

(E. Muzzi e G. Rossi)

#### 3.1 QUADRO GENERALE DI RIFERIMENTO

La progettazione di un intervento di recupero ambientale richiede la conoscenza di un quadro di riferimento ambientale ben preciso. E' necessario, innanzitutto, caratterizzare ecologicamente l'ambito territoriale di intervento (quadro dei fattori ambientali), definendo le condizioni generali dell'area ed i caratteri peculiari della stazione nei suoi diversi aspetti (clima, microclima, litologia, pedologia, vegetazione, ecc.). A queste vanno poi associate tutte le informazioni relative agli aspetti antropici (quadro dei fattori antropici): uso del suolo, indirizzi nella pianificazione territoriale (strumenti urbanistici e indirizzi di piano delle attività estrattive), progetto di sfruttamento del sito, aspettative economiche sull'area, vincoli e servitù. In questa prima fase è molto importante disporre di tutte le diverse informazioni, anche se a grande scala, piuttosto che puntare ad approfondimenti specialistici specifici: le analisi di dettaglio saranno utili solo nella fase successiva, dopo aver definito il quadro generale di riferimento e le diverse unità di paesaggio da ricostruire. Nella fase di definizione delle linee guida del progetto è certamente meglio valutare i problemi in termini complessivi. Per organizzare tutte le informazioni può risultare utile l'uso dei GIS cioè dei sistemi informativi territoriali.

##### 3.1.1 QUADRO DEI FATTORI ECOLOGICI

###### Inquadramento climatico

###### *Macro- e mesoclima*

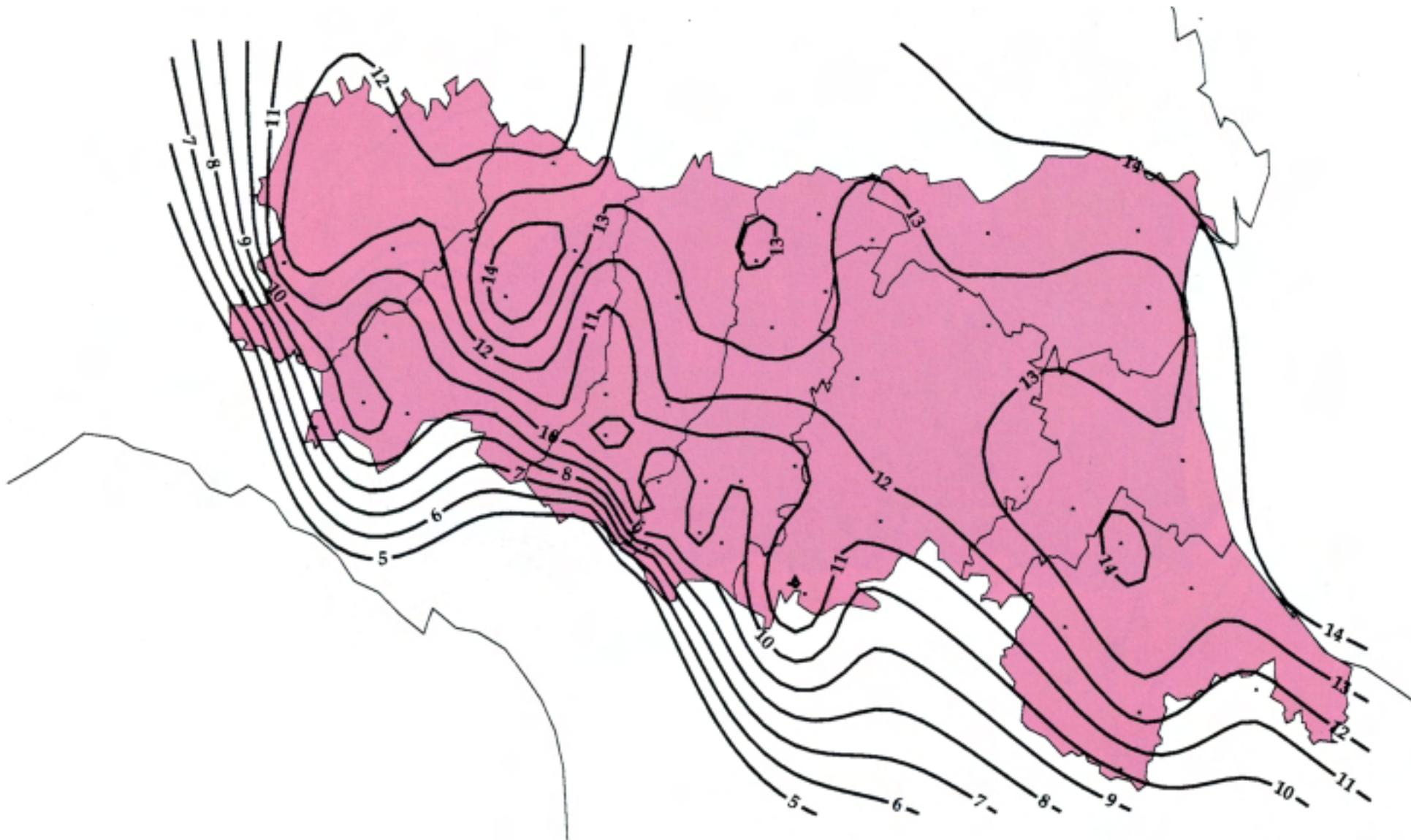
Lo studio del clima richiede la raccolta di dati di lungo periodo, relativi a parametri quali la temperatura, le precipitazioni, la ventosità, l'innevamento, ecc. Ricorrendo ai dati del Ministero dei Lavori Pubblici (Annali Idrografici) ed ora a quelli regionali del Servizio Meteorologico è possibile disporre di queste informazioni (Servizio Meteorologico Regionale, 1995).

Oltre che a dati complessivi, medie annue o mensili, è importante anche disporre dei dati relativi ai massimi ed ai minimi, sia medi che assoluti, che caratterizzano gli eventi estremi. Questi, infatti, mettono in evidenza quali saranno i fattori limitanti (eccesso o difetto di acqua, estremi di temperatura, ecc.), dei quali si dovrà tener conto durante la fase di progettazione del recupero. Lo studio dei valori estremi di precipitazione assume una grande importanza, specie nella definizione delle condizioni critiche che il sistema idraulico dovrà sostenere. In ambiti di alta quota, può essere anche importante raccogliere informazioni sia sull'entità che sulla durata dell'innevamento. Da un punto di vista ecologico sono molto importanti anche i dati relativi all'umidità e al numero di giorni con nebbia, sia pure se in genere di difficile reperimento. Avendo a disposizione questi dati è possibile classificare il sito secondo indici climatici generali, quale ad esempio la suddivisione climatica generale dovuta al metodo di Thorntwaite e le sue specificazioni per umidità e temperatura oppure quello di Rivas-Martinez (Ubaldi, 1997; Venanzoni e Pedrotti, 1995).

###### *Microclima*

Rispetto alle condizioni climatiche generali tipiche dell'area esiste sempre, come già ricordato nel Cap. 1, una certa variabilità locale (o stazionale), legata alle particolari caratteristiche del sito. Fattori come orografia, morfologia, idrologia ed altri ancora

Fig. 3.1. Mappa delle temperature medie annue in Emilia-Romagna. Il minimo annuale è raggiunto in gennaio ed il massimo in luglio. Il campo medio annuale evidenzia il netto calo di temperatura in corrispondenza dei rilievi appenninici, mentre la rimanente parte della regione è essenzialmente omogenea. Si osserva comunque un generale calo delle temperature da est verso ovest ed una zona leggermente più calda nella parte centrale della regione. (Tratto da: Servizio Meteorologico Regionale, 1995. I numeri del clima. Regione Emilia-Romagna).



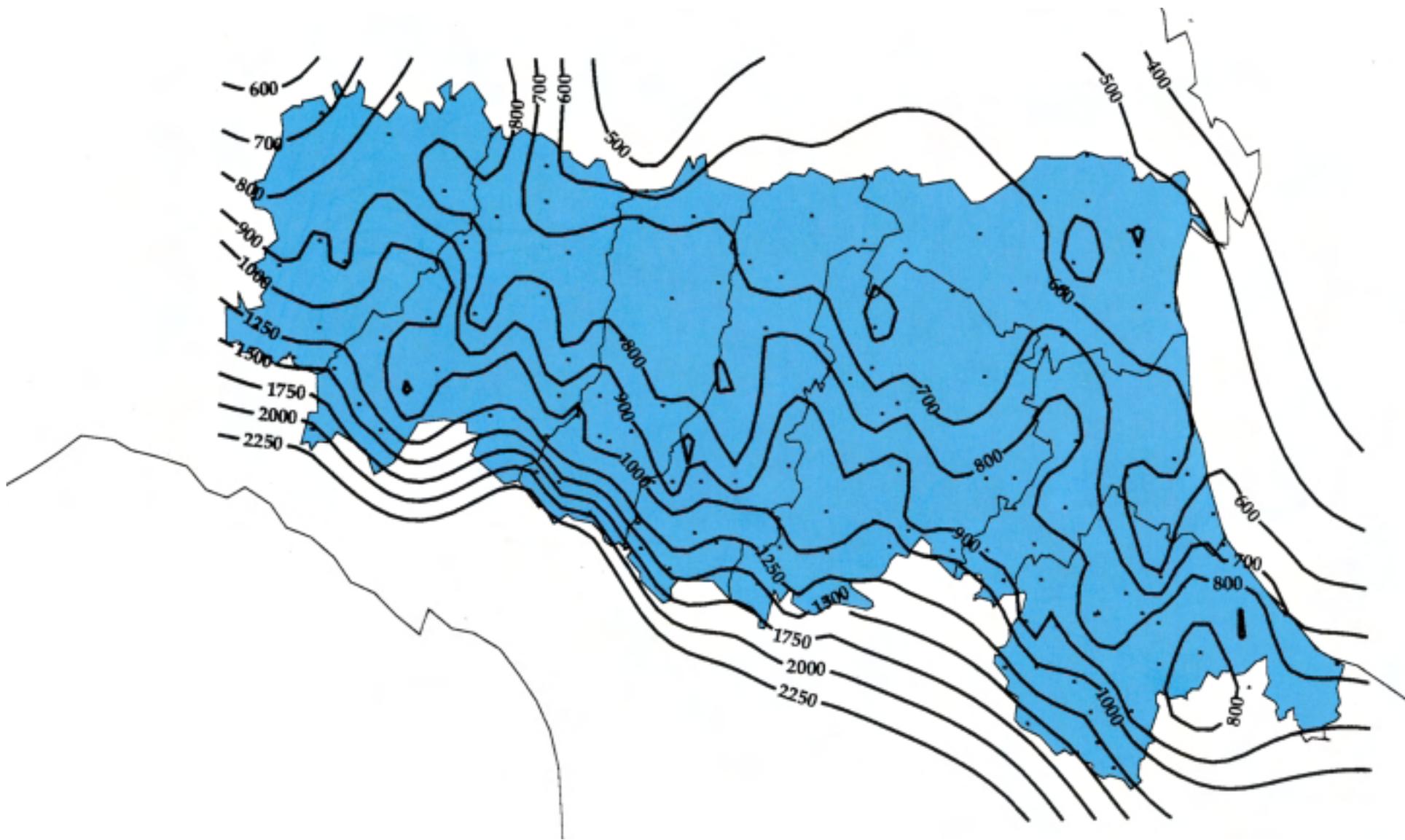


Fig.3.2. Mappa delle precipitazioni medie annue in Emilia-Romagna. Queste variano da 500 a 1000 mm, nelle zone di pianura. Nella fascia appenninica i valori variano da 1000 a 2000 mm, con un andamento crescente con la quota ed un aumento in direzione est-ovest. (Tratto da: Servizio Meteorologico Regionale, 1995. I numeri del clima. Regione Emilia-Romagna).

possono influire e modificare sostanzialmente le condizioni climatiche della stazione. Difficilmente per queste situazioni locali si hanno a disposizione dati analitici, neanche per periodi limitati, come è pure difficile impiantare una stazione meteorologica specifica, anche semplificata, sia per ragioni di costo che di gestione. Solo attività di cava importanti e prolungate (grandi poli estrattivi) possono consentire una raccolta in sito di dati meteorologici. Più comunemente si ricorre a:

- 1) *informazioni dirette informali*: attraverso la raccolta in loco di indicazioni utili ad individuare eventuali condizioni climatiche particolari (es. durata dell'innnevamento, nebbiosità);
- 2) *informazioni indirette*: deducendo l'influenza che i diversi fattori possono esercitare sull'ambito locale. Questo momento rappresenta un passo fondamentale per il prosieguo di tutto il lavoro. In particolare si dovrà tenere in conto:
  - l'orografia (presenza di vallate, altimetria di massa, conformazioni particolari del terreno che condizionano il vento e la possibilità di avere una maggiore incidenza delle gelate);
  - l'esposizione (che regola il riscaldamento naturale);
  - la pendenza (che definisce l'insolazione);
  - la capacità drenante dell'area (che influenza le temperature del suolo, l'areazione, eventuali nebbie ecc.);
  - la vegetazione (può influenzare il clima locale ed inoltre può fornire indicazioni utili per caratterizzarlo, es. fitoclima).

### **Inquadramento morfologico**

E' necessario disporre di una cartografia topografica dettagliata, a scale diverse, dalla quale sia possibile dedurre informazioni sulla morfologia del sito e del circondario. In genere si lavora a scale diverse:

- in fase di pianificazione: scala 1:25.000, 1:10.000;
- in fase di progetto: scala 1:10.000-1:5.000, o superiori per sezioni e dettagli progettuali.

Particolarmente utili sono anche le carte geomorfologiche di dettaglio che, compatibilmente con la scala di riduzione, rappresentano tutte le forme geomorfologiche presenti nel territorio studiato, definendone diversi aspetti, quali le caratteristiche morfografiche e morfometriche (dimensioni, forma, inclinazione, ecc.), le forze ed i processi dinamici che le hanno modellate o che al presente le modellano, le relazioni reciproche e la distribuzione spaziale.

### **Inquadramento geologico**

E' necessario avere a disposizione un quadro esauriente di tutti i caratteri litogeologici che caratterizzano il sito ed il circondario, sia in superficie che in profondità, ed in particolare:

- a) *Elementi superficiali statici*: rappresentati da una "Carta geologica di superficie" (Cartografia Regionale) integrata con un rilievo in campo. Da questa carta si possono definire le coperture detritiche locali, le faglie, la giacitura degli strati, ecc.
- b) *Elementi superficiali dinamici*: definiti dalla "Carta morfomeccanica", che consente l'individuazione di tutti i fenomeni geologici in atto, con particolare attenzione ai dissesti.
- c) *Elementi statici profondi (stratigrafia)*: fissati attraverso la "Carta stratigrafica - litologica", che individua la stratigrafia presente e la sua giacitura. Questo consente di definire le diverse tipologie di materiali interessati nel rimodellamento: per questi diversi materiali si dovranno conoscere le caratteristiche litologiche e meccaniche per ricavare tutte le informazioni necessarie per progettare sia l'attività di scavo che l'abbandono in condizioni di sicurezza meccanica.

Tutte queste informazioni sono già disponibili in quanto elementi conoscitivi fondamentali per la realizzazione del progetto di sfruttamento minerario del sito.

### Inquadramento idrologico

Molto importante per la stabilità dell'intervento di sistemazione è conoscere con esattezza la disposizione del reticolo idrologico superficiale dell'area e le sue caratteristiche idrauliche. E' necessario dunque studiare con attenzione le possibili interazioni tra rete idrologica e sito da sistemare per definire le connessioni idrauliche, i recipienti di scolo delle acque in eccesso, minimizzando, nel contempo, gli effetti delle possibili situazioni critiche (piene, esondazioni, erosioni localizzate, ecc.) sugli interventi.

### Inquadramento pedologico

L'insieme degli interventi che coinvolgono il substrato deve scaturire dalla conoscenza dei parametri pedologici del sito. E' innanzitutto necessario partire da un'analisi complessiva dell'area (*Analisi pedologica generale del sito*) che deve definire il o i tipi di suolo presenti e caratterizzarli per i parametri descrittivi chimico-fisici più importanti. Una attenta analisi pedologica del sito deve consentire, inoltre, una corretta definizione delle sub-aree omogenee, caratterizzate da substrati e condizioni ecologiche uniformi. Informazioni utili possono essere desunte anche dal lavoro di classificazione in corso di sviluppo da parte della Regione (Filippi e Sbarbati, 1994).

Per ogni sub - area individuata si dovrà poi eseguire una analisi approfondita (*Analisi pedologica delle aree omogenee*) per definire, con maggiore precisione, le condizioni ambientali ed i parametri che caratterizzano i diversi strati evidenziati. Questi due livelli di analisi devono concretizzarsi nella realizzazione di una cartografia in scala di lavoro (1:5.000-10.000).

### Inquadramento floristico e vegetazionale

Sarà necessario procedere con uno studio preliminare di campo per definire le caratteristiche floristiche e vegetazionali, sia dell'area da ripristinare, che del territorio limitrofo. E' ovvio ricordare, ma spesso viene dimenticato dal committente, che tali studi si possono svolgere solo nel periodo vegetativo (primavera-estate) e non in altre stagioni. Comunque vanno previste anche consultazioni, per quanto possibile, di fonti bibliografiche.

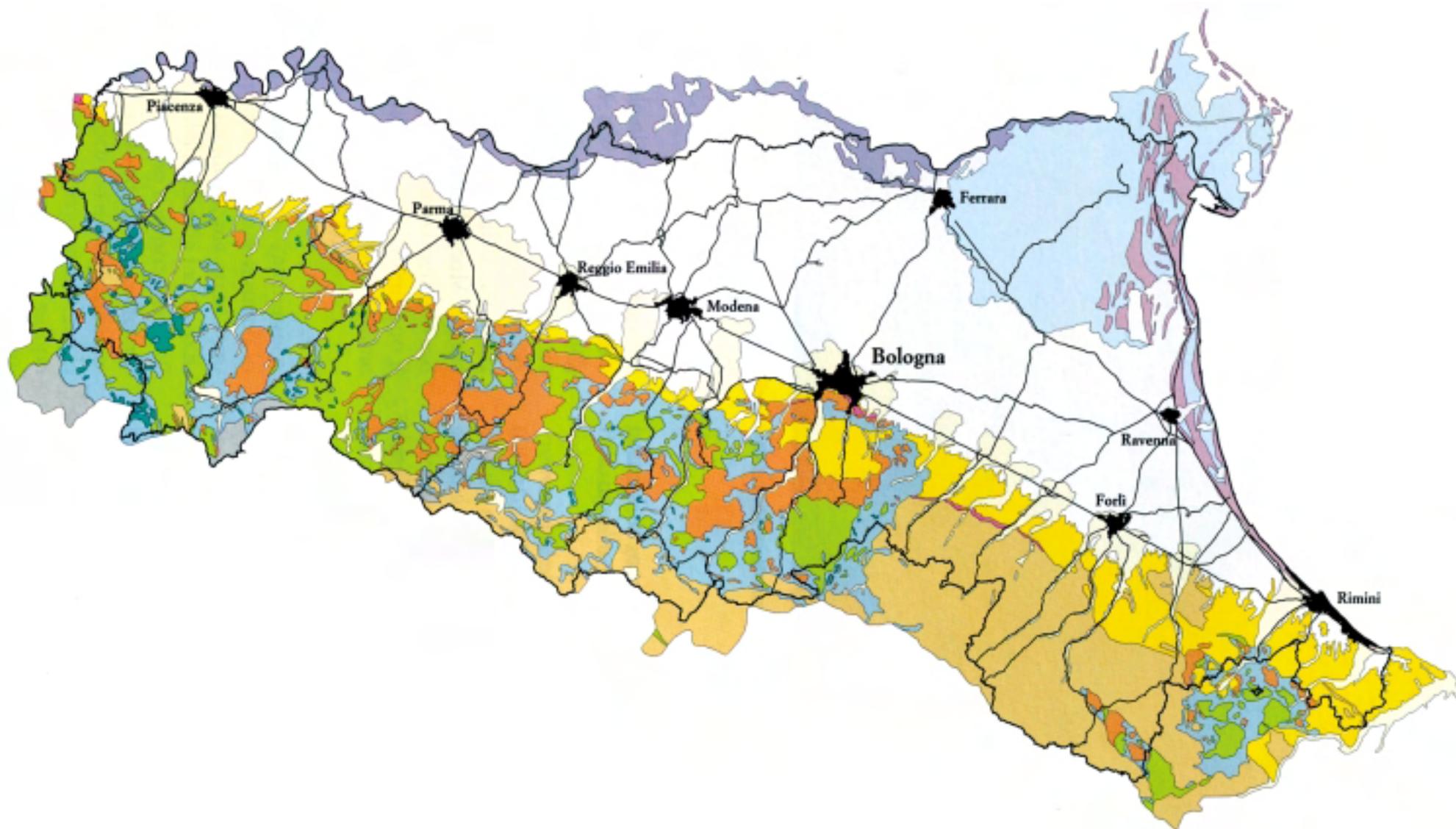
### Censimento floristico

Nella situazione ideale, tale studio andrebbe condotto per almeno due anni, con raccolte di campo, passaggi ripetuti lungo gli stessi percorsi, ecc. Al termine viene prodotta una lista floristica, con denominazioni e ordine sistematico, basato sulle più recenti conoscenze relative alla flora d'Italia (attualmente Pignatti, 1982). Se con-



Foto 3.1 La vegetazione delle aree circostanti al sito di intervento va studiata dal punto di vista geobotanico e fitosociologico, al fine di dedurre utili informazioni sulla vegetazione da ricostruire e sul paesaggio a cui ricollegare la cava risistemata.

Fig.3.3. Unità geologiche della Regione Emilia-Romagna che per contenuto scientifico o caratteri didascalici rivestono significato a scala mondiale, europea o nazionale (Tratto da Geositi - Regione Emilia-Romagna).



## Unità geologiche della Pianura Padana e della costa

-  Depositi di piana e meandri
-  Depositi di piana deltizia
-  Cordoni litorali e dune
-  Conoidi e terrazzi del reticolo idrografico principale
-  Depositi continentali di pianura e intramontani indistinti

## Unità geologiche dell'Appennino

-  Depositi marini del messiniano sup. e plio-pleistocenici; aree con calanchi del margine appenninico-padano (Lugagnano Val d'Arda, Stirone, Quattro Castella), del basso Appennino romagnolo (valli del Santerno e del Senio), contrafforti intrappenninici del basso appennino bolognese (M. Adone, Pianoro) e del Montefeltro
-  Gessi (Vena del gesso romagnola e Gessi Bolognesi)
-  Depositi marini di avanfossa; torbiditi di piana bacinale e depositi di scarpata (marne e slump) della Romagna (medie e alte valli del Santerno, Senio, Lamone, Montone, Rabbi, Bidente e Savio, Parco nazionale del M. Falterona, Campigna e delle foreste casentinesi) e del crinale tosc-emiliano (Alpe di Succiso, M. Cusna, M. Cervarola, M. Cimone, Corno alle Scale o Parco Regionale dell'alto Appennino reggiano, Castiglion de' Pepoli) e della "finestra" di Bobbio

-  Depositi marini sintettonici di bacini confinati; da torbiditi, a marne di scarpata con slump, a depositi di piattaforma (Chiarone, Spettine, Aveto, Petrignacola, M. Barigazzo, M. Piano, Specchio, Contignaco, M. Fuso, media valli dell'Enza e del Secchia o Ranzano, Antognola, Pietra di Bismantova, Carpineti, Pavullo nel Frignano, Sassi di Rocca Malatina, medie valli del Reno, del Setta e del Savena, Loiano, Porretta, Suviana, Poggio del Carnaio, M. Comero, S. Marino, M. Fumaiolo)
-  Torbiditi marnoso-calcarei di piana bacinale dell'Appennino emiliano (M. Antola, M. Penice, M. Pelpi, M. Carameto, M. Sporno, Croce dei Segni, M. Dosso, Solignano, M. Cervellino, M. Caio, M. Cassio, media Val Baganza, M. Venere, Monghidoro, M. Canda) e del Montefeltro (M. Carpegna)
-  Complessi argillosi e torbiditi associate e depositi caotici di frana sottomarina; calanchi in argille varicolori e argille e calcari (medie e bassi valli dell'Appennino emiliano e Val Marecchia-Montefeltro), contrafforti arenacei e conglomeratici (Ostia Parmense, Salti del Diavolo) e calanchi in depositi di frana sottomarina (Specchio, Canossa, Val Tiepido, calanchi dell'Abbadessa, medie valli dell'Uso e del Marecchia)
-  Ofioliti e olistoliti alloctoni (media Val Trebbia, M. Maggiorasca, M. Penna, M. Aiona, M. Ragola, M. Menegosa, media Val Taro, M. Prinzero, Sasso di S. Zenobi)
-  Altri depositi indistinti dell'Appennino

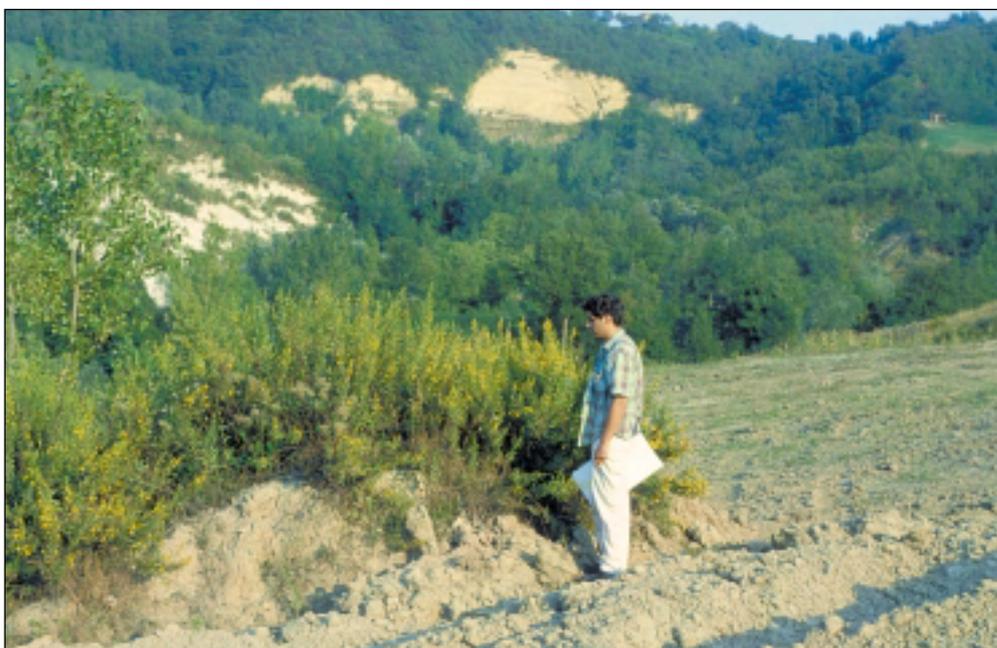
Elaborazione Servizio Cartografico e Geologico (RER)

dotto con criterio, il censimento floristico permette di “fotografare” gli aspetti di qualità ambientale di un sito: infatti molte specie possono essere considerate (sulla base delle conoscenze acquisite in tanti anni di studi) buoni indicatori ecologici. Da ciò, quindi, si potranno trarre indicazioni, oltre che sullo stato attuale del sito, sulle specie da scegliere per i successivi interventi di recupero. Infatti si cercherà di utilizzare, il più possibile, specie che crescono localmente allo stato spontaneo e, tra esse, in particolare quelle dotate di speciali “qualità bio-tecniche”: resistenza alle sollecitazioni meccaniche, possibilità e velocità di propagazione, capacità colonizzatrice anche per via vegetativa, capacità miglioratrici del suolo (es. leguminose), loro reperibilità sul mercato, ecc.

### **Studio della vegetazione (G. Rossi)**

La vegetazione dell'area di intervento, se presente, e quella delle aree circostanti andrebbe studiata mediante rilevamenti sul campo, da effettuarsi con metodologie idonee. Particolarmente utile è il rilevamento fitosociologico realizzato con il metodo di Braun-Blanquet (Ubaldi, 1997). Quest'indagine permette di confrontare i dati raccolti, con tabelle desunte dalla letteratura, ottenendo così utili informazioni sui tipi vegetazionali fitosociologici presenti in zona. Da ciò, poi, si possono ricavare ulteriori indicazioni sulle tendenze dinamiche della vegetazione e, in particolare, sulle serie di vegetazione che ci si può aspettare che crescano localmente. Infatti l'analisi fitosociologica permette di collocare una formazione vegetazionale all'interno di una serie di appartenenza. Tale risultato, così come lo studio delle successioni in generale, riveste una notevole importanza nella progettazione degli interventi di recupero ambientale. Per una determinata stazione, la conoscenza della vegetazione locale (reale e potenziale) e degli stadi delle locali serie di vegetazione, dalle rade formazioni pioniere alla vegetazione climacica “definitiva” (climax), permette di individuare le specie tipiche di quello stadio della serie che meglio si adattano alle condizioni ambientali (in particolare edafiche) del luogo. Inoltre, lo studio vegetazionale permette anche di individuare i rapporti quantitativi tra le specie da utilizzare; il rilievo fitosociologico esprime anche la copertura delle singole specie presenti. In questo modo sarà possibile ricreare, nel nostro specifico sito di intervento, delle situazioni vegetazionali che, partendo dagli stadi pionieri, siano possibilmente già indirizzate verso gli stadi più maturi e di maggiore valore naturalistico (Ubaldi et al., 1996; Ubaldi, 1997; Blasi e Paoletta, 1992; Biondi, 1996). A tale scopo, si modulerà la scelta delle specie da inserire a seconda delle possibilità offerte dalle locali condizioni ambientali, eventualmente modificate da opportuni interventi di migliora-

*Foto 3.2. La vegetazione delle aree circostanti va studiata, in particolare, per dedurre la serie di vegetazione da ricostruire entro la cava stessa.*



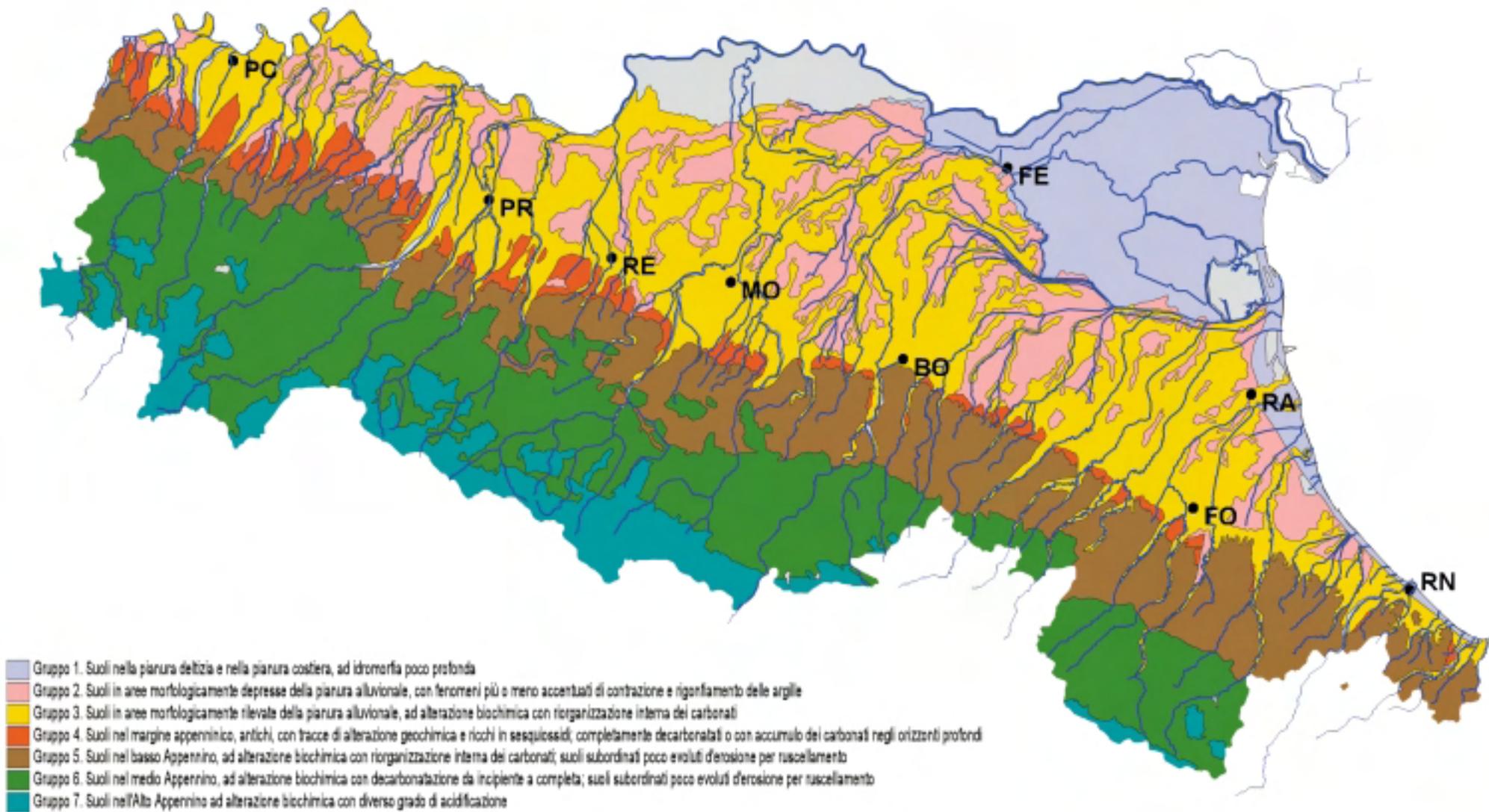
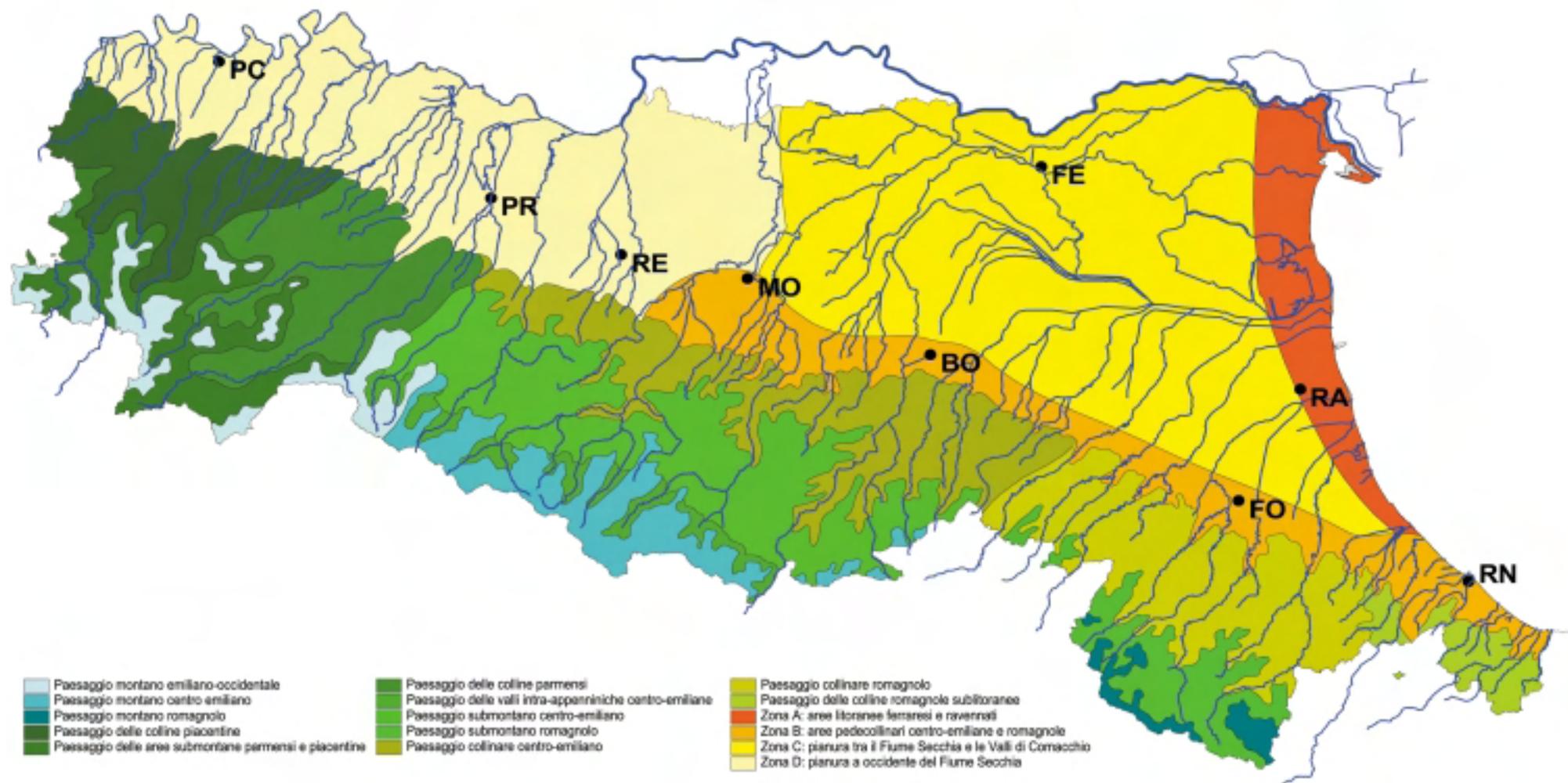


Fig.3.4. Carta dei suoli della Regione Emilia Romagna (Regione Emilia Romagna, 1994).

Fig.3.5. Carta delle fasce fitoclimatiche della Regione Emilia-Romagna (da Ubaldi et al., 1996). Le specie più caratteristiche di ogni fascia, utilizzabili per i recuperi di cava, sono elencate nel paragrafo 4.6 (Vegetazione).



mento. In tal senso, quindi, sarà opportuno associare all'impianto, sia specie pioniere, poco esigenti, che specie caratteristiche degli stadi più avanzati della serie, al fine di accelerare il processo evolutivo.

Come già ricordato per lo studio della vegetazione è possibile far riferimento in Emilia-Romagna ad una vasta produzione di studi fitosociologici, sia di natura tipologica che cartografica ed ecologica (Alessandrini e Tosetti, 2001; Alessandrini e Rossi, 1997; Fariselli et al., 2001; Piccoli e Puppi, 1997; Rossi e Alessandrini, 1998; Tomaselli, 1997). Molte di queste pubblicazioni sono reperibili, oltre che presso gli Autori, presso il Servizio Cartografico della Regione Emilia-Romagna e le biblioteche dei vari Dipartimenti universitari con competenze botaniche.

- 
- Parco Regionale del Corno alle Scale (scala 1: 15.000; 1: 25.000).
  - Foreste Casentinesi, Monte Falterona, Campigna (Parco nazionale delle Foreste Casentinesi, scala 1: 25.000)
  - Vergato (Bologna, scala 1: 25.000)
  - Parco Regionale dell'Appennino Modenese (scala 1: 25.000)
  - Pineta di San Vitale, Punte Alberete, Valle della Canna, Piallassa di Ravenna, Pineta di classe, Saline di Cervia (Parco regionale del delta del Po, scala 1: 25.000)
  - Campotto di Argenta (Ferrara, Parco regionale del delta del Po, scala 1: 25.000)
  - Valli di Comacchio (Ferrara, Parco regionale del delta del Po, scala 1: 35.000)
  - Volano, Mesola, Goro (Ferrara, Parco regionale del delta del Po, scala 1: 35.000)
  - Lago Brasimone
  - Monte Sole e contrafforte pliocenico (Bologna, scala 1: 10.000; 1: 25.000)
  - Montese (scala 1: 25.000)
  - Parco Regionale dei Sassi di Rocca Malatina (scala 1: 10.000)
  - Parco Regionale Fluviale del Taro (Parma, scala 1: 15.000)
  - Parco Regionale dei boschi di Carrega (Parma, scala 1: 15.000)
  - Parco Regionale dei Gessi Bolognesi e Calanchi dell'Abbadessa (scala 1: 15.000)
  - Monte Prado (Parco del Gigante, alto Appennino reggiano, scala 1: 2.000)
  - Parco Regionale fluviale dello Stirone (1: 15.000)
  - Alta Val Parma e Cedra (1: 25.000)
  - Alto Appennino Reggiano (1: 25.000)
  - Parco Regionale dei Laghi Suviana e Brasimone (1: 15.000)
- 

Località dove sono disponibili carte della vegetazione.

### 1 *Potametea* Tx. et Prsg. 42

*Potametalia* Koch 26

*Nymphaeion albae* Oberd. 57

aggrupp. a *Potamogeton natans*, in Gerdol et Tomaselli 93

### 2 *Phragmiti-Magnocaricetea* Klika in Klika et Novak 41

*Phragmitetalia* Koch 26

*Phragmition communis* Koch 26

*Sagittario-Sparganietum emersi* Tx. 53

aggrupp. a *Eleocharis palustris* e *Alopecurus aequalis*, in Tomaselli et al. 1994

*Magnocaricion elatae* Koch 26

*Caricetum vesicariae* Chouard 24

aggrupp. a *Carex rostrata*, in Gerdol et Tomaselli 93

aggrupp. a *Equisetum fluviatile*, in Gerdol et Tomaselli 1993

aggrupp. a *Menyanthes trifoliata*, in Gerdol et Tomaselli 1993

### 3 *Scheuchzerio-Caricetea nigrae* nom. mut. propos. ex Steiner 92

*Scheuchzerietalia palustris* Nordh. 36

*Rhynchosporion albae* Koch 26

aggrupp. a *Sphagnum flexuosum*, in Gerdol et Tomaselli 1993

Esempio di schema sintassonomico della vegetazione, relativo alle zone appenniniche di parco, in territorio emiliano-romagnolo, con esclusione delle zone poste più in quota, prive di cave (tratto da Rossi e Alessandrini, 1998, modificato).

*Caricetalia nigrae* nom. mut. propos. ex Steiner 92  
*Caricion nigrae* nom. mut. propos. ex Steiner 92  
*Eriophoretum scheuchzeri* Rüb. 11  
*Caricetum nigrae* nom. mut. propos. ex Steiner 92 subass. *typicum* Braun 15  
*Sphagno-Caricetum nigrae* in Gerdol et Tomaselli 93  
*Sphagno-Caricetum nigrae* in Gerdol et Tomaselli 93 subass. *sphagnetosum compacti*  
in Gerdol et Tomaselli 1993  
aggrupp. a *Drepanocladus exannulatus* e *Juncus filiformis*, in Gerdol et al. 1993

#### 4 *Asplenieta trichomanis* (Br.-Bl. in Meier et Br.-Bl. 34) Oberd. 77

*Potentilletalia caulescentis* Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 26  
*Cystopteridion fragilis* Rich. 72  
*Cystopteridetum fragilis* Oberd. 38  
*Tortulo-Cymbalarietalia* Segal 69  
*Cymbalario-Asplenion* Segal 69 em. *Mucina* 93  
*Asplenietum rutae-murariae trichomanis* Kuhn 37  
*Androsacetalia multiflorae* Br.-Bl. in Meier et Br.-Bl. 34  
*Androsacion multiflorae* Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 26  
*Drabo aizoidis-Primuletum apenninae* Tomaselli 94  
aggrupp. a *Crepis leontodontoides*, in Tomaselli et al. 97  
*Saxifragetum calloso-paniculatae* ass. provv. Tomaselli et al. 97

#### 5 *Thlaspietea rotundifolii* Br.-Bl. et al. 48

*Thlaspietalia rotundifolii* Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 26  
*Petasition paradoxii* Zoll. ex Lippert 66  
*Arenarietum bertolonii* Credaro et Pirola 75  
*Arenarietum bertolonii* Credaro et Pirola 75, variante a *Rumex scutatus* Tomaselli 94  
*Arenarietum bertolonii* Credaro et Pirola 75, subass. a *Cirsium bertolonii* Tomaselli 94  
aggrupp. a *Doronicum columnae* e *Valeriana tripteris* in Ferrari et Ubaldi 1982  
*Androsacetalia alpinae* Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 26  
*Dryopteridion abbreviatae* Rivas-Martinez 77  
*Cryptogrammo-Dryopteridetum abbreviatae* Rivas-Martinez in Rivas-Martinez et Costa 1970  
*Galio-Parietarietalia officinalis* Boscaiu et al. 66  
*Stipion calamagrostis* Jenny-Lips ex Br.-Bl. et al. 52  
*Stipetum calamagrostis* Br.-Bl. ex Gams 27  
*Rumicetum scutati* Kuhn 37  
aggrupp. a *Calamagrostis varia*, in Tomaselli et al. 94

#### 6 *Parietarietea judaicae* Riv. Mart. in Riv. God. 64

*Parietarietalia judaicae* (Riv. Mart. 60) Oberd. 77  
*Centrantho-Parietarion* Riv. Mart. 60  
*Parietarietum judaicae* Arèn. 28  
*Cymbalarietum muralis* Görs 66

#### 7 *Caricetea curvulae* Br.-Bl. 48

*Caricetalia curvulae* Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 26  
*Nardion strictae* Br.-Bl. 26  
*Geo-Nardetum strictae* Lüdi 48 nom. mut. propos. ex Grabherr 93 in Grabherr et Mucina 1993  
*Violo cavillieri-Nardetum* Credaro et Pirola 75 corr. Tomaselli 1994  
aggrupp. a *Nardus stricta* e *Luzula alpino-pilosa*, in Tomaselli 1994  
*Anthoxantho-Brachypodietum genuensis* Lucchese 87  
*Anthoxantho-Brachypodietum genuensis* Lucchese 87  
subass. a *Festuca paniculata* Tomaselli et al. 97  
*Anthoxantho-Brachypodietum genuensis* Lucchese 87 subass. a *Seseli libanotis*  
Tomaselli et al. 97  
aggrupp. a *Festuca nigrescens* dominante e *Nardus stricta* in Tomaselli et al. 1994

**8 Molinio-Arrhenatheretea** Tx. 37 em. Tx. 70*Arrhenatheretalia elatioris* Tx. 31*Arrhenatherion elatioris* Koch 26*Anthoxantho-Brometum erecti* Poldini 80*Centaureo-Arrhenatheretum elatioris* Oberd. 64 corr. Poldini et Oriolo 1994*Salvio-Dactyletum* Ubaldi, Zanotti et Corticelli 90*Cynosurion* Tx. 47*Festuco commutatae-Cynosuretum* Tx. ex Bük. 42aggrupp. a *Festuca rubra*, in Tomaselli et al. 94*Alchemillo-Poion supinae* Ellmauer et Mucina 93aggrupp. a *Deschampsia caespitosa* in Tomaselli et al. 97*Potentillo-Polygonetalia* Tx. 47aggrupp. a *Ranunculus repens* e *Rumex obtusifolius* Tomaselli et al. 97**9 Festuco-Brometea** Br.-Bl. et Tx. ex Klika et Hadac 44*Brometalia erecti* Br.-Bl. 36*Bromion erecti* Koch 26*Centaureo bracteatae-Brometum erecti* Biondi et al. 86*Centaureo bracteatae-Brometum erecti* Biondi et al. 86 subass. *holcetosum lanati* Zanotti et al. 95*Dorycnio-Brachypodietum* Ubaldi 88aggrupp. a *Brachypodium genuense* e *Sesleria coerulea*, in Tomaselli et al. 1994aggrupp. a *Brachypodium genuense* e *Fraxinus ornus*, in Tomaselli et al. 1994aggrupp. a *Brachypodium genuense* e *Bromus erectus*, in Tomaselli et al. 94*Astragalo gremlii-Brachypodietum genuensis* ass. provv. Tomaselli et al. 97*Artemisio albae-Brometalia erecti* (Biondi et al. 95) Ubaldi 97*Botriochloo-Bromion erecti* Ubaldi 97*Helianthemo cani-Brometum erecti* Zanotti et al. 95*Helianthemo cani-Brometum erecti* Zanotti et al. 95 subass. *stipetosum pennatae* Zanotti et al. 95*Helianthemo cani-Brometum erecti* Zanotti et al. 95 subass. *euphorbietosum cyparissiae* Zanotti et al. 95*Coronillo minimae-Astragaletum monspessulani* Biondi et Ballelli 85*Coronillo minimae-Astragaletum monspessulani* Biondi et Ballelli 85 subass. *seslerietosum italicae* Zanotti et al. 95*Phleo ambiguus-Bromion erecti* Biondi et Blasi in Biondi et al. 95*Bellidi sylvestris-Brometum erecti* Zanotti et al. 85*Onobrychidi caput-galli-Brometum erecti* Ubaldi 88*Seslerio nitidae-Caricion macrolepidis* Ubaldi 97*Valeriano-Seslerietum italicae* Ubaldi 74**10 Calluno-Ulicetea** Br.-Bl. et Tx. ex Klika et Hadac 44*Vaccinio-Genistetalia* Schub. 60*Genistion pilosae* Duv. 42*Vaccinio myrtilli-Callunetum* Bük. 42 n. inv.**11 Cytisetea striato-scoparii** Rivas.-Martinez 75*Cytisetalia striato-scoparii* Rivas.-Martinez 75*Cytision scoparii* Tx. Apud Preisig 49aggrupp. a *Cytisus scoparius* e *Pteridium aquilinum*, in Puppi et al. 1980 e in

Ferrari e Ubaldi 1982

**12 Loiseleurio-Vaccinietea** Eggler 52*Rhododendro-Vaccinietalia* Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 26*Loiseleurio-Vaccinon* Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 26*Empetro-Vaccinietum gaultherioidis* Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 26 corr. Grabherr 93 subass. *jun-cetosum trifidi* Ferrari et Piccoli 97*Rhododendro-Vaccinon* Br.-Bl. ex G. Br.-Bl. et J. Br.-Bl. 31

- Rhododendretum ferruginei* Rübél 11  
*Hyperico richeri-Vaccinietum gaultherioidis* Pirola et Corbetta nom. inv.  
*Hyperico richeri-Vaccinietum gaultherioidis* Pirola et Corbetta nom. inv. subass. *brachypodietosum* Pirola et Corbetta 71  
*Juniperion nanae* Br.-Bl. In Br.-Bl. et al. 39  
 aggrupp. a *Genista radiata*, in Tomaselli et al. 97
- 13 *Mulgedio-Aconitetea*** Hadac et Klika in Klika et Hadac 44  
*Adenostyletalia* G. Br.-Bl. et J. Br.-Bl. 31  
*Rumicion alpini* Rübél ex Klika et Had. 44  
*Poo supinae-Chenopodietum boni-henrici* (Br.-Bl. 49) Kopecky in Heiny et al. 1979
- 14 *Rhamno-Prunetea*** Rivas Goday et Borja Corbonell 61  
*Prunetalia* Tx. 52  
*Berberidion* Br.-Bl. 50  
*Pruno-Rubion ulmifolii* Bolos 54  
*Junipero-Hippophaëtum fluviatilis* Géhu et Scoppola 84
- 15 *Quercu-Fagetea*** Br.-Bl. et Vlieg. in Vlieg. 37  
*Quercetalia pubescentis* Br.-Bl. (31)32  
*Lathyro veneti-Carpinenalia* (Ubalde et al. 87) Ubalde 97  
*Laburno-Ostryon* Ubalde (80) 93-95  
*Ostryo-Aceretum opulifolii* (Ubalde et al. 87) Ubalde et al. 93-95  
*Ostryo-Aceretum opulifolii* (Ubalde et al. 87) Ubalde et al. 93-95 subass. *anemonetosum nemorosae* Ubalde et al. 93-95  
*Ostryo-Aceretum opulifolii* (Ubalde et al. 87) Ubalde et al. 93-95 subass. *platanteretosum* Ubalde et al. 93-95  
*Dryopterido-Ostryetum carpinifoliae* Ubalde et al. 93-95  
*Dryopterido-Ostryetum carpinifoliae* Ubalde et al. 93-95 var. a *Fagus sylvatica* e *Sorbus aria*, in Tomaselli et al. 1997  
*Coronillo emerii-Quercenalia pubescentis* Ubalde 97  
*Ostryo-Carpinion orientalis* Horvat 59  
*Cytiso-Quercenion pubescentis* Ubalde (88) 93-95  
*Knautio-Quercetum pubescentis* (Ubalde 80) Ubalde et al. 93  
*Knautio-Quercetum pubescentis* (Ubalde 80) Ubalde et al. 93 subass. *cephalantheretosum* Ubalde et al. 93  
*Knautio-Quercetum pubescentis* (Ubalde 80) Ubalde et al. 93 subass. *stachyetosum officinalis* Ubalde et al. 93  
*Fagetalia sylvaticae* Pawl. 28  
*Fagion sylvaticae* Luquet 26  
*Luzulo pedemontanae-Fagetum* Oberd. et Hoffm. 67  
*Trochiscantho-Fagetum* Gentile 74  
*Gymnocarpio-Fagetum* (Ubalde et Speranza 85) Ubalde 93-95  
*Saniculo-Fagetum* (Ubalde et Speranza 85) Ubalde 93-95  
*Saniculo-Fagetum* (Ubalde et Speranza 85) Ubalde et al. 93-95 subass. *daphnetosum laureolae* Ubalde et al. 93-95  
*Galeopsi-Fagetum* (Ubalde et Speranza 85) Ubalde 93-95 (= *Polygonato verticillati-Fagetum* Ubalde et Speranza 85 nom. inv.)  
*Aceri platanoidis-Fagetum* (Ubalde et Speranza 85) Ubalde 93-95  
*Cardamino chelidoniae-Abietetum* (Ferrari et Ubalde 82) Ubalde 93-95  
*Melico nutantis-Fagetum* Ubalde et al. 96 (nomen nudum)  
*Seslerio argenteae-Fagetum* Ubalde et al. 96 (nomen nudum)  
 aggrupp. ad *Acer pseudoplatanus* e *Fraxinus excelsior*, in siepi, in Tomaselli et al. 1994  
*Populetalia albae* Br.-Bl. ex Tchou 48  
*Populion albae* Br.-Bl. ex Tchou 48

*Urtico dioicae-Populetum albae* Zanotti et Lanzarini 94

*Agrostido stoloniferae-Salicetum purpureae* Zanotti et Lanzarini 94

*Alnion incanae* Pawl. in Pawl. et Wallisch 28

aggrupp. a *Alnus incana*, con *Fagus sylvatica* e *Fraxinus excelsior*, in Tomaselli et al. 1997

**16 *Polygono arenastris-Poetea annuae*** Rivas-Martinez 75 corr. Rivas-Martinez et al. 91

*Matricario matricarioidis-Polygonion arenastris* Rivas-Martinez 75 corr. Rivas-Martinez et al. 91

aggrupp. a *Poa annua*, in Tomaselli et al. 97

**17 *Artemisietea vulgaris*** Lohm. in Tx. 50

*Onopordetalia acanthii* Br.-Bl. et Tx. Ex Klika et Hadac 44

*Dauco-Melilotion* Görs 66

*Echio-melilotetum* Tx. 47

*Poo compressae-Tussilaginetum* Tx. 31

*Agropyretalia repentis* Oberd. et al. 67

*Convolvulo-Agropyron repentis* Görs 66

*Agropyro-Dactyletum* (Ubaldi 76) Ubaldi, Puppi et Speranza 82

**18 *Galio-Urticetea*** Passarge ex Kopeky 69

*Lamio albi-Chenopodietalia boni-henrici* Kopeky 69

*Aegopodion podagrariae* Tx. 67

*Chaerophylletum aurei* Oberd. 57

*Convolvuletalia sepium* Tx. 50 em. Mucina 93

*Petasition officinalis* Sillinger 33

*Chaerophyllo-Petasitetum officinalis* Kaiser 26

**19 *Epilobietea angustifolii*** Tx. et Prsg. in Tx. 50

*Atropetalia* Vlieg. 37

*Sambuco-Salicion capreae* Tx. 50

*Rubetum idaei* Pfeiff. 36 em. Oberd. 73

*Carici piluliferae-Epilobion angustifolii* R. Tx. 50

aggrupp. a *Epilobium angustifolium*, in Tomaselli et al. 97

**20 *Chenopodietea*** Br.-Bl. 51

**21 *Secalietea cerealis*** Br.-Bl. 51

### Inquadramento paesaggistico (F. Neonato)

Lo studio degli aspetti paesaggistici si fonda sostanzialmente su due distinti orientamenti: quello estetico e quello funzionale. Ad essi fanno riferimento altrettanti approcci, che di fatto stabiliscono anche delle correlazioni tra di loro, definiti come “soggettivo” ed “oggettivo” (Maniglio-Calcano, 1995).

L'approccio soggettivo allo studio del paesaggio si fonda sostanzialmente sul processo visivo, è mirato soprattutto ad individuare le “qualità sceniche”, usa l'analisi visivo-percettiva. Questa metodologia è usata prevalentemente per aree di incontrastato valore (parchi, riserve, paesaggi antropici di qualità) oppure quando non esistono per le aree oggetto di studio parametri e bioindicatori certi e quantificabili.

L'analisi oggettiva, invece, prende in esame le caratteristiche biotiche e abiotiche che costituiscono la struttura del paesaggio; ciascun piano d'analisi fa riferimento a dottrine scientifiche distinte, quali geologia, pedologia, botanica, selvicoltura e così via. Entrambi gli approcci tendono comunque a considerare l'uomo come parte integrante del sistema naturale; la stessa “ecologia del paesaggio”, infatti, può essere definita come “una visione olistica del paesaggio come ecosistema” (Zonneveld, 1995), oppure come “sistema di ecosistemi” (Ingegnoli, 1997), in cui anche le attività umane modificano e quindi creano ecosistemi, in relazione continua con l'ecomosaico di riferimento. Lo studio del paesaggio finalizzato alla valutazione di impatto non a caso

attinge a piene mani dall'ecologia del paesaggio, introducendo anche concetti connessi al sistema antropico, quali la sicurezza ambientale, la salubrità e la tutela dei valori storici, culturali, rituali, ecc.

Nello studio del paesaggio diventa particolarmente importante la scala cartografica alla quale è più opportuno lavorare, sia per la fase di analisi che per quella propositivo-progettuale, che per impostare la gerarchizzazione che consente di individuare il livello a cui le singole caratteristiche interferiscono. Lo strumento più efficace a tal fine è l'individuazione delle unità di paesaggio presenti all'interno dell'area studiata. Le "unità di paesaggio" (UDP) sono sub-sistemi paesistici, caratterizzati da una certa omogeneità, entro cui gli ecosistemi si distribuiscono con modalità caratteristiche e riconoscibili.

Il processo che porta all'individuazione delle UDP passa attraverso le seguenti fasi:

- 1) cartografia di base, alla scala opportuna, e (se esistenti) le foto aeree;
- 2) mappatura dei dati delle componenti biotiche e abiotiche coinvolte;
- 3) raccolta di cartografia tematica ed elaborazione di tematismi specifici;
- 4) sovrapposizione delle cartografie tematiche;
- 5) individuazione delle UDP.

Se l'area di studio ha una superficie di livello territoriale, si possono usare reticoli e matrici. I primi consistono in griglie che (sovrapposte alla cartografia di base) suddividono il territorio in "quadrantini", aree elementari di dimensioni pari solitamente a qualche ettaro, a cui vengono attribuiti dei valori quantitativi e qualitativi (tematismi), la cui combinazione, grazie ad un *data base*, consente la suddivisione del territorio in UDP.

La matrice è, invece, uno strumento che serve a identificare la relazione tra paesaggio e tipologia di intervento (Oneto, 1997).

### 3.1.2 QUADRO DEI FATTORI ANTROPICI

Accanto ai caratteri fisici è poi necessario disporre di un quadro di riferimento relativo a tutte le variabili antropiche.

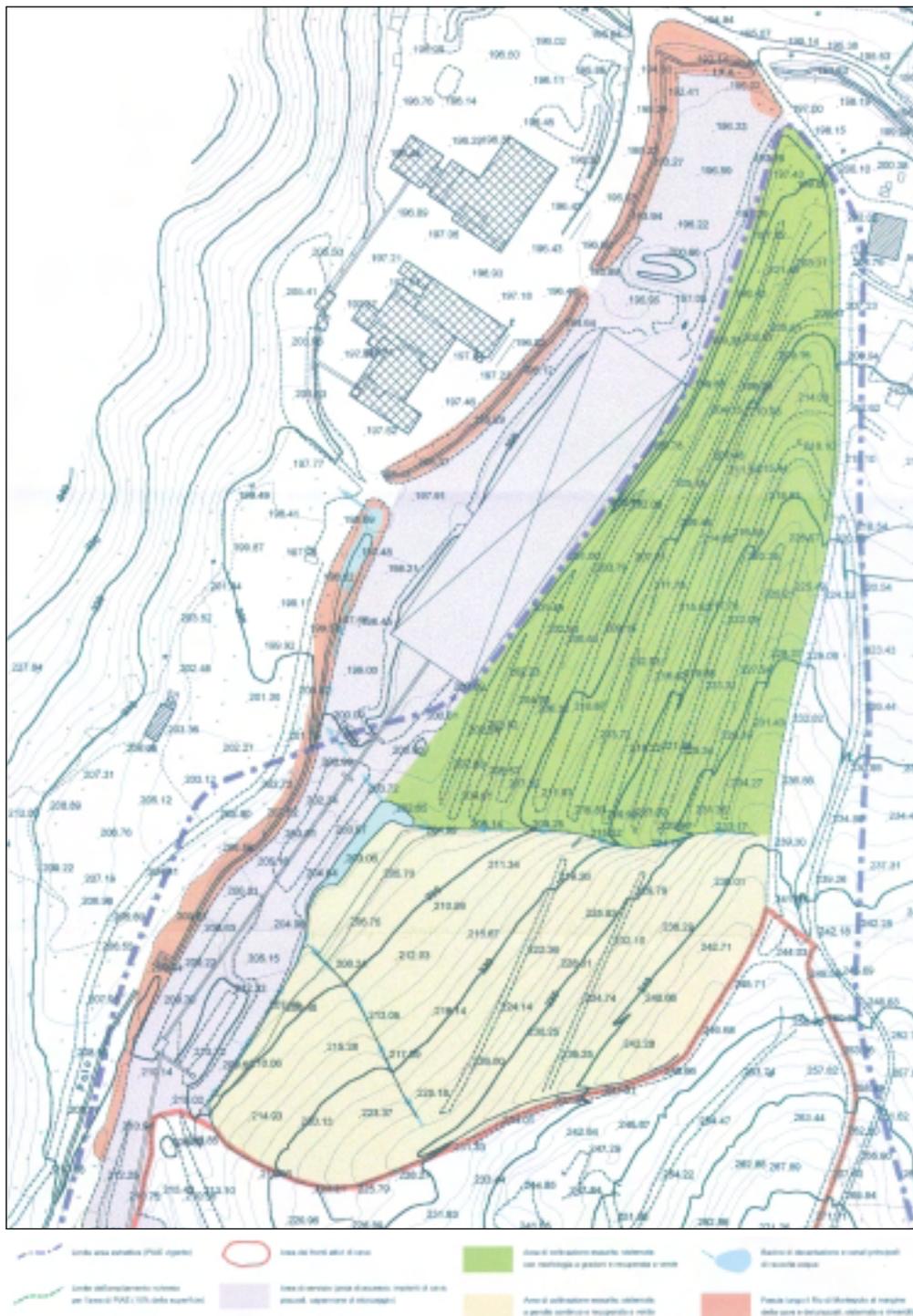
#### Uso reale del suolo

Importante è conoscere come l'area del sito ed il suo circondario sono ordinariamente utilizzati. Da questa informazione derivano indicazioni o vincoli molto forti dovendo, in fase di recupero, ripristinare e ricucire il sito al territorio circostante. Anche in questo caso, come per vegetazione, litologia e suolo, esiste un'ampia produzione cartografica a livello regionale, attualmente in fase di revisione.

#### Piani urbanistici

L'attività estrattiva viene normalmente definita da una prassi amministrativa (**sia comunale che provinciale**) che individua i siti potenzialmente disponibili per l'attività: questo rappresenta un vincolo esclusivo per l'avvio di tutta l'attività estrattiva. Nella progettazione del riuso, al termine dell'attività mineraria, risulta essere altrettanto importante conoscere l'ambito normativo entro cui ci si trova. Vincoli, o potenziali esigenze, nascono in primo luogo dalla destinazione prevista dalle norme di piano comunali specifiche per l'area o, di riflesso, dalla destinazione delle aree limitrofe, come possono nascere dalla presenza di una normativa specifica (presenza di un parco o riserva). Vincoli possono poi derivare da esigenze di tutela e di salvaguardia del paesaggio (piano paesistico, norme sull'uso di specie vegetali) come da esigenze di controllo sanitario (uso di fertilizzanti organici, vincoli alla diffusione di particolari piante in quanto ospiti di malattie: colpo di fuoco, ruggini, ecc.). E' perciò necessario disporre di tutta la normativa ed eventualmente di una cartografia specifica in scala di lavoro.

Fig.3.6. Planimetria della risistemazione morfologica finale di cava (Monte S.Pietro - Bologna):  
 fase 1) risistemazione a gradoni su argille (color verde);  
 fase 2) risistemazione a pendio continuo su sabbie (color sabbia).



### Vincoli e servitù

Esistono altri tipi di vincoli che possono incidere sulla organizzazione del post scavo. Accanto a vincoli urbanistici possono gravare vincoli e servitù specifici, relativi a passaggi di elettrodotti, gasdotti, strade, ferrovie ed aeroporti, non legati cioè alla programmazione, ma alla presenza di esigenze particolari e puntuali. Importante è definirne l'esistenza per adeguare il successivo piano di riutilizzo e di risistemazione a questi vincoli.

### Aspetti economici

Accanto ai vincoli esterni (consuetudini, pianificazione, ecc.) è importante definire anche i vincoli che nascono dal piano degli investimenti e delle azioni previste per l'attività estrattiva e dalle aspettative successive. La conoscenza di queste informazioni definisce le esigenze, gli spazi ed i tempi dell'attività mineraria, vincolando di conseguenza tutto l'intervento successivo di recupero. Solo sulla base del piano di colti-

vazione ed abbandono si possono definire anche tempi e modi del recupero, identificando fase per fase il soggetto titolare preposto agli interventi, alla successiva manutenzione e gestione. Anche disporre fin da subito di un quadro di riferimento economico è molto importante per la risistemazione. Questo, in teoria, non dovrebbe rappresentare, secondo la normativa esistente, un forte vincolo: in pratica l'entità della spesa per la risistemazione è comunque in rapporto con l'impegno economico complessivo e rappresenta uno degli elementi decisivi nella scelta degli obiettivi, nel carattere del recupero e nella tipologia degli interventi. In passato ci si è sempre mossi cercando di limitare al minimo questa spesa: le risistemazioni finali, specie quelle non indirizzate a scopi produttivi, sono sempre state considerate come un onere improprio, superfluo, un regalo alle amministrazioni locali. Questo ha favorito un pullulare di "destinazioni agricole" dei siti abbandonati anche in aree non idonee ed in assenza di strutture gestionali (aziende agrarie), privilegiando quindi soluzioni di basso profilo, sia economico che ambientale.

### **Coltivazione mineraria del sito: inquadramento ingegneristico**

Il piano di recupero interviene al termine di un'attività di scavo, quindi l'ipotesi di coltivazione del giacimento prevista dal tecnico minerario, rappresenta una informazione fondamentale. Questa consente di definire gli ambiti ed i materiali su cui intervenire e quindi definisce, con precisione, le condizioni stazionali morfomeccaniche finali. Dalla conoscenza dell'ipotesi di escavazione scaturiscono inoltre modi e tempi delle possibili fasi di recupero.

Importante è sottolineare come troppe volte questa rappresenti, per il tecnico ambientale, non una ipotesi di lavoro bensì un progetto operativo già definito e non modificabile se non in minima parte. In genere le esigenze dell'economia e della tecnica non sempre, anzi quasi mai, coincidono con le esigenze di minimizzazione dei danni e di un rapido recupero dell'area. La possibilità di progettare un intervento efficace nasce proprio dalla possibilità di interagire attivamente e ripetutamente con la componente economico-produttiva, imponendo soluzioni che limitino i problemi nel recupero nel breve e, ancora di più, nel medio periodo. Soluzione alternativa è adattarsi alle condizioni non ottimali, imposte, ed adottare tecniche ingegneristiche (ingegneria naturalistica), foriere di costi elevati nella realizzazione e di interventi continui di manutenzione ordinaria e straordinaria, causa l'immobilizzazione di energia potenziale che queste pratiche comportano, nel tentativo di ricreare condizioni stabili per l'insediamento della vegetazione.

### **Aspettative sull'uso del sito**

Molte volte le decisioni relative al recupero finale del sito non derivano da vincoli ecologici, paesaggistici o dalla pianificazione, bensì da aspettative economiche o legali, legate alla proprietà ed alla gestione dell'area. Vanno perciò definite con attenzione tutte le relazioni giuridiche tra proprietà ed azienda mineraria ed i vincoli che queste comportano: è necessario specificare chi sarà il soggetto tenuto agli interventi di ripristino, chi beneficerà degli interventi, chi utilizzerà il sito e per quanto tempo. Questo per verificare con precisione la fattibilità delle scelte proposte.

### **Proprietà**

E' necessario definire con precisione il regime di proprietà dei suoli investiti dall'attività estrattiva e di tutte le aree limitrofe. Il tutto deve essere definito dalla cartografia catastale, ordinariamente in scala 1: 2000. Questo permette di identificare i soggetti proprietari e quindi di definire le aspettative presenti e future che condizionano la destinazione finale dell'area. E' importante conoscere la presenza di eventuali accordi relativi alla cessione dei diritti di proprietà ed i soggetti interessati a questi diritti, sia pubblici che privati.

## Azienda

Importante è anche definire il soggetto della futura gestione dell'area al termine dell'attività estrattiva. Questo può coincidere o meno con la proprietà: anche questa è un'informazione fondamentale in quanto è sulla base delle sue aspettative che si definiranno gli obiettivi e gli interventi per quell'area. Un riuso di tipo agricolo, in assenza di un'azienda efficiente, evidenzia un approccio opportunistico destinato a non avere futuro.

### 3.1.2.1 GESTIONE ED ANALISI DEI DATI RACCOLTI (GIS) (M. Zurli)

Per la gestione della gran massa di dati raccolti, sulle caratteristiche dell'area di intervento, può senz'altro essere utile disporre di un sistema di archiviazione ed elaborazione automatica. A tal fine, ottime possibilità attualmente possono essere fornite dai GIS. GIS è l'acronimo di "Geographic Information System" (Sistema Informativo Geografico o Sistema Informativo Territoriale). Numerose sono le definizioni attribuite ai Sistemi Informativi Geografici. Quella probabilmente più completa e più comunemente accettata è stata formulata da P.A. Borrough nel 1986. Egli definisce i GIS come un potente insieme di strumenti in grado di acquisire, immagazzinare, trasformare, analizzare e riprodurre dati geografici. Oltre a questa definizione, molto diffusa e citata in letteratura, altre importanti definizioni sono state formulate. Aronoff (1989) considera i GIS come un insieme di procedure, basate sull'utilizzo di strumenti informatici, atte a memorizzare e manipolare dati geografici, mentre Cowen (1988) definisce un GIS come un sistema per il supporto alle decisioni su tematiche di natura ambientale che si basa sull'utilizzo di dati spazialmente referenziati.

I GIS, insieme di risorse umane, dati, procedure, hardware e software, in grado quindi di acquisire, archiviare, analizzare e visualizzare dati geografici, permettono un approccio integrato allo studio e alla pianificazione territoriale.

L'informazione geografica, per poter essere utilizzata all'interno di un GIS, deve essere interpretata secondo modelli, che evidenziano solo determinati aspetti della realtà, e organizzata in strutture. I GIS lavorano con due strutture principali: struttura vettoriale e struttura raster. I dati vettoriali sono rappresentati da entità elementari di base, chiamate primitive geometriche, ciascuna delle quali viene codificata mediante una o più coppie di coordinate riferite ad un sistema di assi cartesiani. Sono primitive geometriche i punti, che richiedono una sola coppia di coordinate x,y, gli archi (o linee), definiti dalle coordinate x,y dei punti di partenza (*from node*), del punto di arrivo (*to node*) e dei vertici presenti ad ogni cambio di direzione e i poligoni, definiti come una sequenza chiusa di uno o più archi. I vertici estremi di un arco (nodo di partenza e nodo di arrivo) consentono di definire un verso di percorrenza e quindi di riconoscere che un poligono si trovi a destra o a sinistra (*right/left polygon*), rispetto a ciascuno degli archi che lo delimitano. Queste e altre relazioni spaziali esistenti tra le varie entità sono chiamate relazioni topologiche. Esse sono essenziali per consentire la realizzazione di tutta una serie di operazioni di analisi spaziali e statistiche, che costituiscono uno degli aspetti più significativi dei GIS. Agli elementi geografici vengono poi associati degli attributi, gestiti attraverso l'uso di database relazionali, che possono essere numerici o descrittivi. Il concetto secondo cui ad ogni elemento corrisponde un attributo descrittivo, archiviato in un record costituito da campi, è una delle più grandi potenzialità dei Sistemi Informativi Territoriali. La struttura vettoriale è estremamente utile per descrivere fenomeni discreti, come ad esempio la disposizione delle diverse particelle catastali di un territorio. I dati raster invece sono archiviati in una serie di celle o pixel, disposte secondo una griglia regolare. Ad ogni cella, che rappresenta una porzione del territorio, viene assegnato un attributo in base al tema che si vuole rappresentare. La struttura raster è indicata per descrivere fenomeni continui, come la temperatura, la quota, la pendenza, cioè fenomeni che rap-

presentano un'unica grandezza che varia continuamente nello spazio. Un esempio di dato raster è il modello digitale del terreno (DTM, "*Digital Terrain Model*"), rappresentazione digitale della variazione continua del rilievo nello spazio, molto utile nella gestione del territorio, in quanto permette di condurre analisi di visibilità, generare profili longitudinali, generare curve di livello, effettuare analisi di pendenza e di esposizione. Entrambe le strutture per l'archiviazione dei dati geografici presentano vantaggi e svantaggi. Infine, le funzioni che un GIS può svolgere, deducibili dalla sua stessa definizione, sono l'acquisizione, l'analisi e la restituzione dei dati. La tecnologia GIS dimostra tutte le sue potenzialità quando viene utilizzata nell'analisi dei dati geografici. Le operazioni principali che un GIS può svolgere sono l'analisi di prossimità, come il *buffering* (creazione di aree di rispetto attorno alle entità geografiche) e l'analisi di *overlay* (sovrapposizione ed intersezione di strati informativi diversi).

### 3.2 DEFINIZIONE DELL'OBIETTIVO DEL PROGETTO

La definizione dell'obiettivo finale a cui destinare l'area di cava, esaurita l'attività estrattiva, rappresenta la prima e più importante scelta che il progettista deve operare, in quanto condiziona tutto il prosieguo del progetto ed influenza l'evoluzione, almeno nel breve e medio periodo, dell'area risistemata. Importante anche perché non esistono delle regole codificate per stabilire "razionalmente" quali siano le scelte corrette. La scelta può infatti derivare da:

- aspettative interne al sito ed all'area circostante: legate alle caratteristiche del sito e del suo circondario (aspetti geologici, morfologici, biologici, paesaggistici, economici, sociali, legali, ecc.);
- aspettative esterne: indipendenti dai caratteri del sito (aspettative del proprietario, del gestore, della società civile, dell'amministrazione pubblica, del progettista, ecc.).

La scelta deve sempre confrontarsi con gli effetti dell'attività estrattiva (forme di abbandono, pendenze, ambiti, condizioni ecologiche, ecc.). La definizione dell'obiettivo deve avvenire contestualmente alla redazione del piano di coltivazione e sfruttamento del giacimento. Solo in questo modo è possibile avere un rapporto biunivoco e corretto con gli altri progettisti, dove ognuno deve poter condizionare con le proprie esigenze le decisioni dell'altro. Abitualmente le esigenze del riuso sono sempre secondarie, sia in termini di importanza che di tempi, rispetto al progetto di sfruttamento e di investimento economico. Questo porta alla redazione di piani di sistemazione inadeguati, se non impossibili da realizzare, in quanto predisposti su di un sistema morfologico pensato solo in termini estrattivi, evitando quindi qualsiasi approfondimento ed interazione tra i diversi momenti progettuali. Le esigenze del recupero devono coesistere e pesare a fianco di tutte le altre scelte. Questa prassi ha causato in passato gravi danni ambientali e paesaggistici e un generale rifiuto (sia da parte delle amministrazioni che della cittadinanza) verso tutta l'attività estrattiva, con un conseguente forte aumento nelle aspettative dei recuperi e negli esborsi che le ditte escavatrici devono pagare per poter lavorare. Un rapporto più stretto tra le esigenze dell'uso immediato e del riuso futuro consentirebbe di ottimizzare le decisioni ed i progetti, con un conseguente calmieramento dei costi del recupero, aumentando nel contempo l'efficacia degli interventi.

Gli obiettivi possibili possono essere considerati in diverso modo: in termini ecologici possono essere classificati in funzione del loro rapporto con i processi naturali in:

- *obiettivi "cosmetici"*: di mascheramento, di pulizia, considerati cioè come interventi ingegneristici puri e semplici, con anche forti investimenti iniziali di risistemazione morfologica ma anche ecologica (superficiali riporti di "*top soil*"), ma con una durata nel tempo finita e limitata, che necessiterà comunque di una successiva inte-

grazione, ricostruzione o cambio di destinazione, alle volte considerati come fasi transitorie per destinazioni ancora non ben definite.

- *Obiettivi-sostenibili*: dove si adottano misure di contenimento e controllo degli aspetti problematici legati alla distruzione dei sistemi naturali attraverso interventi di tipo prettamente tecnico, autoreferenziali, che non coinvolgono se non in minima parte processi naturali (rinaturazione), privilegiando invece gli aspetti ingegneristici. Possono essere efficaci ed avere una durata anche medio-lunga ma sono sempre destinazioni a termine finite, tali da richiedere sempre una rilavorazione periodica.
- *Obiettivi auto-sostenibili*: dove le misure adottate sono di tipo prevalentemente ecologico, al fine di attivare tutti i processi naturali necessari per stabilizzare ed arricchire l'area in ripristino. Accanto al contenimento e controllo dei fattori limitanti si cerca cioè di stimolare il riavvio della dinamica naturale, al fine di ripristinare condizioni ecologiche complesse, necessarie per superare i fattori ambientali e le artificialità legate all'uso ed al processo di ripristino adottato. Questo rappresenta sicuramente un'opzione ottimale nel lungo periodo permettendo, a parità di risorse impiegate, il raggiungimento di una condizione di maggiore stabilità ed equilibrio.

Diverse sono le destinazioni d'uso finale possibili e diverse sono le condizioni ed i vincoli che devono essere considerati. Di seguito esse vengono esaminate singolarmente.

### **Destinazione naturalistica (rinaturazione-rinaturalizzazione)**

L'obiettivo è favorire l'insediamento e lo sviluppo di una copertura vegetale naturale o semi-naturale, stabile ed autoportante, al fine di permettere una rinaturazione completa dell'area, attraverso il recupero e/od il riavvio dei cicli biologici che controllano la fertilità. Questo riuso finale comporta fondamentalmente due vincoli:

- a) la necessità di ricreare delle condizioni ecologiche locali definite e stabili entro cui l'attività biologica possa esplicarsi;
- b) la necessità di ricorrere a specie vegetali autoctone, attraverso specifiche tecniche di raccolta del materiale (topsoil, materiale di propagazione locale, selvaggioni, ecc.).

Si adatta a tutte le condizioni, sia morfologiche che pedologiche: al variare delle condizioni cambia naturalmente l'entità ed il risultato del recupero, almeno nel breve e medio periodo.

E' un obiettivo ambizioso, difficile da raggiungere, che richiede una buona conoscenza dell'area e delle relazioni ecologiche presenti, nonché tempi lunghi di attuazione. Richiede una buona organizzazione dei lavori, sia in fase di scotico che di recupero del



Foto 3.3. Destinazione naturalistica di una cava di gesso: effetti della rinaturazione dopo 20 anni dall'abbandono (Pianoro, Bologna).

sito ed una attenta gestione di tutto il materiale pedologico e biologico presente. Nella gestione del suolo è molto importante, oltre alla disponibilità di materiale di buona qualità, la ricostruzione di una successione di strati che non rallenti o limiti i processi di evoluzione previsti per quel certo tipo di unità di paesaggio. Si adatta a tutte le localizzazioni, in particolare nel nostro territorio dove la presenza di aree a carattere naturale sta diventando sempre più rara, in parallelo allo sviluppo economico.

### **Destinazione agricola**

In questo caso viene favorito uno sviluppo produttivo di tipo agricolo (sia estensivo che intensivo). Questo deve affermarsi stabilmente sia in termini biologici che economici: l'area non deve presentare particolari limiti alla produzione agricola. Si devono evitare:

a) *vincoli naturali*: rappresenta l'insieme dei fattori micro - ambientali che limitano la produzione agricola:

- *vincoli chimici*:

- presenza di microelementi tossici sia per le piante che per gli animali;
- presenza elevata di sali;
- presenza di pH estremi, sia bassi che troppo elevati;

- *vincoli fisici*:

- pendenze elevate;
- pietrosità e tessitura anomale;
- potenza degli strati limitata;
- limitata capacità di accumulo di riserve idriche.

b) *Vincoli economico - sociali*: insieme dei fattori economici e sociali che limitano la vitalità dell'azienda agricola:

- proprietà: una attività agricola stabile è favorita dal possesso delle superfici;
- gestione: l'attività agricola si può affermare solo in presenza di un'azienda agricola che garantisca una buona gestione; forme anomale (part time o altro) non possono garantire la stabilità e qualità della destinazione;
- infrastrutture produttive: l'attività agricola si può affermare solo in presenza di un tessuto di servizi ed infrastrutture all'azienda, tali da renderla competitiva dal punto di vista economico;
- infrastrutture sociali: presenza di servizi, viabilità, ecc., a servizio sia dell'azienda che della proprietà.

Foto 3.4. Destinazione agricola: grande bacino di cava recuperato all'attività agricola (Imola, Bologna).



E' una destinazione che si adatta solo a condizioni ambientali ed economiche favorevoli. Risulta di facile attuazione, vista la normale semplificazione che l'attività agricola causa all'ambiente. Richiede un'attenta organizzazione nel prelievo e nella conservazione del substrato pedologico, senza però raggiungere le attenzioni previste nella destinazione naturalistica. Non viene richiesta una ricostruzione in orizzonti particolare, bensì uno spessore di terreno adeguato alle necessità agronomiche (almeno 1 m). In caso di scarsità si può ricorrere anche a materiale alloctono. A questo si deve associare una buona risistemazione fondiaria ed idraulica, per riconnettere il sito al paesaggio circostante.

### Destinazione forestale

Dove le condizioni produttive divengono più difficili, sia quelle naturali che socio economiche, l'utilizzazione agricola deve essere soppiantata da quella forestale: in questo caso l'aspetto produttivo viene a coesistere con quello ambientale e paesaggistico. Lo scopo è ricreare un ambito naturale o semi-naturale stabile, attraverso interventi estensivi, da cui ricavare una struttura vegetale stabile, capace di una produzione legnosa, o quanto meno assicurare una copertura permanente del suolo. Le condizioni che pongono dei vincoli alla destinazione forestale sono principalmente naturali:

- presenza di sostanze fitotossiche;
- condizioni stagionali molto precarie: aridità persistente, fertilità assente, pH estremi;
- stabilità strutturale assente o limitata;
- erosione superficiale molto forte.

Le aspettative di reddito possono essere comunque disattese, almeno nel breve periodo. Si adatta a tutte le localizzazioni ed alle situazioni stabili in cui possono manifestarsi anche dei limiti alla produzione biologica, non o parzialmente contrastabili tecnicamente. Richiede un'attenta programmazione nella gestione del substrato pedogenizzato di provenienza locale (raccolta, conservazione, utilizzazione): questo infatti deve essere presente in quantità (spessore) adeguata allo sviluppo di soprassuoli arborei. A questo può associarsi la raccolta e la moltiplicazione di essenze locali anche se la finalità produttiva consente una maggiore libertà nell'uso delle specie rispetto al recupero naturalistico.



Foto 3.5. Destinazione forestale  
in una cava di ghiaia  
a fossa, in pianura  
(Spilamberto, Modena).



### **Destinazione paesaggistica**

È una destinazione di tipo naturalistico, ma con dei limiti nella sua evoluzione ed utilizzo: è tipica per aree in pendio, in scarpata, in prossimità di infrastrutture civili, dove accanto a problemi di ricucitura paesaggistica e naturale, coesistono problemi di controllo stringente della stabilità e dell'erosione superficiale. Non è possibile lasciare il soprassuolo libero di svilupparsi naturalmente, bensì è necessario controllarne l'evoluzione per evitare problemi.

Questa destinazione ha fondamentalmente due condizioni vincolanti:

- la stabilità: che deve essere comunque garantita;
- le relazioni paesaggistiche ed ecologiche con l'ambiente di riferimento.

Si adatta a particolari situazioni morfologiche in genere problematiche. Richiede un forte impegno progettuale viste le condizioni alle volte difficili od estreme in cui si viene a trovare. Adottabile dove esistono delle risorse economiche per la manutenzione (es. a corredo di infrastrutture). Non richiede grandi quantità di materiale pedogenizzato, molte volte è preferita una semina diretta sul minerale, o la creazione di strati superficiali molto sottili. Il materiale biologico utilizzato deve essere preferibilmente autoctono, anche se le condizioni particolari possono consentire l'inserimento di specie alloctone appositamente selezionate (piante resistenti, a lento sviluppo, ecc.).

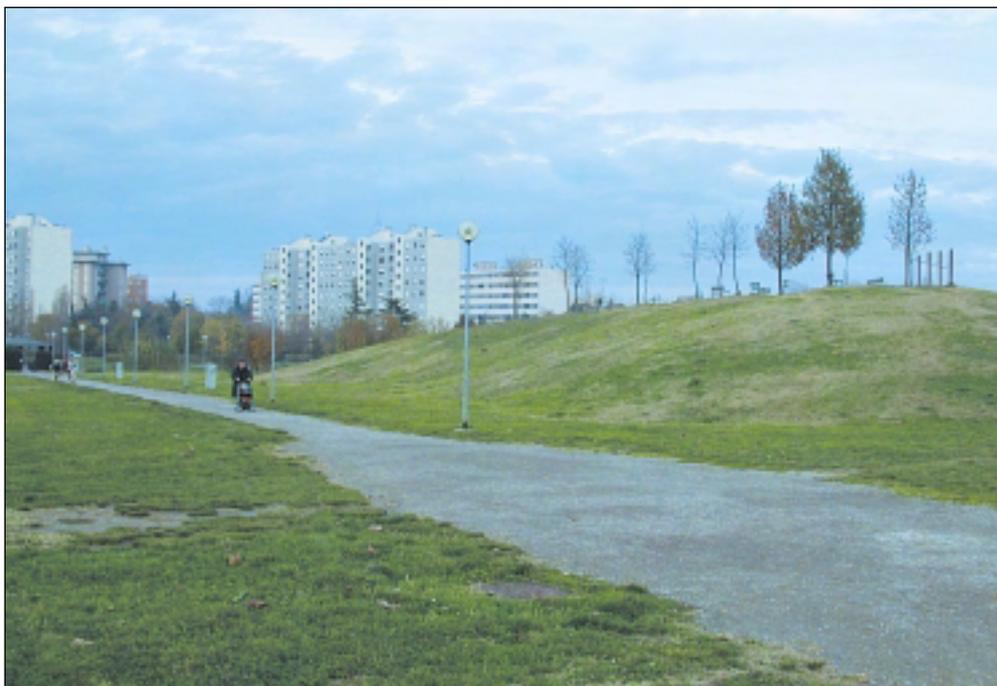
### **Destinazione ricreativa**

Vicino a centri abitati può essere prevista anche una destinazione di tipo ricreativo, come parchi, giardini od attività sportivo-ricreative. Questo si può considerare un uso intensivo del sito e quindi richiede condizioni non estreme e comunque modificabili attraverso interventi tecnici. Vincoli assoluti sono rappresentati da:

- stabilità strutturale massima;
- forme adatte al riuso ricreativo in totale sicurezza;
- l'assenza di sostanze fitotossiche;
- l'assenza di sostanze tossiche per uomini ed animali.

Richiede una progettazione attenta: le risposte devono essere pronte ed efficaci. Si ha una maggiore necessità di input iniziali ma, all'opposto, si ha una maggior libertà progettuale, potendo superare i limiti imposti dalla vegetazione potenziale. Non si hanno particolari vincoli e necessità riguardo la provenienza del materiale biologico: è però sempre preferibile utilizzare materiale locale, a cui si possono associare specie

Foto 3.7. Destinazione ricreativa: parco pubblico (Bologna).



di origine diversa, ma adatte ecologicamente o dal punto di vista estetico. Essendo un intervento intensivo e prolungato può adattarsi a molte situazioni anche sfavorite, potendo contrastare artificialmente le condizioni limitanti attraverso interventi tecnici ripetuti (irrigazione, concimazione, ecc.). E' comunque favorita dalla disponibilità di materiale pedogenizzato.

### **Destinazione produttiva o infrastrutturale**

In aree urbanizzate può essere utile trasformare l'area estrattiva in un'area di servizi o industriale. Depositi di materiale, di lavorazione inerti, di trattamento di macerie, trovano in questi siti, molte volte depressi ed isolati acusticamente, delle localizzazioni ideali, così come altre attività industriali. Vincoli a queste destinazioni sono legati a:

- stabilità del sito;
- presenza di infrastrutture (viabilità);
- assenza di vincoli ambientali.



Foto 3.8. Destinazione infrastrutturale: discarica di residui solidi urbani in cava di argilla esaurita (Carpineti, Reggio Emilia).

Sono aree dove la progettazione del riuso risulta essere semplice anche se troppe volte trascurata o meglio indirizzata solo verso gli interventi ingegneristici: è comunque necessario al termine dell'attività estrattiva intervenire per riqualificare e risistemare il sito, per dotarlo di un'adeguato corredo vegetale, sia come elemento paesaggistico che biologico (barriere visive, barriere frangivento, barriere limitatrici di polveri, barriere fonoassorbenti, ecc.), per limitarne le influenze sul mondo esterno. Non richiedono grandi disponibilità di materiale pedogenizzato di qualità. Anche nella scelta del materiale biologico vi è una certa libertà.

### **Scelta della destinazione**

La scelta tra le possibili destinazioni è legata, come abbiamo già detto, alle aspettative dei diversi soggetti operanti: proprietario del sito, gestore del sito, pubblica amministrazione e società civile.

Questi possono avanzare le proprie esigenze, ma sempre compatibilmente con i vincoli ecologici gravanti sul sito, condizionando direttamente le decisioni del progettista. Tutte le scelte che contrastano con questi vincoli sono destinate al fallimento. Solo in assenza di queste aspettative "esterne" è possibile adottare, sulla base delle informazioni raccolte, una scelta "razionale", dipendente solo dal progettista. Difficilmente potrà esistere una scelta univoca, netta, in quanto valutazioni differenti sull'importanza dei diversi elementi che concorrono a caratterizzare il sito possono portare a scelte diverse.

Come regola generale si può dire che le destinazioni produttive comunque devono essere sempre, sia tecnicamente sia economicamente giustificate, dovendo essere valutati tutti gli elementi che rendono tali scelte efficaci.

## **3.3 CARATTERE DEL RECUPERO**

Oltre l'obiettivo finale, il progetto deve definire il metodo con cui ottenere il recupero ambientale. Si può ricorrere a due diversi tipi di intervento:

- il metodo ricostruttivo;
- il metodo traslativo.

La scelta del metodo o del carattere del progetto è importante, in quanto ovviamente, influenza le successive fasi della progettazione e della realizzazione e ne definisce anche gli aspetti quantitativi.

### **Metodo ricostruttivo**

Questo metodo si applica a tutti i diversi obiettivi possibili, sia naturalistici che tecnici: nasce dal presupposto che tutti gli ambienti possono essere ricostruiti artificialmente assemblando gli elementi che li caratterizzano. E' un metodo utile per destinazioni di tipo:

- urbane;
- agricole;
- arboricoltura da legno,

mentre nelle destinazioni di tipo naturalistico e negli interventi di ricostruzione o restauro paesaggistico può essere integrato o sostituito dal metodo traslativo.

Questo metodo presenta molti aspetti positivi:

- è economico;
- è semplice dal punto di vista operativo, con possibilità di suddivisione in fasi operative;
- è adattabile a siti e condizioni diverse, sia morfologiche, che litologiche e pedologiche.

Per contro presenta anche degli aspetti negativi:

- realizza una combinazione semplice degli elementi: non permette la riattivazione

immediata delle interazioni tra gli elementi;

- comporta una semplificazione dell'ambito: sia morfologica che pedologica;
- comporta una semplificazione del materiale biologico immesso (origine del materiale, materiale vivaistico, variabilità genetica, reperibilità di specie);
- non permette, o solo raramente, la reintroduzione di parte della fauna, specie quella terricola (micro e macro fauna);
- non permette una integrazione tra i comparti e le parti che li compongono; questo comporta la dilatazione del tempo necessario per raggiungere l'obiettivo e la necessità di altri input per favorire questa integrazione. Si devono perciò sempre prevedere degli interventi di gestione nel medio periodo, per controllare l'evoluzione di questa integrazione.

Il metodo ricostruttivo non fa altro che:

- identificare tutti gli elementi indispensabili necessari per il ripristino;
- analizzare questi elementi al fine di definirne le quantità minime e/o ottimali utili al ripristino;
- predisporre ed associare questi elementi.

Esistono diverse obiezioni a questo metodo:

- un sistema complesso come l'ecosistema, o sue parti, non è mai completamente indagato: molteplici sono i legami, le interazioni, apparentemente insignificanti, che caratterizzano ogni sito e gran parte di queste relazioni non sono conosciute o considerate per la loro importanza;
- essendo un sistema dinamico con un numero di soggetti elevatissimo, presenta un comportamento complesso, non riconducibile ad una visione lineare o semplificata, quindi un sistema che va al di là di una possibile conoscenza accurata;
- non potendo quindi né conoscere né organizzare questo livello di complessità, non è pensabile definire con esattezza gli elementi ed i fattori fondamentali che entrano in gioco e le loro combinazioni.

La conseguenza pratica e teorica di tutto questo sta nell'impossibilità di ricostruire un ecosistema complesso in un'unica soluzione. E' possibile invece ricostruire dei sistemi semplificati, come quelli agricoli o quelli connessi alla funzione ornamentale-ricreativa, così come ricreare sistemi più complessi (forestali, naturalistici o di ampio respiro paesaggistico), sperando che gran parte dei meccanismi si riattivino autonomamente nel tempo; questi interventi, richiedono un costante controllo e monitoraggio per indirizzare l'evoluzione verso l'obiettivo prescelto.

Nei nostri climi questo è il metodo più diffuso ed applicato. Per contrastare la generale semplificazione, dovuta a questa tecnica ricostruttiva, si può cercare di ottimizzare momento per momento la variabilità e la diversità dei singoli interventi, nelle diverse aree elementari, in modo da ricreare una situazione iniziale molto varia, mantenendo però sempre una stretta relazione ecologica, paesaggistica e funzionale con il territorio circostante. Nella pratica è utile suddividere il ripristino in diverse fasi progettuali, secondo una sequenza decisionale distinta in diverse fasi:

- risistemazione morfologica: per definire le forme finali dell'intervento e le diverse sottozone in cui si concretizza la risistemazione;
- ricostruzione pedologica: per definire l'origine ed i caratteri del substrato pedogenizzato;
- regimazione idraulica: per progettare il sistema di raccolta ed allontanamento delle acque in eccesso;
- stabilizzazione delle pendici: per controllare e stabilizzare zone caratterizzate da una stabilità superficiale non verificata;
- miglioramento dei substrati: per potenziare, ove necessario, l'abitabilità dei primi strati del substrato e consentire un buon impianto della vegetazione;
- inserimento della vegetazione: per scegliere le specie e le diverse associazioni, a diversa scala, utili al ripristino e definire i metodi di impianto e manutenzione della stessa.

A queste si è ritenuto opportuno associare una successiva fase di controllo e gestione della vegetazione immessa e del ripristino eseguito (fase di garanzia), necessaria per indirizzare i diversi interventi verso l'obiettivo prescelto per ottenere una ricostruzione artificiale completa, autosufficiente e funzionale.

Tutte queste diverse fasi devono essere analiticamente progettate. E' necessario poi definire fin da subito l'approccio che deve assumere il ripristino ricostruttivo. Sulla base degli input esterni (sia economici, che energetici, che progettuali) questo potrà perciò essere:

- *intensivo*: caratterizzato da un forte impegno esterno: attraverso forti input, si tenta di accelerare i processi di recupero o di mantenere condizioni di elevata energia potenziale stabili nel tempo;
- *estensivo*: caratterizzato da un limitato impegno esterno: facendo affidamento sui processi naturali di riparazione e di recupero, cercando solo di riattivarli e di controllarli;
- *intermedio*: necessario laddove è possibile intervenire in fasi diverse, utilizzando tecniche appropriate: ad esempio quelle intensive, preparatorie e successivamente quelle più mirate di tipo estensivo.

La scelta tra queste possibilità è funzione in primo luogo del riuso previsto (agricolo, naturalistico, ecc.), ma è anche funzione del contesto in cui si inserisce l'area (paesaggistico, naturalistico, agro-forestale, ecc.), del tipo di scavo e fronte di abbandono previsto dal piano di coltivazione. Molte volte non è possibile definire un livello generale del recupero, ma differenziarlo in relazione alle diverse fasi progettuali: ogni fase si potrà differenziare in relazione alle esigenze e caratteristiche del sito.

Foto 3.9. Parcella sperimentale in piano su substrato argilloso: risposta della vegetazione a 6 anni dall'impianto nella parcella di controllo (solo semina).

Foto 3.10. Parcella sperimentale in piano su substrato argilloso. Risposta della vegetazione ai trattamenti applicati: concimazione minerale, ammendamento e riporto di un sottile strato di suolo pedogenizzato a 6 anni dall'impianto.



### Metodo traslativo (“*transplanting*”)

Rappresenta il metodo, o l'insieme dei metodi, che prevede il trasferimento dell'habitat, in tutte le sue forme, e non solo dei singoli elementi che lo costituiscono (suolo, piante, animali, ecc.). Si può articolare in diverse tecniche:

- trasferimento di piccole porzioni del cotico superficiale (piote, zolle) da posizionare nell'area da ripristinare isolate od in gruppo, per realizzare dei centri di disseminazione di propaguli naturali, necessari per la diffusione di essenze autoctone ben adattate all'ambiente; è un metodo che viene eseguito manualmente, con tempi lunghi, bassa produttività, alti costi, danni nelle aree di prelievo, e con risultati non ben definiti;
- trasferimento del primo strato di suolo (fino a 10 cm) dove sono localizzati gran parte dei semi e degli altri propaguli naturali prodotti dalle essenze presenti; questo consente la ricolonizzazione partendo direttamente da individui già presenti ed adattati, anche se non in relazione funzionale e quantitativa diretta tra loro; il metodo può però mancare nella propagazione di organi profondi (bulbi, rizomi, ecc.) e risulta essere ottimale solo se le condizioni finali si avvicinano molto alle condizioni di partenza, pena forti alterazioni nella risposta quantitativa e qualitativa della vegetazione;
- trasferimento dell'intero profilo del suolo e del suo relativo soprassuolo. In questo caso è tutto l'ecosistema (o per lo meno gran parte) che viene spostato andando ad

insediarsi in un nuovo ambito preventivamente predisposto, mantenendo tutte le relazioni ed i rapporti esistenti, al di là del disturbo istantaneo.

Mentre i primi due metodi sono abitualmente una integrazione al metodo ricostruttivo, il trapianto dell'intero ecosistema superficiale rappresenta un metodo del tutto originale, che si differenzia dalla ricostruzione. E' un metodo utile per destinazioni di tipo naturalistico e paesaggistico anche se può essere usato nei riusi agricolo-forestali. Anche questo presenta degli aspetti positivi:

- consente il mantenimento di una grande vitalità biologica nel sito risistemato fin da subito;
- mantiene le relazioni qualitative e quantitative tra tutti i soggetti che compongono l'ecosistema (tra vegetali, tra vegetali e suolo, tra questi ultimi e la microfauna, ecc.);
- consente di reintrodurre non solo gli elementi ma anche le interazioni tra gli stessi;
- permette di diffondere nel sito recuperato una gran parte della sfera animale, specie la microfauna quella meno mobile;
- ha un riscontro paesaggistico immediato e coerente;
- concentra gli interventi all'impianto limitando le necessità successive;
- si può adattare facilmente alle moderne tecniche di escavazione che prevedono fronti limitati ed un ripristino continuo.

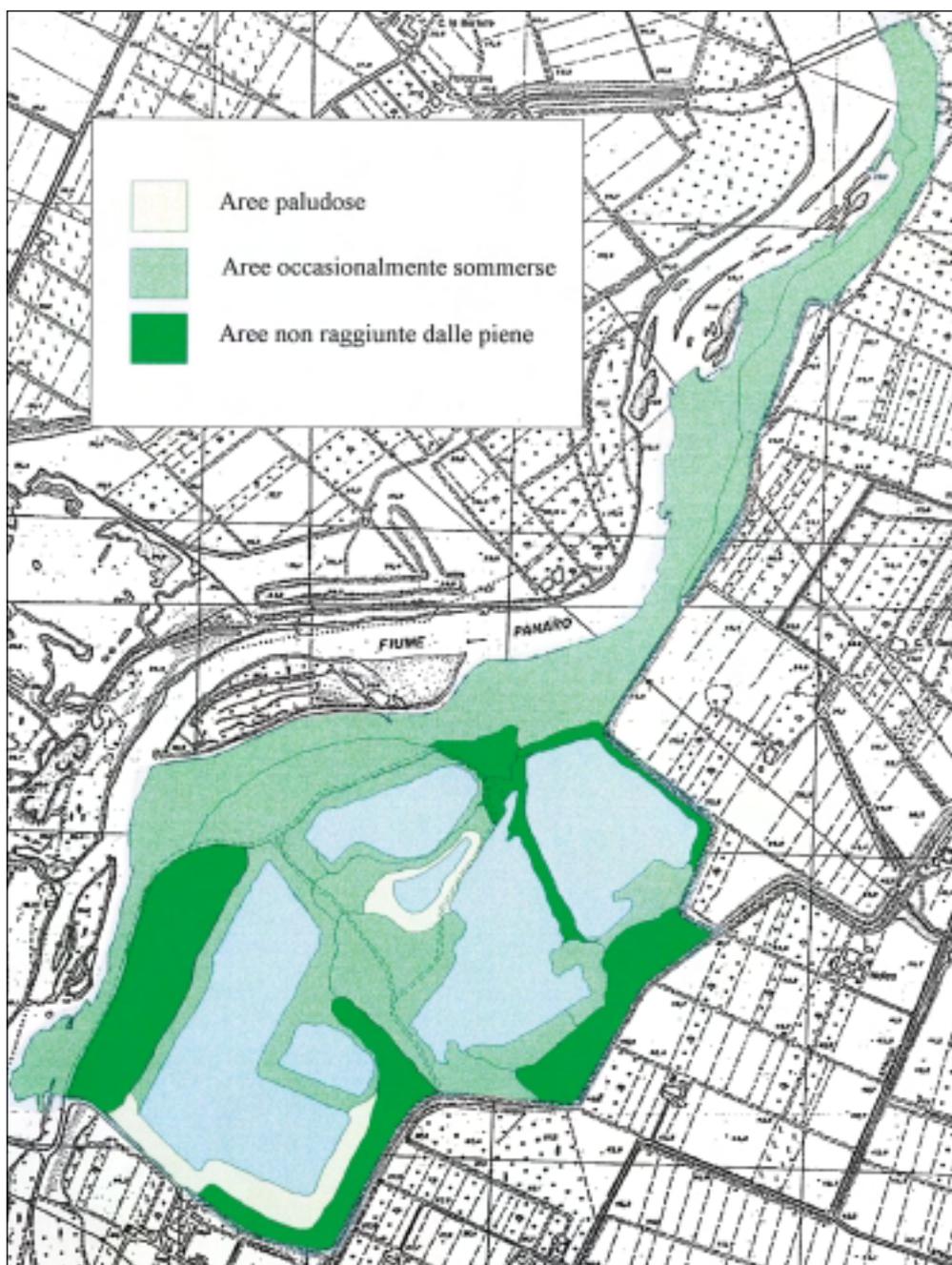
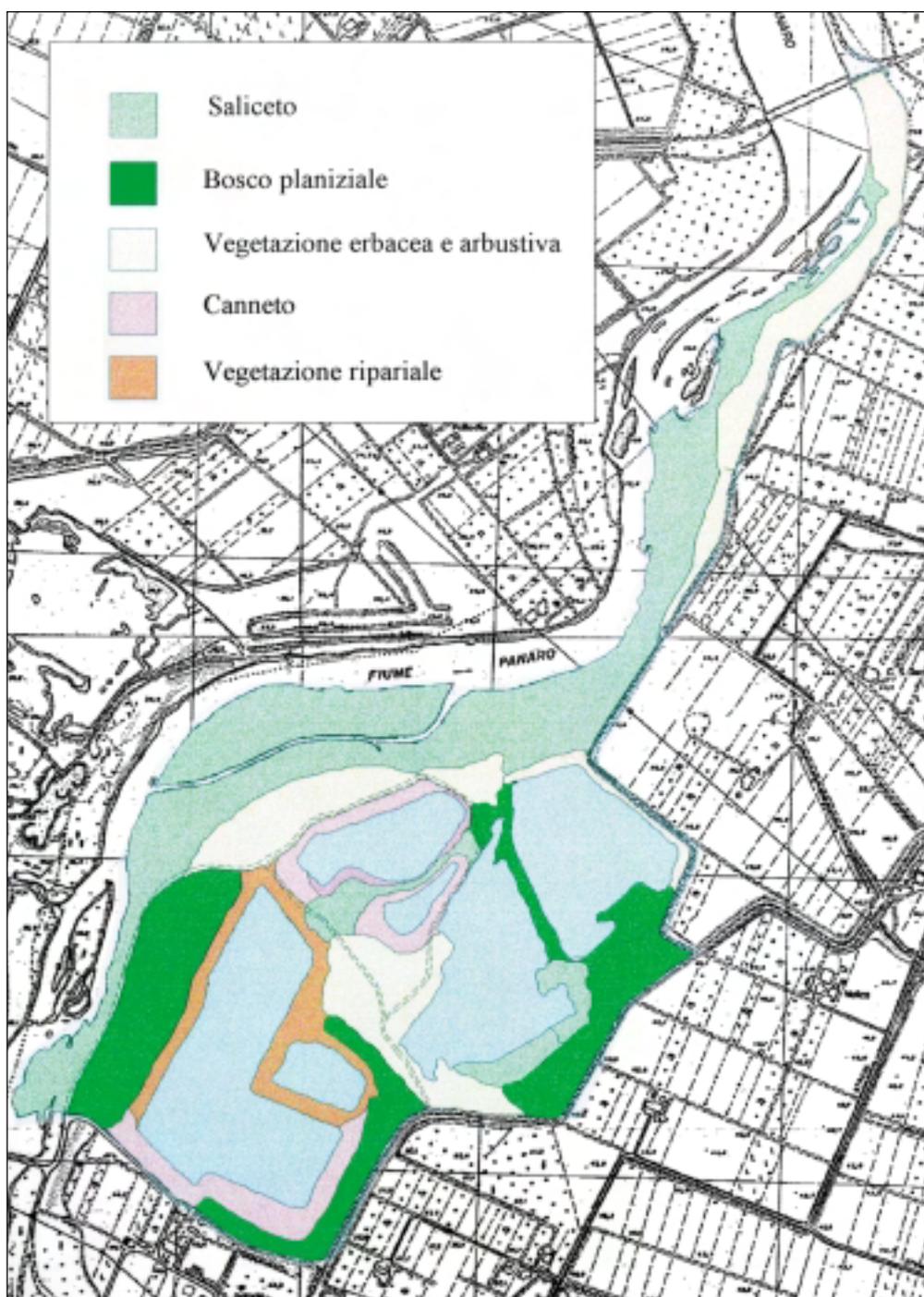


Fig.3.7. Progetto di recupero di laghetti di cava situati in destra del fiume Panaro: delimitazione delle zone a diversa sommersione (S. Cesario, Modena).

Per contro presenta anche degli aspetti negativi:

- è un metodo costoso;
- richiede macchine operatrici di grande potenza appositamente trasformate;
- si adatta solo a siti stabili e facilmente accessibili alle grandi macchine operatrici;
- è più difficile da eseguire, richiedendo personale motivato e capace;
- si può applicare nel trasferimento di ecosistemi erbacei o arbustivi mentre presenta forti difficoltà nei sistemi arborei: essenziale infatti è mantenere il cotico unito al momento del distacco e trasporto cosa che risulta molto difficile in presenza di apparati radicali espansi e profondi;
- è un metodo ottimale solo se le condizioni stazionali e microclimatiche finali coincidono con quelle iniziali: l'eliminazione di gran parte della chioma in un arboreto, ad esempio, causa forti variazioni nell'illuminazione e nel regime termico. Questo si ripercuote sulla risposta delle specie erbacee, stimolando le eliofile e contrastando le sciafile, elemento tipico di un sottobosco stabile. Quindi è necessario fare molta attenzione nella ricostituzione delle condizioni iniziali sia edafiche che di soprassuolo.

Fig.3.8. Progetto di recupero di laghetti di cava situati in destra del fiume Panaro: definizione della vegetazione da impiantare (S. Cesario, Modena).



Il metodo traslativo prevede:

- l'identificazione delle aree passibili di trapianto e analisi dei loro profili;
- la predisposizione dell'area di destinazione predisponendo una morfologia, un drenaggio ed una esposizione simili a al sito originale;
- la preparazione di un parco macchine ad hoc, predisponendo attrezzature da agganciare macchine di grande potenza;
- la realizzazione del trasferimento;
- la predisposizione degli interventi di "sutura" delle linee di discontinuità generate dal trapianto, e la predisposizione di meccanismi di controllo della diffusione di malerbe eventualmente insediatesi su queste strisce di terreno nudo (diserbo);

Per questo metodo non esistono obiezioni teoriche, bensì di ordine tecnico:

- difficoltà di ricostituire le complesse condizioni iniziali, sia morfologiche che microclimatiche, come visto per il trapianto di boschi, dove l'ombreggiamento esercita un ruolo decisivo sul rapporto tra le specie del sottobosco e che risulta di difficile attuazione;
- difficoltà di integrazione con il clima dei nostri siti, caratterizzato da una prolungata aridità estiva. Questa pratica è stata infatti ideata e sviluppata nei paesi nordici caratterizzati da una limitata o assente fase di aridità estiva (mancano informazioni od esperienze per i nostri climi). E' chiaro comunque che i trapianti, specie degli individui di più grandi dimensioni, nei nostri ambienti sono sottoposti a stress molto più intensi, richiedendo, con molta probabilità, interventi di sostegno;
- difficoltà insite nella morfologia di gran parte delle cave di monte, uno dei problemi maggiori del ripristino.

Tutto questo associato ad una mancanza di esperienze sperimentali dirette che hanno limitato e limitano la diffusione di questa tecnica.

### 3.4 PROGETTO

La realizzazione del progetto si articola usualmente in tre fasi:

1. *Progettazione di massima:*  
corrisponde all'ideazione del progetto, ovvero una prima rappresentazione ("masterplan") nella quale, sulla base delle analisi preliminari devono essere in primo luogo individuate gli obiettivi generali e le tipologie finali del recupero (prato, bosco, campo, ecc.). L'ambito considerato è più ampio di quello dell'area su cui intervenire e la tavola è ad una scala grande (1: 5.000 o 1: 10.000, secondo le dimensioni dell'area). Se l'area ha una valenza territoriale, o se l'oggetto del ripristino è interessato dal Piano Paesistico, viene fornita anche la cartografia di analisi paesistica, alcune vedute o tavole a volo d'uccello, e tutti gli elementi descrittivi il progetto. Questa prima elaborazione deve essere verificata con il committente, con le Autorità interessate e con tutti quei soggetti coinvolti nel processo decisionale. Solitamente in questa fase il progetto viene anche quotato e verificata la fattibilità tecnico-economica.
2. *Progettazione preliminare:*  
una volta concordata la tipologia dell'intervento, devono essere approfondite le analisi e acquisite tutte le informazioni utili a redigere il progetto ad una scala maggiore (1: 500, 1: 1.000). A queste si accompagna un elaborato progettuale che deve definire le diverse tipologie morfologiche finali coinvolte nella progettazione indicativo delle unità di paesaggio associate, il tutto completato dalla compilazione del computo metrico-estimativo.
3. *Progettazione esecutiva:*  
è l'ultima fase prima dell'esecuzione degli interventi, in cui vengono definiti tutti i dettagli tecnici, sia con disegni, particolari e sezioni (a scale piccole, 1: 50, 1: 200 ed anche maggiori), sia con la documentazione necessaria alla stipula del

contratto, che deve regolare i rapporti tra committente, impresa esecutrice, nonché gli enti territoriali.

Da un punto di vista della struttura il progetto operativo deve articolarsi in diversi momenti decisionali:

- definizione degli interventi sulla morfologia: per progettare la risistemazione delle forme del sito;
- definizione degli interventi pedologici: per stabilire la gestione del substrato superficiale;
- definizione degli interventi idraulici: per progettare la rete di scolo delle acque in eccesso;
- definizione degli interventi di stabilizzazione: per realizzare le opere di difesa dall'erosione e da movimenti di massa superficiali, ritenuti necessari per la stabilità del sito;
- definizione degli interventi di miglioramento del substrato: per stabilire gli interventi necessari per migliorare le condizioni chimico-fisiche del substrato;
- definizione degli interventi sulla vegetazione: per stabilire la vegetazione da insediare e progettare la sua messa a dimora;
- definizione degli interventi a favore della fauna selvatica;
- definizione degli interventi di manutenzione e gestione: per stabilire il controllo degli impianti e la gestione di medio periodo dell'intervento;
- definizione dei tempi degli interventi: per stabilire un piano temporale entro cui le diverse opzioni devono essere eseguite;
- dei costi: per determinare in modo analitico gli oneri nelle diverse fasi dell'intervento.

Tab.3.3. Organizzazione di un progetto di recupero ambientale.

## 1. QUADRO GENERALE DI RIFERIMENTO

### 1.1 DESCRIZIONE GENERALE DELL'INTERVENTO

### 1.2 LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

### 1.3 ANALISI DEI FATTORI AMBIENTALI

- 1.3.1 Inquadramento climatico
- 1.3.2 Inquadramento morfologico
- 1.3.3 Inquadramento geologico
- 1.3.4 Inquadramento idrologico
- 1.3.5 Inquadramento pedologico
- 1.3.6 Inquadramento floristico e vegetazionale
- 1.3.7 Inquadramento faunistico
- 1.3.8 Inquadramento paesaggistico

### 1.4 ANALISI DEI FATTORI ANTROPICI

- 1.4.1 Analisi dell'uso reale del suolo e delle sue evoluzioni storiche
- 1.4.2 Analisi dei vincoli urbanistici
- 1.4.3 Analisi dei vincoli locali e delle servitù
- 1.4.4 Analisi dell'intervento ingegneristico-minerario
- 1.4.5 Analisi degli aspetti economico-legali

## 2. SCELTA DELLA DESTINAZIONE FINALE DELL'AREA

- 2.1 Definizione dell'obiettivo
- 2.2 Definizione del livello di complessità da raggiungere
- 2.3 Definizione del carattere del ripristino
- 2.4 Definizione dell'intensità dell'intervento

## 3. PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI

- 3.1 Interventi sugli aspetti morfologici
- 3.2 Interventi sul substrato

- 3.3 Interventi idraulici
- 3.4 Interventi per limitare erosione e movimenti di massa
- 3.5 Interventi agronomici
- 3.6 Interventi sulla vegetazione
- 3.7 Interventi per favorire la fauna
- 3.8 Interventi di gestione di medio periodo
- 3.9 Definizione dei tempi
- 3.10 Definizione dei costi

#### 4. BOZZA DI CONVENZIONE

#### 5. DOCUMENTAZIONE CARTOGRAFICA E FOTOGRAFICA

---

### 3.5 BIBLIOGRAFIA

---

- Alessandrini A. e Tosetti T. (eds.), 2001. *Habitat dell'Emilia-Romagna. Manuale per il riconoscimento secondo il metodo europeo "CORINE – biotopes"*. IBC, 23.
- Alessandrini A. e Rossi G., 1997. *Bibliografia geobotanica dell'Emilia-Romagna (1773-1995)*. In (Tosetti T. ed.) Vedi alla voce natura. Repertorio bibliografico su flora, vegetazione e fauna vertebrata in Emilia-Romagna: 29-159. Istituto per i Beni Artistici Culturali Naturali della Regione Emilia-Romagna. Grafis, Casalecchio di Reno, Bologna.
- Aronoff S., 1989. *Geographic Information System: a management perspective*. WDL Publications, Ottawa, Canada.
- Balestrazzi P., Berry P., Ciancabilla F., Fabbri E. e Paretini A., 1989. *Progettazione ambientale dell'attività estrattiva. Processi di valutazione dell'impatto ambientale, metodi di coltivazione, recupero e riutilizzo*. In Boca D., Oneto G. (eds.), Discariche cave miniere ed aree difficili o inquinate: 287-407. Pirola, Milano.
- Barnhisel R.I., Darmody R.G. e W Daniels W.L. (eds.), 2000. *Reclamation of disturbed lands*. American Society of Agronomy and Academic Press, Madison (WI).
- Biallo G., 2002. *Introduzione ai Sistemi Informativi Geografici*. MondoGIS, Roma.
- Biondi E., 1996. *Il ruolo della fitosociologia nell'ecologia del paesaggio*. In (Ingegnoli e Pignatti, eds.) *L'ecologia del paesaggio in Italia*: 51-63, Città Studi edizioni, Milano.
- Blasi C. e Paoletta A., 1992. *Progettazione ambientale*. La Nuova Italia Scientifica, Firenze.
- Bradshaw A.D. e Chadwick M.J., 1980. *The restoration of land*. University California Press, Los Angeles.
- Borough P.A., 1986. *Principles of Geographical Information System for land resources assesment*. Oxford University Press, New York.
- Chiusoli A., 1985. *Elementi di paesaggistica*. CLUEB, Bologna.
- Corona P. e La Marca O., 1984. *Coltivazione e possibilità di recupero delle aree di cava*. Genio Rurale 9: 5-13, Edagricole, Bologna.
- Cowen D.J., 1988. *GIS versus CAD versus DBMS: What are the Difference?* In: *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 54: 1551-1554.
- De By R.A. (ed.), 2000. *Principles of Geographic Information Systems*. ITC Educational Textbook Series, Enschede.

- Di Fidio M., 1990. *Architettura del paesaggio*. Pirola, Milano.
- Di Fidio, 1987. *Capitolato speciale di appalto per opere di costruzione del paesaggio*. Pirola, Milano.
- ESRI, 1994. *ARC/INFO. Concepts, data models, database design, and storage*. Environmental Systems Research Institute, Inc., Redlands, CA 92373 USA.
- Fariselli R., Piccoli F. e Speranza M., 2001. *Aggiornamento alla lista dei syntax segnalati per la Regione Emilia-Romagna II*. Fitosociologia 38(2), Suppl. 1: 93-112.
- Filippi N. e Sbarbati L., 1994. *I suoli dell'Emilia-Romagna. Note illustrative e Carta dei suoli alla scala 1: 250.000*. Regione Emilia-Romagna, Servizio Cartografico, Ufficio Pedologico, Bologna.
- Furlani Pedoja A., 1989. *Note sulle cave e sul loro recupero*. In Boca D., Oneto G. (eds.), *Discariche cave miniere ed aree difficili o inquinate*: 261-286. Pirola, Milano.
- Giordano A., 1998. *Pedologia*. UTET, Torino.
- Giusti E. e Cortopassi P., 1997. *Il recupero naturale delle cave nel tempo*. Genio Rurale 10: 27-37, Edagricole, Bologna.
- Gomasasca M., 1997. *Introduzione a telerilevamento e GIS per la gestione delle risorse agricole e ambientali*. Ed. AIT, Firenze.
- Gray D.H., Leiser A.T., 1982. *Biotechnical sloper protection and erosion control*. Van Nostrand Reinhold Company, New York.
- Ingegnoli V., 1993. *Fondamenti di ecologia del paesaggio*. Città Studi Edizioni, Milano.
- Ingegnoli V. (ed.), 1997. *Esercizi di ecologia del paesaggio*, Città Studi Edizioni, Milano.
- Johnston C.A., 1998. *Geographic information systems in ecology*. Blackwell Science Ltd., Oxford.
- Malcevski S. e Bisogni L.G., Gariboldi A., 1996. *Reti ecologiche ed interventi di miglioramento ambientale*. Il verde Editoriale, Milano.
- Maniglio-Calcano A., 1995. *Paesaggio: concezioni, analisi, valutazione*. In Piccarolo P. (ed.) "Spazi verdi pubblici e privati", Hoepli, Milano.
- Migliaccio F., 2001. *Cartografia tematica e automatica*. Libreria Clup, Milano.
- Oneto G., 1997. *Manuale di pianificazione del paesaggio*. Il Sole 24 Ore, Pirola Edizioni, Milano.
- Piccoli F. e Puppi G., 1997. *Lista dei syntax segnalati per la Regione Emilia-Romagna I*. Fitosociologia 33: 37-48.
- Pignatti S., 1982. *Flora d'Italia*. Edagricole, Bologna.
- Rossi G. e Alessandrini A., 1998. *Una banca dati sulla vegetazione delle aree protette in Emilia-Romagna*. Arch. Geobot. 4(1): 149-155.
- Sani L., 1997. *Il recupero ambientale delle cave*. Criteri di progettazione ed aspetti applicativi. Sherwood 27: 33-38.
- Sartori F. (ed.), 2001. *Per una cartografia tematica lombarda. Metodologie di raccolta, elaborazione e rappresentazione di dati ambientali territoriali*. FLA, Regione Lombardia, Milano.
- Servizio Meteorologico Regionale, 1995. *I numeri del clima*. Regione Emilia-Romagna, Bologna.
- Ubaldi D., 1997. *Geobotanica e Fitosociologia*. Clueb, Bologna.
- Ubaldi D., Puppi G. e Zanotti A.L., 1996. *Cartografia fitoclimatica dell'Emilia-Romagna. Carta 1: 500.000*. Regione Emilia-Romagna, Bologna.
- Tomaselli M., 1997. *Guida alla vegetazione dell'Emilia-Romagna*. Collana Annali Facoltà di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali, Università di Parma.
- Venanzoni R. e Pedrotti F., 1995. *Il clima*. In: (Pignatti S., ed.) *Ecologia vegetale*: 7-24. Utet, Torino.
- Zonneveld I.S., 1995. *Land Ecology*. Spb Academic Publishing, Amsterdam.