi di abbattimento del biossido di titanio: l'abbattimento di queste sostanze reflue acide interessa molte industrie chimiche, che in funzione di vincoli legislativi e produttivi hanno la necessità di neutralizzare il ph fortemente acido delle acque espulse alla fine del processo produttivo. Una delle tante industrie facenti parte di questa ampia cerchia è la Tioxide di Scarlino che per abbattere il biossido di titanio impiega il carbonato di calcio, il quale una volta giunto a contatto con il biossido da origine a dei fanghi gassosi non tossici. Il carbonato per essere utilizzabile in questo processo deve avere certe caratteristiche:

- Tenore del carbonato di calcio maggiore del 96 %.
- Grado di umidità dello 0,5 %.
- Granulometria minore di 100 micron.

Anche per questo tipo di industria la regione Toscana ha svolto delle ricerche per valutare le possibilità di impiego dei fanghi derivanti dalla segazione del solo marmo bianco. Da esse è emerso che la marmettola risultava perfettamente idonea a livello di composizione chimica e granulometrica, mentre si avevano problemi per portare i fanghi al tenore di umidità richiesto, in quanto sarebbero aumentati vertiginosamente i costi di essiccazione. Ad oggi ulteriori studi hanno permesso di superare queste difficoltà grazie alla messa a punto di un processo in soluzione umida, per cui la quasi totalità della marmettola di marmo bianco viene acquistata dalla Tioxide per la neutralizzazione del biossido di titanio.

- Nei processi di abbattimento dell'anidride solforosa.¹⁴² per produrre energia le centrali termoelettriche bruciano quantità non trascurabili di composti solforati, per cui diventa sempre più necessario provvedere all'abbattimento dei fumi prodotti. Per tal motivo anche in Italia nel 1986 fu emanata una nuova normativa, che impose alle centrali termoelettriche alimentate a carbone la costruzione di impianti di desolforizzazione.

Il processo di neutralizzazione dei fumi si basa sulla reazione che si verifica quando il carbonato di calcio entra in contatto con l'anidride solforosa, infatti il rapporto che si instaura fra i due composti porta alla formazione del solfato di calcio, il quale una volta ossidato si trasforma in gesso idrato che trova sbocco sul mercato.

In seguito all'entrata in vigore della legge la regione Toscana finanziò delle ricerche aventi lo scopo di verificare se fosse possibile sostituire il carbonato di calcio macinato con i fanghi derivanti dalla segazione del marmo bianco. I risultati mostrarono che il processo di conversione migliore era stato conseguito impiegando i fanghi.

L'unica qualità richiesta ai fanghi per poter essere utilizzati in questo processo, è data dal grado di purezza del carbonato di calcio che deve superare il 95 %. Ciò si rende necessario per ottenere un gesso di prima qualità che sia facilmente vendibile sul mercato. Oggigiorno una discreta quantità di fanghi di solo marmo bianco sono impiegate per l'abbattimento dei fumi nella centrale termoelettrica di La Spezia.

- Nel processo di riciclo del piombo delle batterie esaurite¹⁴³: a seguito dell'introduzione della legge n° 475 del 09/11/88 diventano obbligatori la raccolta e lo smaltimento delle batterie di piombo esaurite mediante riciclaggio. Da molti anni le ditte specializzate recuperano il piombo delle batterie usando come fondente la soda solvay. Recentemente, però, una ditta di Arcola (La Spezia) ha sostituito la soda con una polvere di marmo bianco proveniente dai fanghi di segazione. I vantaggi di questa applicazione sono di due tipi:

- Riduzione dei costi di riciclaggio.

- Possibilità di smaltimento delle scorie prodotte avviandole a un nuovo ciclo produttivo

Il ciclo di lavorazione prevede l'utilizzo del carbonato di calcio assieme agli altri componenti quali sabbia silicea, ferro in trucioli, carbone, ecc, in modo tale da rendere

¹⁴² P. Davini: I fanghi di lavorazione del marmo per la solforazione dei gas reflui. Sta in " L'informatore del marmista, n° 449, maggio 1999 " da pagg. 18 - 26.

¹⁴³ C. Stelvio: Riutilizzo dei fanghi derivanti dalla lavorazione dei materiali lapidei: utilizzo del fango di granito come impermealizzante dei percolati delle discariche. Sta in atti del convegno " Materie seconde normativa, ricerca, esperienza " Firenze, 1989.

possibile il recupero del piombo e la produzione di una scoria contenente ossidi di calcio, silicati, ossidi di ferro, ferro metallico e piombo. Le scorie ottenute vengono poi sottoposte ad un ulteriore trattamento, mediante l'impiego di cemento, sabbia e di un additivo messo appunto dalla stessa azienda, per impedire la formazione di ruggine. Dopodiché le scorie trattate vengono immesse in una vibropressa per la produzione di masselli.

In questo modo si è riusciti a trasformare un rifiuto tossico e nocivo in un prodotto finito per l'industria degli elettrodomestici.

Parallelamente alle ricerche svolte sui fanghi di marmo la regione Toscana ha finanziato ulteriori analisi per valutare le possibilità di impiego dei fanghi di granito¹⁴⁴. Nonostante gli investimenti fatti in questo settore le soluzioni di riutilizzo individuate sono state tre, anche se poi non hanno trovato concreta applicazione. Per tale motivazione i fanghi derivanti dalla sola segazione del granito sono smaltiti attualmente nelle discariche aperte nel comprensorio Apuano.

La prima possibilità di riutilizzo riguarda la produzione di graniti sintetici, le cui modalità di impiego sono essenzialmente le stesse già indicate per i marmi sintetici, mentre la seconda fa riferimento all'utilizzo dei fanghi di granito come filtranti e impermealizzanti dei percolati delle discariche. È noto infatti come qualunque impianto di discarica comporti la produzione di percolato che porta alla contaminazione delle falde idriche. Di qui la necessità prevista dalla legge di impermealizzare il fondo dei siti da adibire a discarica. Le tecniche di impermealizzazione sono sostanzialmente due e prevedono l'uso di due tipologie di materiali differenti:

- Materiale inerte privo di legante (argille).
- Materiale inerte miscelato alla bentonite.

Recentemente studi condotti dall'Università di Pisa hanno dimostrato che è possibile impiegare come inerte la marmettola nella percentuale del 94 %, mentre per il restante può essere utilizzato come carica la stessa bentonite. Per ottenere un buon risultato occorre che la miscela così preparata abbia un tenore di umidità pari al 20 %. Ultimata la preparazione dell'impasto si provvede a filtropressare e stoccare lo stesso in strati paralleli al fine di favorire la miscelazione. Al termine del trattamento i fanghi sono pronti per essere trasportati nel luogo da adibire a discarica, dove saranno sottoposti

¹⁴⁴ S. Celsi: Riutilizzo dei fanghi derivanti dalla lavorazione dei materiali lapidei: utilizzo del fango di granito come impermealizzante dei percolati delle discariche. Sta in atti del convegno " Materie seconde normativa, ricerca, esperienza " Firenze, 1989.

prima a fresatura e poi a compattazione grazie al passaggio di un rullo compressore. Infine l'ultima possibilità di riutilizzo individuata ha ad oggetto la produzione di laterizi, in quanto dagli esami svolti per valutare la composizione chimica dei fanghi di granito, è emerso che questi presentano una certa affinità con i materiali argillosi. Per valutare concretamente le possibilità di impiego sono state fatte delle sperimentazioni presso gli stabilimenti della Unieco di Reggio Emilia che è attiva nel settore. Le indagini svolte hanno dato ottimi risultati con miscele composte da circa il 40 % di marmettola di granito, mentre per il resto sono state impiegate delle argille. Per questo tipo di produzione non esistono vincoli di composizione dei fanghi che devono essere sottoposti solamente ad un processo di filtrazione, necessario per portare gli stessi dallo stato fangoso a quello solido. Nonostante le concrete possibilità di impiego allo stato attuale tale forma di riutilizzo non ha trovato applicazione, poiché nell'area interessata non esistono impianti per la produzione dei laterizi.

CAPITOLO IV

IL RUOLO DELLA CERTIFICAZIONE AMBIENTALE PER L'INDUSTRIA LAPIDEA APUANA

4.1 EVOLUZIONE DEGLI STRUMENTI DI TUTELA AMBIENTALE

Nel corso degli ultimi decenni la rapida crescita dei sistemi industriali ha portato ad un progressivo aumento degli impatti ambientali delle diverse attività economiche. Tutto ciò risulta alquanto chiaro se si prendono in esame i principali effetti negativi derivanti dall'industrializzazione quali, l'assottigliamento della fascia di ozono, aumento della temperatura in un intervallo di tempo assai limitato, deforestazione, piogge acide, inquinamento delle falde acquifere, ecc. Le problematiche sopraccitate assieme alla nascita ed evoluzione del concetto di sviluppo sostenibile¹⁴⁵ hanno portato ad una intensificazione delle iniziative di politica ambientale sia a livello nazionale che internazionale¹⁴⁶. Da quanto esposto risulta chiaro ed evidente che la maggior parte delle attività antropiche genera effetti indesiderati, ma nonostante ciò l'atteggiamento attuale che pone particolare attenzione al rispetto dell'ambiente si è sviluppato solo recentemente, infatti se guardiamo a questo stesso parametro nei decenni passati scopriamo che fino agli anni 70 esso non aveva alcun valore economico, inoltre erano del tutto assenti normative di tutela perché le risorse naturali venivano considerate illimitate e capaci di autodepurarsi. La situazione inizia a cambiare solo nei primi anni 80 quando in seguito al verificarsi di alcuni disastri ecologici, vengono emanate dal legislatore le prime leggi di tutela ambientale che danno avvio alla cosiddetta fase normativa Comand and Control. L'impiego di tali strumenti vede come unico protagonista il soggetto pubblico, il quale definisce i limiti alle emissioni inquinanti ed individua dei sistemi di controllo idonei a verificare il rispetto dei parametri stabiliti dalla normativa. Erano fissate inoltre anche delle sanzioni amministrative variabili in funzione della gravità del reato commesso. Questa disciplina mostrò ben presto i propri limiti: in primo il legislatore non poteva conoscere ogni realtà

¹⁴⁵ E' definito come quello sviluppo in grado di garantire un uso razionale delle risorse rinnovabili e non, in modo tale da soddisfare sia le necessità delle popolazioni attuali ma anche la sopravvivenza e il soddisfacimento dei bisogni delle future generazioni.

¹⁴⁶ G. Birindelli: La responsabilità sociale delle imprese e i nuovi strumenti di comunicazione nell'esperienza bancaria italiana, Franco Angeli, Milano, 2001, da pagg. 56 - 77.

produttiva, per cui attribuisce delle soglie di emissione valide per qualsiasi classe aziendale indipendentemente dalle sue caratteristiche dimensionali e dalle capacità di autodepurazione degli ambienti naturali con cui la stessa veniva a contatto; in secondo non prevedeva incentivi per il miglioramento delle prestazioni ambientali e ciò favorisce interventi del tipo end of pipe, cioè successivi al verificarsi del danno; inoltre non permettevano di individuare quelle che erano le imprese eccellenti in materia di tutela ambientale; infine si riscontravano problemi da parte delle autorità pubbliche nella fase di controllo, infatti questi risultavano spesso inadeguati se non addirittura inesistenti. Dato il cattivo funzionamento degli strumenti di comando e controllo si è passati in un momento successivo a quelli economici, in base ai quali il legislatore fissa il tetto massimo di emissioni consentite (esempio quantità massima di anidride carbonica) e poi mette in atto una serie di forme di incentivo e disincentivo per cercare di raggiungere questi obiettivi. Adesso le aziende sono libere di scegliere di continuare ad inquinare e sostenere la spesa relativa, oppure di disinquinare attraverso l'adozione di nuovi impianti e tecnologie. La scelta che la direzione aziendale potrà in essere dipende esclusivamente dalla differenza fra il costo da sostenere per realizzare il miglioramento tecnologico e quanto è necessario pagare per poter continuare ad inquinare. Fanno parte degli strumenti economici diversi dispositivi fra cui i certificati verdi, imposte, depositi di cauzione, permessi negoziabili di inquinamento, ecc.

Ad oggi la normativa ambientale ha subito un'evoluzione sempre più restrittiva e vincolante con controlli e sanzioni sempre più incisivi e pesanti. Per le imprese si hanno quindi maggiori difficoltà, in quanto devono adeguarsi ad una legislazione che cambia in modo continuo e di sempre più difficile interpretazione. Per facilitare le imprese nell'applicazione della disciplina in materia ambientale, nei primi anni 90 la Comunità Europea da attuazione al Programma di Azione per l'Ambiente, che introduce una serie di principi e strumenti in grado di attuare un processo di miglioramento continuo delle performances ambientali i cui valori guida divengono:

- Il principio di prevenzioni; il quale afferma che l'intervento preventivo è sicuramente meno costoso di quello di bonifica.
- Il principio di corresponsabilità; in base al quale tutti i settori sono chiamati ad ottimizzare i risultati ambientali in uno spirito collaborativo che coinvolge le amministrazioni pubbliche, i cittadini, i consumatori, ecc.
- Il principio del rispetto della collettività; in funzione del quale ogni intervento nei settori produttivi non deve penalizzare la posizione delle aziende che vi si trovano

rispetto alle imprese concorrenti.

In base a quanto stabilito in questo documento per le aziende può essere molto proficua l'adozione di un approccio proattivo volto, sia all'aumento dell'efficacia e dell'efficienza nella gestione delle problematiche ambientali, che all'individuazione di soluzioni strategiche innovative, in modo tale che l'ambiente possa essere vissuto non come un vincolo, ma bensì come un fattore in base al quale recuperare competitività, migliorare l'immagine aziendale, ecc. L'applicazione di un programma di questo tipo richiede strumenti adeguati, per cui L'Unione Europea ha pubblicato nel 1993 il Regolamento Comunitario n° 1836 sull'adesione volontaria delle imprese del settore industriale ad un sistema di ecogestione e audit, il quale è stato recentemente sostituito dal Regolamento Comunitario n° 761/2001, che prende in considerazione l'adesione volontaria delle organizzazioni ad un sistema di ecogestione e audit. Accanto a questi strumenti valevoli per i soli paesi appartenenti all'Unione Europea abbiamo anche uno standard di riferimento internazionale rappresentato dalle norme UNI EN ISO 14000. Queste ultime sono strumenti volontari adottati per migliorare la gestione della variabile ambientale all'interno dell'impresa o di qualsiasi altra organizzazione. Le norme attualmente in vigore nel nostro paese sono state emanate dal comitato tecnico dell'ISO (International Organisation for Standardisation) TC 207 (Environmental Management) e successivamente nell'agosto 1996 sono state approvate dal CEN (Comitato Europeo di Normazione), infine hanno ottenuto lo status di norme nazionali mediante la pubblicazione in lingua italiana curata dall'UNI (Ente Italiano di Unificazione). Le principali norme UNI EN ISO 14000 impiegate per sviluppare un sistema di gestione ambientale e per avere un miglioramento continuo delle performances ambientali sono:

- ISO 14001: Sistemi di gestione ambientale – Requisiti e guida per l'uso.
- ISO 14002: Sistemi di gestione ambientale – Linee guida ed aspetti particolari per le piccole e medie imprese.
- ISO 14004: Sistemi di gestione ambientale – Linee guida sui principi e sulle tecniche di realizzazione.
- ISO 14010: Linee guida per l'audit ambientale – Principi generali.
- ISO 14011: Linee guida per l'audit ambientale – Procedure di audit – Audit di sistemi ambientali.
- ISO 14012: Linee guida per l'audit ambientale – Criteri di qualificazione degli auditor ambientali
- ISO 14031: Linee guida per la valutazione delle prestazioni ambientali.

Tuttavia ad oggi sono state recepite altre norme della categoria ISO ma nonostante ciò l'unica prescritta continua ad essere la 14001, mentre le altre sono delle semplici guide che forniscono utili indicazioni per strutturare il sistema di gestione ambientale.

L'adozione di una delle due metodologie sopraccitate può essere considerata sia uno strumento gestionale in grado di migliorare la coesione delle diverse aree organizzative interne in modo da rendere più facile il perseguimento degli obiettivi aziendali, che uno strumento di comunicazione utile per dare visibilità all'impegno dell'azienda in termini di tutela ambientale.

4.2 IL REGOLAMENTO EMAS 761/2001 E LA NORMATIVA UNI EN ISO 14001

Il nuovo regolamento Emas è stato emanato in sostituzione della vecchia normativa n° 1836/1993, che poteva essere adottata da qualunque sito industriale per aderire volontariamente ad un sistema di ecogestione e audit. In base alla vecchia disciplina ogni sito industriale poteva dimostrare, mediante l'implementazione di un sistema di gestione ambientale di tenere sotto controllo tutte quelle attività che avevano, e che hanno ancora oggi, un impatto significativo sull'ambiente esterno. Terminato questo processo e superata la fase di verifica da parte di appositi enti accreditati dai singoli stati membri, l'impresa poteva richiedere l'iscrizione nel Registro Europeo, che appunto sanciva l'impegno ambientale della stessa. Ottenuta l'iscrizione l'azienda per rendere visibile all'esterno l'attenzione riposta nei riguardi dell'ambiente poteva pubblicare una Dichiarazione di Partecipazione ad Emas associata ad un grafico, in quanto la legislazione non prevedeva la possibilità di impiegare un logo specifico. Questa normativa nel marzo 2001 è stata surrogata dal nuovo regolamento comunitario n° 761 sull'adesione volontaria delle organizzazioni ad un sistema di ecogestione e audit. Nonostante ciò le registrazioni conseguite con la vecchia disciplina rimangono perfettamente valide e vengono inglobate con quelle del nuovo Emas. Si nota immediatamente come la nuova legislazione estenda il suo campo di applicazione a tutti i settori, anche non produttivi, che vogliono migliorare le proprie prestazioni ambientali complessive, le quali sono definite organizzazioni¹⁴⁷. Le strutture organizzative che possono accedere al nuovo Emas sono suddivise in sette categorie:

- Organizzazioni che operano in un solo sito (impianti industriali, manifatturieri, ecc).
- Organizzazioni che operano in più siti (banche, agenzie di viaggi, ecc).

¹⁴⁷ L'articolo 2 punto s del regolamento Emas n° 761 definisce l'organizzazione come una " società, impresa, autorità o istituzione, o parte o combinazione di esse, con o senza personalità giuridica pubblica o privata, che ha amministrazione e funzione propria ".

- Organizzazioni per le quali non può essere definito un proprio sito¹⁴⁸ (aziende di trasporto, erogazione, telecomunicazione, ecc).
- Organizzazioni che operano in siti temporanei (imprese di costruzione, pulizia, ecc).
- Organizzazioni indipendenti che lavorano in un'area limitata e che chiedono di essere registrate come un'unica comunità.
- Piccole imprese che operano su un vasto territorio che offrono prodotti o servizi simili (distretti industriali, aziende che si occupano del trasporto pubblico, ecc).
- Autorità locali e istituzioni governative (comuni, ministeri, ecc).

Oltre ad estendere il numero dei soggetti che possono registrarsi il nuovo regolamento:

- Favorisce la partecipazione attiva dei dipendenti anche mediante la partecipazione degli stessi a corsi di formazione.
- Invita tutti gli stati membri a tener conto della registrazione sia nel caso di emanazioni nuove leggi sia nella fase di controllo presso le organizzazioni.
- Prevede per tutte le organizzazioni che abbiano conseguito l'iscrizione la possibilità di utilizzare un apposito logo Emas, in modo tale da pubblicizzare l'impegno delle stesse in termini di tutela ambientale. Questo può essere riprodotto su lettere, pubblicità, ecc, anche se viene espressamente proibita la rappresentazione sulle confezioni dei prodotti e sugli imballaggi.
- Incoraggia la partecipazione delle piccole e medie imprese con l'erogazione di fondi di sostegno.
- Predispose delle misure di assistenza da parte delle autorità locali di ogni singolo stato fra cui si annoverano ad esempio le camere di commercio, le associazioni di categoria, gli enti pubblici, ecc.
- Semplifica le procedure di registrazione per tutte le organizzazioni che hanno ottenuto la certificazione in funzione di altri standard di riferimento, purché siano stati recepiti a livello europeo. All'organizzazione rimane solo l'onere di adempiere ai requisiti del regolamento Emas che non sono previsti dall'altra normativa.

Allo stesso tempo il nuovo Emas mantiene fermi alcuni requisiti previsti anche per il vecchio, infatti la partecipazione continua ad essere volontaria, inoltre per raggiungere l'iscrizione nel Registro Europeo l'organizzazione deve implementare un sistema di gestione ambientale e superare la verifica svolta da un verificatore accreditato in ogni

¹⁴⁸ L'articolo 2 punto t del regolamento Emas n° 761 definisce il sito come “ Tutto il terreno, in una zona geografica precisa, sotto il controllo gestionale di un'organizzazione che comprende attività, prodotti e servizi. Esso include qualsiasi infrastruttura, impianto o materiale ”.

singolo stato membro, infine una volta raggiunta la registrazione l'organizzazione non deve fermarsi, ma è tenuta a perseguire il miglioramento continuo delle proprie performances ambientali.

TAB. 15 - Caratteristiche principali del vecchio e nuovo Emas

CARATTERISTICHE	EMAS 1836/93	EMAS 761/2001
Natura giuridica	Regolamento C. E.	Regolamento C. E.
Ambito di attuazione	Unione Europea	Unione Europea
Natura di sistema	Pubblica	Pubblica
Campo di applicazione	Siti produttivi	Organizzazioni
Attività a cui si rivolge	Settore industriale	Tutte le attività
Impegno richiesto	Miglioramento continuo	Miglioramento continuo
Apertura verso il pubblico	Dichiarazione ambientale	Dichiarazione ambientale
Impiego del logo	Non previsto	Previsto
Partecipazione dipendenti	Nessun richiamo	Richiamo specifico

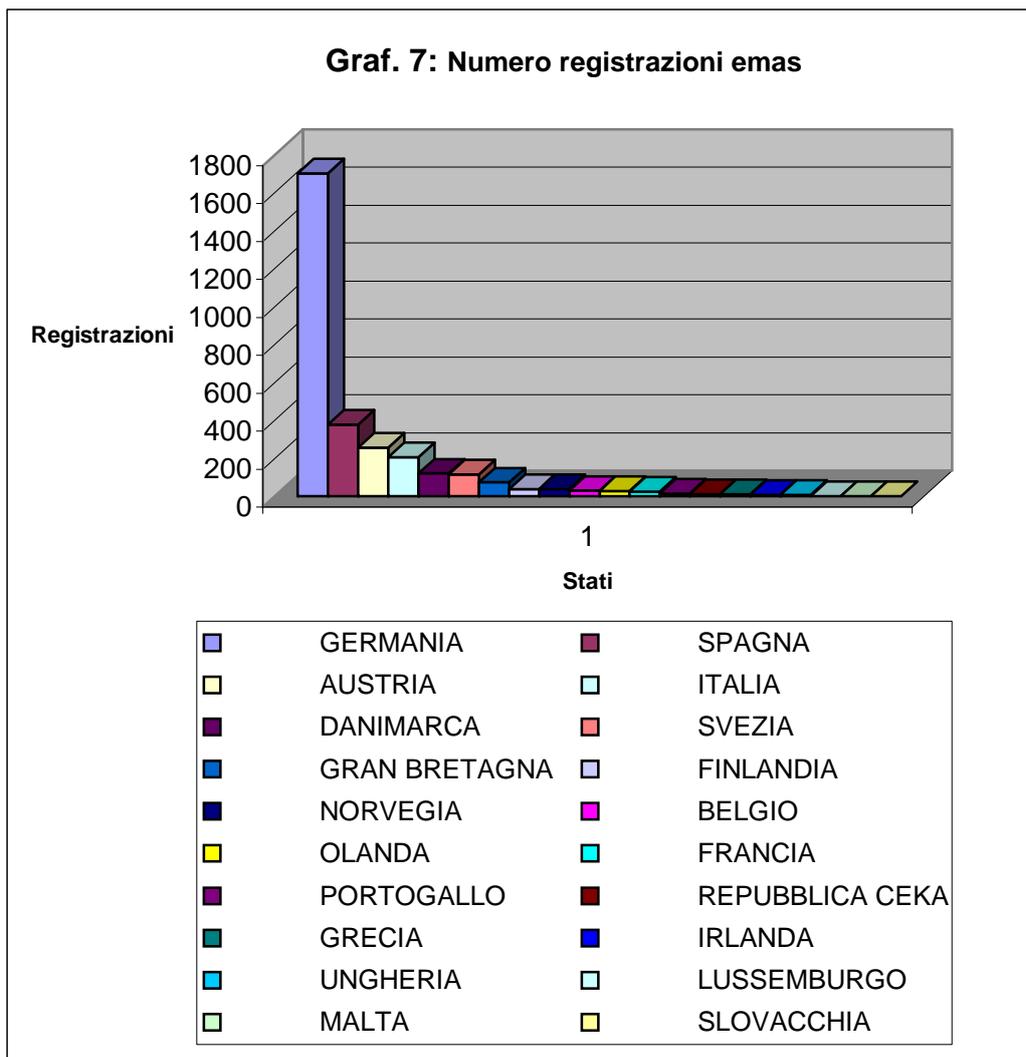
FONTE: www.eusebio-ippolito.com

Effettuata l'analisi della legislazione ambientale a livello europeo è utile tracciare un quadro circa il numero di organizzazioni che si sono registrate Emas e la tabella 16 ci offre appunto informazioni dettagliate sull'argomento.

TAB. 16 - Numero di registrazioni emas, giugno 2004

STATI	REGISTRAZIONI EMAS	%
GERMANIA	1703	55,73%
SPAGNA	376	12,30%
AUSTRIA	257	8,41%
ITALIA	205	6,71%
DANIMARCA	120	3,93%
SVEZIA	115	3,76%
GRAN BRETAGNA	73	2,39%
FINLANDIA	38	1,24%
NORVEGIA	37	1,21%
BELGIO	29	0,95%
OLANDA	28	0,92%
FRANCIA	23	0,75%
PORTOGALLO	14	0,46%
REPUBBLICA CECA	11	0,36%
GRECIA	10	0,33%
IRLANDA	8	0,26%
UNGHERIA	6	0,20%
LUSSEMBURGO	1	0,03%
MALTA	1	0,03%
SLOVACCHIA	1	0,03%
TOTALE	3056	100,00%

FONTE : <http://europa.eu.int>



Rielaborazione dati fonte <http://europa.eu.int>

Dalla tabella 16 e relativo grafico si nota subito come la sola Germania raggiunga un numero di registrazioni significativo, mentre le altre nazioni sembrano essere più attardate, infatti se guardiamo alla Spagna che è la seconda forza in campo si nota come siano solo 376 le organizzazioni registrate contro le 1703 della stessa Germania. In terza posizione troviamo l’Austria con 257 registrazioni, la quale è seguita dall’Italia (205) che a sua volta precede la Danimarca (120), la Svezia (115) e la Gran Bretagna (73). Tutti gli altri paesi hanno un numero limitato di siti registrati. Tuttavia è ipotizzabile che nel prossimo futuro il numero di organizzazioni registrate subisca un forte incremento grazie a due fattori che riguardano da un lato, l’estensione della registrazione a tutte le organizzazioni e dall’altro, l’ampliamento degli stati che possono partecipare ad Emas. Per ciò che attiene alla normativa ISO 14001 diciamo subito che la sua emanazione prende spunto dalla normativa inglese BS 7750 “Specification for Enviromental

Management”¹⁴⁹, la cui diffusione risaliva al 1992. Per la redazione di tale legislazione erano stati presi in considerazione i più importanti principi di tutela ambientale in uso presso i principali organismi internazionali. L’applicazione della norma all’interno di un’azienda per migliorare la tutela dell’ambiente veniva ottenuta mediante un diagramma a cerchio in cui erano descritte in successione le varie fasi da seguire. Il punto di partenza era l’esame ambientale preliminare a cui seguiva la definizione della politica ambientale, la fissazione degli obiettivi e dei programmi, il riesame della direzione ed infine si conseguiva la certificazione ambientale. A seguito dell’emanazione del primo Emas la normativa BS 7750 venne in parte rivista per renderla congruente con il nuovo regolamento, anche se continuava a mantenere proprie peculiarità esclusive.

Essa fu impiegata nelle prime certificazioni dei sistemi di gestione ambientale fino a quando non venne superata a seguito dell’entrata in vigore della ISO 14001. Quest’ultima pubblicata nel settembre del 1996 con il titolo di UNI EN ISO 14001 “Sistemi di gestione ambientale – Requisiti e linee guida per l’uso”¹⁵⁰ ricalca fondamentalmente la norma BS 7750, ma la supera perché adesso viene favorita la normativa internazionale rispetto a quelle nazionali. La nuova normativa come la precedente mantiene fermo il requisito della volontarietà e può essere applicata a qualsiasi organizzazione¹⁵¹ indipendentemente dalla sua dimensione, inoltre si adatta alle differenti condizioni geografiche, sociali e culturali presenti nei diversi stati.

Tutto ciò è reso possibile perché la ISO 14001 non contiene requisiti assoluti in materia di prestazioni ambientali, al di fuori dell’impegno al rispetto delle conformità legislative e del miglioramento continuo delle prestazioni ambientali. La normativa oggetto di esame rappresenta quindi uno standard internazionale di portata mondiale, che specifica le caratteristiche che un sistema di gestione ambientale deve possedere per permettere ad un’organizzazione di formulare una politica ambientale e stabilire degli obiettivi, tenendo conto delle prescrizioni legislative e delle informazioni circa gli impatti ambientali significativi generati dalla stessa. L’adozione di questa da parte delle organizzazioni può essere utile sia per ottenere la certificazione ambientale, ma anche per conseguire la registrazione di un’auto-dichiarazione ambientale inerente l’impegno

¹⁴⁹ V. D’Incognito: Guida allo sviluppo dei sistemi di gestione ambientale, Franco Angeli, Milano, 1997, da pagg. 35 - 38.

¹⁵⁰ FONTE: www.ambiente.it; Gestione delle problematiche ambientali all’interno dell’impresa, R. Giacomozzi.

¹⁵¹ La UNI EN ISO 14001 definisce l’organizzazione come “azienda, gruppo, ditta, impresa, autorità, istituzione, o parti delle suddette, organizzate o no, pubbliche o private, che hanno proprie funzioni e amministrazioni”.

in termini di tutela dell'ambiente. La norma UNI EN ISO 14001 presenta inoltre nella parte conclusiva due appendici, di cui la prima contenente indicazioni per l'uso, mentre la seconda include un prospetto informativo circa le affinità e connessioni con la ISO 9000 sui sistemi di gestione della qualità.

Analizzata la normativa e descritte le sue finalità è utile tracciare un quadro circa il numero di organizzazioni certificate ISO 14001. La tabella 17 ci offre appunto informazioni dettagliate sulla diffusione di tale certificazione a livello mondiale.

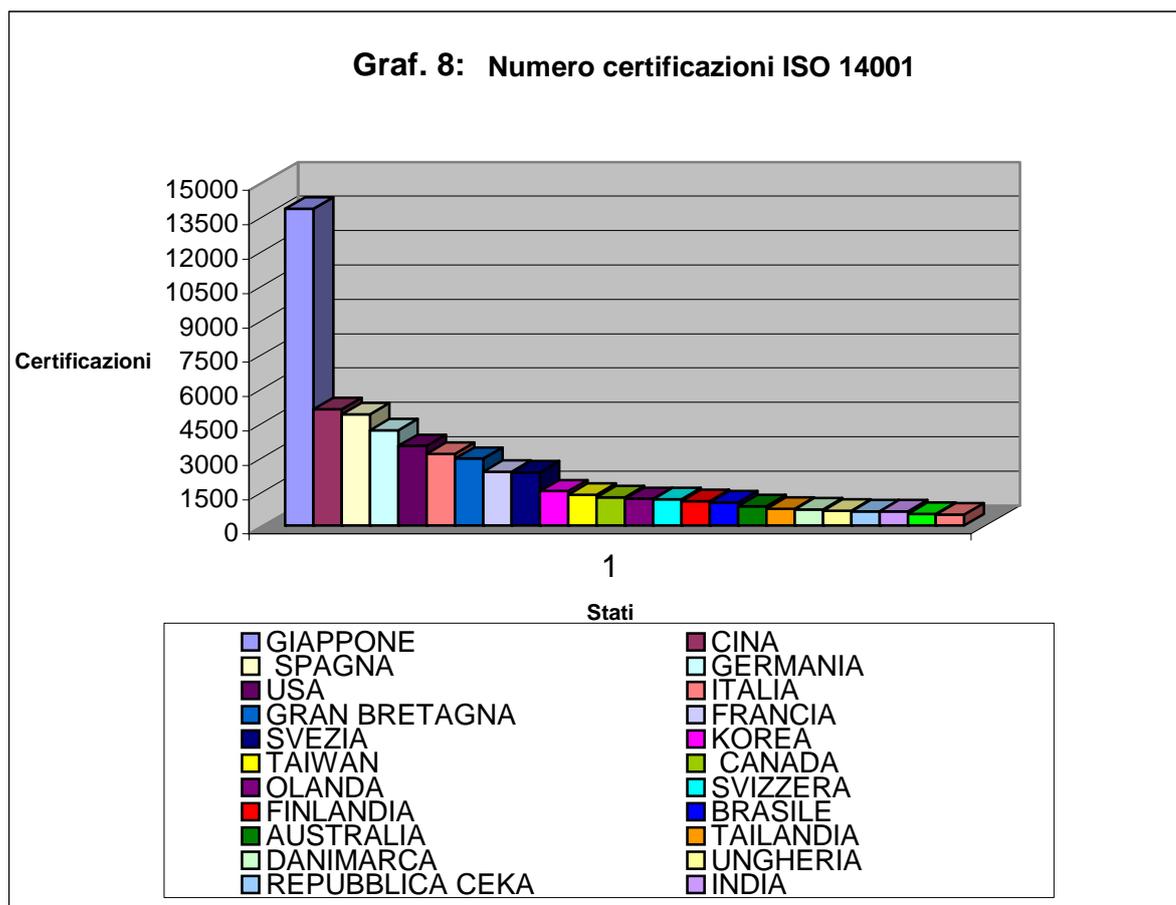
TAB. 17 - Numero di certificazioni ISO 14001, giugno 2004

STATI	CERTIFICAZIONI ISO 14001	%
GIAPPONE	13819	22,80%
CINA	5064	8,35%
SPAGNA	4860	8,02%
GERMANIA	4150	6,85%
USA	3474	5,73%
ITALIA	3121	5,15%
GRAN BRETAGNA	2917	4,81%
FRANCIA	2344	3,87%
SVEZIA	2310	3,81%
KOREA	1495	2,47%
TAIWAN	1337	2,21%
CANADA	1242	2,05%
OLANDA	1162	1,92%
SVIZZERA	1155	1,91%
FINLANDIA	1059	1,75%
BRASILE	1008	1,66%
AUSTRALIA	835	1,38%
TAILANDIA	736	1,21%
DANIMARCA	711	1,17%
UNGHERIA	637	1,05%
REPUBBLICA CECA	605	1,00%
INDIA	605	1,00%
AUSTRIA	500	0,82%
SINGAPORE	473	0,78%
POLONIA	434	0,72%
ALTRI	4562	7,53%
TOTALE	60615	100,00%

FONTE: www.ecology.or.jp

Dalla sua analisi si nota immediatamente come il Giappone (13819) abbia un numero rilevante di organizzazioni certificate a livello ambientale, infatti viene seguito a debita distanza dalla Cina (5064), dalla Spagna (4860), dalla Germania (4130), dagli Usa (3474), dall'Italia (3121), ecc. Questi dati mostrano come la prima potenza mondiale, ossia gli Stati Uniti, abbiano un numero limitato di organizzazioni certificate rispetto

alle dimensioni della loro economia e ciò è riconducibile alla scarsa importanza che viene attribuita alla variabile ambientale dalla classe politico-dirigenziale americana. Allo stesso tempo gli stessi evidenziano gli ottimi risultati raggiunti dagli stati europei, se consideriamo che gli stessi possono usufruire anche della Dichiarazione Ambientale Emas. Quanto esposto trova un'ulteriore conferma se osserviamo il grafico seguente che riporta fedelmente i dati della tabella 17.



Rielaborazione dati fonte www.ecology.or.jp

Se confrontiamo i dati relativi alle adesioni vediamo che il numero di registrazioni Emas è nettamente inferiore rispetto a quello raggiunto dalle certificazioni ISO 14001 nonostante che l'adozione del primo regolamento comunitario sia avvenuta con 3 anni di anticipo. Oltre che a differire sul numero di organizzazioni registrate il regolamento comunitario e la normativa UNI EN ISO 14001 presentano ulteriori divergenze e punti di raccordo.

Le principali divergenze fra i due sistemi riguardano:

- La natura del sistema e l'ambito di realizzazione; infatti il regolamento comunitario ha natura pubblica ed è applicabile alle organizzazioni degli stati membri della Comunità

Europea, mentre la norma ISO 14001 viene redatta da organismi privati e presenta una validità internazionale.

- L'analisi ambientale iniziale; la quale viene specificatamente prevista nel regolamento comunitario, mentre è solo consigliata dalla norma ISO 14001.

- Il risultato finale raggiunto, l'accreditamento dei verificatori e i destinatari; in quanto, il regolamento comunitario prevede la redazione di una Dichiarazione Ambientale che si rivolge al pubblico e alla pubblica amministrazione, il cui contenuto viene valutato e convalidato da un verificatore accreditato e autorizzato in ogni stato facente parte della Comunità Europea. In Italia tale ruolo è svolto dal Comitato Ecolabel-Ecoaudit.

Al contrario la UNI EN ISO 14001 ci permette di ottenere la Certificazione Ambientale che viene destinata alle altre organizzazioni siano esse imprese, fornitori o clienti, ecc, inoltre gli argomenti trattati sono convalidati da verificatori indipendenti i quali hanno ottenuto l'accreditamento da un organismo terzo privato riconosciuto dalle aziende. In Italia tale ruolo è svolto dal Sincert.

- Impiego del logo; infatti il nuovo regolamento Emas permette a tutte le organizzazioni che hanno conseguito la dichiarazione ambientale di avvalersi uno specifico logo, utile per pubblicizzare all'esterno l'attenzione riposta nella tutela dell'ambiente. Tale segno distintivo non è previsto dalla ISO 14001.

Tuttavia i due regolamenti presentano anche delle analogie: in primo entrambi sono strumenti volontari adottati per implementare un sistema di gestione ambientale e per conseguire il miglioramento continuo delle performances ambientali, in secondo si rivolgono a qualsiasi organizzazione indipendentemente dal tipo di attività svolta.

TAB. 18 - Differenze e affinità fra la norma ISO 14001 e il regolamento Emas

CARATTERISTICHE	UNI EN ISO 14001	EMAS 761/2001
Tipo di adesione	Volontaria	Volontaria
Natura giuridica	Norma internazionale	Regolamento C. E.
Ambito di attuazione	Mondiale	Unione Europea
Natura di sistema	Privata	Pubblica
Campo di applicazione	Organizzazioni	Organizzazioni
Attività a cui si rivolge	Tutte le attività	Tutte le attività
Impegno richiesto	Miglioramento continuo	Miglioramento continuo
Risultato finale	Certificazione ambientale	Dichiarazione Ambientale
Impiego del logo	Non previsto	Previsto
Analisi ambientale iniziale	Raccomandata	Obbligatoria
Destinatari	Altre organizzazioni	Pubblico e Pubblica amm.

FONTE: www.arpal.org

In definitiva possiamo concludere dicendo che entrambe le norme oggetto di analisi sono adoperate per implementare un sistema di gestione ambientale, ma mentre gli stati non comunitari possono utilizzare solo la normativa ISO 14001 quelli appartenenti alla Comunità Europea hanno a disposizione tre scelte:

- Certificarsi direttamente in base alla norma UNI EN ISO 14001.
- Certificarsi in base alla norma UNI EN ISO 14001 e successivamente registrarsi anche Emas. Tutto ciò è reso possibile in quanto il nuovo regolamento comunitario incorpora completamente il sistema di gestione ambientale della UNI EN ISO 14001. Per passare dalla certificazione alla registrazione è stato emesso a livello di CEN un documento di collegamento intitolato “ Briding Document Between EMAS and ISO 14001 ”, il quale permette di completare i requisiti richiesti dall’Emas ma non previsti dalla ISO 14001. Grazie al presente documento le aziende già certificate possono facilmente raggiungere la registrazione Emas, infatti all’articolo 12 sono segnalati i requisiti comuni cosicché i verificatori possono valutare solamente gli attributi non previsti dalla ISO 14001.
- Registrarsi direttamente in base al regolamento comunitario n° 761/2001.

4.3 L’IMPLEMENTAZIONI DEL SISTEMA DI GESTIONE AMBIENTALE

Descritti precedentemente i principali strumenti standard che possono essere impiegati per implementare un sistema di gestione ambientale, possiamo passare ad analizzare le diverse fasi sequenziali che devono essere svolte per arrivare alla sua effettiva applicazione all’interno dell’organizzazione. A prescindere dallo standard di riferimento scelto l’implementazione di un sistema di gestione ambientale si prefissa i seguenti obiettivi principali:

- Far sì che l’impresa svolga le sue attività secondo modalità che garantiscono il rispetto dell’ambiente.
- Rendere possibile l’identificazione, l’analisi e la prevenzione degli impatti ambientali.
- Favorire un maggior coinvolgimento di tutti gli attori interni all’organizzazione.
- Cercare di migliorare i rapporti con tutti i soggetti esterni interessati a quelle che sono le prestazioni ambientali dell’azienda.
- Promuovere il miglioramento continuo delle performances ambientali dell’impresa.

Allo stesso tempo indipendentemente dallo strumento di riferimento scelto le procedure da seguire per introdurre un sistema di gestione ambientale racchiudono sei fasi, le quali pur essendo identificate con terminologie differenti presentano un identico contenuto tecnico, infatti le uniche discrepanze di rilievo si hanno solo nell’ultima parte che porta

alla Dichiarazione Ambientale, nel caso in cui si scelga di implementare il sistema di gestione secondo il regolamento Emas e alla Certificazione Ambientale, nel caso in cui lo stesso processo venga portato a termine in conformità alla norma UNI EN ISO 14001. L'implementazione di un sistema di gestione ambientale comprende quindi le seguenti fasi¹⁵²:

- L'analisi ambientale iniziale: questa è espressamente richiesta dal regolamento Emas, mentre è solo consigliata dalla norma UNI EN ISO 14001, la quale afferma che “ l'organizzazione la quale non possieda alcun sistema di gestione ambientale dovrebbe inizialmente stabilire la propria attuale posizione in rapporto all'ambiente effettuando un'analisi ambientale iniziale ”. L'attività oggetto di indagine copre quattro aree fondamentali che riguardano:

- Rispetto delle prescrizioni di legge e dei regolamenti.
- Identificazione degli aspetti ambientali significativi¹⁵³.
- Esame delle procedure e prassi esistenti in campo ambientale.
- Valutazione delle esperienze derivanti dall'analisi di incidenti già accaduti.

Per quanto attiene la verifica delle disposizioni legislative possiamo dire che ci permette di individuare tutti i requisiti normativi a cui l'impresa è sottoposta. Tale valutazione risulta, però, assai difficoltosa a causa della proliferazione delle leggi in materia di tutela ambientale che sono state emanate negli ultimi decenni.

La seconda area invece ci consente di effettuare un'esauriente analisi di tutte le problematiche ambientali inerenti l'organizzazione e di acquisire una conoscenza dettagliata, completa e documentata, di tutti gli aspetti ambientali significativi generati. Per valutare le attività che presentano tali aspetti occorre investigare su di una serie di fattori fra i quali abbiamo le emissioni in atmosfera, gli scarichi idrici, i rifiuti solidi o di altro tipo pericolosi e non, la contaminazione del suolo, i rumori, gli odori, ecc. Sulla base dei risultati ottenuti si compila poi un registro in cui vengono indicati gli effetti ambientali più significativi, che devono essere controllati periodicamente tenendo conto anche dei loro impatti passati, presenti e futuri. La rilevanza degli stessi si desume da alcuni parametri come la vicinanza dei valori ai limiti di legge, segnalazioni da parte di interlocutori sociali, effetti negativi non previsti, ecc.

¹⁵² V. D'Incognito: Guida allo sviluppo dei sistemi di gestione ambientale, Franco Angeli, Milano, 1997, da pagg. 44 - 84.

¹⁵³ L'articolo 2 punto f del regolamento Emas n° 761 lo definisce come: “ un aspetto ambientale che ha o può avere un impatto ambientale significativo ”.

La terza area oggetto di indagine serve per valutare che tutte le metodologie e procedure di gestione ambientale utilizzate dall'impresa, siano coerenti con quelli che sono i suoi obiettivi in termini di tutela ambientale. Gli strumenti impiegati per svolgere tale verifica comprendono la compilazione di check list, analisi a campione, rilevazioni sul campo, interviste, raccolta di dati storici, ecc.

La quarta fase ci permette di valutare gli incidenti ambientali avvenuti in passato, cosicché si possano individuarne le cause in modo da prevenire il ripetersi degli stessi accadimenti in futuro.

Tale analisi risulta molto importante non solo per valutare la situazione di partenza dell'organizzazione, ma anche perché da essa dipendono tutte le scelte successive che riguardano la fissazione degli obiettivi, dei programmi e più in generale tutte le caratteristiche del sistema di gestione ambientale.

● La politica ambientale: valutata la situazione di partenza dell'organizzazione si possono definire quelle che sono le linee guida della politica ambientale, che rappresenta un documento formale in base al quale l'alta direzione testimonia l'impegno assunto in termini di tutela ambientale. La direzione aziendale deve garantire che questa sia:

- Pertinente e significativa rispetto alle dimensioni dell'attività e agli impatti ambientali generati.
- Comunicata, mantenuta e condivisa, a tutti i livelli dell'organizzazione.
- Conforme alle disposizioni ambientali in vigore.
- Resa pubblica e facilmente accessibile ai soggetti interessati.
- Deve incoraggiare l'impegno al miglioramento continuo delle prestazioni ambientali e quello rivolto alla prevenzione dell'inquinamento.
- Deve fornire un quadro di riferimento atto a stabilire e riesaminare sia gli obiettivi che i risultati.

Dobbiamo aggiungere che affinché essa assuma effettivamente una certa validità all'interno dell'organizzazione deve essere decisa e condivisa dai massimi responsabili aziendali, che devono coordinare le risorse umane assegnando loro compiti ed obiettivi da raggiungere al fine di perseguire il miglioramento continuo delle prestazioni ambientali.

Entrambi i regolamenti convergono viepiù nel definire quelle che sono le caratteristiche basilari che una buona politica ambientale deve possedere.

● La pianificazione: documentato l'impegno formale della direzione attraverso la definizione della politica ambientale da perseguire, si può passare ad occuparci dell'attività di pianificazione, la quale ci permette di fissare i risultati da raggiungere formulando appositi piani di azione che coprono quattro aree specifiche:

- Attuazione delle procedure idonee ad individuare gli aspetti ambientali significativi.
- Verifica periodica per valutare il rispetto da parte dell'organizzazione della normativa ambientale a cui è sottoposta.
- Individuazione degli obiettivi e dei traguardi da conseguire che devono essere coerenti con quanto stabilito nella politica ambientale.
- Definizione delle modalità di sviluppo dei programmi ambientali.

La prima di esse è relativa agli aspetti ambientali significativi e richiede che siano predisposte una o più procedure volte ad individuare quali attività, prodotti o servizi siano i maggiori artefici dell'inquinamento.

La seconda prende invece in considerazione i vincoli e le prescrizioni legislative riguardanti i prodotti, i processi e i limiti alle emissioni inquinanti. L'organizzazione per essere sempre in linea con la normativa, deve attivare un sistema di aggiornamento continuo di tutta la legislazione ambientale collegata alle sue attività.

Nella terza si individuano quelli che sono gli obiettivi e i traguardi che l'organizzazione deve raggiungere, tenendo in debita considerazione sia quanto stabilito dalla politica ambientale, ma anche quelle che sono le risorse disponibili per conseguirli.

Nell'ultima infine si definiscono le modalità di sviluppo dei programmi ambientali, i quali contengono le indicazioni sulle responsabilità che devono essere attribuite per il raggiungimento degli obiettivi nei tempi prestabiliti. All'interno di tali documenti occorre inoltre indicare quali sono i mezzi a disposizione per raggiungere quanto prefissato.

Aggiungiamo infine che affinché l'attività di pianificazione porti a risultati positivi occorre da un lato, che obiettivi e traguardi siano coerenti e dall'altro, che gli stessi siano periodicamente revisionati ed aggiornati.

● Attuazione e funzionamento: terminata la fase di pianificazione si dà avvio a quella di realizzazione operativa che porta all'implementazione del sistema di gestione ambientale¹⁵⁴, mediante la concreta attuazione dei piani contenuti nei programmi.

¹⁵⁴ L'articolo 2 punto k del regolamento Emas n° 761 lo definisce come “ la parte del sistema complessivo di gestione comprendente la struttura organizzativa, le attività di pianificazione, le responsabilità, le pratiche, le procedure, i processi e le risorse per sviluppare, mettere in atto, realizzare,

Questa fase rappresenta il cuore di tutto il processo e prende a riferimento una serie di fattori, i quali portano alla creazione di una struttura organizzativa specifica dal cui funzionamento dipendono anche i risultati raggiunti in termini di miglioramento delle performances ambientali. Essa prende in considerazione i seguenti punti:

- Identificazione delle necessità di formazione del personale.
- La struttura organizzativa e le responsabilità dei dipendenti nella fase di attuazione del sistema di gestione ambientale. Occorre dare applicazione a tutte quelle procedure già definite in fase di pianificazione individuando anche i rapporti intercorsi fra i soggetti coinvolti.
- Necessità di comunicazione sia all'interno dell'organizzazione fra i diversi reparti che all'esterno, e allora in questo caso essa è indirizzata alla pubblica amministrazione e ai soggetti interessati alle attività svolte dall'organizzazione quali fornitori, consumatori, clienti, ecc.
- La documentazione inerente il sistema di gestione ambientale. L'organizzazione infatti deve preparare in forma cartacea o informatica, una serie di documenti che descrivono le parti essenziali del sistema. I più importanti fra essi sono sicuramente il Manuale di Gestione Ambientale, le Procedure Gestionali Ambientali, le Istruzioni Operative Aziendali. Nel primo sono incluse informazioni sulla politica e sul sistema di gestione ambientale adottato dall'organizzazione. Il secondo offre informazioni sulle procedure indicando chi e che cosa fa nei diversi reparti coinvolti. Infine l'ultimo descrive quelle che sono le modalità di svolgimento delle singole attività e i risultati raggiunti. Gli argomenti trattati nei documenti suddetti devono essere specificati in modo chiaro ed è necessario che gli stessi siano controllati e aggiornati periodicamente.
- Controllo operativo delle attività svolte. L'organizzazione infatti deve esaminare quali sono le operazioni e le attività associate agli aspetti ambientali significativi ed in linea con la politica, gli obiettivi e i traguardi ambientali. Queste attività comprensive anche di quelle di manutenzione devono essere verificate, stabilendo procedure documentate in cui si evidenziano i criteri da utilizzare nello svolgimento delle stesse.
- Addestramento per la reazione a situazioni di emergenza. Ciò risulta indispensabile in quanto il personale facente parte dell'organizzazione deve essere preparato ad operare anche quando si verificano gravi incidenti, che possono arrecare danni all'ambiente di

riesaminare e mantenere la politica ambientale”. Allo stesso modo il punto 3.5 della norma UNI EN ISO 14001 lo definisce come “ la parte del sistema di gestione generale che comprende la struttura organizzativa, le attività di pianificazione, le responsabilità, le prassi, le procedure, i processi, le risorse per elaborare, mettere in atto, conseguire, riesaminare e mantenere attiva la politica ambientale ”.

vasta entità. Per addestrare i dipendenti a tali situazioni l'organizzazione può simulare periodicamente il verificarsi di un accadimento di questo tipo, predisponendo anche le procedure che devono applicarsi in quei momenti.

Da quanto esposto risulta chiaro ed evidente come tutte le funzioni aziendali debbano essere coinvolte nell'implementazione del sistema di gestione, attraverso una chiara definizione dei ruoli, delle responsabilità e dei poteri, evitando così ogni possibilità di conflitto, inoltre occorre dare un'adeguata diffusione dei contenuti del sistema mettendo a disposizione appropriate risorse finanziarie e tecniche.

• Controlli e azioni correttive: conclusasi la fase precedente sorge l'esigenza di revisionare quanto è stato realizzato e per questo motivo vengono effettuate delle verifiche volte ad individuare la congruenza fra obiettivi e risultati raggiunti, nonché il rispetto delle condizioni imposte dalla normativa ambientale. Elemento essenziale di tale fase è l'audit ambientale che consiste nella valutazione sistematica, periodica, obiettiva, documentata, dell'efficienza complessiva del sistema di gestione e delle sue capacità di realizzare gli obiettivi stabiliti nei programmi. L'attività di audit¹⁵⁵ può essere portata a compimento sia da personale interno all'azienda o da membri esterni ad essa. In entrambe le circostanze è necessario che questi soggetti abbiano un'ottima conoscenza dei campi da sottoporre a verifica. Per le organizzazioni che vogliono certificarsi è indispensabile effettuare almeno tre tipologie di audit¹⁵⁶ che sono:

- Audit di conformità: il quale permette di esaminare la rispondenza dell'organizzazione nei confronti del panorama legislativo in vigore a livello europeo, nazionale, regionale e locale. In altri termini esso consente alle organizzazioni di esaminare il rispetto delle leggi individuando le non conformità, così da potervi porre rimedio.
- Audit di gestione: serve per svolgere un esame del sistema di gestione, ma anche per valutare le capacità dello stesso di raggiungere gli obiettivi prefissati in funzione delle caratteristiche dell'organizzazione analizzata.
- Audit di certificazione: il quale è impiegato per effettuare la verifica finale sul rispetto

¹⁵⁵ V. Biondi: L'audit ambientale: aspetti metodologici e strumenti operativi secondo il regolamento comunitario Emas e le norme Iso 14000, Pirola, Milano, 1997, da pagg. 62 - 85.

¹⁵⁶ Le altre tipologie di audit previste sono :

- L'audit di acquisizione fusione o cessione; che consiste nella valutazione degli oneri necessari per il recupero delle aree su cui opera l'organizzazione. La tendenza attuale è di far gravare gli oneri di verifica sulle spalle di colui che ha generato l'inquinamento.
- L'audit di rischio; che serve per stimare la probabilità del verificarsi di un certo rischio ambientale in funzione della tipologia di attività svolta dall'organizzazione.
- L'audit dei fornitori; il quale estende l'indagine ai soggetti che operano a monte dell'organizzazione, in modo tale da accertare se gli stessi rispettino i requisiti imposti dalla normativa internazionale ed europea.

da parte dell'organizzazione di quanto stabilito nel nuovo Emas e nella ISO 14001. Alla fine di ogni ciclo di audit i verificatori preparano un rapporto scritto in cui indicano i risultati raggiunti che vengono trasmessi in forma ufficiale alla direzione. I documenti in esame forniscono alla stessa informazioni sullo stato del sistema, sui progressi ambientali dell'organizzazione e sull'efficacia ed affidabilità delle disposizioni adottate per sorvegliare gli impatti ambientali. Se alla fine della verifica vengono riscontrate delle difformità rispetto a quanto stabilito dalla normativa, all'organizzazione sono concesse alcune settimane di tempo per porvi rimedio. Trascorsi i tempi stabiliti si dà avvio ad una nuova verifica per accertare che le non conformità siano state superate. Se invece al contrario l'audit dà esito positivo allora si può passare direttamente alla fase successiva che consiste nel riesame svolto dalla direzione aziendale.

- Riesame della direzione: l'alta direzione deve ad intervalli da essa determinati riesaminare il sistema di gestione ambientale per assicurarsi che continui ad essere adeguato ed efficace. Il procedimento di riesame è documentato e verifica la necessità di modificare la politica, gli obiettivi, i traguardi, i programmi ambientali nonché gli altri elementi del sistema, alla luce dei risultati provenienti dagli audit o da cambiamenti della situazione aziendale.

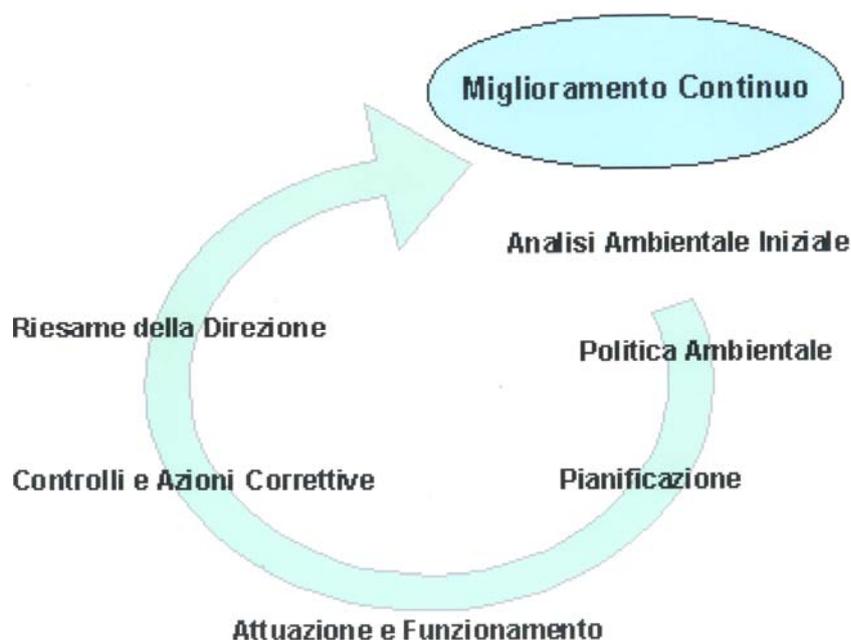


Fig. 8 - Fasi del sistema di gestione ambientale

Terminata tale attività si può finalmente richiedere la Dichiarazione o Certificazione Ambientale, a seconda che si sia scelto di seguire il regolamento Emas II o la normativa ISO 14001.

• Dichiarazione – Certificazione ambientale: per quanto attiene alla Dichiarazione Ambientale¹⁵⁷ possiamo dire che ha come scopo principale, quello di fornire al pubblico e agli altri soggetti interessati una serie di informazioni sugli impatti e sulle prestazioni ambientali dell'organizzazione, nonché sul miglioramento continuo delle stesse. I dati in essa contenuti devono essere presentati in forma chiara e coerente, in modo da facilitare la comprensione degli stessi da qualunque soggetto interessato. Oltre a ciò il documento in esame deve contenere una serie di requisiti minimi che riguardano:

- La descrizione chiara e priva di ambiguità dell'organizzazione che chiede di registrarsi Emas e anche un sommario sulle attività svolte, sui prodotti o servizi offerti, nonché il resoconto sulle relazioni che vengono intraprese con eventuali organizzazioni madri.
- Una breve descrizione della politica ambientale e del sistema di gestione.
- Una descrizione degli obiettivi stabiliti in base agli impatti ambientali significativi.
- Un sommario dei dati disponibili sulle prestazioni dell'organizzazione rispetto a quelli che sono i suoi obiettivi. In esso sono contenuti dati numerici su: emissioni inquinanti, rifiuti generati, consumo di materie prime, di energia, di acqua, ecc.
- Il nome e numero di accreditamento del verificatore ambientale e la data di convalida.

Il documento finale deve essere redatto in modo da fornire informazioni precise e non ingannevoli, corrette, complete, accurate, verificabili e pertinenti rispetto alle prestazioni ambientali complessive dell'organizzazione. Se la Dichiarazione Ambientale rispetta quanto stabilito dal regolamento, allora ottiene la convalida del verificatore¹⁵⁸ e successivamente viene inviata all'organismo competente¹⁵⁹ (in Italia il Comitato Ecolabel-Ecoaudit), il quale svolge un nuovo controllo di conformità dei requisiti previsti. Nel caso di valutazione positiva lo stesso organismo provvede ad iscrivere l'organizzazione nel registro Europeo di Certificazione. Una volta conseguita la registrazione l'organizzazione può utilizzare uno specifico logo Emas, al fine di

¹⁵⁷ G. Birindelli: La responsabilità sociale delle imprese e i nuovi strumenti di comunicazione nell'esperienza bancaria italiana, Franco Angeli, Milano, 2001, da pagg. 72 - 74.

¹⁵⁸ L'articolo 4 del regolamento Emas n° 761 consente ad ogni verificatore che abbia ottenuto l'accreditamento in uno stato membro di svolgere l'attività di verifica in qualsiasi altro stato membro, anche se la sorveglianza dello stesso rimane nelle mani dello stato che lo ha accreditato.

¹⁵⁹ In Italia esso presenta alcune caratteristiche particolari rispetto agli organismi attivi negli altri stati comunitari, infatti nel nostro paese questi si occupa sia della registrazione dei siti che dell'accreditamento e controllo dei verificatori.

rendere visibile all'esterno il riconoscimento ottenuto per l'impegno mostrato nella riduzione dell'impatto ambientale delle proprie attività.

Per quanto riguarda la Certificazione Ambientale¹⁶⁰ possiamo dire che per arrivare alla redazione di tale documento occorre seguire un percorso ben preciso che prevede diverse fasi:

- Presentazione della domanda di certificazione che deve fornire specifiche informazioni sui principali aspetti ambientali dell'organizzazione facendo uso dei documenti allestiti precedentemente, fra i quali riveste una posizione di primaria importanza il Manuale di Gestione Ambientale.
- Istruttoria dell'organismo di certificazione, il quale effettua l'analisi dei documenti per valutare se il sistema di gestione rispetta quanto previsto nella norma ISO 14001.
- Visita di valutazione dei soggetti che lavorano per l'organismo di certificazione al fine di verificare l'effettiva applicazione di quanto documentato. Il gruppo incaricato della verifica attraverso proprie checks list esegue un controllo facendo visite agli impianti, interviste, esami delle procedure, ecc. Al termine viene redatto un rapporto sullo stato del sistema. Se dagli esami svolti non risultano difformità si passa alla fase successiva tramite la quale si arriva alla Certificazione Ambientale. Se invece sono individuate delle non conformità l'organizzazione ha a disposizione alcune settimane di tempo per porvi rimedio.
- Rilascio del certificato da parte del Comitato di Certificazione, che dopo aver accertato il soddisfacimento di tutte le condizioni previste dalla normativa, trasmette la proposta al Consiglio per la delibera definitiva.

Il certificato rilasciato ha una validità di tre anni, ma durante questo periodo l'azienda è sottoposta a verifiche annuali, svolte per valutare il corretto mantenimento del sistema di gestione ambientale. Allo scadere dei tre anni è possibile ottenere il rinnovo del certificato qualora siano ancora rispettati i requisiti previsti.

4.4 BENEFICI E COSTI DI UN SISTEMA DI GESTIONE AMBIENTALE

Le organizzazioni che decidono di implementare un sistema di gestione ambientale sostengono dei costi¹⁶¹, che variano in funzione di alcuni parametri come ad esempio la dimensione e la situazione ambientale iniziale della stessa, il tipo di attività svolto, le

¹⁶⁰ V. D'Incognito: Guida allo sviluppo dei sistemi di gestione ambientale, Franco Angeli, Milano, 1997, da pagg. 185 - 189.

¹⁶¹ FONTE: www.ambiente.it; Gestione delle problematiche ambientali all'interno dell'impresa, R. Giacomozzi.

necessità di formazione delle risorse umane, ecc, ma allo stesso tempo si ottengono dei benefici¹⁶² di gran lunga superiori. I costi da sostenere e i benefici che possono essere conseguiti si distinguono in interni ed esterni.

Per quanto attiene ai costi interni si può dire che dipendono principalmente dalle necessità di formazione del personale e di acquisizione di nuove tecnologie utili a ridurre gli impatti ambientali generati dalle attività dell'organizzazione. Pertanto non sono facilmente quantificabili, tuttavia si può presupporre un'incidenza inferiore per le organizzazioni di minori dimensioni con processi meno complessi. Se consideriamo invece i costi esterni, si nota che questi includono sia le spese di consulenza che quelle dell'organismo di certificazione. Le prime devono essere sostenute in quanto occorre che la fissazione degli obiettivi, dei piani, ecc, sia conforme alla normativa di riferimento, per cui è necessario che queste attività vengano verificate da soggetti aventi conoscenze specifiche e dettagliate sulla stessa. Tali costi sono strettamente correlati alla dimensione dell'organizzazione e alla criticità dei processi.

Le seconde come le precedenti variano in base alla dimensione dell'organizzazione ma allo stesso tempo sono costituiti da entità fisse. Questi spese si distinguono infatti in:

- Costi per la domanda di certificazione o dichiarazione ambientale (costo fisso).
- Costi per l'iscrizione nel registro emas o di emissione del certificato ambientale (costo fisso).
- Costi per le verifiche ispettive effettuate dell'ente certificatore o dal verificatore (costo variabile).
- Costi per le visite di sorveglianza del sistema di gestione (costo variabile).

Per quanto riguarda i benefici interni possiamo dire che questi comprendono:

- La riduzione dei costi per lo smaltimento dei materiali di scarto e per il consumo delle materie prime. Ciò si verifica perché l'adesione ad uno dei due regolamenti porta alla completa revisione del sistema produttivo ed organizzativo, per cui si possono scovare soluzioni più efficienti che appunto ci permettono di ottenere tali vantaggi.
- Il miglioramento dei rapporti con i dipendenti in quanto l'implementazione del sistema riduce la probabilità del verificarsi di incidenti, che possono mettere a rischio la salute o la stessa vita del lavoratore.
- La diminuzione dei costi per il mancato rispetto della normativa perché per conseguire la registrazione o dichiarazione ambientale occorre rispettare tutte le norme che hanno

¹⁶² FONTE: <http://users.libero.it>; Perché certificarsi Iso 14000.

ad oggetto la tutela ambientale.

Oltre a questi abbiamo anche una serie di benefici esterni che riguardano:

- Il miglioramento dei rapporti sociali e dell'immagine aziendale. Ciò è possibile perché mediante l'attuazione di tale sistema si migliorano i rapporti con la popolazione locale e la pubblica amministrazione, inoltre si dà una maggiore visibilità all'organizzazione.
- Il miglioramento della competitività che in termini reali significa avere la possibilità di entrare in mercati particolarmente attenti agli standard ambientali delle imprese.
- Agevolazioni finanziarie, in quanto sono ormai numerose le disposizioni comunitarie e nazionali che prevedono lo stanziamento privilegiato di risorse verso le organizzazioni che hanno implementato un sistema di gestione ambientale. Ad esempio si ricorda che per il periodo 2003-04 il ministero dell'ambiente ha destinato circa 25 milioni di Euro in favore delle stesse¹⁶³.
- Agevolazioni procedurali, poiché tutte le organizzazioni che hanno adottato un sistema di questo tipo, possono godere di alcune semplificazioni procedurali aventi ad oggetto la presentazione della documentazione idonea ad ottenere le autorizzazioni necessarie per svolgere la loro attività.
- Il miglioramento dei rapporti con gli istituti di credito e le compagnie di assicurazione. Se consideriamo le relazioni con le banche e gli altri soggetti finanziatori ci si accorge che l'implementazione di un sistema di gestione ambientale ci consente di migliorare i rapporti con gli stessi. Tutto ciò si verifica perché quando si valutano l'ammontare del prestito e il tasso a cui concederlo, si tiene conto oltre che dei classici fattori di rischio anche di quello ambientale. Questa esigenza si riscontra in quanto spesso l'ammontare dei danni ambientali è così rilevante da poter compromettere le possibilità di rimborso da parte dell'organizzazione. Per i soliti motivi anche le società di assicurazione prima di accettare la copertura del rischio relativo alle attività svolte verificano se all'interno dell'organizzazione è stato attivato un sistema di gestione ambientale.

In definitiva l'implementazione di un sistema di gestione ambientale porta notevoli vantaggi alle organizzazioni in termini di maggiore soddisfazione da parte dei clienti, di miglioramento dell'immagine aziendale, di risparmi economici, ecc.

¹⁶³ Fonte: www.ascompd.com; La certificazione ambientale.

4.5 L'IMPLEMENTAZIONE DEL SISTEMA DI GESTIONE AMBIENTALE NELLE AZIENDE LAPIDEE DI TRASFORMAZIONE

Dopo aver descritto brevemente l'evoluzione della legislazione ambientale che ha portato all'emanazione della norma UNI EN ISO 14001 e del regolamento Emas n° 761, si può passare ad analizzare l'applicazione degli stessi al settore lapideo.

Diciamo subito che al momento nel comprensorio oggetto di studio non vi sono né aziende lapidee certificate né tanto meno pubblicazioni attinenti all'argomento.

È intenzione del candidato focalizzarsi su quelle che sono le aziende lapidee di trasformazione, in quanto per le imprese estrattive il perseguimento della certificazione è strettamente connesso al rispetto del piano di coltivazione redatto da un geologo o da un ingegnere minerario. Il collegamento fra i due documenti sposta quindi l'ottica della trattazione su argomenti più attinenti alla geologia, per cui si rischierebbe di affrontare tematiche che si allontanano dalla nostra materia.

Fatte queste precisazioni possiamo finalmente passare ad illustrare le caratteristiche del sistema di gestione ambientale applicato alle aziende lapidee.

4.5.1 L'analisi ambientale iniziale

Anche per le aziende lapidee l'introduzione del sistema di gestione ambientale, può avvenire solo se si ha una chiara conoscenza della realtà produttiva dell'impresa sia in termini criticità che di problematiche ambientali. L'azienda deve, pertanto, effettuare un'analisi ambientale iniziale delle proprie attività, in modo tale che vengano messe in evidenza le modalità operative, le eventuali carenze, i problemi e le priorità di intervento. A livello operativo questa attività deve coprire le seguenti aree:

- Rispetto delle prescrizioni di legge e dei regolamenti.
- Identificazione degli aspetti ambientali significativi.
- Esame delle procedure e prassi esistenti in campo ambientale.
- Valutazione delle esperienze derivanti dall'analisi di incidenti già accaduti.

Per quanto attiene la verifica delle disposizioni legislative inerenti le aziende lapidee¹⁶⁴, è utile distinguerle in funzione di quelli che sono gli impatti ambientali significativi delle loro attività, i quali interessano quattro aree: acqua, aria, suolo e rumore.

¹⁶⁴ <http://www.ambientediritto.it>

La legislazione ambientale relativa alle risorse idriche comprende:

- Regio Decreto n° 1775, 11 Dicembre 1933, “ Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici ”.
- Decreto Legislativo n° 275, 12 Luglio 1993, “ Riordino in materia di concessione delle acque pubbliche ”.
- Legge n° 36 del 5 Gennaio 1994, “ Disposizioni in materia di risorse idriche ”.
- Decreto Legislativo n° 9, 16 Gennaio 1995, “ Modifica alla disciplina degli scarichi delle pubbliche fognature e degli insediamenti civili che non recapitano in pubblica fognatura ”.
- Decreto Legislativo n° 79, 17 Marzo 1995, “ Delibera del Comitato Interministeriale del 4 Febbraio 1977 su: criteri, metodologie e norme tecniche generali di cui all’articolo 2 della lettere *b, d, e* della legge n° 319 del 10 Maggio 1976, recante norme per la tutela delle acque dall’inquinamento ”.
- Legge Regionale n° 88, 1 Dicembre 1998 e successive modifiche, “ Attribuzione agli Enti locali e disciplina generale delle funzioni amministrative e dei compiti in materia di urbanistica e pianificazione territoriale, protezione della natura e dell’ambiente, tutela dell’ambiente dagli inquinanti e gestione dei rifiuti, risorse idriche e difesa del suolo, energia e risorse geotermiche, opere pubbliche, mobilità e trasporti conferite alle regioni dal Decreto Legislativo n° 112 del 31 Marzo 1998 ”.
- Decreto Legislativo n° 152, 11 maggio 1999, “ Disposizioni sulla tutela delle acque dall’inquinamento e recepimento, della Direttiva CEE 91/271 inerente il trattamento delle acque reflue urbane e della Direttiva CEE 91/676 relativa alla protezione delle acque dall’inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fondi agricoli. Delibera del 4/2/1977 ”. (Abroga la Legge n° 319 del 10 Maggio 1976, “ Legge Merli ”).
- Decreto Legislativo n° 258, 18 Agosto 2000, “ Disposizione correttive e integrative del Decreto Legislativo n° 152 dell’11 Maggio 1999 ”.
- Decreto del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio n° 185, 23 Giugno 2003, “ Regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue in attuazione dell’articolo 26, comma 2 del Decreto Legislativo n° 152 dell’11 Maggio 1999 ”

- Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio n° 367, 6 Novembre 2003, “ Regolamento concernente la fissazione di standard di qualità nell'ambiente acquatico per le sostanze pericolose, ai sensi dell'articolo 3, comma 4, del Decreto Legislativo n° 152 dell'11 Maggio 1999 ”.

I riferimenti legislativi sopraccitati sono relativi all'uso della risorsa idrica e contengono le seguenti prescrizioni:

- Le acque eventualmente prelevate da un corpo idrico superficiale devono essere rese al medesimo con caratteristiche non peggiori.
- Devono essere adottati tutti i criteri necessari per avere un corretto e razionale impiego dell'acqua, nonché delle misure idonee a eliminare gli sprechi, in modo tale da ridurre i consumi della risorsa idrica.
- Siano stati presi dei provvedimenti per il riutilizzo delle acque reflue già impiegate nel ciclo produttivo.

Nel caso in cui le aziende provvedano autonomamente all'approvvigionamento idrico da fonti diverse dal pubblico acquedotto alle considerazioni appena esposte, devono aggiungersi quelle inerenti:

- Il possesso della concessione da parte della ditta.
- La regolare manutenzione delle opere di raccolta e restituzione.
- L'inserimento dei dispositivi di misurazione delle portate da inserire in corrispondenza dei punti di prelievo e restituzione.
- La denuncia alla regione e alla provincia nel caso di approvvigionamento da pozzo.

A quanto detto va aggiunto che il Decreto Legislativo n° 152, 11 Maggio 1999 e successive modifiche, rappresenta anche la normativa di riferimento per gli scarichi idrici. Esso stabilisce che tutte le imprese, qualunque sia la loro attività ed ovunque siano ubicate, nel caso in cui abbiano degli scarichi idrici devono rispettare le seguenti prescrizioni:

- Tutti gli scarichi devono essere autorizzati.
- La misurazione degli scarichi deve essere fatta subito a monte del punto di emissione.
- Devono essere rispettati i limiti previsti dalla normativa in vigore.
- Per la misurazione dei limiti devono essere utilizzate le metodologie di analisi previste dalla normativa vigente.

La legislazione ambientale relativa all'inquinamento atmosferico comprende invece il:

- Legge n° 615 del 13 Luglio 1966, “ Provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico ”.

- Decreto del Presidente della Repubblica n° 322, 15 Aprile 1971, “ Regolamento per l’esecuzione della legge n° 615 del 15 Aprile 1971, recante provvedimento contro l’inquinamento atmosferico limitatamente al settore delle industrie ”.
- Decreto del Presidente della Repubblica n° 203, 24 Maggio 1988, “ Attuazione delle Direttive CEE 80/779, 82/884, 84/360, 85/203, concernenti norme in materia di qualità dell’aria, relativamente a specifici agenti inquinanti e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell’articolo 15 della legge n° 183 del 16 Aprile 1987 ”.
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 21 Luglio 1989, “ Atto di indirizzo e coordinamento alle regioni ai sensi dell’articolo 9 della legge n° 349 dell’8 Luglio 1986, per l’attuazione ed interpretazione de Decreto del Presidente della Repubblica n° 203 del 24 Maggio 1988 recante norme in materia di qualità dell’aria relativamente a specifici agenti inquinanti e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali ”.
- Decreto Ministeriale 12 Luglio 1990, “ Linee guida per il contenimento delle emissioni degli impianti industriali e la fissazione dei valori limite degli stessi ”.
- Decreto del Presidente della Repubblica n° 175, 25 Luglio 1991, “ Modifiche dell’atto di indirizzo e coordinamento in materia di emissioni poco significative e di attività a ridotto inquinamento atmosferico, emanato con Decreto del Presidente del Consiglio in data 21 Luglio 1989 ”.
- Legge Regionale n° 33, 5 Maggio 1994 e successive modifiche “ Tutela della qualità dell’aria ”.
- Decreto Ministeriale 21 Dicembre 1995, “ Disciplina dei metodi di controllo delle emissioni in atmosfera degli impianti industriali ”.
- Legge Regionale n° 63, 13 Agosto 1998 e successive modifiche, “Norme in materia di zone a rischio di episodi acuti di inquinamento atmosferico ”.
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 Marzo 2002, “ Disciplina delle caratteristiche merceologiche dei combustibili aventi rilevanza ai fini dell’inquinamento atmosferico, nonché delle caratteristiche tecnologiche degli impianti di combustione ”.
- Decreto del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio n° 60, 2 Aprile 2002, “ Recepimento della Direttiva CEE 99/30 concernente i valori limite per la qualità dell’aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli

ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della Direttiva CEE 00/69 relativa ai valori limite della qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio ”.

- Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, 20 Settembre 2002, “ Modalità per la garanzia della qualità del sistema delle misure di inquinamento atmosferico ai sensi del Decreto Legislativo n° 351 del 4 Agosto 1999 ”.
- Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio n° 261, 1 Ottobre 2002, “ Regolamento recante le direttive tecniche per la valutazione preliminare delle qualità dell'aria ambiente, i criteri del piano e dei programmi di cui agli articoli 8 e 9 del Decreto Legislativo n° 351 del 4 Agosto 1999 ”.
- Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio n° 44, 16 Gennaio 2004, “ Recepimento della Direttiva CEE 99/13 relativa alla limitazione delle emissioni di composti organici volatili di talune attività industriali, ai sensi dell'articolo 3, comma 2, del Decreto del Presidente della Repubblica n° 203 del 24 Maggio 1988 ”.
- Decreto Legislativo n° 171, 21 Maggio 2004, “ Attuazione della Direttiva CEE 01/81 relativa ai limiti nazionali di emissione di alcuni inquinanti atmosferici ”.

Per il rispetto degli stessi le aziende devono attuare i seguenti adempimenti:

- Punti di emissione autorizzati dalla regione o provincia autonoma competente.
- Limiti di emissione rispettati e misurati in base alla periodicità prevista.
- Limitazione in tutta l'azienda della diffusione delle emissioni.

Per quanto riguarda la legislazione ambientale relativa al rumore devono essere presi in esame:

- Regio Decreto n° 1265, 1934, “ Testo unico delle leggi sanitarie ”, articoli 216 e 217.
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 1 Marzo 1991, “ Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno ”.
- Decreto Ministeriale 5 Settembre 1994, “ Elenco delle industrie insalubri di cui all'articolo 216 del Testo unico delle leggi sanitarie ”.
- Legge n° 447 del 26 Ottobre 1995, “ Legge quadro sull'inquinamento acustico ”.

- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 14 Novembre 1997, “ Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore ”.
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 5 Dicembre 1997, “ Determinazione dei requisiti acustici passivi delle sorgenti sonore interne e i requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti al fine di ridurre l’esposizione umana al rumore ”.
- Decreto Ministeriale 16 Marzo 1998, “ Tecniche di rilevamento e di misurazione dell’inquinamento acustico ”.

Nel rispetto di quanto imposto da queste normative l’azienda deve adempiere alle seguenti prescrizioni:

- Accertarsi dell’esistenza o meno della zonizzazione acustica del territorio comunale ed assicurarsi del rispetto dei valori limite previsti.
- Fare effettuare le misurazioni da un tecnico competente.
- Presentazione dei risultati delle indagini fonometriche effettuate per la misurazione dei valori, al fine di verificare il rispetto dei limiti previsti.

Abbiamo infine la legislazione ambientale attinente all’inquinamento del suolo e alla gestione dei rifiuti che comprende:

- Decreto del Presidente della Repubblica n° 691, 23 Agosto 1982, “ Attuazione della Direttiva CEE 75/439 relative all’eliminazione degli oli usati ”.
- Legge Regionale n° 65 del 1984, “ Norme per lo smaltimento dei rifiuti solidi e dei fanghi ”.
- Decreto Legislativo n° 99, 27 Gennaio 1992, “ Attuazione della Direttiva CEE 75/439 e 87/101 relative all’eliminazione degli oli usati e all’istituzione del Consorzio Obbligatorio degli Oli Usati ”.
- Decreto Legislativo n° 95, 27 Gennaio 1992, “ Attuazione delle Direttive CEE 86/278 concernente la protezione dell’ambiente, in particolare del suolo, nell’utilizzazione dei fanghi di depurazione in agricoltura ”.
- Legge Regionale n° 31, 14 Maggio 1993, “ integrazione alla Legge Regionale n° 65 del 1984 contenente norme per lo smaltimento dei rifiuti solidi e dei fanghi ”.
- Decreto n° 392, 16 Maggio 1996, “ Regolamento recante norme tecniche relative all’eliminazione degli oli usati ”.
- Decreto Legislativo n° 22, 5 Febbraio 1997 e successive modifiche, “ Attuazione delle Direttive CEE 91/156 sui rifiuti, 91/689 sui rifiuti pericolosi, 94/62 sugli

imballaggi e sui rifiuti di imballaggio ”. (Istituisce anche il Consorzio Nazionale Imballaggi “ CONAI ”).

- Decreto Ministeriale n° 141, 11 Marzo 1998, “ Regolamento recante norme per lo smaltimento in discarica dei rifiuti pericolosi ”.
- Decreto Ministeriale n° 148, 1 Aprile 1998, “ Regolamento sull’approvazione dei registri di carico e scarico dei rifiuti ai sensi degli articoli 12, 18 comma 2 lettera *m* e 18 comma 4, del Decreto Legislativo n° 22 del 5 Febbraio 1997 ”.
- Decreto Ministeriale n° 145, 1 Aprile 1998 “ Regolamento recante la definizione del modello e dei contenuti del formulario di accompagnamento dei rifiuti ai sensi degli articoli 15, 18 comma 2 lettera *e* e 18 comma 4, del Decreto Legislativo n° 22 del 5 Febbraio 1997 ”.
- Decreto Ministeriale n° 406, 28 Aprile 1998, “ Regolamento recante norme di attuazione di direttive dell’Unione Europea, avente ad oggetto la disciplina dell’Albo Nazionale delle imprese che effettuano la gestione dei rifiuti ”.
- Legge Regionale n° 25, 18 Maggio 1998, “ Norme per la gestione dei rifiuti e la bonifica dei siti inquinati ”.
- Legge Regionale n° 88, 1 Dicembre 1998 e successive modifiche, “ Attribuzione agli Enti locali e disciplina generale delle funzioni amministrative e dei compiti in materia di urbanistica e pianificazione territoriale, protezione della natura e dell’ambiente, tutela dell’ambiente dagli inquinanti e gestione dei rifiuti, risorse idriche e difesa del suolo, energia e risorse geotermiche, opere pubbliche, mobilità e trasporti conferite alle regioni dal Decreto Legislativo n° 112 del 31 Marzo 1998 ”.
- Legge n° 426 del 9 Dicembre 1998, “ Nuovi interventi in campo ambientale ”.
- Decreto Ministeriale n° 471, 25 Ottobre 1999, “ Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell’articolo 17 del Decreto Legislativo n° 22 del 5 Febbraio 1997 e successive modifiche ”.
- Circolare n° 104 dell’11 Dicembre 2001, “ Obbligo di numerazione e vidimazione del registro di carico e scarico dei rifiuti ”.

In relazione al potenziale o reale inquinamento del terreno l’azienda deve:

- Fare delle indagini (interviste, analisi, carotaggi, ecc) al fine di verificare la possibilità che il suolo sia inquinato.

- In caso di superamento dei valori di concentrazione attuare degli interventi di messa in sicurezza, ripristino o bonifica, del sito.

- Darne comunicazione agli enti competenti.

Allo stesso tempo tutti i rifiuti generati devono essere gestiti in conformità delle normative sopraindicate, per cui le aziende sono soggette al rispetto delle seguenti indicazioni:

- I dati relativi ai quantitativi e ai tipi di rifiuti movimentati vanno annotati nei registri di carico e scarico.

- I registri sopraindicati devono essere conformi a quelli approvati e tenuti in conformità a quanto previsto nella normativa.

- Stoccaggio e corretta gestione dei rifiuti pericolosi e non.

- Le tipologie e la quantità di rifiuti movimentati vanno dichiarati ogni anno attraverso il M.U.D (Modello Unico di Dichiarazione Ambientale).

- Deposito temporaneo dei rifiuti in azienda solo per classi omogenee e nel rispetto delle relative norme tecniche.

- Comunicazione alle autorità competenti in caso di attuazione di procedure semplificate per il recupero dei rifiuti non pericolosi.

- Autorizzazione all'esercizio dell'impianto nel caso in cui gli interventi di recupero non siano soggetti a procedure semplificate.

Oltre alle normative suddette le aziende lapidee devono prendere in esame altre prescrizioni legislative relativi ad ulteriori aspetti ambientali:

- Decreto Ministeriale 31 Marzo 1984, “ Norme di sicurezza nella progettazione, costruzione, istallazione ed esercizio dei depositi di gas e di petrolio liquefatto con capacità complessiva non superiore a 5 mc ”.

In presenza di serbatoi di questo tipo l'azienda deve rispettare le condizioni di sicurezza inerenti: ubicazione, modalità di istallazione, distanze di sicurezza sia verso l'esterno che verso altri serbatoi, strutture di protezione previste, estintori.

- Decreto del Presidente della Repubblica n° 412, 26 Agosto 1993, “ Regolamento recante norme per la progettazione, l'istallazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici negli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione della legge n° 10 del 9 Gennaio 1991, articolo 4, comma 4 ”.
- Decreto del Ministero delle Attività Produttive 17 Marzo 2003, “Aggiornamento del Decreto del Presidente della Repubblica n° 412 del 26 Agosto 1993, recante

norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici, ai fini del contenimento del consumo di energia". Secondo tali disposizioni di legge l'azienda deve effettuare visite di controllo e manutenzione dei propri impianti termici al fine di ridurre al minimo lo spreco energetico.

- Decreto Ministeriale 11 Febbraio 1989, " Modalità per l'attuazione del censimento dei dati e per la presentazione delle denunce delle apparecchiature contenenti fluidi isolanti a base di PCB ".
- Decreto Legislativo n° 209, 22 Maggio 1999, " Attuazione della Direttiva CEE 96/59 relativa allo smaltimento dei policlorodifenili e dei policlorotrifenili ".
- Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio 11 Ottobre 2001, " Condizioni per l'utilizzo dei trasformatori contenenti PCB in attesa della decontaminazione e dello smaltimento ".

In virtù di tali disposizioni l'impresa deve effettuare una mappatura delle apparecchiature contenenti PCB e PCT, nonché prendere i provvedimenti necessari circa i controlli, le manutenzioni, la denuncia e comunicazioni di detenzione, smaltimento o decontaminazione tramite ditte abilitate.

- Decreto del Presidente della Repubblica n° 547, 27 Aprile 1955, " Norme di prevenzione degli infortuni sul lavoro ".
- Decreto del Presidente della Repubblica n° 303, 19 Marzo 1956, "Norme di prevenzione degli infortuni sul lavoro integrative di quelle generali emanate con Decreto del Presidente della Repubblica n° 547 del 27 Aprile 1955 ".
- Legge n° 46 del 5 Marzo 1990, " Norme per la sicurezza degli impianti ".
- Decreto del Presidente della Repubblica n° 46, 5 Marzo 1990, " Norme per la sicurezza degli impianti ".
- Decreto del Presidente della Repubblica n° 447, 6 Dicembre 1991, " Regolamento di attuazione della Legge n° 46 del 5 Marzo 1990 in materia di sicurezza degli impianti ".
- Decreto Legislativo n° 459, 6 Settembre 1999, " Regolamento per l'attuazione delle Direttive CEE concernenti il riavvicinamento delle legislazioni degli stati membri relative alle macchine ".

- Decreto Legislativo n° 494, 14 Agosto 1996, “ Attuazione della Direttiva CEE 92/57 concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei ”.
- Decreto Legislativo n° 277, 15 Agosto 1991, “ Attuazione delle Direttive CEE 80/1107, 82/605, 83/477, 86/188, 88/642, “ In materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici, durante il lavoro, a norma dell’articolo 7 della legge n° 212 del 30 Luglio 1990 ”.
- Decreto Legislativo n° 626, 19 Settembre 1994, “ Attuazione delle Direttive CEE 89/391, 89/654, 89/655, 89/656, 90/269, 90/270, 90/394, 90/679, riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sui luoghi di lavoro, inerente ai luoghi di lavoro, all’uso delle attrezzature di lavoro, all’uso dei dispositivi di protezione individuale, alla movimentazione manuale dei carichi, all’uso di attrezzature munite di videoterminale”.

In funzione di tali disposizioni legislative l’azienda deve garantire la sicurezza e la salute dei lavoratori nei luoghi di lavoro e ciò può essere conseguito anche riducendo al minimo l’impatto ambientale delle lavorazioni che vengono svolte.

- Legge n° 257 del 27 Marzo 1992, “ Norme relative alla cessazione dell’impiego dell’amianto ”.
- Decreto Ministeriale 6 Settembre 1994, “ Normative e metodologie tecniche di applicazione dell’articolo 6 comma 3 e dell’articolo 12 comma 2, della legge n° 257 del 27 Marzo 1992 relativa alla cessazione dell’impiego dell’amianto ”.
- Circolare n° 7 del 12 Aprile 1995, “ Circolare chiarificatrice del Decreto Ministeriale del 6 Settembre 1994 ”.

In base alle indicazioni riportate in queste normative L’azienda deve svolgere un’analisi circa i materiali contenenti amianto che sono presenti al suo interno e assumere una serie di provvedimenti inerenti i controlli, la manutenzione e lo smantellamento che devono essere curati da un responsabile interno ed eseguiti da ditte specializzate.

- Decreto Ministeriale 16 Febbraio 1982, “ Modificazione del Decreto Ministeriale del 27 Settembre 1965 attinente la determinazione delle attività soggette alle visite di prevenzioni incendi ”.
- Decreto Ministeriale 10 Marzo 1998, “ Criteri generali di sicurezza antincendio e per la prevenzione dell’emergenza nei luoghi di lavoro ”.

In funzione delle leggi appena esposte l'impresa deve effettuare una valutazione del rischio di incendio e redigere un piano d'emergenza, sottoporre i propri impianti e stabilimenti al controllo operato dai Comandi Provinciali dei Vigili del Fuoco, che nel caso in cui la verifica dia esito positivo rilasciano il Certificato di Prevenzioni Incendi.

- Decreto Legislativo n° 352, 4 agosto 1999 e successive modifiche, “ Attuazione della Direttiva CEE 96/61 relativa alla prevenzione e riduzione integrale dell'inquinamento ”.
- Decreto del 23 Novembre 2001, “ Dati, formato e modalità della comunicazione di cui all'articolo 10, comma 1, del Decreto Legislativo n ° 352 del 4 Agosto 1999 ”.
- Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, 23 Maggio 2003, “ Approvazione del formulario per la comunicazione relativa all'applicazione del Decreto Legislativo n° 352 del 4 agosto 1999 recante l'attuazione della Direttiva CEE 96/61 relativa alla prevenzione e riduzione integrale dell'inquinamento ”.
- Decreto del Presidente della Repubblica, 23 Maggio 2003, “ Approvazione del piano sanitario nazionale 2003-2005 ”. (Riferimenti a inquinamento, sicurezza sul lavoro, amianto, inquinamento acustico, acqua, elettrosmog, rifiuti, mobilità sostenibile).

Le disposizioni legislative sopra menzionate comportano l'impegno da parte delle aziende interessate di ridurre le fonti di inquinamento nel loro complesso.

Individuate le disposizioni legislative in campo ambientale si passa ad analizzare quelli che sono gli impatti ambientali generati dalle aziende lapidee, per verificare quali fra questi ricoprono un ruolo particolarmente significativo. Al fine di valutare la significatività dei singoli aspetti possono essere impiegati una serie di indicatori, che in un momento successivo vengono confrontati con i parametri fissati dalle normative di riferimento. Tra gli indicatori adoperati più frequentemente abbiamo:

- Uso delle risorse idriche (Litri / Anno).
- Uso delle risorse elettriche (Kwh / Anno).
- Uso delle materie ausiliare (Kg / Anno; Litri / Anno; Scatole / Anno).
- Uso delle sostanze pericolose (Kg / Anno).
- Produzione di inquinanti specifici negli scarichi idrici (Mg / Litro).
- Gestione dei rifiuti: rifiuti prodotti, riciclati, recuperati (Kg / Anno).

- Emissioni in atmosfera: polveri, ossidi di azoto, anidride solforosa, ecc (Mg / Mc).
- Produzione di rumore in dB(A).
- Problemi legati al trasporto (Numero mezzi / Ora; Numero di Km per veicolo).
- Cause legali in corso (Numero cause / Anno).

In funzione di tali indicatori risulta palese che gli aspetti ambientali significativi inerenti le aziende lapidee di trasformazione comprendono:

- Approvvigionamento e consumo idrico: in quanto durante l'esecuzione del ciclo produttivo si necessita di ingenti quantità di acqua sia per il raffreddamento degli utensili che per la pulitura della linea di taglio. Le risorse idriche sono attinte o da pubblico acquedotto o da pozzo privato, ma in questo secondo caso l'azienda deve essere in possesso dell'autorizzazione della regione o provincia autonoma.
- Scarichi idrici: in questo caso facciamo riferimento alla fase successiva a quella di prelievo, ossia alla reimmissione delle acque utilizzate nell'ambiente esterno. La risorsa idrica deve essere restituita all'ambiente con caratteristiche non peggiori rispetto a quelle possedute al momento del prelievo e ogni scarico ha bisogno di una specifica autorizzazione da parte delle autorità competenti. A livello odierno molte aziende anziché riversare le acque purificate nell'ambiente esterno adottano dei sistemi di erogazione delle stesse a ciclo chiuso, in modo tale da rendere possibile il reimpiego della risorsa idrica purificata in un nuovo ciclo produttivo. Tuttavia esistono dei macchinari che per il loro funzionamento necessitano di acqua non riciclata, per cui si possono verificare degli sversamenti nell'impianto di ricircolo a ciclo chiuso.
- Rifiuti generati durante la fase di lavorazione e inquinamento del suolo: durante l'esecuzione delle lavorazioni lapidee infatti vengono prodotti una serie di rifiuti che comprendono:
 - I fanghi che devono essere smaltiti nel rispetto della legislazione attualmente in vigore per cui occorre separare gli stessi dalla componente liquida per poi inviarli in discarica o inserirli, se possibile, in qualche altro processo produttivo.
 - Il cocciame derivante dalla riquadratura¹⁶⁵ dei blocchi e dalla rottura di lastre difettose. Anche questi scarti devono essere smaltiti nel rispetto delle disposizioni prima citate.
 - I residui abrasivi impiegati nelle operazioni di lucidatura delle lastre. Gli abrasivi usati per portare a termine tale attività sono quelli magnesiaci e a base alluminio, che hanno completamente scalzato i lucidanti di piombo. I residui generati dai lucidanti utilizzati

¹⁶⁵ Questa operazione nel presente lavoro è stata inserita nelle operazioni di cava, ma può essere svolta anche all'interno degli stabilimenti.

- nella fase di lucidatura devono essere smaltiti in contenitori a sacco plastificati, i quali vengono successivamente prelevati da ditte specializzate nello stoccaggio degli stessi.
- I rottami ferrosi costituiti dalle lame usurate e dai contenitori di resina ed olio. Le lame solitamente sono riconsegnate alle ditte fornitrici che provvedono al loro smaltimento, mentre gli altri materiali di scarto vengono stoccati dentro specifici contenitori che poi saranno prelevati da ditte specializzate.
 - Gli oli usati nella lubrificazione dei macchinari. Lo smaltimento deve essere realizzato mediante conferimento degli stessi al Consorzio Obbligatorio degli Oli Usati.
 - Le resine polimerizzate utilizzate nella stuccatura-resinatura delle lastre e nella pulizia delle superfici da incollare. I residui sono composti dagli scarti caduti sul pavimento e da quelli rimasti fissati agli utensili impiegati nella fase di spargimento. Tali materiali vengono recuperati mediante l'uso di un solvente a base di acetone e successivamente stoccati in appositi contenitori nell'attesa di essere prelevati da una ditta specializzata.
 - Gli imballaggi di plastica, legno, o di altro tipo i quali devono essere smaltiti mediante conferimento al Consorzio Nazionale Imballaggi (CONAI).

Oltre alla gestione dei rifiuti si devono considerare come possibili agenti inquinanti del suolo i serbatoi interrati di GPL, sostanze chimiche, ecc, e verificare periodicamente se si sono verificate perdite o sversamenti causati dagli stessi.

- Emissioni in atmosfera: nel settore lapideo questa forma di inquinamento è associabile alle polveri generate da alcune fasi di lavorazione e movimentazione dei lapidei, nonché da alcune operazioni di natura organica quali incollaggio, resinatura, stuccatura. Tuttavia solo nel primo caso esse rappresentano un pericolo effettivo di contaminazione atmosferica esterna poiché l'uso delle sostanze chimiche risulta essere assai limitato. Nel secondo caso quindi l'unico problema da prendere in considerazione è relativo alla sicurezza dei lavoratori che sono a stretto contatto con la fonte emittente. I responsabili aziendali devono verificare il rispetto dei limiti previsti dalla normativa e ridurre al minimo la diffusione dell'emissioni in atmosfera.

- Rumore: nel comprensorio Apuano tale aspetto riveste un ruolo particolarmente significativo perché a causa di politiche urbanistiche errate, si è venuta a creare una forte commistione fra aziende lapidee e case adibite a civile abitazione. L'impresa deve quindi rispettare i limiti di emissione previsti nella normativa di riferimento ed effettuare misurazioni periodiche al fine di verificare il rispetto degli stessi. Allo stesso tempo il datore di lavoro deve provvedere a garantire la sicurezza e la salute dei lavoratori sottoposti a questa fonte di inquinamento.

Nel settore lapideo oltre a questi aspetti, che rappresentano quelli più significativi, ve ne sono anche altri i quali pur essendo presenti non destano particolari problemi. Essi riguardano:

- Costruzioni in amianto.
- Consumo energetico.
- Possibilità di incendio.
- Apparecchiature contenenti fluidi a base di PCB o PCT.
- Vibrazioni.

I dati inerenti gli aspetti ambientali significativi vanno poi trascritti nel Registro delle Prestazioni Ambientali e rappresenteranno i riferimenti principali per verificare i miglioramenti ottenuti in campo ambientale.

Valutati quali sono gli aspetti ambientali significativi si devono analizzare le prassi e procedure esistenti all'interno dell'impresa, siano esse prettamente ambientali oppure tarate su altri sistemi. Nelle aziende lapidee Apuane esiste sicuramente almeno un sistema di gestione informale del personale, un sistema di certificazione della qualità del prodotto e un piano di emergenza antincendio che possono essere adoperati per sviluppare il sistema di gestione ambientale.

Abbiamo infine l'analisi degli incidenti già accaduti che ci permette di verificare la validità delle procedure esistenti e di svilupparne di nuove qualora se ne riscontri il bisogno. Dalla loro valutazione si spera possano ricavarsi una serie di informazioni su: l'area dell'azienda interessata dal fenomeno, la descrizione dell'evento, la risposta del personale, i danni causati a cose o persone, i costi sostenuti per la bonifica e per il ripristino dell'operatività aziendale.

4.5.2 La politica ambientale

Valutata la situazione iniziale in cui si trova l'azienda si possono definire le linee guida della politica ambientale. Affinché la stessa abbia una certa validità occorre che sia pertinente agli impatti ambientali dell'azienda e condivisa dai vertici aziendali.

Le aziende lapidee presenti nel comprensorio Apuano sono medio piccole ed hanno una marcata imprenditorialità e scarsa managerialità, per cui spesso la classe dirigenziale ha conoscenze specifiche solo su alcuni aspetti portanti appresi per esperienza diretta come le vendite, gli acquisti, ecc, mentre non ne presenta nessuna su altri quali la finanza, il marketing, la gestione ambientale. Per le motivazioni suddette al fine di portare avanti le scelte di politica ambientale gli imprenditori devono avvalersi

dell'aiuto di consulenti esterni che hanno specifiche conoscenze sull'argomento. Ovviamente all'imprenditore rimane l'onere di mettere a disposizione le risorse finanziarie necessarie.

La direzione aziendale avvalendosi dell'operato dei consulenti individua quelle che sono le sue linee guida, che nel caso delle aziende lapidee possono essere ricondotte:

- Al rispetto delle prescrizioni legislative.
- Alla responsabilità nei confronti dell'ambiente che deve essere considerato alla stregua degli altri aspetti aziendali.
- Alla valutazione dell'incidenza sull'ambiente di ogni singola attività al fine di evitare il verificarsi di situazioni di emergenza.
- Al consumo di risorse idriche e energetiche che deve essere ottimizzato onde eliminare inutili spechi.
- Ai rifiuti prodotti che vanno ridotti al minimo e se possibile recuperati e riciclati.
- Alle emissioni sonore e in atmosfera che devono essere monitorate e ridotte al minimo.
- Alla verifica che nessuna attività condotta dall'azienda possa creare pericolo alla salute e all'incolumità dei dipendenti o alla comunità esterna.
- All'attivazione di programmi di formazione e di addestramento dei propri dipendenti al fine di accrescere la loro responsabilità in termini di sicurezza e rispetto dell'ambiente.
- Al rispetto dell'ambiente nella progettazione di nuovi prodotti o processi.

Individuate le linee guida da seguire nella politica ambientale, l'azienda deve renderle conoscibili al pubblico e alla pubblica amministrazione predisponendo adeguate risorse umane e finanziarie.

4.5.3 La pianificazione

Una volta effettuate le scelte di politica ambientale si passa alla fase di pianificazione che ci permette di formulare dei piani di azione, i quali devono essere coerenti con le linee guida stabilite al punto precedente. Essi coprono quattro aree specifiche che sono:

- Aspetti ambientali: i responsabili aziendali infatti devono redigere una procedura che permette loro di individuare in primo, gli aspetti ambientali significativi e allora in tal caso ci possiamo basare sul lavoro svolto nel paragrafo 4.5.1; in secondo, gli obiettivi di miglioramento stabiliti in funzione degli aspetti ambientali significativi e in questo caso possiamo impiegare le linee guida fissate nel paragrafo 4.5.2; ed infine mantenere aggiornato l'elenco degli aspetti ambientali significativi.

In altre parole in fase di analisi ambientale iniziale (4.5.1) si devono individuare gli aspetti ambientali significativi e successivamente durante l'implementazione della politica ambientale (4.5.2), si fissano gli obiettivi di miglioramento in funzione di quelli che sono gli aspetti ambientali significativi. Dopodiché si provvede periodicamente a riesaminare tali aspetti in quanto quelli che sono risultati significativi nella fase iniziale, potrebbero non esserlo più in un momento successivo grazie ai miglioramenti apportati (ad esempio ci si è posti l'obiettivo di ridurre gli scarichi idrici, per cui si è provveduto ad installare un nuovo impianto in grado di garantire il riciclo totale delle acque in modo tale da eliminare completamente gli scarichi).

- Prescrizioni legali e altre: i responsabili aziendali in questo caso devono redigere una o più procedure che permettano loro di identificare ed aggiornare le prescrizioni legali e i regolamenti applicabili alla propria attività nonché catalogare e archiviare le leggi non più in vigore. Per l'identificazione ci possiamo basare sulle disposizioni legislative già individuate nel paragrafo 4.5.1, mentre l'aggiornamento e l'archiviazione sono svolti ex-novo dal consulente che segue l'azienda.

- Obiettivi e traguardi: sulla base degli aspetti ambientali significativi occorre definire gli obiettivi e traguardi ambientali. I primi hanno carattere generale e sono rappresentati in linea di massima dalle linee guida che sono state prefissate nella politica ambientale (4.5.2). I secondi non sono altro che una richiesta specifica quantificabile derivante dagli obiettivi, che occorre fissare e realizzare per il raggiungimento degli stessi. Per la quantificazione degli obiettivi e traguardi ambientali si utilizzano gli stessi indicatori numerici adoperati nell'analisi ambientale iniziale (4.5.1) per valutare gli aspetti ambientali significativi.

Di seguito riportiamo gli obiettivi e traguardi relativi agli aspetti ambientali significativi riscontrati nelle aziende lapidee.

Obiettivo 1

Diminuzione del consumo idrico.

Traguardi

- Valutazione dell'esistenza dei margini per la riduzione del consumo idrico attraverso la diminuzione degli sprechi e la sensibilizzazione del personale.
- Introduzione di impianti di erogazione dell'acqua a ciclo chiuso in grado di garantire la purificazione delle acque reflue.
- Sostituzione delle valvole difettose negli impianti di erogazione a pioggia che vengono utilizzati nelle operazioni di lavorazione dei lapidei.

- Introdurre un sistema grigliato in prossimità degli impianti idoneo a recuperare l'acqua mista ai fanghi che si sversa durante l'esecuzione delle operazioni di taglio e finitura.
- Formazione specifica del personale.

Obiettivo 2

Eliminazione degli scarichi idrici.

Traguardi

- Introduzione di impianti di erogazione dell'acqua a ciclo chiuso in grado di garantire la purificazione delle acque reflue.
- Introdurre un sistema grigliato in prossimità degli impianti idoneo a recuperare l'acqua mista ai fanghi che si sversa durante l'esecuzione delle operazioni di lavorazione.

Obiettivo 3

Garantire una maggiore purezza degli scarichi idrici per mezzo di abbattitori di pH qualora si decida di lavorare con un impianto di erogazione delle acque a ciclo aperto.

Traguardi

- Collegare l'impianto di purificazione della risorsa idrica ad un silos contenente polvere flocculante che facilita la sedimentazione dei fanghi.
- Migliorare la manutenzione degli impianti.

Obiettivo 4

Ridurre il quantitativo di fanghi smaltito in discarica.

Traguardi

- Contattare e promuovere accordi con le imprese che già usano i fanghi di segazione nel loro processo produttivo.
- Finanziare nuove ricerche atte ad individuare forme di riutilizzo innovative.
- Introdurre nell'impianto per il trattamento delle acque reflue la filtropressa cosicché sia possibile ridurre il tenore di umidità degli stessi e ampliare le opportunità di riutilizzo.
- Stoccare i fanghi per unità omogenee.

Obiettivo 5

Riduzione dell'inquinamento generato dagli abrasivi nella fase di lucidatura.

Traguardi

- Avvicendamento degli abrasivi di piombo con quelli magnesiaci che a parità di risultati presentano minori effetti inquinanti.
- Stoccaggio degli scarti in appositi contenitori a saccone.
- Contattare e promuovere accordi con ditte specializzate nello smaltimento.

Obiettivo 6

Riduzione della quantità di polveri generate durante la lavorazione dei lapidei.

Traguardi

- Introduzione nelle lavorazioni a secco di sistemi di aspirazione dell'aria inquinata.
- Miglioramenti agli impianti di erogazione dell'acqua usati nelle fase di lavorazione.
- Provvedere ogni due settimane alla pulitura del piazzale dell'azienda.
- Evitare di depositare i fanghi derivanti dal riciclo dell'acqua nel piazzale dell'azienda.
- Introdurre un sistema grigliato in prossimità degli impianti idoneo a recuperare l'acqua mista ai fanghi che si sversa durante l'esecuzione delle operazioni di taglio e finitura.

Obiettivo 7

Riduzione dell'inquinamento acustico.

Traguardi

- Provvedere all'insonorizzazione degli impianti e dei capannoni grazie all'applicazione di materiali fonoisolanti o fonoassorbenti.
- Modificare il layout degli impianti all'interno dello stabilimento.
- Non utilizzare gli impianti congiuntamente onde evitare la sovrapposizione dei rumori.
- Favorire accordi con le ditte fornitrici affinché già in fase progettazione degli impianti si riescano ad ottenere miglioramenti idonei a ridurre le emissioni sonore degli stessi.
- Controllare il rispetto delle distanze di sicurezza dai luoghi adibiti a civile abitazione.
- Introduzione di utensili (lame) a controllo acustico certificato.

Aggiungiamo inoltre che il perseguimento di certi obiettivi mediante la fissazione dei traguardi permette di ottenere anche dei benefici indiretti, infatti se consideriamo ad esempio l'introduzione dell'impianto di erogazione dell'acqua a ciclo chiuso come mezzo idoneo ad eliminare gli scarichi idrici, ci accorgiamo che si ottengono ulteriori benefici quali la riduzione dei consumi idrici, bollette relative al consumo di acqua più leggere, ecc.

● Programmi di gestione ambientale: per raggiungere quanto prefissato negli obiettivi e traguardi ambientali, occorre predisporre dei programmi che definiscano e assegnino le responsabilità e che individuino gli strumenti e le risorse disponibili, nonché le priorità e i tempi di realizzazione per il perseguimento degli stessi. Periodicamente è necessario verificare lo stato di avanzamento dei programmi ambientali, soprattutto quando questi comportino lo sviluppo di nuove attività prodotti o servizi. In altri termini stabilire i programmi ambientali significa rispondere alle seguenti domande: chi fa, cosa fa, quando e quanto.

All'interno delle aziende lapidee è l'imprenditore che assieme al consulente attribuisce le singole responsabilità e definisce le priorità di intervento, mentre rimane di competenza esclusiva del primo l'individuazione delle risorse finanziarie necessarie per il perseguimento di obiettivi e traguardi ambientali.

4.5.4 Attuazione e funzionamento

Individuati da un lato le prescrizioni di legge e gli aspetti ambientali significativi e dall'altro definiti obiettivi traguardi e programmi ambientali, si può finalmente dare concreta applicazione al sistema di gestione ambientale. Questa fase è caratterizzata da sette specifici punti che riguardano:

- Struttura e responsabilità: per avere un sistema di gestione ambientale efficiente la direzione aziendale infatti deve:
 - Definire, comunicare e documentare i ruoli e le relative responsabilità.
 - Fornire le risorse umane e finanziarie sufficienti per il funzionamento del sistema.
 - Nominare un responsabile aziendale che abbia l'autorità necessaria ad assicurare che il sistema di gestione ambientale sia efficace e che riporti all'alta direzione informazioni sulle prestazioni dello stesso.

Nel fare questo ci possiamo basare in parte su quanto già stabilito nei programmi ambientali (4.5.3).

L'attribuzione dei ruoli e delle responsabilità all'interno delle aziende lapidee non desta particolari problemi, in quanto abbiamo quasi sempre un unico soggetto a cui l'imprenditore ha delegato la gestione di queste attività. In concreto ciò significa avere delle procedure integrate, linee di comunicazione abbreviate, uso limitato della delega, ecc.

- Formazione sensibilizzazione e competenze: al fine di garantire il corretto funzionamento del sistema di gestione ambientale occorre avere personale preparato e consapevole dei problemi ambientali connessi all'attività di impresa. Il rappresentante della direzione deve individuare le necessità di formazione e addestramento di tutti i dipendenti, in particolare di quelli che svolgono attività in grado di generare impatti ambientali significativi. Definite tali necessità si provvede alla stesura di un piano di formazione e addestramento, in cui si precisano l'obiettivo dei corsi, la durata, il programma svolto, il materiale didattico, la sede in cui si terrà il corso, ecc.

Al termine della stessa è utile che il rappresentante dell'azienda provveda alla stesura della Cartella Nominativa di Qualificazione per ogni singolo addetto, al cui interno

devono essere indicati i dati personali del partecipante e i corsi formativi frequentati. Nelle aziende lapidee la formazione è di regola curata da consulenti esterni.

● Comunicazione: l'organizzazione deve, in relazione al proprio sistema di gestione ambientale, stabilire e mantenere attive procedure idonee a gestire la comunicazione ambientale. Le comunicazioni di cui si necessita sono:

- Interne dall'alto verso il basso, cioè quelle indirizzate al personale al fine di informarlo sulle caratteristiche del sistema, sui risultati raggiunti, sulle modifiche apportate, ecc.
- Interne dal basso verso l'alto, ossia le osservazioni, indicazioni e segnalazioni fatte dal personale e indirizzate al responsabile del sistema di gestione ambientale.
- Dall'esterno verso l'interno, ossia quelle provenienti dalle parti interessate alle attività dell'azienda (cittadini, associazioni di categoria, ecc) o dall'amministrazione pubblica (sopralluoghi delle aziende sanitarie, ordinanze del sindaco, ecc).
- Dall'interno verso l'esterno, ossia informazioni sul sistema di gestione ambientale date al pubblico sulle procedure previste in caso di emergenza, sull'uso corretto del proprio prodotto, ecc.

Nella stesura delle procedure di comunicazione il punto di partenza è l'individuazione delle persone a cui si vuole comunicare e dopodiché occorre verificare qual è il mezzo più efficiente per raggiungere tali soggetti. Nella comunicazione interna si possono utilizzare prospetti informativi da inserire nelle bacheche aziendali, volantini distribuiti assieme alle busta paga, riunioni del personale, ecc, mentre per quella esterna i mezzi a disposizione sono incontri con il pubblico, inserzioni sui quotidiani e riviste specifiche di settore, uso del logo se si è scelto di certificarsi Emas, contatti diretti con i dirigenti pubblici locali, ecc. La comunicazione deve essere semplice, chiara e allo stesso tempo incisiva.

Nelle aziende lapidee la gestione della comunicazione interna ed esterna compete al responsabile indicato dall'imprenditore che di solito controlla anche altre attività.

● Documentazione del sistema di gestione ambientale: l'organizzazione deve stabilire e mantenere, in forma cartacea o informatica, tutte le informazioni inerenti il sistema di gestione.

Il documento fondamentale è rappresentato dal Manuale di Gestione Ambientale, che descrive gli elementi fondamentali del sistema e fornisce informazioni sulla documentazione correlata. All'interno del Manuale abbiamo un riferimento specifico o in alternativa un richiamo a tutti i punti del sistema di gestione ambientale. In caso di richiamo, però, non ci si può limitare ad indicare il documento ma occorre esporre

brevemente i contenuti dello stesso. A titolo di esempio prendiamo il punto 4.5.3, dove abbiamo precisato che l'azienda deve implementare una procedura che le permetta di accedere in qualsiasi momento alle prescrizioni legali inerenti le sue attività. In questo caso nel Manuale non dobbiamo limitarci a riportare semplicemente il numero della procedura, ma anche una breve descrizione della stessa.

Un altro documento a cui si deve prestare particolare attenzione sono le Procedure Gestionali Ambientali, che riportano informazioni specifiche sulle procedure indicando chi e che cosa fa all'interno dell'azienda. Le procedure a cui si deve prestare attenzione sono:

- Procedura per l'individuazione degli aspetti ambientali significativi (4.5.1).
- Procedura per l'accesso alle prescrizioni di legge (4.5.1).
- Procedura per la formazione e l'addestramento del personale (4.5.4).
- Procedura per la comunicazione (4.5.4).
- Procedura di gestione della documentazione (4.5.4).
- Procedura per il controllo operativo (4.5.4).
- Procedura per le emergenze (4.5.4).
- Procedura per la sorveglianza e le misurazioni (4.5.5).
- Procedura per la gestione delle non conformità, azioni correttive o preventive (4.5.5).
- Procedura per la gestione della registrazione (4.5.5).
- Procedure per lo svolgimento degli audit interni (4.5.5).

Abbiamo infine le Procedure Operative Aziendali che offrono informazioni sulle modalità di svolgimento delle singole attività e sui risultati che sono stati raggiunti.

● Controllo della documentazione: l'organizzazione deve stabilire e mantenere attive procedure idonee a tenere sotto controllo tutti i documenti previsti affinché gli stessi siano:

- Facilmente localizzabili.
- Protetti da un uso involontario se non più in vigore.
- Periodicamente aggiornati o revisionati qualora ciò si renda necessario.

La documentazione deve essere leggibile, datata, facilmente identificabile, disposta con ordine e archiviata. Oltre a ciò occorre precisare chi ha la responsabilità di emissione, approvazione e modificazione della stessa.

Il controllo della documentazione si rende necessario perché il personale nello svolgimento delle proprie funzioni fa riferimento alle istruzioni scritte nelle procedure attive all'interno dell'organizzazione.

All'interno delle aziende lapidee tale attività è svolta dal responsabile aziendale con l'aiuto di un consulente esterno.

- Controllo operativo: al fine di assicurare che la politica ambientale sia perseguita in tutta l'organizzazione e che obiettivi e traguardi siano raggiunti, è necessario identificare le attività e le operazioni associate agli aspetti ambientali significativi. Le attività da prendere in considerazione sono le stesse elencate in fase di valutazione degli aspetti ambientali significativi (4.5.1), mentre le operazioni si riferiscono ai singoli elementi che compongono un'attività. In altri termini partendo dagli aspetti ambientali significativi dobbiamo risalire alle attività e alle singole operazioni che li hanno generati e implementare delle procedure documentate sulle stesse.

Nella stesura delle procedure è molto importante la collaborazione fra il responsabile del sistema di gestione ambientale e i singoli addetti adibiti al controllo delle attività generatrici degli impatti ambientali significativi.

Nelle aziende di trasformazione dei lapidee gli aspetti ambientali significativi sono relativi all'approvvigionamento e consumo idrico, agli scarichi idrici, alla gestione dei rifiuti prodotti e inquinamento del suolo, alle emissioni in atmosfera, al rumore generato. In funzione degli stessi, quindi, devono essere implementate all'interno del sistema di gestione cinque procedure che descrivono come, da chi, sotto la responsabilità di chi, vengono gestiti tali aspetti. In realtà la procedura può essere anche una sola con cinque sottocapitoli, o addirittura il contenuto della stessa può essere semplicemente riportato nel Manuale di Gestione Ambientale.

Nella stesura di queste procedure si deve tener conto anche delle prescrizioni di legge a cui sono sottoposte le attività ed operazioni generatrici degli impatti ambientali significativi, nonché degli oneri che derivano dalla normativa.

Detto ciò si possono analizzare i punti essenziali per la formulazione delle procedure, in relazione agli aspetti ambientali significativi e alle prescrizioni di legge riferite alle aziende lapidee di trasformazione.

Approvvigionamento idrico: in questo caso si può partire dalla planimetria del sito in cui vengono riportate il percorso delle tubature, l'ubicazione degli allacciamenti, nonché dei punti di erogazione. Si passa poi a valutare il rispetto degli oneri previsti dalle leggi in materia di tutela delle acque adibite ad uso industriale, ovvero che le stesse una volta utilizzate vengano reimmesse nei corsi d'acqua con caratteristiche non peggiori rispetto a quelle possedute nel momento del prelievo, che siano stati presi provvedimenti per il riutilizzo delle acque reflue, ecc. Se l'azienda si approvvigiona in

modo autonomo mediante prelievo da pozzo privato, a quanto detto si deve aggiungere la verifica dell'esistenza dell'autorizzazione della regione o provincia autonoma competente.

Scarichi idrici: anche in tale caso il punto di partenza è la planimetria del sito in cui sono riportate le ubicazioni degli scarichi idrici. Si devono poi controllare gli oneri derivanti dalle disposizioni legislative sugli scarichi quali l'autorizzazione ad effettuare gli stessi, la verifica del rispetto dei limiti fissati, ecc.

Gestione dei rifiuti: il punto di partenza adesso è rappresentato dal quantitativo di rifiuti prodotti, recuperati e riciclati dall'azienda, distinguendoli fra quelli pericolosi e non. Il passo successivo è rappresentato dalla verifica degli oneri previsti dalla legge che riguardano la valutazione delle modalità di stoccaggio temporaneo dei rifiuti all'interno dell'azienda in attesa della consegna a ditte specializzate nello smaltimento, l'etichettatura dei rifiuti contenenti sostanze pericolose, il confronto fra le volumetrie di rifiuti stoccati temporaneamente e i valori indicati nel registro di carico e scarico, il controllo della dichiarazione annuale presente nel M.U.D., ecc.

Contaminazione del suolo: il punto di partenza è la planimetria dello stabilimento contenente specifiche indicazioni sull'ubicazione dei serbatoi aerei e interrati con o senza la vasca di contenimento degli eventuali sversamenti. Successivamente si controlla se si sono verificate perdite dagli stessi, mediante ispezioni a vista, misurazioni ripetute ad intervalli di tempo regolari con aste volumetriche, ecc.

Emissioni in atmosfera: anche in questo caso il punto di partenza è la planimetria con l'indicazione dei punti di emissione per valutare se gli stessi siano autorizzati. Si controllano inoltre i sistemi di abbattimento delle emissioni esistenti, il rispetto dei limiti di emissione imposti dalla normativa, ecc.

Rumore: in fase di verifica ispettiva si considera solo l'inquinamento acustico esterno e si controlla che l'azienda rispetti quanto stabilito dalle disposizioni legislative attinenti all'argomento. Si devono, quindi, verificare il rispetto dei limiti previsti nella zona acustica in cui ricade l'impresa, effettuare le misurazioni necessarie per valutare i livelli di emissione, ecc.

• Preparazione alle emergenze: le aziende lapidee devono infatti valutare la probabilità di verifica di certi accadimenti, i quali possono provocare situazioni di emergenza e causare impatti ambientali significativi che altrimenti non si sarebbero riscontrati. Alcuni accadimenti fra cui molti generati da eventi naturali sfuggono totalmente al controllo dell'azienda, mentre altri sono originati da errori ed interventi umani sbagliati,

quindi per tal motivo i loro effetti possono essere maggiormente frenati mediante l'adozione di semplici accorgimenti come ad esempio la riduzione degli intervalli di tempo di manutenzione, maggiori investimenti in ricerca e sviluppo, ecc.

In entrambi i casi l'azienda deve comunque predisporre delle procedure di emergenza idonee ad individuare i comportamenti che il personale deve tenere nel caso in cui si sia verificato un evento di questo tipo, al fine di ridurre al minimo l'impatto che ne può conseguire. Tali procedure devono essere periodicamente collaudate attraverso la simulazione dei possibili incidenti e riesaminate ogni volta che ci si è trovati di fronte a un accadimento del genere, al fine di valutare e migliorare gli aspetti delle stesse che hanno presentato dei problemi di funzionamento.

4.5.5 Controlli e azioni correttive

Attribuite le responsabilità ed implementate le procedure relative alla formazione e addestramento del personale, alla comunicazione, alla documentazione del sistema, alla gestione degli aspetti ambientali significativi, alla gestione delle possibili situazioni di emergenza l'azienda deve controllare quanto è stato realizzato. Questa fase è caratterizzata da quattro aspetti che comprendono:

- Sorveglianza e misurazioni: in questa fase si deve effettuare un controllo sull'efficienza del sistema di gestione ambientale. Per riuscire in tale compito l'azienda ha l'onere di redigere una o più procedure in cui si riportano le metodologie seguite nello svolgimento dell'attività di sorveglianza. Esse hanno ad oggetto quattro aspetti inerenti:

- L'andamento delle prestazioni ambientali.
- Il controllo operativo.
- La conformità fra obiettivi e traguardi.
- La conformità nei confronti di leggi e regolamenti.

Nell'effettuare il monitoraggio delle attività in esame occorre individuare degli indicatori ambientali, che almeno nelle piccole e medie imprese sono gli stessi utilizzati in fase di analisi ambientale iniziale per verificare gli aspetti ambientali significativi. Compiuta la scelta degli indicatori si provvede ad eseguire nuove misurazioni che vengono successivamente confrontate con le rilevazioni precedenti, al fine di verificare come si sta evolvendo il sistema di gestione ambientale.

- Non conformità azioni correttive e preventive: l'azienda deve redigere una o più procedure in cui si precisa l'iter di gestione delle non conformità, intese come lo

scostamento da uno o più requisiti fissati dalla norma o dall'azienda, nonché delle eventuali azioni correttive o preventive. Le non conformità possono emergere durante lo svolgimento della normale attività aziendale (lamentela della clientela, osservazioni del personale, ecc), oppure in momenti particolari quali le verifiche di audit, sia interne che esterne, il riesame della direzione, ecc.

In ogni caso tali procedure devono indicare chi ha la responsabilità di:

- Decidere il trattamento della non conformità.
- Decidere le azioni immediate per contenere gli effetti dell'impatto.
- Individuare la causa della non conformità.
- Decidere sulle eventuali azioni correttive o preventive.

A titolo di esempio in Tab. 19 riportiamo la procedura relativa alla non conformità generata da sversamenti accidentali di acqua mista a fango durante l'esecuzione delle lavorazioni dei lapidei.

TAB. 19 - Esempio di procedura relativa alla gestione delle non conformità

Fase	Esempio
Non conformità	Sversamento d'acqua e fango durante le operazioni di ricircolo
Azione di conten.	Interruzione delle operazioni di lavorazione
Azione correttiva	Recupero della risorsa idrica e dei fanghi di marmo sversati e lavaggio delle zone inquinate
Azione preventiva	Introduzione di un pavimento a griglia collegato all'impianto di depurazione dell'acqua. Posizionamento di decantatori aggiuntivi

FONTE: Rielaborazione personale

● **Registrazioni:** l'azienda deve stabilire e mantenere una o più procedure atte ad identificare, conservare e rimuovere le registrazioni ambientali dei documenti, individuando quelli che offrono un valore aggiunto nell'implementazione del sistema di gestione ambientale. Le procedure relative alla gestione delle registrazioni che sono espressamente richieste riguardano l'addestramento, l'audit e il riesame della direzione.

In realtà è opportuno registrare altri elementi riconducibili alle informazioni:

- Sugli aspetti ambientali significativi.
- Sulla gestione delle prestazioni ambientali in passato.

- Sugli incidenti che sono accaduti.
- Sulle leggi o altri regolamenti.
- Sull'avanzamento di obiettivi, traguardi e programmi ambientali.
- Sui processi di produzione e sui prodotti.
- Sulle non conformità evidenziate e sulle azioni correttive e preventive intraprese.
- Sul quantitativo dei rifiuti prodotti.

Le registrazioni in esame hanno un ruolo particolarmente importante in quanto rappresentano l'unico mezzo in grado di dimostrare l'effettiva implementazione del sistema di gestione ambientale da parte dell'azienda.

Queste devono essere leggibili, identificabili, archiviate, conservate e protette da possibili danneggiamenti o deterioramenti.

- Audit del sistema di gestione ambientale: ciò si rende necessario in quanto una volta implementato il sistema di gestione ambientale non può essere lasciato a se stesso, ma occorre controllare periodicamente che il medesimo continui a conservare la propria funzionalità ed efficienza. Al fine di verificare che il sistema mantenga inalterate tali caratteristiche, l'azienda deve predisporre delle procedure che le permettano di analizzare tutte le attività almeno una volta all'anno. Le procedure di conduzione degli audit devono contenere al minimo informazioni su:

- Lo scopo, ovvero le attività, i reparti, le aree oggetto di audit.
- La frequenza degli audit.
- La responsabilità per la formulazione degli audit interni.
- Le competenze e funzionalità degli auditor.
- La comunicazione dei risultati degli audit.
- le modalità di conduzione degli stessi.

La frequenza e le modalità di svolgimento degli audit devono essere proporzionate alla significatività degli aspetti ambientali e ai risultati degli audit precedenti.

Sebbene le verifiche possano essere condotte da personale interno (audit interno) considerando le dimensioni delle aziende lapidee e le professionalità presenti, è opportuno affidare tale compito a personale qualificato esterno che avrà come referente interno il responsabile di gestione ambientale.

4.5.6 Riesame della direzione

L'alta direzione deve svolgere ad intervalli di tempo determinati un riesame del sistema di gestione ambientale al fine di verificare che lo stesso mantenga inalterate le sue

caratteristiche di funzionalità ed efficienza. Le attività oggetto di riesame devono essere documentate per evidenziare i cambiamenti su obiettivi, traguardi e su ogni altro elemento del sistema, che sono stati adottati alla luce delle verifiche di audit.

In questa fase la direzione per valutare l'efficienza del sistema deve porsi una serie di domande su:

- Chi sono i soggetti in possesso delle informazioni sul funzionamento del sistema?
- Obiettivi e traguardi sono stati raggiunti? Se no perché?
- È sorta la necessità di modificare obiettivi e traguardi? Se sì perché?
- Le responsabilità che sono state attribuite si sono rilevate appropriate? Se no perché?
- Le risorse messe a disposizione sono state utilizzate in modo corretto? Se no perché?
- Le procedure sono risultate chiare, corrette, complete e ben svolte dai dipendenti? Se no perché?
- Cosa è emerso dagli audit effettuati?
- Sono state introdotte nuove leggi di cui è necessario tener conto? Se sì quali?
- Sono giunte indicazioni dai soggetti interessati alla gestione ambientale dell'azienda? Se sì quali?
- Sono stati considerati tutti gli aspetti ambientali dell'attività d'impresa?
- Si sono verificate situazioni di emergenza? Se sì in che area?
- Addestramento e formazione del personale sono stati appropriati?
- L'analisi, la valutazione e la gestione delle non conformità è stata appropriata?

Nelle aziende lapidee il riesame può essere svolto dal responsabile del sistema di gestione ambientale, il quale comunque a l'esigenza di essere aiutato dal soggetto qualificato esterno che ha seguito l'azienda nel processo di implementazione del sistema di gestione ambientale.

Una volta data attuazione al sistema di gestione ambientale l'azienda può richiedere: la Certificazione Ambientale ad uno specifico organismo accreditato (in Italia il Sincert) se ha scelto di seguire la normativa UNI EN ISO 14001, oppure la Dichiarazione Ambientale all'organismo competente (in Italia il Comitato Ecolabel-Ecoaudit) nel caso in cui si sia data attuazione al regolamento Emas n° 761/2001 (vedi paragrafo 4.3).

CONCLUSIONI

Nonostante l'estrazione dei marmi nell'area oggetto di studio abbia avuto inizio nel primo secolo avanti Cristo, è solo negli ultimi cinquanta anni che si è verificato quel progresso tecnologico nell'estrazione e lavorazione dei lapidei, che ha permesso all'industria lapidea Apuo-Versiliese di divenire leader mondiale anche nel settore dei lapidei d'importazione (marmi colorati e graniti).

La fine del secondo millennio lascia, però, dietro di sé un panorama in profonda trasformazione, il quale sicuramente porterà nel prossimo futuro a una modificazione del settore lapideo così come noi l'abbiamo conosciuto.

Questi cambiamenti riguardano da un lato, l'entrata nel mercato di concorrenti sempre più agguerriti, il cui vantaggio competitivo si basa quasi esclusivamente sul prezzo finale (molto più contenuto rispetto a quello praticato dai Paesi più industrializzati) e dall'altro, la maggiore crescita del distretto lapideo Veronese.

Gli scenari sopra citati aprono quindi nuove sfide, dal cui esito dipenderà la leadership mondiale del comprensorio Apuo-Versiliese.

BIBLIOGRAFIA

- G. Andreazzoli: La zona Apuana del marmo dal 1945 al 1976, Regione Toscana, Firenze 1987.
- P. Apostoli: Rischi chimici nella lavorazione del marmo. Sta in atti del convegno “ Estrazione e lavorazione dei materiali lapidei: rischi, patologie e prevenzione ”, Rapolano 1985.
- E. Artini: Le rocce, Hoepli, Milano 1952.
- G. Baldaccini: Mappaggio biologico dei corsi d'acqua del territorio Versiliese, Assessorato all'ambiente provincia di Lucca, Lucca 1986.
- A. Bernieri: Carrara, Sagep, Genova 1985.
- A. Bernieri: Il porto di Carrara storia e attualità, Sagep, Genova 1983.
- A. Betti Carboncini: I treni del marmo: ferrovie e tramvie della Versilia e delle Alpi Apuane, Editrice Trasporti su Rotaie, Brescia 1984.
- V. Biondi: L'audit ambientale: aspetti metodologici e strumenti operativi secondo il regolamento comunitario Emas e le norme ISO 14000, Pirola, Milano 1997.
- G. Birindelli: La responsabilità sociale delle imprese e i nuovi strumenti di comunicazione nell'esperienza bancaria italiana, Franco Angeli, Milano 2001.
- G. Blanco: I materiali, Carocci, Roma 1999.
- R. Bottio: L'attività normativa sull'emissione sonora delle macchine. Sta in Marmomacchine Directory 1998 / 1999.
- F. Bradley: Cave di Carrara: censimento, analisi e tendenze evolutive, Società Editrice Apuana, Carrara 1992.
- F. Bradley: Guida alle cave di marmo di Carrara, San Marco Litotipo, Lucca 1991.
- F. Bradley: Le Alpi Apuane, Pacini Editore, Pisa 1992.
- F. Bradley: Le strade dimenticate: vie di lizza e discesa del marmo nelle valle massesi, Amministrazione Provinciale, Massa 1995.
- Camera di Commercio di Verona: Esposizione a polveri, solventi e resine nel comparto lapideo. Sta in L'informatore del marmista, n° 476 Agosto 2001.
- G. Canavesio: Prodotti lapidei. Sta in Marmomacchine Directory 1994 / 95.
- Q. Capuzzi: La coltivazione dei marmi Apuani, Internazionale Marmi e Macchine, Carrara 1984.
- Q. Capuzzi: La coltivazione dei marmi in sotterraneo, Società Editrice Apuana, Carrara 1988.

N. Ceccopieri: Valutazione della qualità delle acque e dell'ambiente mediante tre indici biologici (macroinvertebrati, diatomee, funzionalità fluviale): fiume Frigido, tesi di laurea, Università degli studi di Pisa, facoltà di scienze matematiche, fisiche e naturali, corso di laurea in scienze biologiche, anno accademico 1999 / 2000.

F. Coato: Criteri di bonifica da polveri nella finitura a secco. Sta in Giornale del Marmo International Stone Magazine, n° 195 Giugno-Luglio 1995.

Comune di Carrara: Rapporto sullo stato dell'ambiente, Tipografia Ceccotti, Massa 2001.

A. Consiglio: Il marmo: proprietà, escavazione, lavorazione impiego, Edit, Milano 1964.

G. Conti: Il marmo nel mondo: industria e commercio dei materiali lapidei, Società Editrice Apuana, Carrara 1988.

M. G. Chicca: Il marmo e l'oro, Meiattini Editore, Livorno 1998.

C. D'Amato: Valenza ambientale ed economica dei ravaneti delle Alpi Apuane, Società Geografica Italiana, Roma 1998.

G. D'Amiani: Impianti per la lavorazione della pietra: tecnologia e cicli di lavorazione. Sta in Marmomacchine Directory 1993 / 94.

G. D'Amore: Le pietre ornamentali: tradizioni, varietà, impieghi. Sta in Marmomacchine Directory 1998 / 99.

V. D'Incognito: Guida allo sviluppo dei sistemi di gestione ambientale, Franco Angeli, Milano 1997.

P. Davini: I fanghi di lavorazione del marmo per la solforazione dei gas reflui. Sta in L'informatore del marmista, n° 449 Maggio 1999.

Del Luca: Riduzione del rumore all'interno delle segherie e dell'ambiente. Sta in atti del convegno della tavola rotonda, Marina di Carrara 1990.

Documento Arpat Ambiente Massa-Carrara su " Cave e inquinamento delle sorgenti ".

Documento dell'Ufficio Marmi di Carrara su " Ricerca di mercato sull'utilizzo del carbonato di calcio ".

Documento privato su " Stoccaggio e gestione dei rifiuti da parte di Cogemar ".

S. Gervasoni: La certificazione ambientale, Hoepli, Milano 2000.

C. Giorgetti: Gli agri marmiferi del bacino di Vagli. Sta in Storia e Costume, A. 9, n. 2, 1981.

C. Giorgetti: Gli albori dell'industria marmifera in Garfagnana, Tipografia Ciscra, Rovigo 1979.

- L. Guidorzi: Il mastice: complemento primario per interventi di finitura delle pietre naturali, I parte. Sta in Marmomacchine, n° 110, II bimestre 1993.
- P. Jervis: I paesaggi del marmo: uomini e cave nelle Apuane, Marsilio, Venezia 1994.
- C. Klapish Zuber: Carrara e i maestri del marmo, Poligrafico Artioli, Modena 1973.
- R. Lazzaretto: La lavorazione dei materiali lapidei: i telai di segazione. Sta in Marmomacchine Directory 1998 / 99.
- E. Medda: Le cave di Massa: escavazione del marmo sulle Apuane massesi dall'origine alla fine dell'800, Edizioni Malaspina, Massa 1997.
- D. Pandolfi: La cava 2: arte mineraria, bacini marmiferi, arenarie del Cardoso, pietra serena di Firenzuola, evoluzione dei trasporti e dei metodi di coltivazione, impianti, macchine e sicurezza, toponomastica dei bacini marmiferi carraresi, caratteristiche merceologiche dei materiali lapidei, Graphin Networking, Sarzana 1997.
- D. Pandolfi: La cava: Il marmo Apuano, l'ardesia e altri materiali lapidei, evoluzione dei metodi di coltivazione a cielo aperto e in sotterraneo, impianti e macchine, Belforte Grafica, Livorno 1995.
- D. Pandolfi: La valutazione dell'esposizione al rumore nella coltivazione di cave in agri marmiferi. Sta in atti del convegno " Rumore e vibrazioni, prevenzione e bonifiche in ambiente di lavoro ", Modena 1994.
- R. Pattarin et al: Manuale di prevenzione nella lavorazione dei materiali lapidei, Tipografia Bettini, Sondrio 1993.
- M. Pieri: I marmi d'Italia, Hoepli, Milano 1958.
- M. Pieri: Pigmentazione e tonalità cromatica nei marmi, Hoepli, Milano 1957.
- S. Pinna: Il comprensorio Apuano del marmo, Società Geografica Italiana, Roma 1999.
- P. Poggiana: Trattamento superficiale dei materiali lapidei: lucidatura e levigatura. Sta in Marmomacchine Directory 1997 / 98.
- Regione Toscana: I marmi Apuani: schede merceologiche, Ertag, Firenze 1980.
- Regione Toscana: Reflui della lavorazione lapidea nel comprensorio Apuo-Versiliese: caratteristiche e possibilità di mercato, Giunta Regionale Toscana, Firenze 1988.
- N. Salvatori: Tecnica di lavorazione dei materiali lapidei, Container, Marina di Massa 1983.
- G. Sansoni: Corsi d'acqua del litorale Apuano. Effetti inquinanti della polvere di marmo, Comunità Montana, Massa 1983.

- G. Sansoni: Il dibattito sulla discarica di marmettola. Sta in atti del convegno “ Impatto ambientale nella lavorazione dei materiali lapidei: rumore-smaltimento fanghi ”, Verona 1991.
- G. Sansoni: Inquinamento acustico da segherie e laboratori. “ Impatto ambientale nella lavorazione dei materiali lapidei: rumore-smaltimento fanghi ”, Verona 1991.
- G. Sansoni: Inquinamento delle sorgenti derivante dall’escavazione. Sta in atti del convegno “ Impatto ambientale nella lavorazione dei materiali lapidei: rumore-smaltimento fanghi ”, Verona 1991.
- G. Sansoni: La tutela della risorsa idrica nei bacini montani. Sta in atti del convegno “ L’impatto ambientale e sanitario dell’escavazione marmifera: quali limiti? ”, Carrara 1991.
- G. Sansoni: Quali misure per la protezione delle sorgenti. Sta in atti del convegno “ Impatto ambientale nella lavorazione dei materiali lapidei: rumore-smaltimento fanghi ”, Verona 1991.
- V. Santini: Commentari storici sulla Versilia centrale, Tipografia Pieraccini, Pisa 1858.
- G. Santoprete: L’industria lapidea: tecnologia, produzione ed ambiente, Giappichelli Editore, Torino 1992.
- G. Santoprete: Aspetti evolutivi della cultura tecnologica e merceologica, Ets, Pisa 1997.
- C. Stelvio: Riutilizzo dei fanghi derivanti dalla lavorazione dei materiali lapidei: utilizzo del fango di granito come impermealizzante dei percolati delle discariche. Sta in atti del convegno “ Materie seconde normativa, ricerca, esperienza ”, Firenze 1989.
- G. Tortora: L’estrazione e la lavorazione del marmo, Editrice San Marco, Bergamo 1963.
- Ufficio Studi I.M.M.: Stone Sector 2003, Internazionale Marmi e Macchine, Carrara 2003.

