

LA RESTAURACIÓ DELS SISTEMES NATURALS AFECTATS PER LES ACTIVITATS EXTRACTIVES A CEL OBERT.

JOSEP BOU i TOMÀS

Biòleg. Servei de Medi Ambient. Direcció General de Política Territorial. Departament de Política Territorial i Obres Públiques. Generalitat de Catalunya

Resum

La planificació i gestió de les àrees afectades per l'explotació dels recursos naturals requereix un procés adient de restauració. Prenem com a exemple la protecció i rehabilitació dels terrenys derivats de l'explotació minera a cel obert. Després de centrar els diversos aspectes d'aquesta problemàtica s'exposen les diferents fases del procés de restauració. S'analitzen i valoren el seus objectius i resultats.

1. Consideracions generals

L'explotació antròpica dels recursos naturals i els impactes derivats de la seva activitat introdueixen paral·lelament la problemàtica de la restauració del territori afectat.

En l'actualitat són moltes les activitats d'explotació dels recursos naturals, així com determinats fenòmens naturals, que poden produir una pèrdua o transformació dels ecosistemes. Les àrees afectades per impactes sobre el territori susceptibles de restauració, a Catalunya ben segur que representen aproximadament d'un 3 a un 5% del total del país.

En concret l'explotació dels recursos naturals en els terrenys forestals sovint origina àrees denudades, molt transformades amb processos irreversibles que dificulten la recuperació dels sistemes naturals. Les perturbacions produïdes en els ecosistemes poden produir uns fluxos que condueixen a la seva desaparició parcial o total. Hi ha un predomini dels processos de rexistàsia sobre els de biostàsia, en què els factors físics s'imposen i impedeixen la consolidació de la vegetació.

Els desastres naturals en terrenys d'inestabilitat geològica (esllavissades, moviments en massa, caigudes de pedres, allaus, rompudes,...), les activitats silvo-pastorals inadequades, les activitats extractives dels recursos miners, l'obertura de vials, obres públiques i construcció d'infraestructures, etc., són algunes de les causes que poden produir terrenys denudats de baixa productivitat o estèrils amb processos geològics actius. Una ineficaç ordenació del territori que consideri determinats usos del sòl en sistemes molt fràgils i/o vulnerables (per inestabilitat geològica, estructura de la vegetació, etc.) pot produir efectes molt negatius en la conservació dels sistemes naturals i donar lloc a una evolució regres-

siva, que pot esdevenir irreversible amb la substitució total o parcial dels ecosistemes establerts. Així, per exemple, la pràctica de determinats tipus d'aprofitaments forestals, com tallades contínues en boscos situats sobre materials inestables i amb forts pendents, pot originar una substitució dels ecosistemes forestals per altres formacions menys evolucionades com comunitats arbustives i herbàcies que alternen amb àrees denudades.

Tanmateix l'obertura desordenada de la xarxa de vials forestals i la mala utilització de la maquinària pesada en els sistemes de treta i desembosc poden produir efectes greus en els ecosistemes; en pendents forts els efectes de l'erosió poden suposar la pèrdua de més de 500 m³ de sòl per hectària. L'aplicació de les tècniques restauradores adients en aquestes situacions, portades a terme juntament amb l'aprofitament dels recursos, podrien estalviar impactes greus.

Els efectes d'aquestes activitats o dels fenòmens naturals pertorbadors poden produir un fort impacte sobre els sistemes naturals amb una pèrdua dels recursos i el consegüent impacte territorial derivat del nou ús del territori. Però no totes les activitats produeixen els mateixos efectes: algunes d'elles (esplanacions per a urbanització, construcció d'abocadors, aprofitament silvícoles intensos, artigatge, etc.) condueixen a la desaparició de la vegetació i del sòl amb moviments superficials del terreny, mentre d'altres (mineria a cel obert, obertura de vials, etc.) impliquen importants denudacions i moviments de terres que no només afecten el sòl i la vegetació sinó també la mateixa estructura geològica. En el primer cas, en funció de l'extensió, freqüència i intensitat de la pertorbació, la capacitat de resposta del sistema pot ésser suficient per a permetre la successió reconstitutiva de les biocenosis afectades. D'altres activitats poden, però, conduir a una pèrdua total dels sistemes naturals, amb un canvi generalitzat a escala local en els processos geofísics. La successió reconstitutiva ha de partir en aquest cas d'una etapa inicial pionera i/o colonitzadora, sota condicions ambientals en general molt poc favorables. Si predominen els factors físics sobre els biòtics, els terrenys esdevenen improductius i estèrils, i no hi serà possible la successió reconstitutiva. Si se superen aquestes dificultats inicials, les noves biocenosis presenten una evolució lenta, donada la baixa disponibilitat d'aigua i nutrients, així com el baix *pool* d'espècies disponibles. Els estadis pioners presenten una biomassa molt baixa, una diversitat reduïda, una escassa productivitat, i cicles vitals curts i simples; la capacitat de resposta davant noves pertorbacions o situacions d'estrès, és molt baixa.

Davant aquesta situació cal pensar en la necessitat d'una intervenció dirigida a fer possible i si s'escasu afavorir la successió natural, mitjançant els treballs de restauració. La restauració ha de comportar restablir les condicions mínimes per permetre la successió, alhora que accelerar aquest procés.

Mitjançant l'actuació restauradora cal incidir molt especialment sobre aquells aspectes adreçats a aconseguir una millora en l'estabilitat geodinàmica dels terrenys afectats, evitar la degradació i pèrdua superficial dels materials (reduir l'erosió) i permetre la consolidació d'un poblament vegetal estable a partir de les primeres etapes pioneres menys evolucionades. L'home disposa dels mitjans i capacitat necessaris per a retornar a un estat de productivitat aquells sistemes naturals terrestres que prèviament ha «manipulat» per obtenir-ne un recurs primari.

2. Les activitats extractives

2.1. Situació general

Una activitat que genera en l'actualitat una problemàtica important entorn de la restauració son les explotacions mineres a cel obert.

La mineria tradicional d'explotació del recurs mitjançant galeries d'interior ha anat progressivament deixant el lloc a la mineria a cel obert, de condicions econòmiques molt més favorables. En l'actualitat a Catalunya l'aprofitament dels recursos geològics i del sòls ocupa una posició important en l'activitat econòmica del país i molt especialment, segons el tipus de recursos, per a algunes comarques. Així per exemple cal esmentar:

- Mineria del carbó (lignits i hulla) al Berguedà, Cerdanya, Alt Urgell, Pallars Jussà, Conca de Tremp, Anoià, Segrià.
- Sals potàssiques al Bages.
- Sorres i graves a l'Alt i Baix Empordà, Baix Llobregat, Noguera, etc.
- Argiles i guixos a l'Anoià.
- Talc a l'Alt Empordà
- Calcàries i margues al Montsià, Garraf, Cerdanya, Gironès, etc.
- Gredes a la Garrotxa.
- Granits i marbres a la Selva, Maresme, etc.

Les més de 1.000 explotacions a cel obert de Catalunya (algunes de velles, ja abandonades i no rehabilitades) ja han afectat aproximadament l'1% del territori.

TAULA 1 . Les activitats extractives a Catalunya i la problemàtica de la restauració.

Recursos geològics		Explotació	Efectes	Restauració	Ús del territori
Lignit		Cel obert	Denudacions i excav.	Integrada	Forestal
Hulla	8%	Interior	Alteracions morfo.	Rebliment	
Torba					
Ferro		Interior	Runams de boca mina	Adequació	Forestal
Barita	1%	Instal·lacions			
Sals potàssiques					
Argiles		En vessant			
Sorres			Denudacions i excav.	Sense rebliment	Forestal
Graves	40%	En sot		Amb rebliment	Conreus
Gredes					
Calcàries					
Granit					
Pissarres	50%	Cel obert	Modificació relleu	Rebliment parcial	Forestal
Marbres			Formació runams		Conreus
Gresos					
Guix					
Altres	1%	Cel obert	Denudacions Afeccions superficials Construccions	Adequació Conreus	Forestal

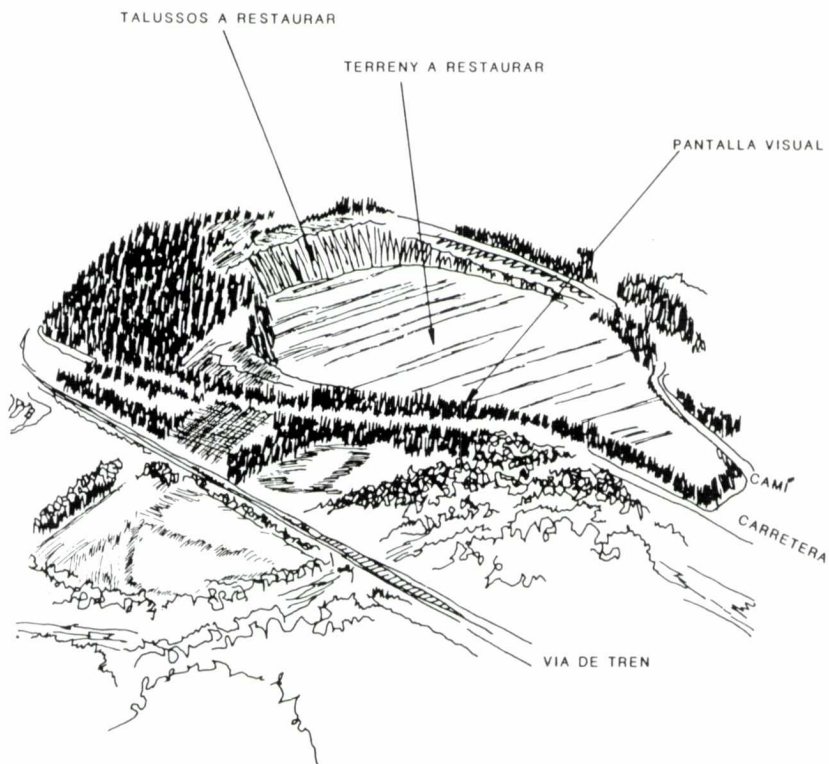


Fig. 1.- Preparació per a la restauració d'una explotació a cel obert.

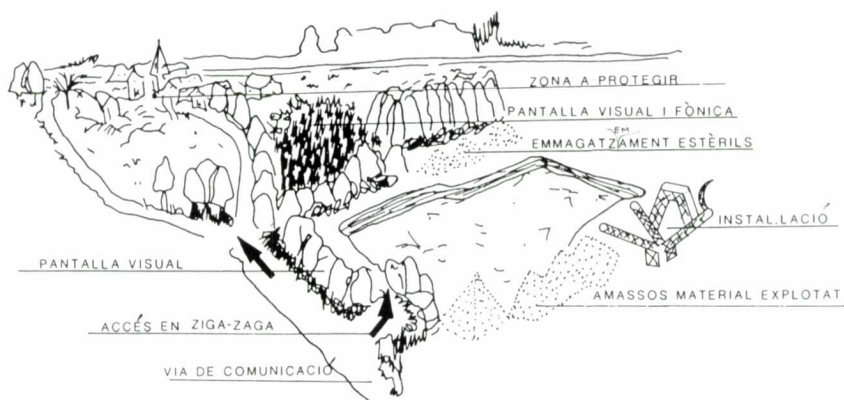


Fig. 2.- Organització ideal d'una explotació a cel obert.

Les activitats extractives de recursos geològics (sorres, graves, roques calcàries, granits, carbó, etc.) comporten denudacions i excavacions, en alguns casos de notable magnitud, que condueixen a la progressiva degradació dels terrenys afectats. Són prou coneguts els greus impactes produïts per la mineria a cel obert envers els sistemes naturals i envers el medi ambient en general: pèrdua de l'estructura i morfologia del relleu, processos erosius, extracció i pèrdua de biomassa, interrupció dels fluxos energètics dels sistemes, pèrdua o disminució de la productivitat, etc. Aquesta forma d'explotació, que afecta vastes extensions de terrenys, presenta l'avantatge de reduir els costos econòmics, però al mateix temps origina greus impactes sobre els sistemes naturals i el paisatge. La restauració d'aquestes zones requereix un notable esforç no tan sols per minimitzar l'impacte produït sinó per permetre un cop conclosa l'explotació, el retorn a unes condicions mínimes que permetin el restabliment dels sistemes naturals pertorbats.

Els treballs de restauració han d'entendre's, però, associats al mateix procés d'explotació. El pla d'actuació i de desenvolupament de la restauració ha de coordinar-se amb els d'explotació, per la qual cosa es pot parlar d'una restauració integrada (veure Fig. 3). Això implica que a mesura que avança l'explotació del recurs mineral també ha de prosperar la restauració dels terrenys afectats. Per assegurar l'èxit de la restauració els requeriments d'aquesta han d'anar sempre associats directament a l'evolució de l'explotació.

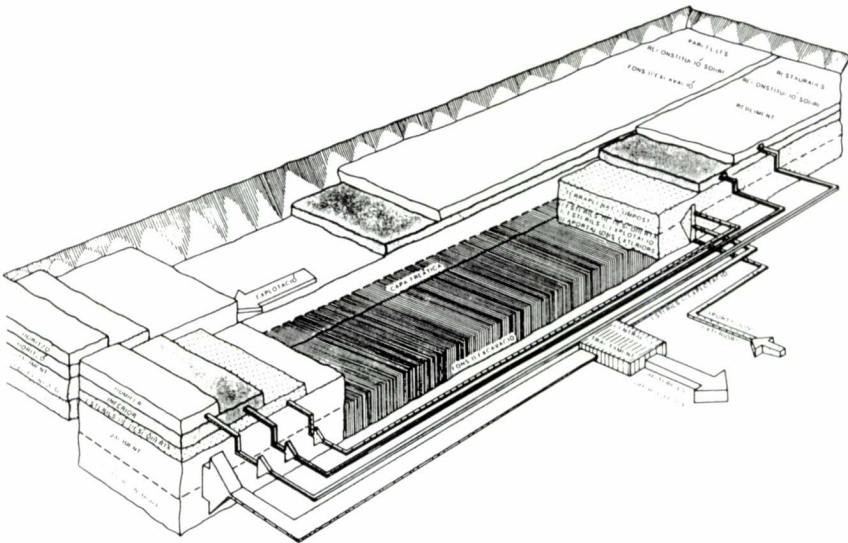


Fig. 3.- Esquematzació de la restauració integrada.

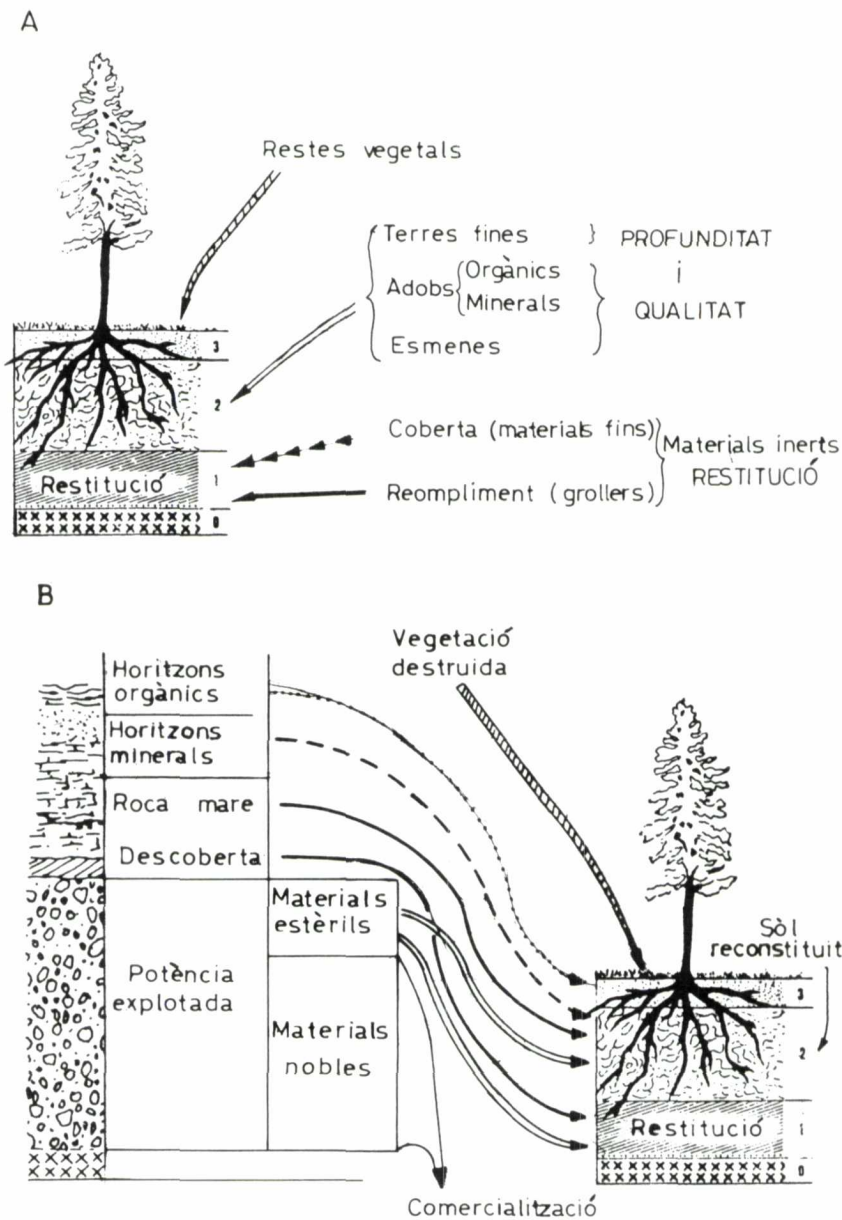


Fig. 4 - Proceç de restauració

A) Aportacions de materials externs a l'explotació

B) Aportacions de materials procedents de la mateixa explotació

Una primera avaluació de l'impacte sobre el medi ambient requereix considerar els següents àmbits:

- a) *Morfològic i geològic.*
Modificació estructural i dinàmica amb la pèrdua de materials consolidats i estratificats.
Afecció hidro-geològica de les aigües superficials i subterrànies.
- b) *Substrat edàfic.*
Destrucció del sòl.
- c) *Biològic.*
Destrucció de la coberta vegetal i desaparició de la fauna.
- d) *Climàtic i atmosfèric.*
Canvis microclimàtics.
- e) *Paisatgístic i estètic.*
Degradació negativa del paisatge.
- f) *Patrimonial.*
Destrucció d'elements valuosos i/o singulars (formacions geològiques, vegetals, etc.).
- g) *Sanitari.*
Contaminació i degradació ambiental.
- h) *Sòcio-econòmic.*
Modificació socio-econòmica de l'entorn pel canvi d'ús del territori.

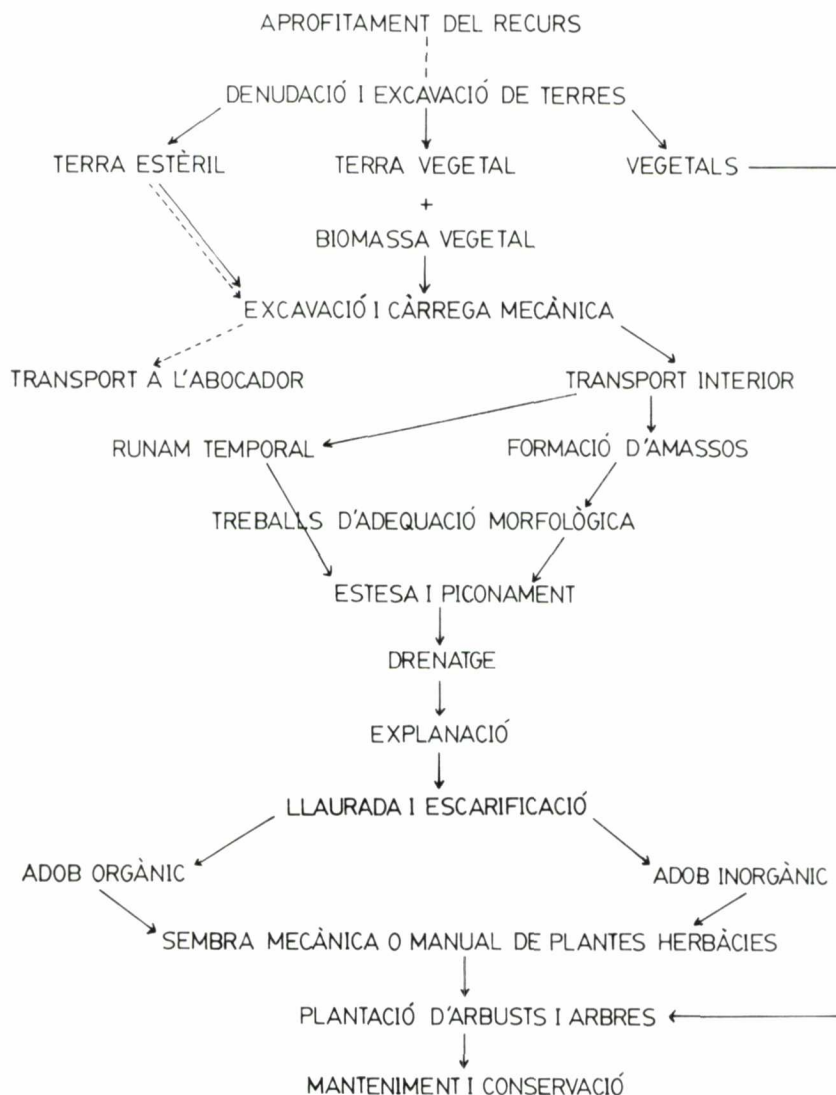
En el marc d'una política racional de l'aprofitament dels recursos naturals, el sòl i la vegetació són a llarg termini un factor fix de producció i ha d'ésser per tant essencial la recuperació d'aquelles superfícies implicades en les activitats extractives.

Bàsicament, les mesures de restauració i acondicionament dels terrenys afectats per activitats extractives consisteixen en (veure esquema):

- Restauració morfològica de perfils estables.
 - a) Acondicionament del terreny.
 - b) Estabilització i fixació.
 - c) Estesa i compactació de les terres, drenatge i explanació.

- Restauració edàfica amb la preparació i fertilització dels terrenys.
 - a) Restitució físico-química dels sòls: aportacions d'adobs i esmenes orgàniques i inorgàniques.
 - b) Preparació dels sòls per a sèmres i plantacions de vegetals: llaurada, escarificació, estabilització i protecció de la capa superior del sòl.
- Restauració vegetal amb plantes herbàcies i llenyoses (arbustives i arbòries).
 - a) Hidrosembra o sembra manual de plantes herbàcies.
 - b) Plantació de plantes llenyoses arbustives i arbòries a arrel nua, amb gleva de terra o amb test o malla de plàstic.

Esquema del procés de restauració d'àrees afectades per activitats extractives



2.2. Anàlisi i valoració de la problemàtica

2.2.1. Restauració del sòl.

La pràctica de l'extracció minera a cel obert condueix a la substitució dels materials consolidats i estratificats de l'estructura geològica per materials amorfs i en conseqüència a la total desaparició de la terra vegetal i capa humífera amb una profunda alteració física i química dels sòls. Els terrenys resultants són estèrils o de molt baixa fertilitat, sense matèria orgànica, molt mal estructurats i denudats. Els materials superficials del terreny s'endureixen i/o compacten, i difícilment hi penetra l'aire, l'aigua ni les arrels.

La manca de nutrients en els terrenys de restauració afecta negativament el desenvolupament dels vegetals; en algunes plantes pot impedir la floració i/o fructificació. Els vegetals troben moltes dificultats per a colonitzar els terrenys denudats, algunes espècies presenten poca vitalitat i ràpidament entren en procés de regressió.

Les característiques físico-químiques del sòl reconstituït han de posseir almenys les següents condicions:

Físiques:

- Gruix del sòl. Fondària del sòl variable, entre 10 i 20cm.
- Granulometria. Textura variable.
- Contingut d'aigua. Variable.

Químiques:

- pH. Entre 5,5 i 8,5
- Matèria orgànica. Valor mínim entre 1 i 3%.
- Nitrògen total. $>0,1\%$
- Relació C/N. De l'ordre de 20.
- Carbonats totals. $<60\%$
- Fòsfor assimilable. $>5\text{ppm}$.
- Potassi assimilable. $>200\text{ppm}$.
- Conductivitat. $<3\text{ms/cm}$. ($0,1\%$ de sòls solubles).

Cal formar i mantenir uns sòls que siguin suficientment evolucionats com per permetre el desenvolupament de comunitats vegetals més o menys estructurades. Solament amb una bona restauració dels sòls es pot pensar en portar a bon terme els resultats del procés. S'han de prendre en consideració tot un conjunt de mesures i accions continuades encaminades a l'establiment d'una coberta vegetal, que constitueixi un sistema estable. Per a això s'han de prendre aquelles mesures que permetin el desenvolupament d'un sòl fèrtil i evitin la seva degradació. La fertilització ha de consistir bàsicament en:

- a) Una aportació de matèria orgànica necessària per a la formació d'un horitzó superior orgànic, que permeti un bon desenvolupament de la vida vegetal. Es tracta de crear una estructura que afavoreixi els processos de pedogènesi encaminats a la formació d'un sòl forestal. Les aportacions de matèria orgànica hauran d'ésser suficients per a assolir valors de l'1 al 3% entre el primer i segon any posterior a la sembra herbàcia. S'han de considerar les aportacions orgàniques al medi (fems, purins, llots, etc.) i les internes produïdes per la biomassa dels mateixos vegetals desenvolupats a partir de les sèmbrs.
- b) Una aportació de nutrients minerals i oligoelements capaços de mantenir un desenvolupament òptim dels vegetals.

L'adobament dels sòls permet activar el creixement de les plantes, a fi que aquestes puguin cobrir i protegir el sòl. Facilita la colonització vegetal, la qual permet la lluita contra l'erosió a causa principalment de la producció d'una coberta aèria protectora i de restes vegetals. En els terrenys denudats la colonització sovint troba moltes dificultats, mentre que després d'un procés d'adobament s'indueixen i acceleren les etapes pioneres de la successió vegetal.

Prèviament a la sembra dels vegetals s'han de realitzar les accions superficials necessàries sobre els terrenys. S'ha d'evitar la compactació superficial després dels aglomerats de terres on sigui necessari. Per això s'ha d'efectuar una llaurada i escarificació superficial i reestrillar posteriorment.

D'altra banda cal també considerar la necessitat de la preparació prèvia de la capa superior dels sòls mitjançant l'estabilització i protecció superficial. L'estabilització es pot aconseguir amb extractes aquosos d'algues marines, polímers sintètics i emulsions bituminoses. L'aplicació d'un dels diversos tipus de *mulch* pot ésser necessària per a protegir la superfície del sòl: biomassa vegetal, pedres, graves, teixits, fems, asfaltatge, pel·lícula plàstica, etc.

Els objectius bàsics que es pretenen amb la restauració del sòl són: establir uns sòls aptes per al creixement dels vegetals i lluitar contra la degradació dels terrenys derivats de l'explotació minera com és l'augment de l'erosió i disminució de la fertilitat.

2.2.2. Restauració de la vegetació

Les accions dràstiques de les activitats d'explotació minera a cel obert condueixen a la desaparició total de la coberta vegetal. La revegetació i recolonització de les àrees denudades ha de partir dels primers estadis de la successió vegetal.

De manera que és aconsellable primerament efectuar una sembra amb les plantes herbàcies seleccionades i més endavant, si és el cas, la plantació de les espècies llenyoses, arbustives i arbòries. Aquest sistema permet assolir una maduració pedogènica dels sòls i segueix de forma accelerada el procés de reconstitució de la vegetació en àrees denudades.

Cal mantenir les comunitats herbàcies durant un període mínim de 2-3 anys, amb la finalitat de permetre i establir un enriquiment orgànic dels horitzons superiors del sòl. Alhora, les comunitats herbàcies poden millorar l'estructura dels sòls per acció mecànica de les arrels de les plantes. A llarg termini, aquestes comunitats vegetals permeten millorar l'estabilitat estructural i la taxa d'humus del sòl. S'ha de procurar que la composició florística de les comunitats vegetals sembrades sigui el més pròxim possible a les de l'entorn immediat dins el respectiu domini de vegetació, de manera que la major part de les espècies tinguin una presència perdurable i no pas fugissera.

És convenient que la sembra herbàcia es porti a terme amb diverses espècies, ja que els poblaments polispecífics sempre ofereixen millors resultats. La selecció d'espècies sempre s'haurà d'efectuar en atenció als factors biològics i ambientals de la zona, amb una composició el més a prop possible de les comunitats vegetals de l'entorn. S'han de considerar d'una banda espècies amb un bon aparell radical favorables a la retenció d'humitat i a l'estabilitat del sòl, com moltes gramínies (*Dactylis glomerata*, *Festuca ovina*, *Cynodon dactylon*, *Lolium perenne*, *Poa pratensis*, etc.) i d'altres que aportin nutrients, com les lleguminoses (*Lotus corniculatus*, *Vicia sativa*, *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*, *Medicago sativa*, *Onobrychis sativa*, etc.) que produeixen un important enriquiment nitrogenat

del sòl. La densitat de llavors a emprar dependrà de molts factors del medi (substrat, clima, etc.), si bé les òptimes oscil·len entre 10-20(25) gr/m² per a cada espècie o entre 30-60 gr/m² per a la barreja total.

A la barreja de plantes herbàcies s'hi poden afegir d'altres llavors d'espècies pròpies dels estrats arbustius i arbori, amb la finalitat d'accelerar el procés natural de successió reconstitutiva en la formació de la cobertura vegetal.

El desenvolupament de la coberta herbàcia crea les condicions adients per a prosseguir amb la plantació de plantes arbustives i arbòries. És convenient la plantació de plantes llenyoses, i molt especialment en aquells clapers que apareixen de forma natural en els prats i en les zones d'erosió dels vessants i talussos.

La revegetació permet:

- a) Disminuir l'arrossegament superficial de les aigües de pluja i augmentar la quantitat que se n'infiltra en el sòl.
- b) Reduir al mínim l'erosió del sòl i disminuir les pèrdues en humus i matèries nutritives del sòl.
- c) Augmentar la fertilització dels sòls, amb les aportacions de matèria orgànica.
- d) Protecció física i estabilització del nou relleu.

La conservació i manteniment de les àrees sembrades (adob continuat, reg, control fitosanitari, etc.) són necessaris per a mantenir el grau de productivitat del nou sistema natural restaurat.

L'establiment de parcel·les experimentals en la zona a restaurar permet efectuar un seguiment i estudi per a determinar els sistemes de restauració que ofereixen millors resultats. Les parcel·les permeten fer el seguiment de l'evolució de les sembres dutes a terme amb diferents barreges o mètodes i dels diferents factors ecològics que poden incidir sobre elles. En el seguiment s'han de considerar dades com:

- a) Evolució morfològica dels terrenys.
- b) Anàlisi físico-química del substrat.
- c) Aspecte i estructura de la vegetació.
- b) Llistes d'espècies i inventaris fito-sociològics.
- e) Espectre biològic.
- f) Evolució quantitativa de la població vegetal.
- g) Altres aspectes de la successió i dinàmica de la vegetació.

L'evolució de l'estructura i composició de la vegetació és un índex del grau de desenvolupament assolit en el procés de restauració. Entre altres raons, l'estudi d'aquestes parcel·les permet conèixer a temps les deficiències i alhora conèixer l'evolució a llarg termini de la cobertura de vegetació.

3. Conclusions

L'actual explotació antròpica dels recursos naturals implica la restauració dels sistemes afectats, i és necessari el retorn a un estat de productivitat. No podem permetre'ns l'opulència d'exhaurir un recurs i perdre la potencialitat de tornar a explotar-ne un altre de renovable que depengui directament o indirectament d'aquell.

És en aquest estat de la qüestió que es planteja la protecció i rehabilitació de les àrees afectades per activitats extractives. És imprescindible una esmerada gestió del procés de restauració que permeti la recuperació dels sistemes afectats. A Catalunya, la legislació del Parlament —Llei 12/1981, de 24 de desembre, «per la que s'estableixen normes addicionals de protecció dels espais d'interès natural afectats per activitats extractives»— obliga els titulars de les concessions mineres a restaurar els espais naturals mitjançant diversos mecanismes jurídics. Cal que les explotacions disposin d'un «Pla tècnic de restauració» aprovat per l'administració i econòmicament garantit. Com diu la Llei 12/1981, es tracta «de fer compatible les explotacions dins d'espais d'especial interès natural amb el manteniment de la qualitat d'aquests espais, i això per l'aplicació del principi de restauració».

Tot i que aquesta llei és el primer cos legal que fa referència a la protecció i rehabilitació d'àrees afectades per activitats extractives a l'Estat Espanyol, durant els darrers anys han aparegut altres disposicions d'àmbit estatal.

Fora de les activitats extractives, cal insistir en la necessitat de desenvolupar el marc legal adient que contempli la restauració dels sistemes naturals afectats pels impactes generats per les distintes activitats antròpiques.

En general els treballs de restauració han de dirigir-se a pal·liar l'acció de diversos factors que podrien impedir una revegetació eficaç, com poden ésser:

- a) Manca de substàncies nutritives (especialment nitrogen, fòsfor i potassi).
- b) Manca de matèria orgànica que es descompongui fàcilment.
- c) Excessiva compactació superficial del terreny que impedeix la germinació de les llavors i la posterior extensió del sistema radical dels vegetals.
- d) Erosió per acció de l'aigua i del vent (pèrdua de materials fins, llavors i adobs).
- e) Mínima capacitat del sòl per a retenir aigua (perill d'assecament de les plantes).
- f) Condicions microclimàtiques extremes (pèrdua d'aigua per evaporació i transpiració, així com danys directes causats a les plantes per la calor).
- g) Danys causats per l'home i els animals (trepig, ús indegut, etc.).
- h) Manca de llavors de les espècies òptimes a la zona en funció de llurs apetències ecològiques.

L'impacte produït per l'explotació dels recursos naturals pot donar lloc a l'aparició de nous elements a manipular que s'han d'aprofitar al màxim per obtenir la major diversificació dels sistemes naturals en restauració. Amb aquest objectiu cal reconèixer el canvi ambiental produït per la pertorbació, els processos geofísics derivats i la disponibilitat d'aigua i nutrients, així com d'espècies, per determinar el procés de restauració més adient en cada cas.

Una gestió correcta i esmerada del procés de restauració permetrà corregir l'impacte produït per l'explotació dels recursos naturals.

Cal respectar les característiques ambientals de la zona i emprendre els treballs de restauració necessaris compatibles amb els mitjans tècnics i el cost econòmic i social del procés. Es planteja doncs la necessitat d'aplicar una política de restauració eficient sobre tots aquells terrenys afectats per l'activitat antròpica.

Bibliografia

1. BOU J. 1987. La restauración de áreas denudadas afectadas por la explotación de los recursos naturales. Un caso concreto: la restauración de los terrenos derivados de la explotación a cielo abierto en el macizo del Pedraforca (Catalunya). Seminario el futuro de la gestión de los recursos naturales renovables en España. FAST-CSIC. Blanes.
2. Diversos. L'affectation des sols de carrières de granulats après exploitation. Unión Nationale des Producteurs de granulats. Maison de la Chimie. Paris.
3. Estudis i Monografies 3. 1979. Jornada de treball de zones denudades. Estudis i monografies de la unitat d'ecologia aplicada del Servei de Parcs Naturals i Medi Ambient. Diputació de Barcelona.
4. ETSIM. 1983. Tratamiento funcional y paisagístico de taludes artificiales. Trabajos de la Cátedra de Planificación ETSIH.
5. GARCIA RODRIGUEZ JJ. 1985. Guía para la restauración del medio natural afectado por la explotación de canteras IGME. Madrid.
6. LONG G. 1974. Diagnostic phyto-écologique et aménagement du territoire I et II. Masson et Cie. Paris.
7. MARGALEF R. 1974. Ecologia. Omega. Barcelona.
8. NOIRFALISE A. 1978. Protection et restauration des forêts en Europe. Société Royale Forestière de Belgique.
9. ODUM HT. 1971. Environment, Power, and Society. Wiley-Interscience. New York.
10. RELEA F. 1987. Recomanacions tècniques per a la restauració i condicionament dels espais afectats per activitats extractives. Departament de Política Territorial i Obres Públiques. Generalitat de Catalunya.
11. SLATYER RO. 1977. Les changements dynamiques dans les écosystèmes terrestres: modalités, techniques d'étude et applications à l'aménagement. Notes techniques du MAB 4. UNESCO.
12. TERRADES J. 1987. La resposta dels ecosistemes a les perturbacions en el context de la teoria ecològica, Quaderns d'Ecologia n. 10. Ecosistemes terrestres. Servei del Medi Ambient. Diputació de Barcelona.