



Manual per a la restauració de pedreres de roca calcària en clima mediterrani

Montse Jorba
V. Ramon Vallejo



Generalitat de Catalunya
Departament de Medi Ambient
i Habitatge



Manual per a la restauració de pedreres de roca calcària en clima mediterrani

ISBN 978-84-393-7672-9

I. Jorba, Montse, ed. II. Vallejo Calzada, Victoriano Ramón, ed. III. Catalunya. Àrea d'Avaluació i Restauració d'Activitats Extractives

1. Ecologia de la restauració _ Mediterrània (Regió)

2. Pedreres _ Aspectes ambientals _ Mediterrània (Regió)

504.53.06:679.8(262)

Abril 2010

Disseny i impressió: Gràfiques Inpub. Tel. 93 303 49 49

D.L.: B-56313-2007



Generalitat de Catalunya
**Departament de Medi Ambient
i Habitatge**

Direcció General de Qualitat Ambiental. Àrea d'Avaluació i Restauració d'Activitats Extractives.

Manual per a la restauració de pedreres de roca calcària en clima mediterrani

Coordinadors: Montse Jorba¹ i V. Ramon Vallejo^{1,7}

Autors: M. Jorba^{1,8}, G. Oliveira⁶, R. Josa², V. R. Vallejo^{1,7}, J. M. Alcañiz⁴, A. Hereter^{2,3}, J. Cortina⁵,
O. Correia⁶ i J. M. Ninot¹

Assessor tècnic: E. Serra⁹

¹ Departament de Biologia Vegetal. Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona

² Departament d'Enginyeria Agroalimentaria i Biotecnologia. Universitat Politècnica de Catalunya

³ Escola Superior d'Agricultura de Barcelona

⁴ Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals

⁵ Departament d'Ecologia. Universitat d'Alacant

⁶ Centro de Ecologia e Biologia Vegetal, Faculdade de Ciências. Universidade de Lisboa.

⁷ Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo

⁸ Fundació Bosch i Gimpera

⁹ Departament de Medi Ambient i Habitatge

Agraïments

Els autors volen agrair la col·laboració de l'àrea d'Avaluació i Restauració d'Activitats Extractives del Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Direcció General de Qualitat Ambiental de la Generalitat de Catalunya i especialment la inestimable participació i l'assessorament del Sr. Esteve Serra, responsable de l'àrea, que ha fomentat en tot moment el contacte amb els diversos centres de recerca i el sector extractiu.

Els autors també volen agrair la col·laboració de les següents empreses que han participat i han donat suport als diversos projectes que han donat lloc a aquesta publicació: Aricemex, SA; Bercontres, SA; Carbones de Berga, SA; Carbones de Pedraforca, SA; Canteras Roca, SL; Canteras La Ponderosa, SA; Cemex España, SA; Ciments Molins, SA; Lafarge, SA; Promsa; Secil, SA, i Uniland Cementera, SA.

Les persones següents han participat en els diversos projectes, tant en les campanyes de camp com en les determinacions de laboratori i la seva aportació ha possibilitat també l'edició d'aquest manual: N. Abat, R. Blasco, V. Carbassa, J. Castellà, A. Clemente, L. Ganzer, O. Grau, M. Gómez, E. Llop, J. Llopis, J. Monerris, A. Nunes, G. Ojeda, O. Ortiz, A. Pérez, A. Petit, A. Riera, J. Romanyà, P. Rovira, C. Rubio, S. Soliveres i M. Torbio.

Els autors

Pròleg

Les activitats extractives eliminen els sistemes naturals originals i modifiquen severament el paisatge. La reconstrucció d'aquests espais té com a problema principal l'obtenció d'una morfologia adequada per a la recuperació dels ecosistemes i d'un paisatge naturalitzat. La seqüència dels bancs d'explotació a les diverses cotes generen clots de difícil integració, si no es reconsideren els aspectes tècnics que condicionen la instal·lació de la vegetació.

Els coneixements sobre el comportament de moltes espècies mediterrànies són escassos. Per tant, les espècies presents en els ecosistemes que es volen reproduir no sempre presenten resultats satisfactoris en la revegetació, sigui per manca de desenvolupament de la tecnologia específica de sembra o plantació d'aquestes espècies, o sigui perquè no s'han acomplert correctament les especificacions per a la seva instal·lació. Aquestes limitacions fan que sovint la revegetació s'acabi portant a terme amb les espècies comercials tradicionals, de comportament més conegut, amb un resultat final poc integrat respecte al seu entorn.

El funcionament dels ecosistemes en les primeres fases del projecte de recuperació pot determinar de manera dràstica la seva evolució posterior i, per tant, aquestes fases són crítiques per a l'èxit final de la restauració. Al mateix temps, és en aquestes fases inicials quan administrativament, tècnicament i econòmicament és més viable concentrar l'esforç de restauració.

La recuperació de pedreres de roca calcària en clima mediterrani (amb precipitacions irregulars i escasses) és un cas extremament difícil de restauració ecològica, tant des del punt de vista científic com tècnic. Requereix, per tant, un esforç de recerca especial. Aquest document reuneix l'experiència dels autors al llarg dels darrers 20 anys de trajectòria en aquest àmbit, a través de diversos projectes patrocinats per les empreses del sector (6), per les administracions autonòmiques (2), per projectes del Pla nacional d'R+D+I (2FD97-1644-C03, REN2001-3297-C02, 4.3-236/2005/2-B; PRAXIS/PCNA/C/BIA/180/96) i per la Unió Europea (Ecoquarry LIFE04-ENV00195). El desig dels autors és que aquest manual sigui una eina de treball per als responsables de la restauració de les explotacions i que ajudi a millorar els resultats dels projectes de recuperació de pedreres.

Els autors

Índex

1. Introducció	7
1.1 Els objectius en la restauració de pedreres	7
2. Implementació I - El paisatge	9
3. Implementació II - El procés de restauració	13
3.1 Plantejaments generals	13
3.2 Plantejaments específics	13
3.2.1 La morfologia de l'àrea que cal restaurar	13
3.2.2 Els substrats	14
3.2.3 Les sèmres	15
3.2.4 Les plantacions	16
3.3 Alternatives	17
3.3.1 Restauració ecològica	17
Espadats i talussos rocosos irregulars	17
Talussos de pendent superior a 30°	33
Talussos de pendent inferior a 30°	58
3.3.2 Ús agrícola	78
Bancals o talussos amb pendent inferior a 8°	78
3.3.3 Ús forestal	83
Talussos amb pendent inferior a 11°	83
4. Control de qualitat	89
4.1 Control de la morfologia	89
4.2 Especificacions de qualitat dels substrats	89
4.3 Especificacions de qualitat de les llavors	91
4.4 Especificacions de qualitat de les plantes	94
5. Criteris i mètodes d'avaluació	99
5.1 A curt termini: resultats mínims aconsellables durant el procés de restauració	99
5.1.1 Morfologia, estabilitat i erosió	99
5.1.2 Substrat	100
5.1.3 Vegetació herbàcia i llenyosa	101
5.2 A mitjà termini: resultats mínims aconsellables al final pel període de garantia (al cap de 8-10 anys de l'inici de la restauració ecològica)	103
5.2.1 Avaluació de l'alçària de l'estrat llenyós	104
5.2.2 Avaluació de la densitat de llenyoses	104
5.2.3 Diversitat de llenyoses (individus no plantats)	104



1. Introducció

Aquesta guia recull l'experiència de 20 anys d'estudis sobre restauració de pedreres de calcària, a través de diversos projectes de recerca i convenis de col·laboració amb les administracions i les empreses del sector. En aquests projectes s'ha comptat amb la col·laboració de científics de diverses disciplines, tècnics de l'Administració amb una llarga experiència en el tema, i tècnics de les empreses explotadores que han aportat la seva experiència a peu de pedrera. Aquesta activitat ha culminat amb la realització del projecte LIFE EcoQuarry (2004-2007) on s'han posat en pràctica innovacions tècniques de restauració en forma de projecte pilot en diverses pedreres de la façana mediterrània espanyola i de Portugal, totes en condicions de clima mediterrani, però amb un ampli gradient de precipitació. Per tant, aquesta guia té un sòlid suport experimental. Per tal que la guia tingui la màxima utilitat, s'ha tractat de recollir el màxim ventall d'alternatives de restauració que es poden trobar a la pràctica en una pedrera de calcària. No totes les situacions considerades tenen un suport experimental en cada possible combinació de clima, pendent, substrat, espècies, etc. En aquests casos s'han proposat alternatives de restauració basades en el coneixement científic bibliogràfic, en l'experiència qualitativa acumulada i en l'extrapolació de resultats d'experiments en condicions semblants.

1.1 Els objectius en la restauració de pedreres

Taula 1.

Marc Legal

- Reial decret 2994/1982, de 15 d'octubre, sobre restauració d'espais naturals afectats per activitats extractives (BOE núm. 274 de 15.11.1982).
- Llei 12/1981, de 24 de desembre, per la qual s'estableixen normes addicionals de protecció dels espais d'especial interès natural afectats per activitats extractives (DOGC núm. 189 de 31.12.1981).
- Decret 82/2005, de 22 d'abril, del Consell de la Generalitat, d'ordenació ambiental d'explotacions mineres en espais forestals de la Comunitat Valenciana (DOCV núm. 4.993 de 26.4.2005).
- Decreto-Lei 227/82, de 14 de Junho, Reformulação e reunificação ambiental.
- Llei 3/1998, de 27 de febrer, de la intervenció integral de l'Administració ambiental (DOGC núm. 2598 de 13.3.1998).
- Conveni marc de les Nacions Unides sobre el canvi climàtic (www.unfccc.int): la revegetació es considera una activitat de mitigació del canvi climàtic.
- Conveni de Lluita Contra la Desertificació (www.unccd.int): inclou la recuperació de terres degradades.
- Conveni sobre Biodiversitat (www.biodiv.org): inclou la recuperació de la biodiversitat.

Els espais alliberats del procés extractiu es poden recuperar a partir de diversos objectius, emmarcats per la legislació vigent a diverses escales (vegeu la taula 1) i per les demandes específiques de l'entorn a través de la concertació amb les entitats locals i les administracions competents. Per tant, les alternatives de restauració poden ser múltiples en funció de l'ús que es proposi per a l'espai restaurat. Òbviament, tota l'estratègia de restauració i les tècniques associades han de respondre a l'objectiu de la restauració i l'ús específic planificat. A la figura 1 es presenta l'esquema de les grans alternatives genèriques per a la restauració de les pedreres. Aquesta guia se centra en les opcions de restauració paisatgística i ecològica, més acotades per l'espai circumdant a la pedrera. Les opcions de restauració fonamentalment recreativa són molt més obertes i, encara que poden ser compatibles amb una restauració ecològica, sovint pertanyen més a l'àmbit de la jardineria, del disseny urbanístic i de l'arquitectura.

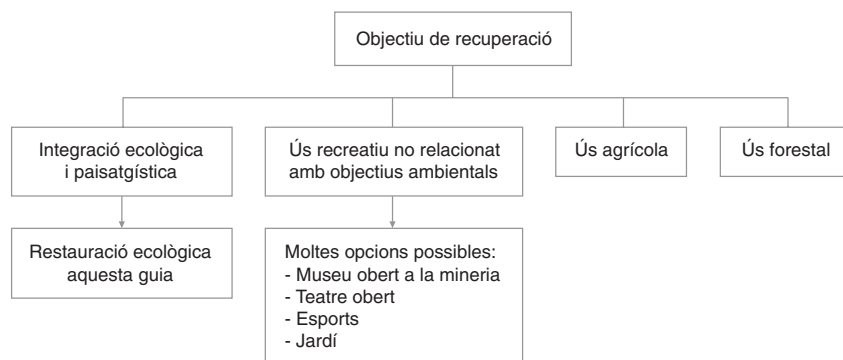
Per tant, el marc de referència de la restauració en aquesta guia és la integració ecològica i paisatgística (estètica i funcional) de la pedrera en el seu entorn geogràfic. L'espai explotat experimenta una profunda modificació del paisatge i de l'ecosistema: es modifica el relleu i els fluxos d'aigua, els sediments i els nutrients,

desapareix el sòl de forma pràcticament total, amb els seus components abiòtics i biòtics, desapareix la vegetació i les seves diàspores, i desapareix gran part de la fauna. En conseqüència, desapareixen els serveis ambientals que aportaria un ecosistema ben estructurat i funcional. Aquesta profunda transformació de l'espai explotat fa que no sigui possible una recuperació completa de l'ecosistema i del paisatge, i menys encara a curt termini. El procés restaurador ha de posar els elements necessaris per iniciar la reconstrucció dels ecosistemes i accelerar el procés (vegeu la definició de restauració ecològica: www.ser.org), utilitzant al màxim els recursos disponibles in situ com ara els sòls procedents del decapatge previ a l'explotació, els substrats de qualitat acceptable de la pedrera mateixa, les llavors locals de les espècies autòctones, etc.

Queden fora de l'abast de la guia els processos i els treballs estrictament miners, de càlcul i de construcció dels talussos per gestionar el runam o per restaurar-los. Aquestes activitats, que són pròpies de l'explotació, queden més aviat dins de les activitats mineres pròpiament dites que no pas dins de la restauració en si mateixa. Tanmateix, en aquesta guia es recullen alguns aspectes relacionats amb la construcció de talussos, especialment els que millorin la seva integració en el paisatge. Per aquesta raó no s'inclouen els procediments de càlcul de talussos estables (angle d'estabilitat, llargada, desnivell).

Figura 1.

Establiment dels objectius de recuperació d'una pedrera



El procés de restauració segueix una seqüència temporal amb variables de control crítiques en cada etapa i riscos específics associats al procés:

1. Disseny d'una geofорма harmònica amb el paisatge i creació del relleu final. El pendent i la creació de la xarxa de drenatge són els factors crítics en aquesta etapa.
2. Preparació, estesa sobre el terreny i estabilització del substrat.
3. Desenvolupament a curt termini d'una coberta vegetal suficientment protectora per evitar l'erosió del substrat recentment instal·lat.
4. Control d'espècies agressives i invasores que puguin comprometre la regeneració de l'ecosistema natural. Increment de la biodiversitat amb l'ús del màxim d'espècies autòctones de la zona.
5. Introducció de la vegetació llenyosa en nuclis de dispersió que a mitjà termini accelerin la colonització espontània de la vegetació i la fauna natural.

La guia s'organitza en una seqüència de fitxes que reproduïxen el procés de restauració esmentat. Al principi de cada situació (tipus de restauració, pendent, etc.) hi ha un esquema de les diverses fitxes que cal consultar ordenades segons el procés temporal de la restauració. Així mateix, al final de cada fitxa hi ha una indicació de la fitxa que cal revisar després. En alguns casos, també es relacionen unes fitxes direccionalment amb altres en determinats punts d'una mateixa fitxa, depenent de quina és la situació de què es disposa a la pedrera.

2. Implementació I - El paisatge



Figura 2.
Paisatge de referència. Nivells alterns de calcàries i margues amb matollar i pins dispersos. Serra de Montsià.



Figura 3.
Unitat dins el paisatge de referència de la fig. 2. Tartera enmig d'arbrat dispers entre el matollar. Serra de Montsià.

La proposta de restauració que es fa en aquesta guia es basa en la definició d'un nombre relativament limitat d'unitats que es poden implantar sobre els diferents elements morfològics (geoformes) que es construeixen durant el procés de restauració (talús, pedraplè, tarteres, etc.).

Tal com s'ha descrit en l'apartat anterior, els objectius de la restauració de pedreres poden ser molt diversos. Aquesta guia esbossa la restauració en un sentit més restringit: la integració de l'antiga pedrera en el seu entorn natural. En altres paraules: la zona restaurada, a llarg termini, hauria de mostrar la mateixa o més qualitat del paisatge que la zona que l'envolta. Perquè aquest objectiu sigui operatiu, cal procedir a definir: **A**, què s'entén per qualitat del paisatge local; i **B**, en quant de temps es pretén assolir els objectius esmentats.

A. S'han proposat diversos protocols per a la caracterització de la qualitat dels ecosistemes i del paisatge. Aquí es proposa una opció senzilla, abastable per qualsevol explotació amb els mitjans tècnics i un esforç mínims. De manera sintètica els passos que cal seguir són els següents:

1. Definir una banda de referència d'uns 5 km d'amplada al voltant de la pedrera. L'amplada d'aquesta zona es pot ajustar en funció de la topografia o els usos del sòl en zones adjacents, però en qualsevol cas ha de ser representativa de la regió geogràfica.
2. Identificar a partir de fotografies aèries recents i cartografia les diverses unitats de paisatge d'aquesta zona, en funció de l'estructura geològica, la topografia i la coberta vegetal, i la manera com estan disposades

(dimensions mitjanes, separació, disposició espacial, etc., per exemple, figures 2 i 3). En aquesta fase és convenient disposar de cartografia digital i de sistemes d'informació geogràfica.

3. Comprovar la classificació feta en l'apartat anterior i definir una classificació i una estructura definitiva a partir de visites de camp i de la consulta d'alguna altra informació disponible (per exemple, mapes litològics, inventaris d'espècies, consultes locals, etc.).

Exemple d'unitats de paisatge que es poden identificar en el procés de caracterització del paisatge de referència.

- Alzinar amb sotabosc dens i arbres caducifolis aïllats en vessants obacs.
- Espartar amb arbustos aïllats.
- Garriga amb abundants afloraments rocosos.
- Camps agrícoles abandonats, en fases inicials de successió, i plantes llenyoses en els marges.
- Etc.

4. A partir de la informació anterior, descriure les característiques de les diverses unitats de paisatge basant-se en la seva composició florística, estructura i presència d'espècies i poblacions emblemàtiques, rares o en perill d'extinció. Es recomana obtenir almenys la informació següent de no menys de 10 zones no contigües per unitat de paisatge:

- Llista d'espècies vegetals presents.
- Llista d'espècies vegetals i animals emblemàtiques, rares o en perill d'extinció (especialment les espècies que tenen alguna figura legal de protecció).
- Abundància de les espècies més comunes, a partir de transectes de vegetació o altres mesures quantitatives.
- Descripció de l'estructura de la vegetació (densitat d'individus de les espècies dominants, alçària, distribució espacial).

5. Elaborar uns rangs de referència per a cada unitat del paisatge amb les dades obtingudes en el pas anterior.

Figura 4.

Registres de diverses característiques d'una unitat de paisatge emprades per a la caracterització d'una unitat de referència en la restauració. Per a cada variable es mostren les dades observades (línies transversals negres) i el rang acceptable (línies horitzontals de color).

Densitat espècie X



Densitat espècie Y



Alçària espècie X



• • •



6. Dissenyar l'obra identificant les unitats que s'hi representaran, i distribuint-les en l'espai d'acord amb les característiques de les diverses zones de la pedrera i de l'entorn.

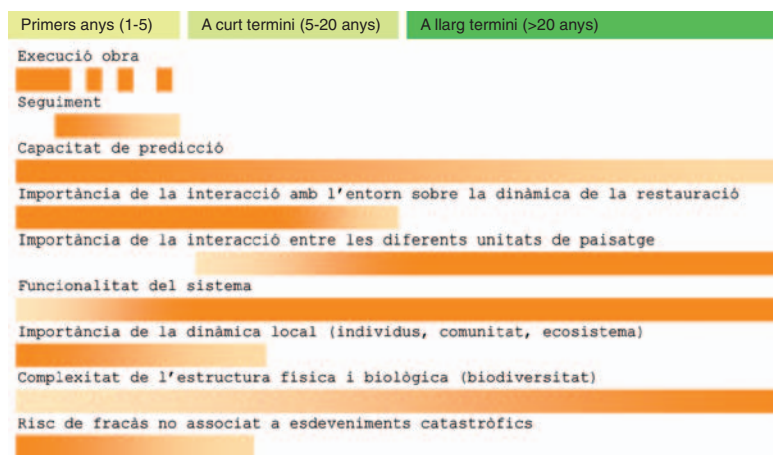
Possible problema: l'entorn de la pedrera mostra una baixa qualitat ambiental (zones urbanitzades, altres pedreres, zones erosionades, industrials, etc.). Òbviament no cal recrear aquest tipus de paisatge, sinó aprofitar la restauració de la pedrera per millorar-lo (cal destacar que en aquestes circumstàncies l'impacte de la restauració pot ser més notori per al públic). En aquest cas, cal buscar el paisatge de referència en llocs més distants, o acudir a la bibliografia i a les demandes de la societat per identificar-lo.

B. L'espai de temps per aconseguir un paisatge final de qualitat depèn de les condicions de la pedrera, de les característiques del medi i de les característiques de l'entorn. En seccions posteriors d'aquesta guia es presenten propostes de restauració ajustades a les condicions de la pedrera, on el lector podrà obtenir protocols de restauració i propostes de seguiment dels resultats. En les condicions menys limitants per al desenvolupament de la vegetació (superfícies planes amb sòls profunds i de bona qualitat) cal esperar que la recuperació de la coberta vegetal sigui més ràpida (i el risc d'invasió i de dominància d'espècies no desitjades, d'altra banda, més gran). Quant a les característiques del medi, els medis semiàrids, menys productius, més variables i més sensibles a variacions interanuals de les condicions climàtiques, trigaran més a reconstruir-se. Finalment, si l'entorn de la pedrera ha preservat la seva integritat i la frontera entre la zona explotada i la zona no alterada és tortuosa i irregular, cal esperar que la restauració, entesa com a integració en l'entorn, progressi més ràpidament. Tenint en compte aquestes diferències, podem identificar tres marcs temporals en la restauració:

1. Un marc immediat, en què es duen a terme les diverses accions planificades. L'objectiu d'aquest marc és la formació del relleu i les unitats identificades, l'establiment de la vegetació i la protecció del sòl. Aquest marc està completament sota el control de l'obra, que ha de garantir la qualitat de planificació i d'execució.
2. Un marc a curt i a mitjà termini, on el que es pretén és generar un sistema amb uns nivells mínims de composició i de funcionament. Aquest marc és el resultat de la qualitat del treball anterior i de les condicions immediatament posteriors. El grau de control és elevat, i ha de considerar la possibilitat d'intervencions complementàries per corregir errades de planificació i intervencions fallides.
3. Un marc a llarg termini, on l'objectiu és que la zona restaurada no sigui essencialment diferent de les zones adjacents. El grau d'incertesa en aquest nivell és elevat, perquè no només depèn dels resultats de la gestió anterior, sinó també d'altres factors com les variacions climàtiques, la presència de perturbacions (condicions climàtiques extremes, foc, plagues, etc.), de la mateixa dinàmica complexa dels ecosistemes i del paisatge, i de canvis en les prioritats de la societat.

Figura 5.

Il·lustració gràfica dels diferents marcs temporals de la restauració de pedreres i de la importància relativa de les diverses fases de l'obra i de les característiques del paisatge resultant. Les xifres donades per als diversos períodes depenen de les condicions de la pedrera, tal com s'explica en el text.





3. Implementació II - El procés de restauració

3.1 Plantejaments generals

Atès que l'àmbit d'aquest manual se centra en la integració d'aquests espais en el seu entorn natural, s'han considerat les següents orientacions de la restauració: ecològica, ús agrícola i ús forestal.

S'ha considerat que el pendent i el tipus de substrat limiten i condicionen les diverses actuacions de revegetació i això s'ha recollit en les fitxes temàtiques de cada alternativa.

El procés de restauració ha d'incloure els passos següents:

- Pas 1. Obtenció de la morfologia i el sistema de drenatge (fitxes A)
- Pas 2. Obtenció dels substrats (fitxes B)
- Pas 3. Les sèmbrs (fitxes C)
- Pas 4. Les plantacions (fitxes D)
- Pas 5. Manteniment (fitxa E)

En total, el manual consta de 5 situacions possibles per a la restauració ecològica:

- Espadats o talussos pedregosos irregulars
- Talussos amb pendent superior a 30°
 - Substrat pedregós
 - Substrat fi
- Talussos amb pendent inferior a 30°
 - Substrat pedregós
 - Substrat fi

La bibliografia específica recull la necessitat de disposar d'espais amb pendents moderats per obtenir bons resultats de restauració. Des dels diversos organismes responsables es promouen pendents inferiors a 30°, però s'ha inclòs la situació amb pendent superior, atès que moltes zones en fase de restauració estan regulades per programes de restauració antics on s'acceptaven aquestes situacions.

3.2 Plantejaments específics

3.2.1 La morfologia de l'àrea que cal restaurar

L'explotació minera a cel obert modifica la geomorfologia de l'espai de l'explotació (canvi de formes): la xarxa hidrogràfica, el pendent i l'estabilitat dels vessants preexistents se substitueixen per noves configuracions amb noves característiques. En segon lloc, s'afecten els processos que es desenvolupen sobre aquestes formes: erosió i sedimentació de partícules i tota la dinàmica de l'aigua.

En definitiva, no només es creen uns espais degradats, amb una morfologia nova i dinàmiques pròpies, sinó que es crea un espai singular, dissemblant del seu entorn. La restauració d'aquests espais molt sovint passa per la creació d'una nova geomorfologia. Comporta l'estructuració d'una xarxa de drenatge adaptada a les noves condicions morfològiques, que sigui eficaç i sense riscos; i igualment implica la creació de vessants geomorfològicament estables i dotats d'un medi de creixement per a les plantes.

Per al bastiment d'aquests elements morfològics, cal aplicar els criteris constructius habituals, que els responsables de les explotacions ja coneixen prou bé. Es poden sintetitzar dient que es tracta de realitzar els treballs necessaris per assolir l'objectiu de mantenir la seguretat per a les persones, en tot moment i en qualsevol punt de l'explotació. Òbviament, cal assolir aquests objectius de seguretat durant la fase funcional, però també un cop abandonada l'explotació.

A més a més d'aquest objectiu de seguretat, la legislació actual obliga a aplicar mesures correctores dels impactes ambientals que es generen com a conseqüència de l'explotació. Entre aquestes mesures hi ha la introducció de vegetació en els nous espais, condicionada per l'estabilitat de les formes construïdes, per la similitud dels nous espais amb l'entorn de l'explotació (gens o poc modificat) i per l'existència d'un medi de creixement de la vegetació capaç de complir amb la funció de mantenir-la.

En aquest document s'intenten aportar alguns criteris i pràctiques que complementen els criteris constructius dels talussos (terraplens, pedraplens, etc.), i que poden utilitzar-se, a criteri del tècnic responsable de la restauració, per millorar la integració de l'àrea minera en el seu entorn un cop acabada la vida útil de l'explotació. Aquests criteris en cap cas substitueixen les normes de seguretat constructives. Estan pensats com a complement d'aquestes normes i pràctiques, perquè si s'apliquen durant la construcció de pedraplens i de talussos, els elements de la morfologia final s'adeqüin millor a les necessitats dels treballs de restauració en general i de la revegetació en particular.

Pràctiques generals de construcció i de protecció per a qualsevol tipus de geoforma

La recuperació de la geomorfologia comporta sovint la necessitat de gestionar volums importants de material de rebuig que s'han d'instal·lar dins la zona d'explotació.

La creació de noves formes del relleu (geofomes) es fa d'acord amb els tres principis següents:

1. Estabilitat geotècnica màxima, inclòs el risc sísmic moderat.
2. Gestió adequada de les aigües aflorades o pluvials.
3. Protecció de les geofomes i control de l'erosió com a conseqüència de les precipitacions excepcionalment intenses.

Tot això ha de ser compatible amb les exigències d'estabilitat de la coberta edàfica necessària a l'establiment de vegetació.

Les condicions d'estabilitat geotècnica es poden observar a la zona circumdant a l'explotació. Són una bona referència per al disseny de les noves geofomes: la presència i l'alçària dels talussos naturals, l'angle d'inclinació dels vessants estables i sense erosió i les característiques de la xarxa de drenatge preexistent.

La bona gestió de l'aigua aflorada a l'explotació és imprescindible per mantenir l'estabilitat dels talussos pròxims i per evitar-hi moviments en massa. La xarxa interna de drenatge de l'explotació ha de recollir aquestes aigües i ha d'evacuar-les d'una manera segura a la xarxa de drenatge regional. També s'ha d'evitar l'entrada de l'aigua d'escolament de les precipitacions ordinàries als talussos, ja sigui amb rases perimetrals ja sigui amb cordons de material terrigen prou consistents.

Les aigües de les precipitacions excepcionalment intenses (per exemple, les de tardor) que generen fenòmens d'erosió que degraden el talussos (esllavissaments, xaragalls o *rills*) i requereixen una altra gestió, han de ser degudament recollides i canalitzades cap a la xarxa general de drenatge. Com a conseqüència de l'erosió de partícules fines dels talussos, aquestes aigües s'enterboleixen i, per tant, la xarxa de drenatge ha d'estar dotada de basses de sedimentació per a la decantació dels fins en suspensió abans de la seva evacuació a la xarxa general. La xarxa de drenatge s'ha de dimensionar prenent com a referència un període de retorn de 500 anys, o el que disposi en cada moment la legislació aplicable o l'Administració.

3.2.2 Els substrats

Una vegada s'ha establert la morfologia de les diverses unitats de la pedrera que cal restaurar, s'ha de proporcionar un substrat edàfic que permeti el desenvolupament del tipus de formació vegetal desitjat. En determinats casos pot haver-n'hi prou amb el mateix material de rebuig de la pedrera, amb un control previ que en determini les característiques, tot i que habitualment caldrà preparar uns substrats que tinguin les propietats físiques i la capacitat de subministrament de nutrients adequats per a les plantes que es vol que es desenvolupin. Sempre que sigui possible, s'ha de procurar l'aprofitament del sòl natural de la zona disponible a

partir del decapatge previ a l'explotació, conservant-lo en bones condicions i restituint-lo com a terra vegetal en les superfícies restaurades.

Molt sovint els sòls de les pedreres són esquelètics, molt pedregosos i pobres en nutrients. Per tant, la restauració ecològica no ha de pretendre crear substrats molt fèrtils, gruixuts o amb molta terra fina si es vol que es desenvolupi una vegetació semblant a la que hi havia de manera natural. Per contra, quan es volen restablir camps de conreu, crear pantalles verdes o estabilitzar talussos amb vegetació, el sòl haurà de tenir un gruix i una fertilitat suficient.

És convenient aprofitar els materials de rebuig mineral de l'explotació mateixa sempre que siguin adequats com a materials formadors de sòls. Un pas imprescindible és disposar d'una informació analítica (vegeu l'apartat 4.2) per conèixer-ne les característiques i poder cercar les esmenes més indicades. A més dels paràmetres esmentats, cal controlar que els materials de rebuig no continguin residus com ferros, plàstics, vidres, pneumàtics, runa, etc. i que no estiguin contaminats per lubricants, fuites de combustibles, etc.

Per tal de millorar la fertilitat química i biològica dels substrats pot ser convenient afegir adobs orgànics (fangs de depuradora, compost de diversa procedència, fems) o restes vegetals procedents d'un decapatge o una estassada recents.

A la fitxa B1 s'explica com calcular les proporcions d'esmena que cal incorporar a un material de rebuig per obtenir un substrat que reuneixi unes condicions de fertilitat adequades. D'acord amb l'esquema general d'aquesta guia, s'han previst 7 tipologies de substrat que responen a les situacions més freqüents en la restauració de pedreres de calcària. Les condicions que han de reunir aquests diferents tipus de substrats s'expliquen en forma de fitxes on es donen orientacions per a un control final de qualitat del substrat. El control s'ha de realitzar quan ja s'ha col·locat el substrat sobre el terreny.

3.2.3 Les sèmres

Les sèmres tenen diverses finalitats. La coberta vegetal redueix l'escolament superficial i l'erosió. En condicions susceptibles de presentar processos erosius importants (talussos de fort pendent amb substrats molt erosionables), les sèmres inicials tenen com a objectiu principal la fixació de substrat i se solen utilitzar espècies de creixement ràpid on les gramínies tenen un paper rellevant. L'increment de la biodiversitat i la instal·lació de les espècies autòctones que promoguin l'evolució dels ecosistemes naturals (successió secundària) ha de ser també l'objectiu de la revegetació i, en conseqüència, també de les sèmres. Així doncs, és important que les espècies estàrter (colonitzadores) no arribin a limitar l'establiment de les espècies característiques d'estadis més avançats de la successió. L'ús d'espècies estàrter anuals o que persisteixin poc en les zones sembrades pot donar cobertes vegetals inicials importants i posteriorment permetre la introducció espontània o forçada de les espècies presents als ecosistemes naturals de referència.

Les propostes de sembra d'aquest manual tenen com a finalitat promoure la diversitat de la vegetació emprant el màxim nombre possible d'espècies dels ecosistemes que es volen reconstruir i, per tant, els resultats s'han d'avaluar en aquesta perspectiva. Per això s'inclouen mètodes i criteris d'avaluació específics per a cada fase del procés de restauració ecològica. Les llistes d'espècies són recomanacions que cal contrastar amb les espècies recollides en el programa de restauració acceptat per l'organisme competent i amb els ecosistemes de referència que es volen reproduir. Algunes de les espècies considerades són cosmopolites, presents en moltes comunitats vegetals, i s'han inclòs per la seva capacitat de generar recobriment vegetal. Les lleguminoses tenen una funció de fertilització del substrat per la seva capacitat de fixar nitrogen atmosfèric, amb la qual cosa se'n recomana la incorporació en les sèmres, especialment en substrats pobres en nitrogen. Moltes de les espècies que es proposen no estan regulades per cap reglament tècnic de control i certificació de les seves llavors i es proposen criteris de control de qualitat dels lots per suplir aquesta mancança.

3.2.4 Les plantacions

L'objectiu principal de les plantacions a les pedreres, en el context de la restauració ecològica, és accelerar la successió recreant la composició, l'estructura i la funció de l'ecosistema de referència (el que representa el paisatge que envolta l'àrea que es vol restaurar o el paisatge preexistent). S'entén que aquesta combinació d'estructura i funció ha de ser capaç d'aportar una sèrie de serveis a la societat (com depuració de l'aigua, control hidrològic, protecció del sòl, etc.). Amb freqüència, les comunitats de referència en l'àmbit mediterrani inclouen espècies llenyoses, arbres i arbustos, sigui dominant la coberta vegetal, sigui com a taques de vegetació llenyosa en una matriu d'herbàcies, llenyoses de dimensions reduïdes (subarbustos) i sòl nu.

Els ecosistemes, fins i tot els aparentment més senzills, constitueixen una complexa xarxa d'interaccions dinàmiques: reconstituir-los completament partint de zero no és possible. Però hi ha mitjans que poden facilitar l'assemblatge de diverses parts de l'ecosistema i la reorganització espontània de la resta. La introducció de plantes llenyoses té un objectiu doble. D'una banda, recuperar aquestes espècies, sovint emblemàtiques i fonamentals per al funcionament de l'ecosistema. De l'altra, promoure el seu paper d'espècies clau, d'espècies que poden atraure'n d'altres, i contribuir de manera significativa a restablir la integritat de l'ecosistema.

La vegetació mediterrània es caracteritza pel seu creixement relativament lent i de pauta estacional. La colonització espontània de les espècies llenyoses també és lenta, per manca de llavors, absència d'agents dispersants de llavors (com algunes aus) o per la duresa de l'ambient (sòls de poca qualitat i condicions meteorològiques desfavorables). Amb la plantació es pretén resoldre aquest coll d'ampolla que representa la fase de colonització, introduint plantes seleccionades i creant millors condicions per al seu establiment.

D'altra banda, les plantes introduïdes han de donar lloc a una comunitat funcional que requereixi una intervenció posterior mínima (en tot cas, un nivell d'intervenció anàleg al de l'ecosistema de referència). Per això, la plantació ha de treballar simultàniament amb una perspectiva temporal immediata (que garanteixi la supervivència de prou plantes i la presència de prou espècies) i una visió a llarg termini (representada per un ecosistema sostenible en els termes descrits més amunt).

A més d'una millor integració paisatgística i ecològica, la plantació d'espècies locals ofereix altres avantatges importants: són espècies adaptades a les condicions edàfiques i climàtiques, i també a agents biòtics presents (insectes pol·linitzadors, herbívors, micorizes, plagues potencials, etc.), de la zona que es vol recuperar. En conseqüència, són les que millor garanteixen una successió sostenible de la nova comunitat vegetal. Les plantacions també són necessàries per introduir espècies de difícil introducció per llavor.

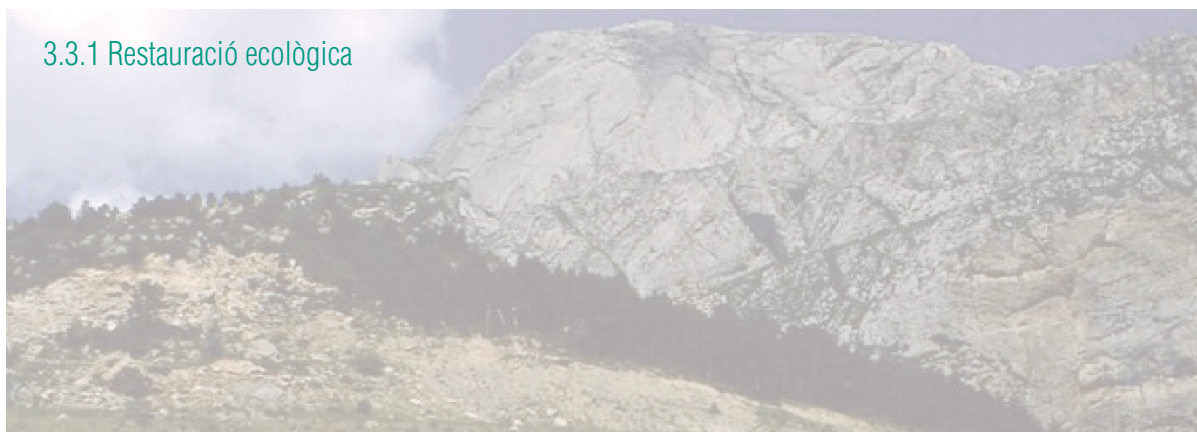
Els criteris per definir la composició i la densitat de les plantacions es basen, sens dubte, en els sistemes de referència. S'ha d'afavorir la diversitat de les espècies (tipus funcional, formes d'ocupació de l'espai, interacció amb la fauna), tenint en compte les respectives respostes a les condicions adverses o a pertorbacions naturals com el foc (capacitat de supervivència, de competència, de rebrot, etc.), així com els requeriments o condicionants específics de la zona a restaurar (substrat pedregós, pendent). En aquest context, les propostes de plantació es presenten segons els diversos tipus de situacions.

Per aquestes raons, a continuació es descriuen mètodes i criteris d'avaluació específics per a la plantació d'espècies llenyoses a les pedreres. Les llistes d'espècies són recomanacions que cal contrastar amb les espècies recollides en el programa de restauració acceptat per l'organisme competent, i amb els ecosistemes de referència que es volen reproduir. Moltes de les espècies que es proposen no estan regulades per cap reglament tècnic de control i certificació. Per aquests casos, es proposen criteris de control de qualitat de les plantes basats en l'experiència de planters forestals i la normativa vigent.

Cal considerar que la introducció de plantes per sembra i plantació en talussos amb pendent fort es podrien abordar amb una gran varietat de tècniques de bioenginyeria que no es tractaran en aquesta guia. Tanmateix, no se'n descarta la possible utilització en les situacions més difícils, encara que el seu cost és molt més elevat que el de les tècniques que es proposen en aquesta guia. Es pot trobar una referència a la restauració de talussos amb mètodes de bioenginyeria al treball de Mataix (2003).

3.3 Alternatives

3.3.1 Restauració ecològica



Fitxa A1. Morfologia

Sense substrat

Morfologia de la unitat: paret

Pendent molt fort (> 70°)

Terreny amb molt pendent, fins i tot vertical, però mai forma angles inversos.

S'hi inclouen els fronts dels bancs d'exploració que queden després de la fase d'exploració i les parets dels talussos.



Objectius

- Adequar una paret formada durant l'exploració de la pedrera perquè es pugui integrar en el seu entorn.

Accions que cal evitar

- Eliminar de manera excessiva els bancs d'exploració intermedis a fi de no generar parets massa llargues.
- Abordar les tasques de restauració si no hi ha els sistemes de protecció del talús i de gestió de l'aigua corresponents.

Aspectes relacionats amb la fase de construcció

- La paret dels talussos, preceptivament, no pot tenir més de 40 m sense bermes intermèdies, això sempre que el front sigui estable i no sobrepassi la vertical. No obstant això, és molt difícil integrar parets de talús de més 10 m d'alçada.
- Hi poden haver raons científiques (interès geològic o paleontològic), culturals (interès arqueològic), paisatgístiques, de seguretat (control d'incendis), d'accessibilitat (present o futura), lúdiques (escalada), etc., per conservar alguna paret vertical del talús. En aquest cas caldrà fer els treballs necessaris per adequar la paret a aquesta finalitat i garantir-ne les condicions de seguretat per a l'ús.

Estabilitat geotècnica

- La preceptiva, que en aquest cas inclou el sanejament de la paret.

Seguretat postexploració

- És imprescindible haver-ne fet el sanejament a mesura que progressa l'obra.
- Cal prendre les mesures de precaució necessàries en cada cas per garantir la seguretat de persones i la no-afectació desfavorable a les explotacions contigües o a l'entorn; pot ser necessari un tancat perimetral.
- Disseny d'una berma o una mota per retenir blocs i pedres caigudes. La proposta de disseny depèn de l'alçada de la paret. Algunes referències poden ser:

Amplada mínima de berma = $4,5 + 0,2 \cdot H$ (tot en m; H = alçada paret)

Alçada mínima berma = $1 + 0,04 \cdot H$ (tot en m; H = alçada paret).

Poden aplicar-se altres criteris:

Mides mínimes per a la construcció de bermes de retenció de caiguda de blocs (m).

Alçada de banc	Amplada zona d'impacte	Alçada de berma	Amplada de berma	Amplada mínima de banc
7,5	1,5	0,8	2	3,5
15	5	1	3	8
30	7	1	3	10

Protecció del talús i gestió de l'aigua de precipitacions intenses

- Si la paret està en el límit de l'explotació, és preceptiu evitar l'entrada d'aigua d'escolament a l'explotació, amb rases de guarda necessàries, adequadament distribuïdes i connectades a la xarxa hidrològica general.
- Cal evitar la caiguda d'aigua per la paret.

Control de l'erosió

- Si el front d'explotació talla un aqüífer, cal reduir la pressió freàtica per evitar el col·lapse de les capes susceptibles de disgregar-se.

Impacte visual

- Pot ser d'interès paisatgístic integrar la zona més alta de la paret del talús en l'entorn, reduint-ne el pendent en la part superior de la paret, en un o en diversos trams.
- Cal aportar, de forma geotècnicament estable, substrat de revegetació a la capçalera i a la base de la paret per facilitar la introducció de vegetació.
- Conservar la línia de l'horitzó pot ajudar a reduir l'impacte visual des de les vies d'accés, les zones transitades o poblades.
- Cal preveure la possibilitat d'introduir irregularitats que trenquin la monotonia i la regularitat dels bancs d'explotació, tant vertical (fent parets verticals sinuoses) com horitzontal (habitualment estrats) especialment si tallen de forma obliqua l'estratificació.
- Es poden crear petites discontinuïtats a la paret que permetin, en el futur, la nidificació d'ocells i la colonització de plantes espontànies.

Anar a
B1

Fitxa A2. Morfologia

Sense substrat (o substrat molt pedregós, amb blocs)

Morfologia de la unitat: tartera, esbaldregall

Pendent > 30°

Talús de blocs, pedres i graves, amb predomini dels primers, que pot estar adossat o no a una paret de roca vertical o subvertical



Objectius

- Crear un talús de pendent fort (> 30°), format per blocs, per pedres i per graves, amb predomini dels dos darrers.

Accions que cal evitar

- Abordar les tasques de restauració si no hi ha els sistemes de protecció del talús i de gestió de l'aigua corresponents.

Aspectes relacionats amb la fase de construcció

Dimensions

- Estabilitat geotècnica que compleixi la legalitat vigent.

Tècnica constructiva

- La construcció de petits pedraplens dins del talús pot trencar la uniformitat i millorar el rendiment de la restauració.
- La inclinació de la base de la plataforma sobre la qual es construeix el talús ha de ser < 20° (recomanat).

Forma del talús. Perfil longitudinal

- Angle superior a 30° respecte de l'horitzontal.
- Pot ser mixt: paret i talús.

Forma del talús. Perfil transversal

- És recomanable no fer-lo rectilini, sinó ondulat, deixant espais còncavs que puguin concentrar l'escolament superficial i connectar-lo a la xarxa de drenatge.

Protecció del talús i gestió de l'aigua de pluges intenses

Gestió de l'aigua a l'explotació

- Construir una xarxa de desguassos i d'evacuació segura de l'aigua a punts més baixos de la xarxa de drenatge natural (fig. 6).
- Crear basses de decantació de fins abans d'anar a xarxa natural.

Control d'entrada aigua d'escolament al talús

- Construir una xarxa de drenatge perimetral, defensiva del talús per evitar l'entrada d'aigua d'escolament superficial. Alternativament, fer cordons de runa superiors de protecció dels talussos.
- Construir desguassos de camins que evitin l'entrada d'aigua al talús.

Gestió de l'aigua al talús

- Aquest tipus de talús es pot utilitzar de manera estratègica en àrees d'antics elements de la xarxa de drenatge amb risc que reapareguin.

Gestió de l'aigua al peu del talús

- L'aigua pot arribar a la base de la unitat amb molta energia cinètica i pot ser, per tant, molt erosiva.
- Pot ser recomanable la creació de basses de decantació de fins al seu peu.

Seguretat postexplotació

- Cal prendre les mesures de precaució necessàries en cada cas per garantir la seguretat de persones i béns i la no-afectació desfavorable a les explotacions contigües o a l'entorn.
- Cal instal·lar indicacions de perill, tancat perimetral, o el que disposi la llei en cada moment.

Control de l'erosió

- Un cop garantida l'estabilitat geotècnica del talús, aquest material és poc susceptible a l'erosió.

Impacte visual

- Per reduir l'impacte visual, els talussos han de tenir unes dimensions que siguin assimilables a les del seu entorn.

Anar a
B1



Fitxa B1. Substrat

Substrat a la base

Morfologia de la unitat: motes o cordons de terres

Motes i cordons de terra a la base de fronts rocosos per instal·lació de pantalles visuals.

Inclou la construcció de talussos molt pedregosos (tarteres).



Objectius

- Obtenir substrats adequats per al desenvolupament de la vegetació de pantalles visuals i illes de vegetació en talussos molt pedregosos.

Accions que cal evitar

- Abordar les tasques de reposició de substrat si no hi ha els sistemes de protecció del talús i de gestió de l'aigua corresponents.
- Barrejar quantitats d'esmena orgànica en excés que poden contaminar per lixiviació les aigües superficials i els aqüífers.
- Emmagatzemar les esmenes orgàniques, especialment fangs de depuradora, en llocs no condicionats per evitar problemes ambientals i sanitaris.

Condicions geomorfològiques

- Amplada de base mínima: 2 m.
- Alçària cordons: variable, d'1 a 2,5 m.
- Perfil del cordó: triangular isòsceles de $< 38^\circ$.
- Perfil de peus de front: triangle rectangle.
- La base sempre ha d'estar en una superfície estable.

Matèries primeres pel substrat

- Cal disposar d'una analítica bàsica (vegeu l'apartat 4.2).
- Terres importades.
- Rebuïgs moderadament pedregosos.
- Evitar terres molt llimoses o arenoses.

Esmenes

- Cal disposar de les dades analítiques (vegeu l'apartat 4.2).
- Restes vegetals de decapatges, compost, fems o fangs de depuradora.
- Fertilitzants minerals.

Requeriments del substrat (valors finals de la mescla de matèries primeres i esmenes)

- Es recomana un substrat de fertilitat mitjana-alta.
- Elements grossos: $< 50\%$.
- Matèria orgànica: 1% . La quantitat de matèria orgànica afegida no ha de representar un increment superior a l' 1% respecte de la terra fina (fracció < 2 mm) del substrat.
- Salinitat < 3 dSm⁻¹.

Preparació de les mescles de materials minerals i esmenes orgàniques

- Cal seguir les indicacions de l'apartat de dosificacions.
- És important que les esmenes quedin ben incorporades i cal fer diversos voltejos (3 com a mínim).
- Es recomana col·locar les mescles en el lloc definitiu en forma de mota o de dipòsit de peu de front a mesura que es van preparant.
- És convenient preparar la mota a finals d'hivern, època en què són poc freqüents les pluges intenses que podrien fer malbé les piles.
- Deixar reposar les mescles un mes abans de realitzar les plantacions.
- Si després de fer les mescles no es poden dipositar en el lloc definitiu, es poden reservar en piles aïllades que no superin els 4 m d'alçària o en bancs d'alçària < 2,5 m, i fer voltejos periòdics si han d'estar emmagatzemades durant un període superior a 1 any.

Col·locació del substrat

- En forma de mota o de cordó d'1 m a 2,5 m d'alçària.
- En el peu d'un front rocós, alçària mínima 2 m i màxima 5 m.
- En cas de despenjaments de pedres del front, es pot avançar la mota uns metres respecte del front rocós com a barrera protectora (vegeu la fitxa A1).
- Cal tenir en compte l'assentament del material abans de la plantació (12 mesos aproximadament).
- Intercalar dipòsits de substrat d'1-3 m³ entre els blocs de talussos molt pedregosos (tarteres) per potenciar la instal·lació d'illes de vegetació.

Control de qualitat i manteniment

Prendre una mostra representativa del substrat al cap de 2 anys de la construcció de la mota. Quan es disposi dels resultats analítics, fer les correccions necessàries en funció dels resultats.

Dosificacions

Dades necessàries

- Volum del substrat que cal restaurar m³: superfície (m²) i gruix (m).
- Densitat aparent del material que esmenable: tones material / m³ o kg material / m³.
- Percentatge de terra fina (TF < 2 mm) del material esmenable: kg TF / 100 kg material.
- Percentatge de matèria orgànica (MO) del material esmenable: kg MO / 100 kg TF.
- Percentatge de matèria orgànica esmena: kg MO esmena seca / 100 kg esmena seca.
- Percentatge de matèria seca esmena: kg esmena seca / 100 kg esmena fresca.
- Densitat de l'esmena (si es vol calcular la relació volumètrica).

Procediment

1. Estimació de la proporció (%) d'esmena que cal aportar per augmentar el contingut de MO en el material esmenable, referit a terra fina:

$$\frac{\text{increment kg MO}}{100 \text{ kg TF}} \times \frac{100 \text{ kg esmena seca}}{\text{kg MO esmena seca}} \times 100 = \text{kg esmena seca} / 100 \text{ kg TF}$$

S'ha d'aportar esmena quan la dosi mínima representi un increment del 0,2%.

2. Càlcul de la dosi de l'esmena (en fresc) que cal aportar en el volum de substrat a restaurar:

$$\frac{\text{kg esmena seca}}{100 \text{ kg TF}} \times \frac{\text{kg TF}}{100 \text{ kg material}} \times \frac{\text{kg material}}{\text{m}^3 \text{ substrat}} \times \frac{100 \text{ kg esmena fresca}}{\text{kg esmena seca}} \times \text{volum substrat} \\ = \text{kg esmena fresca}$$

També es pot aproximar la relació volumètrica per preparar la barreja tenint en compte la densitat de l'esmena. Si la relació és $> 1/20$, es recomana fer-ho en dues o més etapes.

Exemple

- Superfície a restaurar: 5.000 m². Gruix substrat: 0,4 m.
- Densitat aparent material de rebuig: 1,7 t/m³ = 1.700 kg/m³.
- Pes del material esmenable: 3.400 tones (volum x densitat aparent).
- Percentatge de terra fina material rebuig: 32%.
- Percentatge de MO material rebuig: 0,4%.
- Percentatge de MO que es vol assolir en el substrat esmenat: 1%.
- Percentatge de MO esmena (sobre matèria seca –SMS–): 50%.
- Percentatge de matèria seca esmena: 65%.

$$\frac{(1-0,4) \text{ kg MO}}{100 \text{ kg TF}} \times \frac{100 \text{ kg esmena seca}}{\text{kg MO esmena seca}} \times 100 = 1,2 \text{ kg esmena seca} / 100 \text{ kg TF}$$

$$\frac{1,2 \text{ kg esmena seca}}{100 \text{ kg TF}} \times \frac{32 \text{ kg TF}}{100 \text{ kg material}} \times \frac{1.700 \text{ kg material}}{\text{m}^3} \times \frac{100 \text{ kg esmena fresca}}{65 \text{ kg esmena seca}} \times 2.000 \text{ m}^3$$

= 20 t esmena fresca que cal barrejar amb 2.000 m³ de material de rebuig (3.400 tones material de rebuig).

Relació volumètrica (considerant una densitat de l'esmena = 0,8 t/m³).

20 t esmena fresca = 25 m³ esmena fresca

Anar a
C1

Fitxa C1. Sembra

Sense substrat (o substrat molt pedregós, amb blocs, etc.)

Morfologia de la unitat: espadat o tartera

Pendent > 45°

Revegetació amb espècies de llocs fissurats o pedregosos en superfície, capçalera i peu de mont.



Objectius

- Promoure la instal·lació de vegetació introduïda o espontània en els microhàbitats i irregularitats de la roca favorables per augmentar la biodiversitat i la integració amb l'entorn.

Accions que cal evitar

- Fer hidrosembres en parets rocoses llises on les plantes no poden arrelar ni perdurar en el temps.
- Fer les hidrosembres en èpoques no recomanades.
- Fer les hidrosembres si no hi ha els sistemes de protecció superiors (canals o cordons perimetrals) necessaris.

Accions no admissibles

- Introduir espècies exòtiques perquè poden competir i/o desplaçar les espècies autòctones que es volen potenciar (consulteu legislació).

Procés

Es proposa fer dos tipus d'intervenció:

1. Revegetació activa sobre la superfície del talús.
2. Revegetació passiva des de la capçalera.

Superfície de l'espadat

- Aplicació d'hidrosembra localitzada a les zones més favorables del talús, com concavitats i esclatxes que poden recollir materials fins o estrats amb materials poc consolidats potencialment colonitzables per les plantes.
- La hidrosembra s'ha d'aplicar en dues fases. La primera aplicació conté tots els components principals (les llavors, els fertilitzants, el substrat i, eventualment, els compostos húmics) i part de l'encoixinat (mulch), el fixador i l'aigua. La segona aplicació té com a objectiu cobrir les llavors per afavorir-ne la germinació utilitzant una barreja amb la resta d'encoixinat, fixador i aigua.

Capçalera

- Si l'accessibilitat, les condicions edàfiques i les condicions morfològiques són favorables, es recomana fer sembres amb les mateixes espècies emprades en l'actuació de superfície a la capçalera del talús. Es pretén fomentar la revegetació del talús mitjançant les llavors dispersades des de la capçalera. En aquest cas, les sembres poden ser manuals. Després de la sembra és necessari cobrir les llavors amb mulch per facilitar-ne la germinació.

Composició de sèmres

- **Època de sembra:** setembre-febrer.
- **Forma d'aplicació:** hidrosembra.
- **Composició espècies:** segons la taula C1, incorporant el màxim d'espècies perennes possibles.
- **Dosi total de llavor:** 350 kg/ha.
- **Encoixinament:** 600-1000 kg/ha de fibra curta (fusta, palla, coco o similar).
- **Fixador orgànic o inorgànic:** 100-150 kg/ha.
- **Aigua:** 25-50 m³/ha.
- **Substrat:** argiles, torba, terra vegetal, substrats de jardineria, etc., en dosi variable segons la potència i les característiques de la maquinària utilitzada.
- **Fertilitzants inorgànics (opcional):** 10-60 g/m² de fertilitzant NPK (15-30-15).
- **Àcids húmics i fúlvics (opcional):** dosi variable.
- **Alginats (opcional):** 30-100 l/m².

Control de qualitat

Control de qualitat dels lots de llavors segons els paràmetres de l'apartat 4.3. Es recomana no acceptar el material vegetal si el lot no compleix els mínims de qualitat recomanats. La dosi de sembra es pot adaptar al percentatge de germinació obtingut.

Resultats mínims aconsellables (procés de restauració)

Presència d'algunes plantes de les espècies sembrades i/o espontànies en les parets o talussos rocosos.

Resultats mínims aconsellables (final de la garantia)

- Cobertura vegetal al final del període de garantia: un 20% de la cobertura mitjana dels espadats naturals de l'entorn (vegeu l'apartat 5 d'avaluació).
- Presència a la capçalera de les espècies sembrades (vegeu l'apartat 5 d'avaluació).

Manteniment

- Ressebrades a la capçalera si no es compleixen els resultats mínims recomanats.
- Regs de manteniment a la capçalera si les condicions meteorològiques després de les sèmres no són favorables.

Anar a
E



Taula C1.

Relació d'algunes espècies pròpies de sòls pedregosos i fissurats (*) segons el biotipus i el clima.

Espècies	Semiàrid	Sec-subhumit	Subhumit	Humit	Biotipus			Disponibilitat
					Herbàcies	Llenyoses		
						Annual	Perenne	
<i>Allium roseum</i>			x	x		x		
<i>Ampelodesmos mauritanica</i>		x	x			x		
<i>Anthyllis cytisoides</i>	x	x	x				x	a b
<i>Anthyllis vulneraria</i>	x	x	x	x		x		
<i>Asperula aristata</i>	x					x		
<i>Antirrhinum majus</i>			x	x		x		
<i>Brachypodium phoenicoides</i>		x	x	x		x		a b
<i>Brachypodium retusum</i>	x	x	x	x		x		a b
<i>Calendula suffruticosa</i>	x	x			x			
<i>Capparis spinosa</i>	x							
<i>Dipsacus comosus</i>		x			x			
<i>Eryngium dilatatum</i>	x	x				x		
<i>Euphorbia characias</i>		x	x	x			x	b
<i>Euphorbia flavicoma ssp. mariolensis</i>		x	x	x				
<i>Geranium purpureum</i>			x	x	x	x		
<i>Helianthemum apenninum</i>	x	x	x	x		x		
<i>Heteropogon contortus</i>	x	x	x	x		x		
<i>Iberis procumbens ssp. microcarpa</i>		x	x			x		
<i>Jasminum fruticans*</i>		x	x				x	
<i>Lobularia maritima</i>		x	x			x		
<i>Osyris alba</i>		x					x	
<i>Paronychia argentea</i>	x	x	x	x	x			
<i>Phagnalon rupestre</i>	x	x	x	x		x		
<i>Phagnalon saxatile*</i>	x	x	x	x			x	
<i>Phagnalon sordidum</i>	x	x	x	x		x		
<i>Phlomis purpurea</i>	x	x					x	
<i>Polygala rupestris</i>	x		x	x		x		
<i>Reichardia picroides</i>	x		x	x		x		
<i>Sedum acre</i>	x	x	x	x		x		a b
<i>Sedum album</i>	x	x	x	x		x		a b
<i>Sedum dasyphyllum</i>	x	x	x	x		x		a b
<i>Sedum sediforme</i>	x	x	x	x		x		a b
<i>Stachelina dubia</i>	x						x	

a: Disponibilitat en llavor.

b: Disponibilitat en viver.

Per saber quines espècies són pròpies de la zona que es vol restaurar, cal consultar les flores locals. Per a Catalunya es pot consultar <http://biodiver.bio.ub.es/biocat/homepage.html>. Per a Portugal es pot consultar http://www.jb.utad.pt/pt/herbario/cons_reg.asp.

Fitxa D1. Plantació

Sense substrat (o substrat molt pedregós, amb blocs, etc.)

Morfologia de la unitat: espatat o tartera

Pendent > 45°

Revegetació amb espècies llenyoses a la mota o el cordó de la base del talús



Objectius

- Promoure la instal·lació de vegetació llenyosa introduïda o espontània en les motes i cordons per a la cobertura (parcial o total) de la paret rocosa de l'espadat o el talús («pantalla visual»).

Accions que cal evitar

- Fer les plantacions fora de l'època de plantació recomanada.

Accions no admissibles

- Introduir espècies exòtiques perquè poden competir i/o desplaçar les espècies autòctones que es volen potenciar (consulteu legislació).

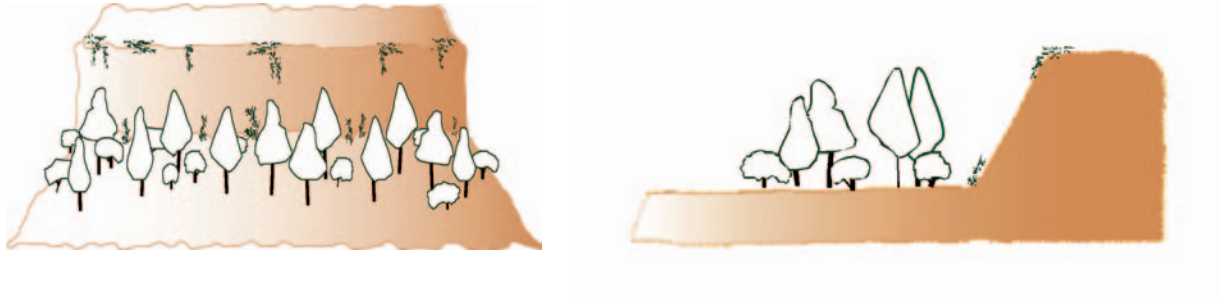
Consideracions generals

- La plantació s'ha de fer a la base de la paret rocosa amb una distribució d'espècies irregular i en diverses files de fondària (vegeu els esquemes de plantació).
- Es recomana que les espècies enfiladisses es plantin al costat de la paret rocosa i les llenyoses una mica més allunyades. Si és possible també es recomana que es plantin enfiladisses a la capçalera (tutoritzant les seves tiges per fixar-les a la paret rocosa).

Especificacions tècniques

- **Època de plantació:** octubre-febrer.
- **Escocell:** 40 x 40 x 40 cm.
- **Composició d'espècies:** arbòries, arbustives i enfiladisses presents en la vegetació de referència, que es poden escollir de la taula D1.
- **Nre. d'espècies:** 2-3 arbòries, 2-3 arbustives (preferentment rebrotadores de fruits carnosos), 1-2 enfiladisses.
- **Plantes (edat i densitat):**
 Edat: Entre 1-2 anys (vegeu l'apartat 4.4, qualitat de planta).
 Densitat: 1 arbre/3 m lineals; 1 arbustiva/4 m²; 1 enfiladissa/1 m lineals. Aquestes densitats s'han d'adaptar segons el sistema de referència (bosc, garrigues, matollars, etc.).
 Maneig de la planta segons les recomanacions descrites a l'apartat 4.4.
 En cas que s'observin danys per herbivoria, cal col·locar protectors de polipropilè, o d'un altre material consistent, ventilats (si es preveu un excés d'insolació, sobretot en medis semiàrids).

Esquemes de plantació



Control de qualitat

- Selecció dels lots segons els paràmetres de l'apartat 4.4.

Resultats mínims aconsellables (procés de restauració)

- 70% de supervivència al cap d'1 any de la plantació per a cada una de les espècies plantades.

Resultats mínims aconsellables (final de la garantia)

- Increment d'1-2 m d'alçària dels arbres.
- Presència de 2-3 espècies llenyoses rebrotadores amb fruits carnosos (arbustos madurs).
- Presència de noves plantes d'un 50% de les espècies introduïdes per sembra o plantació, amb freqüències $\geq 0,2$.
- Presència de plantes de 3-4 espècies llenyoses del sistema de referència, no introduïdes per sembra o plantació.

Manteniment

- Regs de manteniment durant el primer període sec si les condicions meteorològiques després de les plantacions no són favorables.
- Reposició dels individus morts després del primer període sec posterior a la plantació.
- Si és possible, tutoritzar i fixar les enfiladisses a les parets.

Anar a
E

Taula D1.

Relació d'algunes espècies pròpies per plantacions a la base de parets rocoses segons el biotipus i el clima

Espècies	Semiàrid	Sec-subhúmit	Subhúmit	Húmit	Biotipus		
					Liana	Arbust	Arbre
<i>Arbutus unedo</i>		x	x	x		x	x
<i>Ceratonia siliqua</i>	x	x	x			x	x
<i>Chamaerops humilis*</i>	x	x	x			x	x
<i>Colutea arborescens</i>		x	x	x		x	
<i>Coriaria myrtifolia</i>		x	x	x		x	
<i>Erica arborea</i>			x	x		x	
<i>Erica multiflora</i>		x	x	x		x	
<i>Genista scorpius</i>		x	x	x		x	
<i>Hedera helix</i>			x	x	x		
<i>Juniperus oxycedrus</i>	x	x	x	x		x	
<i>Juniperus phoenicea</i>	x	x	x	x		x	
<i>Lonicera implexa</i>	x	x	x	x	x		
<i>Myrtus communis</i>		x	x	x		x	
<i>Olea europaea</i> var. <i>sylvestris</i>	x	x	x	x		x	x
<i>Periploca laevigata</i> ssp. <i>angustifolia</i>	x					x	
<i>Phillyrea angustifolia</i>	x	x	x	x		x	
<i>Phillyrea latifolia</i>		x	x	x		x	
<i>Pinus halepensis</i>	x	x	x	x			x
<i>Pinus pinea</i>	x	x	x	x			x
<i>Pistacia lentiscus</i>	x	x	x	x		x	
<i>Pistacia terebinthus</i>		x	x	x			x
<i>Quercus coccifera*</i>	x	x	x	x		x	
<i>Quercus faginea*</i>		x	x	x		x	x
<i>Quercus ilex*</i>		x	x	x			x
<i>Retama sphaerocarpa</i>	x	x				x	
<i>Rhamnus alaternus</i>	x	x	x	x		x	
<i>Rhamnus lycioides</i>	x	x				x	
<i>Rosmarinus officinalis</i>	x	x	x	x		x	
<i>Smilax aspera</i>		x	x	x	x		
<i>Spartium junceum</i>		x	x	x		x	
<i>Viburnum tinus</i>		x	x	x		x	

* Es pot sembrar.

Per saber quines espècies són pròpies de la zona que es vol restaurar, cal consultar les flors locals. Per a Catalunya es pot consultar <http://biodiver.bio.ub.es/biocat/homepage.html>. Per a Portugal es pot consultar http://www.jb.utad.pt/pt/herbario/cons_reg.asp.

Fitxa E. Manteniment

Amb substrat

Morfologia de la unitat: talús

Pendent: totes les situacions

Recomanacions de manteniment (reg, eliminació d'espècies invasores o exòtiques)



Regs

Objectius

- Definir les bases d'un sistema de reg per a talussos en fase de revegetació.

Accions que cal evitar

- Sobredimensionar el reg.
- Estalviar el reg en moments crítics (temperatures molt elevades).
- Generar escolament superficial durant el reg.
- Utilitzar aigües de reg amb elevada salinitat.

Actuacions recomanades

- Si es realitzen sembres, en els 15 dies següents a l'aplicació, s'ha d'aportar de manera natural (pluja) o de manera assistida (reg) com a mínim l'equivalent a una precipitació de 5 mm (5 l/m²). L'aportació s'ha de fer o bé pel sistema de reg implantat, o bé amb mànega equipada amb un difusor (aquesta aplicació és millor fer-la fraccionada).
- Si es mantenen les condicions de sequera s'han de repetir els regs amb una periodicitat setmanal o quinzenal segons la temperatura.
- En cas que el substrat tingui banc de llavors i no s'apliqui sembra, es pot fer una actuació similar en cas que el període sigui excepcionalment sec, ja que aquestes espècies solen estar més adaptades a la sequera.
- En el cas de les plantacions, és important fer regs durant el primer període sec després de la plantació, intentant potenciar només les espècies plantades (regs gota a gota o individualitzats).

Sistemes de reg

- L'objectiu és el màxim fraccionament i la màxima freqüència.
- El sistema de reg automatitzat per aspersió programable permet aprofitar al màxim les condicions més favorables per a l'aplicació del reg (horari òptim i dosi adequada).
- Alternativament s'ha d'aplicar amb mànega equipada amb difusor.
- S'ha de procurar el màxim recobriment i la màxima homogeneïtat en la distribució de l'aigua.

Dosificacions

La dosificació s'ha de fer en funció de les necessitats evapotranspiratives i de l'estat d'humitat del sòl. Com a referència, segons dades de primavera, a l'àrea costera catalana s'ha de prendre la dosi d'1 mm (l/m²) diari. Les aplicacions es poden fer amb freqüència diària o 3 cops per setmana (2 mm/dia) o 1 cop per setmana (5 mm/dia).

Condicions òptimes d'aplicació

- Aplicació al més fraccionada possible.
- Per aspersió amb gota fina.
- Aplicació cap el vespre-nit.

Control d'espècies no desitjades

Objectius

- Definir les bases per controlar les espècies vegetals no desitjades.

Actuacions recomanades

- Eliminar periòdicament les espècies invasores i exòtiques que puguin comprometre l'evolució de la vegetació autòctona fins que no s'observi cap individu o presentin un recobriment inferior al 10% al final del període de garantia. Per identificar les espècies exòtiques cal consultar les normatives i les legislacions existents. En el cas d'espècies rizomatoses (com per exemple les canyes) cal eliminar els rizomes del substrat.
- En cas que s'observi que alguna espècie sigui excepcionalment dominant i pugui limitar el desenvolupament de les espècies que es volen introduir, caldrà controlar-la mitjançant segues periòdiques.
- En cas que durant els 2-3 anys després de la plantació s'observi que les herbàcies presenten un gran desenvolupament en els clots de plantació, es recomana eliminar-les periòdicament.

Talussos de pendent superior a 30°

Situació: amb substrat

Substrat pedregós, inert
(rebuig o no)
% fracció < 2 mm entre 20-40

Substrat fi, inert
(rebuig o no)
% fracció < 2 mm superior a 40

Morfologia de la unitat	A3	
Creació de substrat	B2	
Sembres	C2	E
Plantacions	D2	E

Morfologia de la unitat	A4	
Creació de substrat	B3	
Sembres	C3	E
Plantacions	D2	E

Fitxa A3. Morfologia

Substrat pedregós i inert

Morfologia de la unitat: talús

Pendent: entre 30° i 37°

Talús amb substrat inert, sense o amb poques llavors (materials de rebuig de l'explotació o no) i amb predomini d'elements grossos (pedres i graves) amb continguts de terra fina entre un 20 i 40% (pes/pes).



Objectius

- Crear un talús amb pendents superiors a 30° i amb substrat amb pocs fins obtingut a partir de materials de rebuig de la mateixa explotació corregits, si és necessari (vegeu les dosificacions, fitxa B1), amb materials externs.

Accions que cal evitar

- Crear un talús de pendent superior a 37°.
- Abordar les tasques de restauració si no hi ha els sistemes de protecció de la paret i els sistemes de gestió d'aigua corresponents.

Aspectes relacionats amb la fase de construcció

Mides

- Estabilitat geotècnica que compleixi la legalitat vigent.
- L'angle de repòs d'un rebuig sec de material de mina està entre 34° i 37°. Per objectius de disseny es recomana un pendent conservatiu de 34°, tot i que pot arribar a ser una mica més gran. Els valors citats corresponen al pendent del talús amb base de suport (vegeu més endavant).
- En general, l'estabilitat hauria de ser equivalent a la de l'entorn natural: estabilitat en condicions de saturació d'aigua.

Tècnica constructiva

- És necessari aportar al nucli del talús un material que garanteixi, per la seva granulometria, un bon drenatge intern.
- S'ha d'establir una gradació granulomètrica i una consolidació adequada del talús per evitar que els materials fins del substrat s'infiltrin al nucli del talús i no siguin útils per a les plantes.
- En cas de desmunts amb presència de roca fissurada i rugosa, cal evitar plans d'estratificació o de falla.
- La inclinació de la base de la plataforma on es construeix el talús ha de ser < 20°.

Forma del talús. Perfil longitudinal

- Angle superior a 30° respecte de l'horitzontal.
- Pot ser mixt: paret i talús

Forma del talús. Perfil transversal

- Cal donar accés per realitzar les tasques de col·locació del substrat i la revegetació (bermes accessibles a la maquinària).

Protecció del talús i gestió de l'aigua de precipitacions intenses

Gestió de l'aigua a l'explotació

- Construir una xarxa de desguassos i d'evacuació segura de l'aigua a punts més baixos de la xarxa de drenatge natural (fig. 6).
- Crear basses de decantació de fins abans d'anar a la xarxa natural.

Control de l'entrada d'aigua d'escolament al talús

- Construir una xarxa de drenatge perimetral, defensiva del talús per evitar l'entrada d'aigua d'escolament superficial. Alternativament, fer cordons de runa superiors de protecció dels talussos.
- Construir desguassos de camins que evitin l'entrada de l'aigua al talús.
- Desviar l'aigua a l'entrada de la zona restaurada cap a la xarxa general de drenatge.

Gestió de l'aigua al talús

- Per a talussos llargs: construir canals de contorn (si és possible) amb un pendent entre 1 i 5% que drenin l'aigua.

Gestió de l'aigua al peu del talús

- Conduir l'aigua a basses de decantació de fins al peu del talús, en cas que la presència de fins sigui del 40% (vegeu la figura 6).

Seguretat postexplotació

- Cal prendre les mesures de precaució necessàries en cada cas per garantir la seguretat de persones i béns i la no-afectació desfavorable a les explotacions contigües o a l'entorn.
- Cal instal·lar indicacions de perill, tancat perimetral, o el que disposi la llei en cada moment.

Control de l'erosió

- Manteniment i màxim control dels sistemes de drenatge perimetrals per evitar entrada de les aigües d'escolament superficial, especialment durant la tardor.
- Seguiment de la zona per identificar processos erosius produïts per l'aigua (vegeu l'apartat 5.1).

Impacte visual

- Pot ser de molt interès que la geometria del talús no sigui uniforme i que variï en alçària i en valor del pendent, sense superar el líndar indicat.
- Per tal de reduir l'impacte visual, és millor que els talussos tinguin unes mides assimilables a les del seu entorn. Es recomana que la longitud màxima del talús sigui de 10 m.

Figura 6.

Basses de decantació de fins. Santa Creu d'Olorda.



Anar a
B2

Fitxa B2. Substrat

Substrat pedregós

Morfologia de la unitat: talús

Pendent: entre 30° i 37°

Talús amb substrat inert (materials de rebuig de l'explotació o no), sense o amb poques llavors (materials de rebuig de l'explotació o no), amb predomini d'elements grossos (pedres i graves) i continguts de terra fina entre un 20 i 40% (pes/pes).

Objectius

- Obtenir substrats adequats per al desenvolupament de la vegetació en talussos amb substrat pedregós.

Accions que cal evitar

- Abordar les tasques de reposició de substrat si no hi ha els sistemes de protecció del talús i de gestió de l'aigua corresponents.
- Utilitzar substrats de característiques molt diferents als sòls dels sistemes naturals que es volen reproduir.
- Afinar la superfície final del talús utilitzant les puntes (o dents) de la cullera de l'excavadora en la direcció del pendent.

Accions no admissibles

- Utilitzar terres d'importació o materials de rebuig contaminats amb impropis (ferros, plàstics, runa, etc.).
- Barrejar quantitats d'esmena orgànica en excés que poden contaminar per lixiviació les aigües superficials i els aqüífers.
- Emmagatzemar les esmenes orgàniques, especialment fangs de depuradora, en llocs no condicionats per evitar problemes ambientals i sanitaris.

Condicions geomorfològiques

- Talús de desmunt: roca fissurada (cal evitar plans d'estratificació o de falla).
- Talús en pedraplè: materials heteromètrics que no presentin grans cavitats entre blocs.

Matèries primeres per al substrat

- Cal disposar d'una analítica bàsica (vegeu l'apartat 4.2).
- Residus d'extracció pedregosos amb argiles intercalades.
- Rebuig d'àrids de trituració que continguin materials terrígens.
- Terres d'importació francoargiloses per mesclar amb residus pedregosos.

Esmenes i correccions

- Cal disposar de les dades analítiques (vegeu l'apartat 4.2).
- Si s'aprofiten terres de decapatge de sòls naturals o agrícoles de la zona, molt sovint no cal aportar-hi esmenes orgàniques quan els substrats ja tenen el contingut orgànic suficient.
- Si cal, es poden incorporar restes vegetals, compost o fangs de depuradora seguint els criteris indicats en l'apartat de dosificació. Les esmenes orgàniques s'han d'emmagatzemar de manera controlada seguint les prescripcions d'ús establertes.

- Si el material mineral (rebuig) no presenta els continguts de terra fina mínims requerits, cal fer-ne una correcció amb materials més fins.

Requeriments del substrat (valors finals de la mescla de matèries primeres i esmenes)

- No s'han de superar els valors de fraccions grosses establerts (vegeu l'apartat 4.2).
- Textura francoargilosa (cal evitar un excés de sorres i de llims).
- Si el material procedeix de sòls forestals o agrícoles, la fertilitat de la barreja ja sol ser adequada. En cas de materials poc fèrtils, la quantitat de matèria orgànica afegida no ha de representar un increment superior a l'1% respecte de la terra fina (fracció < 2 mm) del substrat.
- Salinitat < 3 dSm⁻¹.

Preparació de les mescles de materials minerals i esmenes orgàniques

- Cal seguir les indicacions de l'apartat de dosificacions. En cas que algun macronutrient no assoleixi els mínims necessaris amb l'adob orgànic quan s'utilitza material de rebuig, es pot compensar amb fertilitzants minerals quan s'apliqui la hidrosembra.
- És important que les esmenes quedin ben incorporades i cal fer diversos voltejos (3 com a mínim).
- Les mescles obtingudes es poden reservar en piles aïllades que no superin els 4 m d'alçària o en bancs d'alçària < 2,5 m.
- Es recomana col·locar les mescles a prop del lloc definitiu en forma de mota o de dipòsit de peu de front a mesura que es van preparant. Els llocs temporals d'emmagatzematge han d'estar en punts no inundables per evitar pèrdues de qualitat de les barreges.
- És convenient preparar les mescles a finals d'hivern, època en què són poc freqüents les pluges intenses que podrien fer malbé les piles.
- Cal deixar reposar les mescles com a mínim 15 dies, però menys de 6 mesos abans de l'estesa de terres i de realitzar la revegetació.

Col·locació del substrat

- Gruix aconsellable: mínim 20 cm i màxim 40 cm, però només s'ha d'adobar la capa superficial de 20 cm. En pendents tan elevats, cal redistribuir el substrat al taús després d'abocar-lo des de la capçalera o des de la base. Cal generar gruixos de substrat irregular reproduint les condicions del sòl natural.
- La pedregositat elevada del substrat ha de proporcionar una rugositat superficial que ajudarà a reduir l'erosió, però es recomana generar rugositat perpendicular a la línia màxima de pendent.
- Sobre pedraplens, cal calcular un 10% més de substrat per compensar l'assentament i la redistribució del material entre les cavitats de les pedres.
- Cal tenir en compte l'assentament del material abans de la plantació (uns 12 mesos d'assentament).

Control de qualitat i manteniment

- Si es detecten problemes d'estabilitat del substrat o pèrdues per erosió (vegeu l'apartat 5.1), cal fer una reposició localitzada. També cal controlar les possibles caigudes de blocs i pedres del substrat al peu dels talussos, especialment després de l'estesa.
- Cal prendre una mostra representativa del substrat abans d'iniciar la revegetació i després de dos anys de la reposició o abans de la finalització del període de garantia (vegeu l'apartat 5.2). Quan es disposi dels resultats analítics, cal fer les correccions necessàries segons l'apartat 4.2. Si la correcció s'ha de fer quan ja existeix vegetació instal·lada, cal utilitzar fertilitzants químics o correccions localitzades per no malmetre-la.

Dosificacions

- Les dades necessàries i el procediment s'expliquen a la fitxa B1.

Fitxa C2. Sembra

Substrat pedregós

Morfologia de la unitat: talús

Pendent entre 30° i 37°

Talús amb substrat inert, sense o amb poques llavors (materials de rebuig de l'explotació o no) i amb predomini d'elements grossos (pedres i graves) amb continguts de terra fina entre un 20 i 40% (pes/pes).



Objectiu

- Fixar el substrat emprant espècies anuals de creixement ràpid (sembra 1) i introduir posteriorment espècies autòctones de creixement més lent (sembra 2).

Accions que cal evitar

- Fer les hidrosembres sense deixar passar el període d'assentament i de repòs recomanat després d'incorporar l'esmena orgànica.
- Fer les hidrosembres en èpoques no recomanades.
- Fer les hidrosembres si no hi ha els sistemes de protecció superiors (canals o cordons perimetrals) necessaris.
- Incorporar fertilitzants a la hidrosembra si el substrat ja ha estat adobat.

Accions no admissibles

- Introduir espècies exòtiques perquè poden competir i/o desplaçar les espècies autòctones que es volen potenciar (consulteu legislació).

Procés

Per aconseguir els objectius fixats es poden implementar alternatives diferents.



Composició i aplicació de les sèmres

HIDROSEMBRA 1. No s'ha d'aplicar abans de 15 dies després de la col·locació del substrat.

- **Època de sembra:** setembre-febrer.
- **Forma d'aplicació:** hidrosembra en dues fases. La primera aplicació conté tots els components principals

(les llavors, part de l'encoixinat (mulch), part del fixador i l'aigua). La segona aplicació té com a objectiu cobrir les llavors per afavorir-ne la germinació, utilitzant una barreja amb la resta d'encoixinat, fixador i aigua.

- **Composició espècies:** segons la taula C2, incorporant el màxim d'espècies anuals possibles, preferentment de creixement ràpid (estàrter).
- **Dosi total de llavor:** 350 kg/ha.
- **Encoixinament:** 600-1.000 kg/ha de fibra curta (fusta, palla, coco o similar).
- **Fixador orgànic o inorgànic:** 100-150 kg/ha.
- **Aigua:** 25-50 m³/ha.
- **Fertilitzants inorgànics (opcional):** només per corregir les deficiències del substrat.

HIDROSEMBRA 2. En el cas de l'alternativa I, per poder aplicar la hidrosembra 2 és necessari que les espècies de la hidrosembra 1 estiguin en fase de desaparició (el recobriment vegetal de la hidrosembra 1 ha de ser inferior al 30%). Com a mínim, s'ha d'aplicar 1 any després de la hidrosembra 1, però possiblement caldrà esperar més temps.

- **Època de sembra:** setembre-febrer.
- **Forma d'aplicació:** hidrosembra en dues fases. La primera aplicació conté tots els components principals (les llavors, part de l'encoixinat, part del fixador i l'aigua). La segona aplicació té com a objectiu cobrir les llavors per afavorir-ne la germinació, utilitzant una barreja amb la resta d'encoixinat, fixador i aigua.
- **Composició espècies:** com a mínim 10-15 espècies presents en la vegetació autòctona, que es poden escollir de la taula C2. Es recomana distribuir les espècies de la manera següent:
 - 2-4 gramínoides (1 espècie anual com a màxim)
 - 2-4 lleguminoses (1 espècie anual com a màxim)
 - 2-4 herbàcies de cobertura (1 espècie anual com a màxim)
 - 4-7 arbustos i subarbustos
- **Dosi total de llavor:** 350 kg/ha. Es recomana que la proporció d'espècies (en nre. llavors) sigui la següent:
 - 50% espècies de fixació (gramínoides)
 - 25% espècies fixadores de nitrogen (lleguminoses)
 - 15% herbàcies de recobriment
 - 10% arbustos i subarbustos

(En el cas d'alguns arbustos i subarbustos és possible que s'hagin de fer pretractaments abans d'incorporar les llavors a la barreja per augmentar-ne la capacitat de germinació.)
- **Encoixinament:** 600-1.000 kg/ha de fibra curta (fusta, palla, coco o similar).
- **Fixador orgànic o inorgànic:** 100-150 kg/ha.
- **Aigua:** 25-50 m³/ha.
- **Fertilitzants inorgànics (opcional):** per corregir les deficiències del substrat.

En cas que la zona que cal tractar presenti activitat de predadors important es pot incorporar algun producte repel·lent per disminuir la predació.

Control de qualitat

- Control de qualitat dels lots de llavors segons els paràmetres de l'apartat 4.3. Es recomana no acceptar el material vegetal si el lot no compleix els mínims de qualitat recomanats, tot i que es pot adaptar la dosi de sembra al percentatge de germinació determinat.

Resultats mínims aconsellables (procés de restauració)

HIDROSEMBRA 1

- 75% de cobertura vegetal durant el 1r any (vegeu l'apartat 5 d'avaluació).

HIDROSEMBRA 2

- 60% de cobertura vegetal mínima i 70% de cobertura vegetal màxima (vegeu l'apartat 5 d'avaluació).
- Presència de com a mínim 2 espècies herbàcies pròpies del sistema de referència amb freqüències $\geq 0,2$ (vegeu l'apartat 5 d'avaluació).

Resultats mínims aconsellables (final de la garantia)

- Presència del 80% de les espècies arbustives i subarbustives sembrades (vegeu l'apartat 5 d'avaluació).

Manteniment

- Ressebrades si no es compleixen els resultats mínims recomanats.
- En la mesura que sigui possible, caldria eliminar l'excés d'herbàcies al voltant dels arbustos i subarbustos germinats.
- Regs de manteniment si les condicions meteorològiques després de les sembres no són favorables.

**Anar a
E**

Taula C2.

Relació d'algunes espècies pròpies de talussos, segons el clima, biotipus, sòl, característica estàrter, disponibilitat i funció (recobriment (R), fixació de substrat (F), diversitat (D), fixació de nitrogen (N), estructura (E)). Disponible en llavor (a); disponible en viver (b).

Espècies	Funció	Clima				Biotipus					Substrat	Estàrter	Disponibilitat actual	
		Semiàrid	Sec-subhumit	Subhumit	Humit	herbàcia		llenyosa						
						Anual	Perenne	Subarbust	Arbust	Liana				
<i>Achillea ageratum</i>	R						x					preferentment calcari, argilós, entollable		
<i>Agrostis tenuis (A. capillaris)</i>	F				x		x					silici (calcari)		a
<i>Allium roseum</i>	D			x	x		x					pedregós		a
<i>Ampelodesmos mauritanica</i>	R, D		x	x			x					indiferent		
<i>Anagallis arvensis/monelli</i>	R		x	x	x	x						indiferent		
<i>Anthyllis cytisoides</i>	N, E	x	x	x					x			preferentment calcari		a b
<i>Anthyllis vulneraria</i>	N, R		x	x	x		x					preferentment calcari		
<i>Antirrhinum majus</i>	D			x	x		x					pedregós		
<i>Aphyllanthes monspeliensis</i>	D, R		x	x	x		x					calcari		b
<i>Arrhenatherum elatius</i>	F			x	x		x					indiferent		a
<i>Artemisia campestris ssp. glutinosa</i>	R, E		x	x	x				x			indiferent		
<i>Artemisia herba-alba</i>	R	x							x			calcari		
<i>Asparagus acutifolius</i>	E, D		x	x	x				x			indiferent		
<i>Asparagus albus</i>	E, D	x	x						x			indiferent		
<i>Asperula aristata</i>	D	x	x				x					pedregós		
<i>Asphodelus fistulosus</i>	D	x	x	x	x	x*						indiferent		
<i>Asphodelus ramosus</i>	D		x	x			x					indiferent		
<i>Astragalus incanus</i>	R, N		x	x			x					calcari		
<i>Astragalus monspessulanus</i>	R, N		x	x	x		x					preferentment calcari		
<i>Astragalus stella</i>	R, N			x	x	x						calcari		
<i>Avena barbata</i>	F	x	x	x	x	x						indiferent		
<i>Avena sterilis</i>	F	x	x	x	x	x						indiferent		
<i>Bellis perennis</i>	R			x	x		x					indiferent		
<i>Bellis silvestris</i>	R			x	x		x					indiferent		
<i>Brachypodium phoenicoides</i>	F, R		x	x	x		x					indiferent		a b
<i>Brachypodium retusum</i>	F	x	x	x	x		x					indiferent		a b
<i>Brachypodium silvaticum</i>	F, D			x	x		x					indiferent		
<i>Bromus hordeaceus</i>	F		x	x	x	x						indiferent		
<i>Bromus inermis</i>	F		x	x	x		x					indiferent		a
<i>Bromus sterilis</i>	F		x	x	x	x						indiferent		
<i>Bupleurum fruticosum</i>	E, D	x	x	x	x				x			indiferent		a b

Taula C2.

Espècies	Funció	Clima				Biotipus					Substrat	Estàrter	Disponibilitat actual	
		Semiàrid	Sec-subhumit	Subhumit	Humit	herbàcia		llenyosa						
						Anual	Perenne	Subarbut	Arbut	Liana				
<i>Calamintha baetica</i>	R	x	x				x					indiferent		
<i>Calendula arvensis</i>	R		x	x		x						indiferent		
<i>Calendula suffruticosa</i>	R	x	x					x				pedregós		
<i>Capparis spinosa</i>	R	x										pedregós		
<i>Centaurea melitensis</i>	R		x	x		x						indiferent		
<i>Centaurium erythraea</i>	R		x	x	x	x						calcari		
<i>Centranthus calcitrapa</i>	E, D		x	x		x						indiferent		
<i>Centranthus ruber</i>	E, D		x	x	x		x					indiferent		b
<i>Chrysanthemum coronarium</i>	R		x	x		x						indiferent		a
<i>Cistus albidus</i>	E, D		x	x	x				x			indiferent		a
<i>Cistus clusii</i>	E, D	x	x	x					x			calcari		a
<i>Cistus salviifolius</i>	E, D		x	x	x				x			silici (indiferent)		a
<i>Clematis flammula</i>	E, D		x	x						x		indiferent		
<i>Clematis vitalba</i>	E, D				x					x		indiferent		
<i>Convolvulus cantabrica</i>	R			x	x		x					calcari		
<i>Convolvulus lanuginosus</i>	R		x	x			x					calcari		
<i>Convolvulus lineatus</i>	R	x					x					calcari		
<i>Coronilla emerus</i>	R, N			x	x				x			preferentment calcari		
<i>Coronilla juncea</i>	R, N	x	x	x				x				calcari	x	a
<i>Coronilla minima</i>	R, N		x	x	x			x				calcari	x	
<i>Cynodon dactylon</i>	F	(x)	x	x	x		x					indiferent, tolera la salinitat		a
<i>Cyperus rotundus</i>	F	(x)	x	x	x		x					indiferent		
<i>Dactylis glomerata</i> ssp. <i>glomerata</i>	F		x	x	x		x					indiferent		
<i>Diplotaxis eruroides</i>	R	x	x	x	x	x						indiferent		a
<i>Dipsacus comosus</i>	R		x			x						pedregós		
<i>Dorycnium hirsutum</i>	N, E, D		x	x	x			x				indiferent		a b
<i>Dorycnium pentaphyllum</i>	N, E, D	x	x	x	x			x				indiferent	x	a b
<i>Echium (tuberculatum)</i> <i>plantagineum</i>	R			x	x		x					indiferent		
<i>Eryngium campestre</i>	R	x	x	x	x		x					indiferent		a
<i>Eryngium dilatatum</i>	R	x	x				x					pedregós		
<i>Euphorbia characias</i>	E, D	(x)	x	x	x							pedregós		b
<i>Euphorbia flavicoma</i> ssp. <i>mariolensis</i>	E, D	(x)	x	x	x		x					pedregós		
<i>Festuca arundinacea</i>	F		x	x	x		x					indiferent		a
<i>Festuca ovina</i>	F			x	x		x					indiferent		a
<i>Foeniculum vulgare</i>	R	x	x	x	x		x					indiferent		a

Taula C2.

Espècies	Funció	Clima				Biotipus					Substrat	Estàrter	Disponibilitat actual
		Semiàrid	Sec-subhumit	Subhumit	Humit	herbàcia		lleyosa					
						Anual	Perenne	Subarbust	Arbust	Liana			
<i>Fumana ericoides</i>	E, D	x	x	x	x			x			calcari		
<i>Fumana laevipes</i>	E, D	x	x	x				x			calcari		
<i>Fumana thymifolia</i>	E, D	x	x	x				x			calcari		
<i>Fumaria capreolata</i>	R	x	x	x	x	x					indiferent		
<i>Fumaria parviflora</i>	R	x	x	x	x	x					indiferent		
<i>Galactites tomentosa</i>	R		x	x	x	x					indiferent		
<i>Galium lucidum</i>	R	x	x	x	x		x				indiferent		
<i>Genista hispanica</i>	N, E, D			x	x			x			calcari		
<i>Genista scorpius</i>	N, E, D		x	x	x				x		calcari		a
<i>Geranium molle</i>	R	x	x	x	x	x					indiferent		
<i>Geranium purpureum</i>	R			x	x	x					pedregós		
<i>Geranium rotundifolium</i>	R	x	x	x	x	x					indiferent		
<i>Hammada articulata</i>	E	x							x		nitroafil		b
<i>Helianthemum apenninum</i>	E, D	x	x	x	x			x			pedregós		
<i>Helianthemum marifolium</i>	E, D	x	x					x			pedregós, calcari		
<i>Helianthemum oelandicum</i>	E, D	x	x	x	x			x			pedregós, calcari		
<i>Helichrysum stoechas</i>	E, D	x	x	x	x			x			indiferent		a
<i>Heteropogon contortus</i>	F	x	x	x	x		x				pedregós		
<i>Holcus lanatus</i>	F			x	x		x				indiferent		
<i>Hordeum murinum</i>	F		x	x	x	x					indiferent		
<i>Hyparrhenia hirta</i>	F	x	x	x	x		x				indiferent		a b
<i>Hyparrhenia sinaica</i>	F	x	x	x	x		x				indiferent		
<i>Hypericum perforatum</i>	R	x	x	x	x		x				indiferent (calcari)		a
<i>Inula viscosa</i>	R		x	x	x			x			indiferent		
<i>Jasminum fruticans</i>	E, D		x	x					x		espadats, fissures		
<i>Lathyrus clymenum</i>	R, N		x	x	x	x					indiferent		
<i>Lathyrus setifolius</i>	R, N		x	x	x	x					indiferent		
<i>Lavandula latifolia</i>	E, D		x	x	x			x			calcari		a b
<i>Lavandula dentata</i>	E, D	x	x					x			calcari		
<i>Lithospermum fruticosum</i>	E, D	x	x	x	x			x			calcari		
<i>Lobularia maritima</i>	R		x	x			x				indiferent, pedregós		
<i>Lolium multiflorum</i>	F		x	x	x	x					indiferent	x	
<i>Lolium rigidum</i>	F	x	x	x	x	x					indiferent	x	a
<i>Lotus corniculatus</i>	R, N		x	x	x		x				indiferent	x	a
<i>Lygeum spartum</i>	R	x					x				indiferent		
<i>Matthiola fruticulosa</i>	R	x	x			x	x				pedregós calcari		
<i>Medicago arabica</i>	R, N	x	x	x	x	x					indiferent	x	
<i>Medicago lupulina</i>	R, N		x	x	x	x					indiferent	x	a

Taula C2.

Espècies	Funció	Clima				Biotipus					Substrat	Estàrter	Disponibilitat actual	
		Semiàrid	Sec-subhúmit	Subhúmit	Húmit	herbàcia		lleyosa						
						Anual	Perenne	Subarbust	Arbust	Liana				
<i>Medicago minima</i>	R, N	x	x	x	x	x						indiferent	x	
<i>Medicago polymorpha</i>	R, N	x	x	x	x	x						indiferent	x	a
<i>Medicago sativa</i>	R, N		x	x	x		x					indiferent	x	a
<i>Medicago truncatula</i>	R, N	x	x	x	x	x						indiferent	x	a
<i>Melica ciliata</i>	F		x	x	x		x					indiferent		
<i>Moricandia arvensis</i>	R	x	x			x						calcari	x	a
<i>Ononis natrix</i>	N		x	x	x			x				indiferent		a
<i>Ononis pusilla</i>	N	x	x	x	x			x				indiferent		
<i>Origanum vulgare</i>	E, D		x	x	x			x				indiferent		a
<i>Osyris alba</i>	E, D	x	x						x			pedregós		
<i>Paronychia argentea</i>	R	x	x	x	x		x					pedregós		
<i>Phagnalon rupestre</i>	R, D	x	x	x	x			x				pedregós		
<i>Phagnalon saxatile</i>	R, D	x	x	x	x			x				pedregós, esclètxes		
<i>Phagnalon sordidum</i>	R, D		x	x	x			x				pedregós		
<i>Phleum pratense</i>	F			x	x		x					indiferent		a
<i>Phlomis purpurea</i>	E, D	x	x					x				pedregós, poc calcari		
<i>Piptatherum miliaceum</i>	F	x	x	x	x		x					indiferent		a
<i>Plantago afra</i>	R	x	x	x	x	x						indiferent		a
<i>Plantago albicans</i>	R	x	x	x	x		x					indiferent		a
<i>Plantago lanceolata</i>	R	x	x	x	x		x					indiferent		a
<i>Poa annua</i>	F	x	x	x	x	x						indiferent	x	
<i>Poa pratensis</i>	F		x	x	x		x					indiferent		a
<i>Polygala rupestris</i>	E, D	x	x	x	x		x					pedregós		
<i>Psoralea bituminosa</i>	N	x	x	x	x		x					indiferent		a
<i>Reichardia picroides</i>	R			x	x		x					pedregós		
<i>Rubia peregrina</i>	E, D	x	x	x	x		x			x		indiferent		
<i>Ruta chalepensis</i> <i>ssp. angustifolia</i>	E, D		x	x	x			x				indiferent		
<i>Salsola genistoides</i>	E, D	x						x				nitrohalòfil		
<i>Salsola oppositifolia</i>	E, D	x						x				nitrohalòfil		
<i>Salvia officinalis</i> <i>ssp. lavandulifolia</i>	E, D		x	x	x			x				calcari		
<i>Sanguisorba minor</i>	R		x	x	x		x					preferentment calcari		a
<i>Santolina chamaecyparissus</i>	E, D		x	x	x			x				calcari		a b
<i>Santolina rosmarinifolia</i>	E, D			x	x			x				indiferent		
<i>Satureja montana</i>	E, D		x	x				x				calcari		
<i>Scrophularia canina</i>	R		x	x	x		x					pedregós		a b
<i>Sedum acre</i>	R	x	x	x	x		x					pedregós		a b

Taula C2.

Espècies	Funció	Clima				Biotipus					Substrat	Estàter	Disponibilitat actual
		Semiàrid	Sec-subhumit	Subhumit	Humit	Herbàcia		Llenyosa					
						Anual	Perenne	Subarbust	Arbust	Liana			
<i>Sedum album</i>	R	x	x	x	x	x					pedregós		a b
<i>Sedum dasyphyllum</i>	R	x	x	x	x	x					pedregós		a b
<i>Sedum sediforme</i>	R	x	x	x	x	x					pedregós		a b
<i>Smilax aspera</i>	E, D	x	x	x	x					x	indiferent		a
<i>Staezelina dubia</i>	E, D	x						x			pedregós		
<i>Stipa offneri</i>	F	x	x	x		x					calcari, pedregós		
<i>Stipa tenacissima</i>	F	x	x			x					indiferent		a
<i>Taraxacum officinale</i>	R			x	x	x					indiferent		
<i>Teucrium chamaedrys</i>	E, D			x	x	x					indiferent		
<i>Teucrium polium ssp. capitatum</i>	E, D	x	x	x	x			x			calcari		
<i>Thymra capitata</i>	E, D	x	x					x			calcari		a b
<i>Thymus vulgaris</i>	E, D	x	x	x	x			x			preferentment calcari		a b
<i>Thymus mastichina</i>	E, D	x	x					x			indiferent		a b
<i>Thymus zygis</i>	E, D	x						x			(indiferent) calcari		a b
<i>Trifolium fragiferum</i>	R, N		x	x	x	x					(calcari)		
<i>Trifolium pratense</i>	R, N				x	x					indiferent	x	a
<i>Trifolium repens</i>	R, N			x	x	x					indiferent	x	a
<i>Trifolium scabrum</i>	R, N	x	x	x	x	x					calcari		
<i>Trifolium stellatum</i>	R, N	x	x	x	x						(calcari)		a
<i>Ulex parviflorus</i>	E, D	x	x	x	x				x		indiferent		
<i>Verbascum pulverulentum</i>	R		x	x	x	x*					indiferent		a
<i>Verbascum sinuatum</i>	R		x	x	x	x*					indiferent		
<i>Vicia cracca</i>	R, N		x	x	x	x					indiferent		a
<i>Vicia sativa</i>	R, N	x	x	x	x	x					indiferent		a
<i>Vicia villosa</i>	R, N	x	x	x	x	x					indiferent	x	a
<i>Zygophyllum fabago</i>	R	x	x			x					tolera la salinitat		

* Biennal.

Per saber quines espècies són pròpies de la zona que es vol restaurar, cal consultar les flores locals.

Per a Catalunya es pot consultar <http://biodiver.bio.ub.es/biocat/homepage.html>.

Per a Portugal es pot consultar http://www.jb.utad.pt/pt/herbario/cons_reg.asp.

Anar a
D2

Fitxa D2. Plantació

Substrat pedregós o fi

Morfologia de la unitat: talús

Pendent entre 30° i 37°

Talús amb substrat inert, sense o amb poques llavors (materials de rebuig de l'exploració o no).

A. Clemente



Objectius

- Plantar espècies arbustives i arbòries autòctones per integrar ecològicament la zona en composició i en densitat, potenciant la presència de fauna que promogui la dispersió de llavors.

Accions que cal evitar

- Fer les plantacions fora de l'època de plantació recomanada.

Accions no admissibles

- Introduir espècies exòtiques perquè poden competir i/o desplaçar les espècies autòctones que es volen potenciar (consulteu legislació).

Consideracions generals

- Es recomana que el marc de plantació sigui irregular i que s'organitzi en masses de composició diversa, simulant la distribució de les plantes que es dona espontàniament. Aquestes masses han de tenir en compte la incorporació d'espècies dels diversos estrats de la vegetació nativa (arbres, arbustos, subarbustos i mates).
- En medis semiàrids amb una pluja per sota dels 400 mm, la coberta de la vegetació pot no ser contínua, però cal assegurar que els espais desprotegits tinguin una extensió reduïda i estiguin poc connectats entre ells.
- Es recomana que les espècies arbòries es plantin al mig i al peu del talús, on el gruix del substrat sigui superior.
- Els arbustos i els subarbustos es poden plantar a tota la superfície del talús.

Especificacions tècniques

- **Època de plantació:** octubre-febrer.
- **Escocell:** 40 x 40 x 40 cm (la fondària ha d'adaptar-se a la mida del contenidor). Posar mulch al voltant de l'escocell (grava, restes de fusta, mantes orgàniques, etc.) per evitar el desenvolupament de les herbàcies al voltant de l'individu plantat o realitzar tasques periòdiques de neteja d'herbàcies durant el primer any després de la plantació.
En cas que s'observi mortalitat o danys per herbivoria, cal col·locar protectors de polipropilè, o d'un altre material consistent, ventilats si es preveu un excés d'insolació.
- **Composició d'espècies:** arbòries, arbustives i enfiladisses, que es poden escollir de la taula D2. Tot i que sigui recomanable introduir les subarbustives per sembra, algunes espècies estan disponibles en viver com a plançó (vegeu la taula C2 i la fitxa C2).
- **Nre. d'espècies:** 1-2 arbòries, 4-5 espècies arbustives (dominants a la vegetació de referència, preferentment rebrotadores de fruits carnosos i/o espècies que poden tenir una capacitat més gran de fixació del sòl) i 1-2 enfiladisses.

- **Plantes (edat i densitat):**

Edat: Entre 1-2 anys (vegeu l'apartat 4.4, qualitat de planta).

Densitat: 1 arbre/16 m²; 1 arbust o enfiladissa/4 m². Aquestes densitats s'han d'adaptar a les del sistema de referència.

Maneig de la planta segons les recomanacions descrites a l'apartat 4.4.

En cas que s'observin danys per herbivoria, cal col·locar protectors de polipropilè, o d'un altre material consistent, ventilats (si es preveu un excés d'insolació, sobretot en medis semiàrids).

Esquemes de plantació



Control de qualitat

- Selecció dels lots segons els paràmetres de l'apartat 4.4.

Resultats mínims aconsellables (procés de restauració)

- 50% de supervivència al cap d'1 any de la plantació per cada una de les espècies plantades.

Resultats mínims aconsellables (final de la garantia)

- Densitat per a espècies llenyoses: 600 arbres/ha i 1.200 arbustos/ha. Aquestes densitats s'han d'adaptar segons el sistema de referència (bosc, garrigues, matollars, etc.). No es comptabilitzen en aquesta densitat els individus introduïts per sembra.
- L'estrat llenyós amb una alçària d'un 40% respecte al sistema de referència.
- Presència de 2-3 espècies llenyoses amb fruits carnosos (arbustos madurs).
- Presència de noves plantes d'un 50% de les espècies introduïdes per sembra i/o plantació, amb freqüències $\geq 0,2$.
- Presència de plantes de 3-4 espècies llenyoses del sistema de referència, no introduïdes per sembra o per plantació.

Manteniment

- Regs de manteniment durant el primer període sec si les condicions meteorològiques després de les plantacions no són favorables.
- Reposició dels individus morts després del primer període sec des de la plantació.
- Compatibilitzar els peus masculins i els femenins en les espècies dioiques i plantar els individus necessaris per equilibrar la proporció.

Anar a
E

Taula D2.

Relació d'algunes espècies pròpies per plantacions en talussos de pendent > 30°, segons el biotipus i clima

Espècies	Semiàrid	Sec-subhumit	Subhumit	Humit	Substrat	Biotipus			
						Liana	Subarbust	Arbust	Arbre
<i>Acer monspessulanum</i> ¹			x	x	no tolera la sal				x
<i>Anthyllis cytisoides</i>	x	x	x		preferentment calcari		x		
<i>Arbutus unedo</i> ¹		x	x	x	indiferent			x	x
<i>Asparagus acutifolius</i>			x	x	indiferent	x	x		
<i>Asparagus albus</i>	x	x			indiferent	x	x		
<i>Bupleurum fruticosum</i> ¹	x	x	x	x	indiferent		x		
<i>Bupleurum fruticosum</i> ¹		x	x	x	indiferent			x	
<i>Capparis spinosa</i>	x	x	x		pedregós		x		
<i>Celtis australis</i> ¹		x	x	x	preferentment calcari				x
<i>Ceratonia siliqua</i>¹	x	x	x		indiferent, no tolera la sal			x	x
<i>Chamaerops humilis</i>	x	x	x		indiferent			x	x
<i>Clematis flammula</i>		x	x	x	indiferent	x			
<i>Clematis vitalba</i>				x	indiferent	x			
<i>Colutea arborescens</i>		x	x	x	indiferent			x	
<i>Coriaria myrtifolia</i>		x	x	x	indiferent			x	
<i>Cornus sanguinea</i>		x	x	x	indiferent			x	
<i>Erica arborea</i>			x	x	silícic (calcari)			x	
<i>Erica multiflora</i>		x	x	x	calcari			x	
<i>Erica scoparia</i>		x	x	x	silícic			x	
<i>Genista scorpius</i>		x	x	x	calcari			x	
<i>Genista triacanthos</i>			x	x	silícic			x	
<i>Globularia alypum</i>		x	x		indiferent			x	
<i>Hedera helix</i>			x	x	indiferent	x			
<i>Juniperus oxycedrus</i> ¹	x	x	x	x	Indiferent, no tolera la sal			x	
<i>Juniperus phoenicea</i> ¹	x	x	x	x	indiferent, no tolera la sal			x	
<i>Lavandula angustifolia</i>		x	x	x	indiferent		x		
<i>Lavandula dentata</i>	x	x			calcari		x		
<i>Lavandula latifolia</i> *		x	x	x	calcari		x		
<i>Lonicera etrusca</i>			x	x	indiferent	x			
<i>Malus sylvestris</i>				x	indiferent, no tolera la sal				x
<i>Myrtus communis</i>		x	x	x	indiferent			x	
<i>Marrubium vulgare</i>	x	x	x	x	indiferent			x	
<i>Olea europaea var. sylvestris</i>	x	x	x	x	indiferent			x	(x)
<i>Periploca laevigata</i> ssp. <i>angustifolia</i>	x				indiferent		x		
<i>Phillyrea angustifolia</i> ¹	x	x	x	x	calcari			x	
<i>Phillyrea latifolia</i> ¹		x	x	x	calcari			x	
<i>Pinus halepensis</i> ¹	x	x	x	x	indiferent				x

Taula D2.

Espècies	Semiàrid	Sec-Subhumit	Subhumit	Humit	Substrat	Biotipus			
						Liana	Subarbust	Arbust	Arbre
<i>Pinus pinea</i> ¹	x	x	x	x	indiferent				x
<i>Pistacia lentiscus</i>	x	x	x	x	indiferent			x	(x)
<i>Pistacia terebinthus</i>		x	x	x	indiferent			(x)	x
<i>Prunus spinosa</i>				x	calcari			x	
<i>Quercus coccifera</i> ^{1*}	x	x	x	x	calcari			x	(x)
<i>Quercus faginea</i>^{1*}		x	x	x	preferentment calcari			x	x
<i>Quercus ilex</i> ^{1*}	x	x	x	x	indiferent				x
<i>Retama sphaerocarpa</i>	x	x			indiferent			x	
<i>Rhamnus alaternus</i>	x	x	x	x	indiferent (calcari)			x	
<i>Rhamnus lycioides</i>	x	x			indiferent (calcari)			x	
<i>Rosmarinus officinalis</i>	x	x	x	x	preferentment calcari			x	
<i>Rubia peregrina</i>	x	x	x	x	indiferent	x			
<i>Salsola genistoides</i>	x	x			nitrohalòfil			x	
<i>Rubus ulmifolius</i>			x	x	indiferent		x		
<i>Salvia officinalis</i> ssp. <i>lavan-dulifolia</i>		x	x	x	calcari		x		
<i>Santolina chamaecyparissus</i>		x	x	x	calcari		x		
<i>Santolina rosmarinifolia</i>			x	x	indiferent		x		
<i>Satureja montana</i>	x	x	x		calcari		x		
<i>Smilax aspera</i>	x	x	x	x	indiferent	x			
<i>Spartium junceum</i>	x	x	x	x	indiferent			x	
<i>Thymbra capitata</i> *	x	x			calcari		x		
<i>Thymus vulgaris</i> *	x	x	x	x	preferentment calcari		x		
<i>Thymus mastichina</i> *	x	x			indiferent		x		
<i>Thymus zygis</i>	x				calcari		x		
<i>Thymelaea hirsuta</i>	x				tolera la sal			x	
<i>Thymelaea tinctoria</i>			x	x	calcari			x	
<i>Viburnum tinus</i>		x	x	x	indiferent			x	

¹ Més aconsellable a la base del talús.

En negreta: recomanada per retenció del substrat

* Disponible en llavor.

Per saber quines espècies són pròpies de la zona que es vol restaurar, cal consultar les flores locals.

Per a Catalunya es pot consultar <http://biodiver.bio.ub.es/biocat/homepage.html>.

Per a Portugal es pot consultar http://www.jb.utad.pt/pt/herbario/cons_reg.asp.

Fitxa A4. Morfologia

Talús amb substrat fi i inert

Morfologia de la unitat: talús

Pendent: entre 30° i < 37°

Talús de fort pendent amb sòl que mostra un predomini de materials fins i inerts, sovint provinent de la mateixa explotació amb un contingut de terra fina entre un 40 i 80% (pes/pes).



A. Clemente

Objectius

- Crear un talús amb pendents superiors a 30° i amb substrat amb predomini de fins obtingut a partir de materials de rebuig de la mateixa explotació corregits, si és necessari (vegeu la fitxa B1), amb materials externs.

Accions que cal evitar

- Crear un talús de pendent superior a 37°.
- Abordar les tasques de restauració si no hi ha els sistemes de protecció del talús i els sistemes de gestió de l'aigua corresponents.

Aspectes relacionats amb la fase de construcció

Mides

- Estabilitat geotècnica que compleixi la legalitat vigent.
- En general, l'estabilitat hauria de ser equivalent a la de l'entorn natural: estabilitat en condicions de saturació d'aigua.
- Per tal de reduir l'impacte visual dels talussos, les mides del talús han de ser similars a les del seu entorn. Es recomana que la longitud màxima del talús sigui de 10 m.

Tècnica constructiva

- És necessari aportar al nucli un material que garanteixi, per la seva granulometria, el bon drenatge intern del talús.
- Cal establir una gradació granulomètrica i una consolidació adequada del talús per evitar que els materials fins del substrat s'infiltrin al nucli i no siguin útils per a les plantes. Els materials del nucli han de garantir el bon drenatge intern del talús.
- Trabucament directe des de berma o similar.
- La inclinació de la base de la plataforma on es construeix el talús ha de ser < 20°.

Forma del talús. Perfil longitudinal

- Angle superior a 30° (> 58%) respecte de l'horitzontal.
- Pot ser mixt: paret i talús amb pendent forta i mitjana.
- Perfil còncau.
- Pot tenir continuïtat longitudinal amb un talús de pendent menys pronunciat.

Forma del talús. Perfil transversal

- És recomanable no fer-lo rectilini, sinó ondulat, deixant espais còncaus que puguin concentrar l'escolament superficial que es connectarà a la xarxa de drenatge.
- Cal donar accés per realitzar les tasques de col·locació del substrat i la revegetació (bermes accessibles a la maquinària).

Protecció del talús i gestió de l'aigua de precipitacions intenses

Gestió de l'aigua a l'explotació

- Construir una xarxa de desguassos i traslladar de manera segura l'aigua a punts més baixos de la xarxa de drenatge natural.
- Crear basses de decantació de fins abans d'anar a la xarxa natural.

Control de l'entrada d'aigua d'escolament al talús

- Construir una xarxa de drenatge perimetral, defensiva del talús per evitar l'entrada d'aigua sempre que sigui possible de tipus rasa. Alternativament, fer cordons de runa superiors amb la mateixa finalitat.
- Construir desguassos de camins que evitin l'entrada de l'aigua al talús.
- Desviar l'aigua a l'entrada de la zona restaurada cap a la xarxa general de drenatge.

Gestió de l'aigua al talús

- Per a talussos curts: crear discontinuïtats i petits replans paral·lels a les corbes de nivell, per tallar la llargada de circulació de l'aigua per sobre de la rampa del talús.
- Per a talussos llargs: si és possible, construir canals de contorn amb un pendent entre 1 i 5% per conduir el drenatge.

Gestió de l'aigua al peu del talús

- Basses de decantació de fins al peu del talús (vegeu la figura 6, pàg. 35).

Seguretat postexplotació

- Cal prendre les mesures de precaució necessàries en cada cas per garantir la seguretat de persones i béns i la no-afectació desfavorable a les explotacions contigües o a l'entorn.
- Cal instal·lar indicacions de perill, tancat perimetral, o el que disposi la llei en cada moment.

Control de l'erosió

- Manteniment i màxim control dels sistemes de drenatge perimetrals per evitar l'entrada de les aigües d'escolament superficial, especialment durant la tardor.
- Seguiment de la zona per identificar processos erosius causats per aigua, especialment per sufosió o *piping* (vegeu la figura 5.1.1.1, pàg. 99) o per xaragalls (vegeu l'apartat 5.1).
- Si hi ha predomini de graves (de 2 mm a 5 mm de diàmetre), és necessari comprovar l'absència de símptomes d'erosió durant pluges excepcionalment intenses.

Impacte visual

- Pot ser de molt interès que la geometria del talús no sigui uniforme i variï en alçària i en valor del pendent, sense superar el llindar indicat.
- Per reduir l'impacte visual, els talussos han de tenir unes dimensions que siguin assimilables als del seu entorn.
- Es recomana reduir la longitud màxima dels talussos al voltant d'uns 10 m de desnivell.

Anar a
B3



Fitxa B3. Substrat

Substrat fi

Morfologia de la unitat: talús

Pendent: entre 30° i 37°

Talús amb substrat inert, sense o amb poques llavors (materials de rebuig de l'explotació o no) i amb predomini d'elements fins amb continguts de terra fina entre un 40 i 80% (pes/pes).



Objectius

- Obtenir substrats adequats per al desenvolupament de la vegetació en talussos amb substrat fi.

Accions que cal evitar

- Abordar les tasques de reposició de substrat si no hi ha els sistemes de protecció del talús i de gestió de l'aigua corresponents.
- Utilitzar substrats de característiques molt diferents als sòls dels sistemes que es volen reproduir.
- Afinar la superfície del substrat amb les dents de la cullera de l'excavadora en la mateixa direcció del pendent.

Accions no admissibles

- Utilitzar terres d'importació o materials de rebuig contaminats amb impropis (ferros, plàstics, runa, etc.).
- Barrejar quantitats d'esmena orgànica en excés que poden contaminar per lixiviació les aigües superficials i els aqüífers.
- Emmagatzemar les esmenes orgàniques, especialment fangs de depuradora, en llocs no condicionats per evitar problemes ambientals i sanitaris.

Condicions geomorfològiques

- Talús de desmunt: roca fissurada i rugosa (cal evitar plans d'estratificació o de falla).
- Talús en pedraplè: materials heteromètrics que no presentin grans cavitats entre blocs.

Matèries primeres per al substrat

- Cal disposar d'una analítica bàsica (vegeu l'apartat 4.2).
- Residus d'extracció margosos, lutites, calcàries margoses.
- Llots de rentatges d'àrids (en proporcions moderades).
- Terres d'importació franques i francoarenoses.

Esmenes i correccions

- Cal disposar de les dades analítiques (vegeu l'apartat 4.2).
- Si s'aprofiten terres de decapatge de sòls naturals o agrícoles de la zona, molt sovint no cal aportar-hi esmenes orgàniques quan els substrats ja tenen el contingut orgànic suficient.
- Si cal, es poden incorporar restes vegetals, compost o fangs de depuradora seguint els criteris indicats a

l'apartat de dosificació.

- Les esmenes orgàniques s'han d'emmagatzemar de manera controlada seguint les prescripcions d'ús establertes.
- Si el material mineral (rebuig) no presenta els continguts de pedregositat requerits cal fer una correcció amb materials més grollers.

Requeriments del substrat (valors finals de la mescla de matèries primeres i esmenes)

- No superar els valors de fraccions grosses establerts (vegeu l'apartat 4.2).
- Textura francoargilosa (cal evitar un excés de sorres i de llims).
- Si el material procedeix de sòls forestals o agrícoles la fertilitat de la barreja ja sol ser adequada. En cas de materials poc fèrtils, la quantitat de matèria orgànica afegida no ha de representar un increment superior a l'1% respecte de la terra fina (fracció < 2 mm) del substrat.
- Salinitat < -3 dSm⁻¹.

Preparació de les mescles de materials minerals i esmenes orgàniques

- Cal seguir les indicacions de l'apartat de dosificacions. Com que són substrats amb granulometria fina, l'aportació final de matèria orgànica de la mescla pot ser alt, però es recomana aplicar dosis petites per evitar la proliferació de males herbes i d'espècies agressives.
- En cas que algun macronutrient no assoleixi els mínims necessaris amb l'adob orgànic quan s'utilitza material de rebuig, es pot compensar amb fertilitzants minerals quan s'apliqui la hidrosembra.
- És important que les esmenes quedin ben incorporades i cal fer diversos voltejos (3 com a mínim).
- Les mescles obtingudes es poden reservar en piles aïllades que no superin els 4 m d'alçària o en bancs d'alçària < 2,5 m.
- Es recomana col·locar les mescles a prop del lloc definitiu en forma de mota o de dipòsit de peu de front a mesura que es van preparant. Els llocs temporals d'emmagatzematge han d'estar en punts no inundables per evitar pèrdues de qualitat de les barreges i la contaminació de les aigües.
- És convenient preparar les mescles a finals d'hivern, època en què són poc freqüents les pluges intenses que podrien fer malbé les piles.
- Cal deixar reposar les mescles com a mínim 15 dies, però menys de 6 mesos abans de realitzar l'estesa de les terres.

Col·locació del substrat

- Gruix aconsellable: mínim 20 cm i màxim de 40 cm, però només s'ha d'adobar la capa superficial de 20-30 cm. En pendents tan elevats cal redistribuir el substrat al taús després d'abocar-lo des de la capçalera o des de la base. Cal generar gruixos de substrat irregular reproduint les condicions del sòl natural.
- Sobre pedraplens, cal calcular un 10% més de substrat per compensar l'assentament i la redistribució del material entre les cavitats de les pedres.
- Cal tenir en compte l'assentament del material abans de la plantació (entre 6-12 mesos d'assentament).
- Afinar la superfície final del talús utilitzant les puntes (o dents) de la cullera de l'excavadora en direcció perpendicular al pendent.

Control de qualitat i manteniment

- Si es detecten problemes d'estabilitat del substrat o pèrdues per erosió (vegeu l'apartat 5.1), cal fer una reposició localitzada. Controlar les possibles caigudes de blocs i pedres del substrat en els talussos B2, especialment després de l'estesa.
- Controlar les possibles formacions de crostes superficials que puguin dificultar la germinació de les llavors sembrades, especialment en substrats de textura llimosa.

- Prendre una mostra representativa del substrat abans d'iniciar la revegetació i després de dos anys de la reposició o abans de la finalització del període de garantia (vegeu l'apartat 5.2). Quan es disposi dels resultats analítics, cal fer les correccions necessàries segons l'apartat 4.2. Si la correcció s'ha de fer quan ja existeix vegetació instal·lada, cal utilitzar fertilitzants químics o correccions localitzades per no malmetre-la.

Dosificacions

- Les dades necessàries i el procediment s'expliquen a la fitxa B1.

Anar a
C3

Fitxa C3. Sembrada

Substrat fi

Morfologia de la unitat: talús

Pendent: entre 30° i 37°

Talús amb substrat inert, sense o amb poques llavors (materials de rebuig de l'exploració o no) i amb predomini d'elements fins amb continguts de terra fina entre un 40 i 80% (pes/pes).



Objectius

- Fixar el substrat emprant espècies anuals de creixement ràpid (sembra 1) i introduir posteriorment altres espècies autòctones de creixement més lent (sembra 2).

Accions que cal evitar

- Fer les hidrosembres sense deixar passar el període de repòs recomanat després d'incorporar l'esmena orgànica.
- Fer les hidrosembres en èpoques no recomanades.
- Fer les hidrosembres si no hi ha els sistemes de protecció superiors (canals o cordons perimetrals) necessaris.
- Incorporar fertilitzants a les hidrosembres si el substrat ja ha estat ben adobat.

Accions no abmissibles

- Introduir espècies exòtiques perquè poden competir i/o desplaçar les espècies autòctones que es volen potenciar (consulteu legislació).

Procés

Per aconseguir els objectius fixats es poden implementar alternatives diferents.



Composició i aplicació de les sèmres

HIDROSEMBRA 1. No s'ha d'aplicar abans de 15 dies de la col·locació del substrat.

- **Època de sembra:** setembre-febrer.
- **Forma d'aplicació:** hidrosembra en dues fases. La primera aplicació conté tots els components principals (les llavors, part de l'encoixinat, part del fixador i l'aigua). La segona aplicació té com a objectiu cobrir les

llavors per afavorir-ne la germinació, utilitzant una barreja amb la resta d'encoixinat, fixador i aigua.

- **Composició espècies:** segons la taula C2 (fitxa C2), incorporant el màxim d'espècies anuals possibles, preferentment de creixement ràpid (estàrter).
- **Dosi total de llavor:** 350 kg/ha.
- **Encoixinament:** 600-1.000 kg/ha de fibra curta (fusta, palla, coco o similar).
- **Fixador orgànic o inorgànic:** 100-150 kg/ha.
- **Aigua:** 25-50 m³/ha.
- **Fertilitzants inorgànics (opcional):** només per corregir les deficiències del substrat.

HIDROSEMBRA 2. En el cas de l'alternativa I, per poder aplicar la hidrosembra 2 és necessari que les espècies de la hidrosembra 1 estiguin en fase de desaparició (el recobriment vegetal de la hidrosembra 1 ha de ser inferior al 30%). Com a mínim s'ha d'aplicar 1 any després de la hidrosembra 1, però possiblement caldrà esperar més temps.

- **Època de sembra:** setembre-febrer.
- **Forma d'aplicació:** hidrosembra en dues fases. La primera aplicació conté tots els components principals (les llavors, part de l'encoixinat, part del fixador i l'aigua). La segona aplicació té com a objectiu cobrir les llavors per afavorir-ne la germinació, utilitzant una barreja amb la resta d'encoixinat, fixador i aigua.
- **Composició espècies:** com a mínim 10-15 espècies presents en la vegetació autòctona, que es poden escollir de la taula C2. Es recomana distribuir les espècies de la manera següent:

2-4 gramínoides (1 espècie anual com a màxim)

2-4 lleguminoses (1 espècie anual com a màxim)

2-4 herbàcies de cobertura (1 espècie anual com a màxim)

4-7 arbustos i subarbustos

- **Dosi total de llavor:** 350 kg/ha. Es recomana que la proporció d'espècies (en nre. llavors) sigui la següent:
 - 50% espècies de fixació (gramínoides)
 - 25% espècies fixadores de nitrogen (lleguminoses)
 - 15% herbàcies de recobriment
 - 10% arbustos i subarbustos

(En el cas d'alguns arbustos i subarbustos és possible que s'hagin de fer pretractaments abans d'incorporar les llavors a la barreja per augmentar la seva capacitat de germinació.)

- **Encoixinament:** 600-1.000 kg/ha de fibra curta (fusta, palla, coco o similar).
- **Fixador orgànic o inorgànic:** 100-150 kg/ha.
- **Aigua:** 25-50 m³/ha.
- **Fertilitzants inorgànics (opcional):** només per corregir les deficiències del substrat.

En cas que la zona que cal tractar presenti activitat biològica important es pot incorporar algun producte repel·lent per disminuir la predació de les llavors.

Control de qualitat

- Control de qualitat dels lots de llavors segons els paràmetres de l'apartat 4.3. Es recomana no acceptar el material vegetal si el lot no compleix els mínims de qualitat recomanats, tot i que es pot adaptar la dosi de sembra al percentatge de germinació determinat.

Resultats mínims aconsellables (procés de restauració)

HIDROSEMBRA 1

- 90% de cobertura vegetal durant el primer any (vegeu l'apartat 5 d'avaluació).

HIDROSEMBRA 2

- 70% de cobertura vegetal mínima i 80% de cobertura vegetal màxima (vegeu l'apartat 5 d'avaluació).
- Presència de com a mínim 2 espècies herbàcies pròpies de l'ecosistema de referència (vegeu l'apartat 5 d'avaluació).

Resultats mínims aconsellables (final de la garantia)

- Presència del 80% de les espècies arbustives i subarbustives sembrades (vegeu l'apartat 5 d'avaluació).

Manteniment

- Ressebrades si no es compleixen els resultats mínims recomanats.
- En la mesura que sigui possible caldria eliminar l'excés d'herbàcies al voltant dels arbustos i subarbustos germinats.
- Regs de manteniment si les condicions meteorològiques després de les sembres no són favorables.

**Anar a
E****Anar a
D2**



Fitxa A5. Morfologia

Substrat pedregós, inert o no

Morfologia de la unitat: talús

Pendent: < 30°

Talús amb substrat inert o amb moltes llavors (materials de rebuig de l'explotació o no) i amb predomini d'elements grossos (pedres i graves) amb continguts de terra fina entre un 20 i 40% (pes/pes).



Objectius

- Crear un talús apte per al desenvolupament de vegetació autòctona i recuperar els ecosistemes preexistents o equivalents, sobre un substrat de restauració pedregós.

Accions que cal evitar

- Abordar les tasques de restauració si no hi ha els sistemes de protecció del talús i els sistemes de gestió de l'aigua corresponents.

Aspectes relacionats amb la fase de construcció

Mides

- Estabilitat geotècnica que compleixi la legalitat vigent.
- En general, l'estabilitat hauria de ser equivalent a la de l'entorn natural: estabilitat en condicions de saturació d'aigua.

Tècnica constructiva

- Aportació de material al nucli que garanteixi, per la seva granulometria, el bon drenatge intern del talús.

Forma del talús. Perfil longitudinal

- Angle inferior a 30° (< 58%) respecte de l'horitzontal.
- Pot ser mixt: paret i talús.
- Pot instal·lar-se una protecció de blocs de pedra a la base per protecció del talús de la circulació de camions.
- Si la construcció del talús ho permet, és millor desenvolupar un talús amb pendent longitudinal còncau, amb un tram inferior llarg, per evitar la sedimentació.

Forma del talús. Perfil transversal

- És recomanable no fer-lo rectilini, sinó ondulat, deixant espais còncaus que puguin concentrar l'escolament superficial que es connectarà a la xarxa de drenatge.

Protecció del talús i gestió de l'aigua de precipitacions intenses

Gestió de l'aigua a l'explotació

- Construcció de la xarxa de desguàs i reconducció de l'aigua a punts més baixos de la xarxa de drenatge natural.
- Creació de basses de decantació de fins abans d'abocar a la xarxa natural (fig. 6).

Control de l'entrada de l'aigua d'escolament al talús

- Construir una xarxa de drenatge perimetral, defensiva del talús per evitar l'entrada d'aigua d'escolament superficial, sempre que sigui possible, de tipus rasa o canal.

- Construir desguassos de camins que evitin l'entrada de l'aigua al talús.
- Desviar l'aigua a l'entrada de la zona restaurada cap a la xarxa general de drenatge.

Gestió de l'aigua al talús

- En talussos curts: creació de petites banquetes discontinues paral·leles a les corbes de nivell, per tallar la llargada de circulació de l'aigua per sobre de la rampa del talús. Es poden utilitzar per a la plantació posterior.
- En talussos llargs: creació de canals de contorn amb un pendent entre 1 i 5% per a l'evacuació de l'aigua.

Gestió de l'aigua al peu del talús

- Basses de decantació de fins al seu peu si els fins són de l'ordre del 40%.

Seguretat postexplotació

- Cal instal·lar indicacions de perill, tancat perimetral, o el que disposi la llei en cada moment.
- Cal prendre les mesures de protecció necessàries en cada cas per garantir la seguretat de persones i béns i la no-afectació desfavorable a les explotacions contigües o a l'entorn.

Control de l'erosió

- En període de tardor cal fer tasques de manteniment i màxim control dels sistemes de drenatge perimetrals per evitar entrada de les aigües d'escolament superficial als talussos.
- Es necessitarà fer el seguiment de la zona per identificar processos erosius causats per l'aigua (vegeu l'apartat 5.1).
- Si predominen les graves (de 2 mm a 5 mm de diàmetre), serà necessari comprovar l'absència de símptomes d'erosió durant pluges excepcionalment intenses.

Impacte visual

- Pot ser de molt interès que la geometria del talús no sigui uniforme i varïi en alçària i en valor del pendent, sense superar el líndar indicat.
- Per tal de reduir l'impacte visual dels talussos, és millor que tinguin unes mides assimilables a les del seu entorn.

Anar a
B4



Fitxa B4. Substrat

Substrat pedregós

Morfologia de la unitat: talús

Pendent: < 30°

Talús amb substrat inert (materials de rebuig de l'exploració) o amb moltes llavors (terra vegetal decapada procedent de la mateixa explotació o d'origen al·lòcton) i amb predomini d'elements grossos (pedres i graves) amb continguts de terra fina entre un 20 i 40% (pes/pes).



Objectius

- Obtenir substrats adequats per al desenvolupament de la vegetació en talussos amb substrat pedregós.

Accions que cal evitar

- Abordar les tasques de reposició de substrat si no hi ha els sistemes de protecció del talús i de gestió de l'aigua corresponents.
- Utilitzar substrats de característiques molt diferents als sòls dels sistemes que es volen reproduir.
- Afinar la superfície final del talús utilitzant les puntes (o dents) de la cullera de l'excavadora en direcció perpendicular al pendent.

Accions no admissibles

- Utilitzar terres d'importació o materials de rebuig contaminats amb impropis (ferros, plàstics, runa, etc.).
- Barrejar quantitats d'esmena orgànica en excés que poden contaminar per lixiviació les aigües superficials i els aqüífers.
- Emmagatzemar les esmenes orgàniques, especialment fangs de depuradora, en llocs no condicionats per evitar problemes ambientals i sanitaris.

Condicions geomorfològiques

- Talús de desmunt: roca fissurada i rugosa (cal evitar plans d'estratificació o de falla).
- Talús en pedraplè: materials heteromètrics que no presentin grans cavitats entre blocs.

Matèries primeres pel substrat

- Cal disposar d'una analítica bàsica (vegeu l'apartat 4.2).
- Residus d'extracció pedregosos amb argiles intercalades.
- Rebuig d'àrids de trituració que continguin materials terrígens.
- Terres d'importació francoargiloses per mesclar amb residus pedregosos.
- Sòl o terra vegetal decapada de la mateixa explotació.

Esmenes i correccions

- Cal disposar de les dades analítiques de les matèries primeres i de les esmenes orgàniques. Vegeu l'apartat 4.2. Les esmenes orgàniques s'han d'emmagatzemar de manera controlada seguint les prescripcions d'ús establertes.

- Per a la correcció de la fertilitat química amb esmenes orgàniques es consideren diverses situacions:

A. Sòl forestal o terra vegetal procedent de la mateixa explotació. Normalment aquests materials presenten nivells de fertilitat suficients i no cal aplicar-hi cap esmena orgànica. Si els continguts no són els que es requereixen a la taula 4.2, és preferible no barrejar-hi cap tipus d'esmena importada per no malmetre el banc de llavors forestals que pugui tenir, però es poden incorporar restes vegetals de la zona triturades.

B. Rebuig mineral de la mateixa explotació. Si el material mineral no presenta els continguts de terra fina mínims requerits, cal fer una correcció amb materials més fins. En cas necessari, es poden incorporar restes vegetals, compost o fangs de depuradora seguint els criteris indicats a l'apartat de dosificació.

Requeriments del substrat (valors finals de la mescla de matèries primeres i esmenes)

- No superar els valors de fraccions grosses establerts (apartat 4.2).
- Textura francoargilosa (cal evitar l'excés de sorres i de llims).
- Si el material procedeix de sòls forestals la fertilitat de la barreja ja pot ser adequada. En cas de materials poc fèrtils, la quantitat de matèria orgànica afegida no ha de representar un increment superior a l'1% respecte de la terra fina (fracció < 2 mm) del substrat.
- Salinitat < 3 dSm⁻¹.

Preparació de les mescles de materials minerals i esmenes orgàniques. Conservació de les piles

A. Sòl forestal o terra vegetal procedent de la mateixa explotació. Es recomana aplicar aquests materials edàfics al més aviat possible, evitant períodes d'emmagatzematge molt llargs, superiors a 6 mesos. Per preservar la qualitat biològica d'aquests materials, especialment de les llavors i dels microorganismes, cal evitar fer piles superiors a 2 m d'alçària sense que la maquinària hi circuli per damunt i ubicar les piles en zones sense risc d'entollament.

B. Rebuig mineral de la mateixa explotació.

- Cal seguir les indicacions de l'apartat de dosificacions. En cas que algun macronutrient no assoleixi els mínims necessaris amb l'adob orgànic, es pot compensar amb fertilitzants minerals quan s'apliqui la hidrosembra.
- És important que les esmenes quedin ben incorporades i cal fer diversos voltejos (3 com a mínim) per garantir l'homogeneïtat de la barreja.
- Les mescles obtingudes es poden reservar en piles aïllades que no superin els 4 m d'alçària o en bancs d'alçària < 2,5 m.
- Es recomana col·locar les mescles en el lloc definitiu en forma de mota o de dipòsit de peu de front a mesura que es van preparant. Els llocs temporals d'emmagatzematge han de ser zones sense risc d'entollament per evitar pèrdues de qualitat de les barreges i la contaminació de les aigües.
- És convenient preparar les mescles a finals d'hivern, època en què són poc freqüents les pluges intenses que podrien fer malbé les piles.
- Cal deixar reposar les mescles com a mínim 15 dies, però menys de 6 mesos abans de realitzar la revegetació.

Col·locació del substrat

- Gruix aconsellable: mínim 20 cm i màxim 40 cm, però només s'ha d'adobar la capa superficial de 20 cm. Si no es disposa de prou sòl forestal o terra vegetal de la mateixa explotació per obtenir aquest gruix, es recomana disposar-lo en petites superfícies damunt del substrat obtingut en el cas **B**.
- Cal redistribuir el substrat al taús després d'abocar-lo. Cal generar gruixos de substrat irregular per reproduir les condicions del sòl natural. Cal evitar al màxim possible que la maquinària circuli per damunt del substrat col·locat. És recomanable que la maquinària sigui de tipus eruga per evitar compactacions del substrat excessives.

- La pedregositat elevada del substrat ha de proporcionar una rugositat superficial que ajudarà a reduir l'erosió, però es recomana generar rugositat perpendicular a la línia màxima de pendent.
- Sobre pedraplens, cal calcular un 10% més de substrat per compensar l'assentament i la redistribució del material entre les cavitats de les pedres.
- Cal tenir en compte l'assentament del material abans de la plantació (entre 6-12 mesos d'assentament).

Control de qualitat i manteniment

- Si es detecten problemes d'estabilitat del substrat o pèrdues per erosió (vegeu l'apartat 5.1), cal fer una reposició localitzada.
- Prendre una mostra representativa del substrat abans d'iniciar la revegetació i després de dos anys de la reposició o abans de la finalització del període de garantia (vegeu l'apartat 5.2). Quan es disposi dels resultats analítics, cal fer les correccions necessàries segons l'apartat 4.2. Si la correcció s'ha de fer quan ja existeix vegetació instal·lada, cal utilitzar fertilitzants químics o correccions localitzades per no malmetre-la.

Dosificacions

- Les dades necessàries i el procediment s'expliquen a la fitxa B1.



Fitxa C4. Sembra

Substrat pedregós

Morfologia de la unitat: talús

Pendent: < 30°

Talús amb substrat inert (materials de rebuig de l'explotació) o amb moltes llavors (terra vegetal decapada procedent de la mateixa explotació o d'origen al·lòcton) i amb predomini d'elements grossos (pedres i graves) amb continguts de terra fina entre un 20 i 40% (pes/pes).



Objectius

Generar una coberta vegetal per fixar el substrat amb espècies autòctones herbàcies i llenyoses.

Accions que cal evitar

Fer les sembres sense deixar passar el període de repòs recomanat després d'incorporar l'esmena orgànica.

Fer les sembres en èpoques no recomanades.

Fer les sembres si no hi ha els sistemes de protecció superiors (canals o cordons perimetrals) necessaris.

Accions no admissibles

Introduir espècies exòtiques perquè poden competir i/o desplaçar les espècies autòctones que es volen potenciar (consulteu legislació).

- A.** Si s'ha utilitzat sòl forestal o terra vegetal de la mateixa explotació o al·lòctona es recomana no fer sembres per promoure el desenvolupament de les llavors que incorpora el substrat. Si el sòl forestal o la terra vegetal de la mateixa explotació només s'ha aplicat en petites superfícies, s'ha d'evitar sembrar-hi damunt.

Anar a
D3

Si després d'un període plujós no s'observen germinacions importants i no s'obté el resultat mínim requerit, cal fer sembres de suport seguint les instruccions del cas **B**.

- B.** Si s'ha utilitzat substrat creat a partir de rebuig, cal fer sembres (entre setembre i febrer) i poden ser:
- **Hidrosembra en dues fases.** La primera aplicació conté tots els components principals (les llavors, part de l'encoixinat, part del fixador i l'aigua). La segona aplicació té com a objectiu cobrir les llavors per afavorir-ne la germinació, utilitzant una barreja amb la resta d'encoixinat, fixador i aigua.
 - **Sembra manual.** És important haver realitzat primer una homogeneïtzació de la barreja de llavors. Després de l'aplicació es recomana colgar les llavors remouent els primers centímetres de substrat.

Composició de les sembres

HIDROSEMBRA. No s'ha d'aplicar abans de 15 dies després de la col·locació del substrat.

- **Composició espècies:** com a mínim 10-15 espècies presents en la vegetació autòctona, que es poden escollir de la taula C2, fitxa C2. Es recomana distribuir les espècies de la manera següent:

2-4 gramínoides (1 espècie anual com a màxim)

2-4 lleguminoses (1 espècie anual com a màxim)

2-4 herbàcies de cobertura (1 espècie anual com a màxim)

4-7 arbustos i subarbustos

- **Dosi total de llavor:** 250 kg/ha. Es recomana que la proporció d'espècies (en nre. llavors) sigui la següent:
 - 15% d'espècies de fixació (graminoides)
 - 50% d'espècies fixadores de nitrogen (lleguminoses)
 - 25% d'herbàcies de recobriment
 - 10% d'arbustos i subarbustos
- Per obtenir la dosi de cada espècie dintre de la barreja cal conèixer el nombre de llavors del lot. A la taula 4.3.1 es faciliten uns valors orientatius per a algunes espècies, tot i que es recomana obtenir aquest paràmetre del mateix subministrador (vegeu l'apartat 4.3, control de qualitat).
- En el cas d'alguns arbustos i subarbustos és possible que s'hagin de fer pretractaments abans d'incorporar les llavors a la barreja per augmentar-ne la capacitat de germinació. Cal demanar les especificacions del pretractament al distribuïdor.
- **Encoixinament:** 600-1.000 kg/ha de fibra curta (fusta, palla, coco o similar).
- **Fixador orgànic o inorgànic:** 100-150 kg/ha.
- **Aigua:** 25-50 m³/ha.
- **Fertilitzants inorgànics (opcional):** només per corregir les deficiències del substrat.
 - En cas que la zona que cal tractar presenti activitat d'herbívors important es pot incorporar algun producte repel·lent per disminuir la predació.

SEMBRA MANUAL (la mateixa composició de les hidrosembres)

- Es recomana aplicar mulch després de colgar les llavors per afavorir les condicions de germinació. Com a possibles materials que es poden emprar hi ha la palla, les restes vegetals triturades, etc.

Control de qualitat

- Control de qualitat dels lots de llavors segons els paràmetres de l'apartat 4.3. Es recomana no acceptar el material vegetal si el lot no compleix els mínims de qualitat recomanats, tot i que es pot adaptar la dosi de sembra al percentatge de germinació determinat.

Resultats mínims aconsellables (procés de restauració)

- 50% de cobertura vegetal mínima, i 70% de cobertura màxima (vegeu l'apartat 5 d'avaluació).
- Presència de com a mínim 2 espècies herbàcies dels sistemes de referència (vegeu l'apartat 5 d'avaluació).

Resultats mínims aconsellables (final de la garantia)

- En el cas **A**, presència de 3-6 espècies arbustives i subarbustives del sistema de referència (sense comptabilitzar les espècies introduïdes per plantació), vegeu l'apartat 5 d'avaluació.
- En el cas **B**, presència del 80% de les espècies arbustives i subarbustives sembrades al final del període de garantia, vegeu l'apartat 5 d'avaluació.

Manteniment

- Ressebrades si no es compleixen els resultats mínims recomanats.
- En la mesura que sigui possible caldria eliminar l'excés d'herbàcies al voltant dels arbustos i subarbustos germinats.
- Regs de manteniment si les condicions meteorològiques després de les sembres no són favorables.



Fitxa D3. Plantació

Substrat pedregós o fi

Morfologia de la unitat: talús

Pendent: < 30°

Talús amb substrat inert o amb propàguls obtingut amb materials de rebuig de l'explotació o no.



M. Jorba

Objectiu

- Plantar espècies arbustives i arbòries autòctones per integrar ecològicament la zona en composició i en densitat, potenciant la presència de fauna que promogui la dispersió de llavors.

Accions que cal evitar

- Fer les plantacions fora de l'època de plantació recomanada.

Accions no admissibles

- Introduir espècies exòtiques perquè poden competir i/o desplaçar les espècies autòctones que es volen potenciar (consulteu legislació).

Consideracions generals

- Es recomana que el marc de plantació sigui irregular i que s'organitzi en masses de composició diversa, simulant la distribució de les plantes que es dona espontàniament. Aquestes masses han de tenir en compte la incorporació d'espècies dels diferents estrats de la vegetació nativa (arbres, arbustos, subarbustos i mates).
- En medis semiàrids amb una pluja per sota dels 400 mm, la coberta de la vegetació pot no ser contínua, però cal assegurar que els espais desprotegits tinguin una extensió reduïda i estiguin poc connectats entre ells.

Especificacions tècniques

- **Època de plantació:** octubre-febrer.
- **Escocell:** 40 x 40 x 40 cm (la fondària ha d'adaptar-se a la mida del contenidor). Posar mulch al voltant de l'escocell (grava, restes de fusta, mantes orgàniques, etc.) per evitar el desenvolupament de les herbàcies al voltant de l'individu plantat o realitzar tasques periòdiques de neteja d'herbàcies durant el primer any després de la plantació.
En cas que s'observin danys per herbivoria, cal col·locar protectors de polipropilè, o d'un altre material consistent, ventilats si es preveu un excés d'insolació, sobretot en medis semiàrids.
- **Composició d'espècies:** arbòries, arbustives i alguna enfiladissa, que es poden escollir de la taula D3. Tot i que és recomanable introduir les subarbustives per sembra, algunes espècies estan disponibles en viver (vegeu la taula C2, fitxa C2) i es poden plantar.
- **Nre. d'espècies:** 2-3 arbòries, ≥ 4 arbustives i subarbustives, i que siguin dominants a la vegetació de referència, preferentment rebrotadores de fruits carnosos.
- **Plantes (edat i densitat):** Edat: entre 1-2 anys (vegeu l'apartat 4.4, qualitat de planta).
Densitat: 1 arbre/16 m²; 1 arbust o subarbust/4 m². Aquestes densitats s'han d'adaptar a les del sistema de referència.

Esquemes de plantació



Control de qualitat

- Selecció dels lots segons els paràmetres de l'apartat 4.4.

Resultats mínims aconsellables (procés de restauració)

- 50% de supervivència al cap d'1 any de la plantació per a cada una de les espècies plantades.

Resultats mínims aconsellables (final de la garantia)

- Densitat per espècies llenyoses al final del període de garantia: 800 arbres/ha i 1.500 arbustos/ha. Aquestes densitats s'han d'adaptar segons el sistema de referència (boscos, garrigues, matollars, etc.). No es comptabilitzen en aquesta densitat els individus introduïts per sembra.
- Estrat llenyós amb una alçària d'un 40% respecte del sistema de referència.
- Presència de 2-3 espècies llenyoses amb fruits carnosos (arbustos madurs).
- Presència de noves plantes del 50% de les espècies introduïdes per sembra i/o plantació, amb freqüències $\geq 0,2$.
- Presència de plantes de 3-4 espècies llenyoses del sistema de referència, no introduïdes per sembra o per plantació.

Manteniment

- Regs de manteniment durant el primer període sec si les condicions meteorològiques després de les plantacions no són favorables.
- Reposició dels individus morts després del primer període sec posterior a les plantacions.
- Comptabilitzar els peus masculins i femenins en les espècies dioiques i plantar els individus necessaris per equilibrar la proporció.

Anar a
E

Taula D3.

Relació d'algunes espècies pròpies per plantacions en talussos de pendent < 30°, segons el biotipus i clima

Espècies	Semiàrid	Sec-subhumit	Subhumit	Humit	Substrat	Biotipus			
						Liana	Subarbust	Arbust	Arbre
<i>Acer monspessulanum</i>			x	x	no tolera la sal				x
<i>Anthyllis cytisoides</i>	x	x	x		preferentment calcari		x		
<i>Arbutus unedo</i>		x	x	x	indiferent			x	x
<i>Asparagus acutifolius</i>			x	x	indiferent	x	x		
<i>Asparagus albus</i>	x	x			indiferent	x	x		
<i>Bupleurum fruticosum</i>	x	x	x	x	indiferent		x		
<i>Bupleurum fruticosum</i>		x	x	x	indiferent			x	
<i>Capparis spinosa</i>	x	x	x		pedregós		x		
<i>Celtis australis</i>		x	x	x	preferentment calcari				x
<i>Ceratonia siliqua</i>	x	x	x		indiferent, no tolera la sal			x	x
<i>Chamaerops humilis</i>	x	x	x		indiferent			x	x
<i>Clematis flammula</i>		x	x	x	indiferent	x			
<i>Clematis vitalba</i>				x	indiferent	x			
<i>Colutea arborescens</i>		x	x	x	indiferent			x	
<i>Coriaria myrtifolia</i>		x	x	x	indiferent			x	
<i>Cornus sanguinea</i>		x	x	x	indiferent			x	
<i>Erica arborea</i>			x	x	silícic (calcari)			x	
<i>Erica multiflora</i>		x	x	x	calcari			x	
<i>Erica scoparia</i>		x	x	x	silícic			x	
<i>Genista scorpius</i>		x	x	x	calcari			x	
<i>Genista triacanthos</i>			x	x	silícic			x	
<i>Globularia alypum</i>		x	x		indiferent			x	
<i>Hedera helix</i>			x	x	indiferent	x			
<i>Juniperus oxycedrus</i>	x	x	x	x	Indiferent, no tolera la sal			x	
<i>Juniperus phoenicea</i>	x	x	x	x	indiferent, no tolera la sal			x	
<i>Lavandula angustifolia</i>		x	x	x	indiferent		x		
<i>Lavandula dentata</i>	x	x			calcari		x		
<i>Lavandula latifolia*</i>		x	x	x	calcari		x		
<i>Lonicera etrusca</i>			x	x	indiferent	x			
<i>Lonicera implexa</i>	x	x	x	x	indiferent	x			
<i>Malus sylvestris</i>				x	indiferent, no tolera la sal				x
<i>Myrtus communis</i>		x	x	x	indiferent			x	
<i>Marrubium vulgare</i>	x	x	x	x	indiferent			x	
<i>Olea europaea var. sylvestris</i>	x	x	x	x	indiferent			x	(x)

Taula D3.

Espècies	Semiàrid	Sec-subhumit	Subhumit	Humit	Substrat	Biotipus			
						Liana	Subarbust	Arbust	Arbre
<i>Periploca laevigata</i> ssp. <i>angustifolia</i>	x				indiferent		x		
<i>Phillyrea angustifolia</i>	x	x	x	x	calcari			x	
<i>Phillyrea latifolia</i>		x	x	x	calcari			x	
<i>Pinus halepensis</i>	x	x	x	x	indiferent				x
<i>Pinus pinea</i>	x	x	x	x	indiferent				x
<i>Pistacia lentiscus</i>	x	x	x	x	indiferent			x	(x)
<i>Pistacia terebinthus</i>		x	x	x	indiferent			(x)	x
<i>Prunus spinosa</i>				x	calcari			x	
<i>Quercus coccifera</i>	x	x	x	x	calcari			x	(x)
<i>Quercus faginea</i>		x	x	x	preferentment calcari			x	x
<i>Quercus ilex</i>	x	x	x	x	indiferent				x
<i>Retama sphaerocarpa</i>	x	x			indiferent			x	
<i>Rhamnus alaternus</i>	x	x	x	x	indiferent (calcari)			x	
<i>Rhamnus lycioides</i>	x	x			indiferent (calcari)			x	
<i>Rosmarinus officinalis</i>	x	x	x	x	preferentment calcari			x	
<i>Rubia peregrina</i>	x	x	x	x	indiferent	x			
<i>Salsola genistoides</i>	x	x			nitrohalòfil			x	
<i>Rubus ulmifolius</i>			x	x	indiferent		x		
<i>Salvia officinalis</i> ssp. <i>lavandulifolia</i>		x	x	x	calcari		x		
<i>Santolina chamaecyparissus</i>		x	x	x	calcari		x		
<i>Santolina rosmarinifolia</i>			x	x	indiferent		x		
<i>Satureja montana</i>	x	x	x		calcari		x		
<i>Smilax aspera</i>	x	x	x	x	indiferent	x			
<i>Spartium junceum</i>	x	x	x	x	indiferent			x	
<i>Thymbra capitata</i> *	x	x			calcari		x		
<i>Thymus vulgaris</i> *	x	x	x	x	preferentment calcari		x		
<i>Thymus mastichina</i> *	x	x			indiferent		x		
<i>Thymus zygis</i>	x				calcari		x		
<i>Thymelaea hirsuta</i>	x				tolera la sal			x	
<i>Thymelaea tinctoria</i>			x	x	calcari			x	
<i>Viburnum tinus</i>		x	x	x	indiferent			x	

* Disponible en llavor.

Per saber quines espècies són pròpies de la zona que es vol restaurar, cal consultar les flores locals.

Per a Catalunya es pot consultar <http://biodiver.bio.ub.es/biocat/homepage.html>.

Per a Portugal es pot consultar http://www.jb.utad.pt/pt/herbario/cons_reg.asp.

Fitxa A6. Morfologia

Substrat fi

Morfologia de la unitat: talús

Pendent: $< 30^\circ$

Talús amb sòl amb predomini de materials fins (contingut de terra fina superior al 40%), adossat o no a paret de roca vertical o subvertical i que pot estar entre dues bermes (bancs).

L'angle del pendent fa referència a l'angle de cada talús associat a un banc, un cop assentat.



M. Jorba

Objectiu

- Crear un talús apte per al desenvolupament de vegetació autòctona i recuperar els ecosistemes preexistents o equivalents.

Accions que cal evitar

- Abordar les tasques de restauració si no hi ha els sistemes de protecció del talús i els sistemes de gestió de l'aigua corresponents.

Aspectes relacionats amb la fase de construcció

Dimensions

- Estabilitat geotècnica que compleixi la legalitat vigent.
- En general, l'estabilitat hauria de ser equivalent a la de l'entorn natural: estabilitat en condicions de saturació d'aigua.

Tècnica constructiva

- Aportació al nucli de material que garanteixi, per la seva granulometria, el bon drenatge intern del talús.

Forma del talús. Perfil longitudinal

- Angle inferior a 30° ($< 58\%$) respecte de l'horitzontal.
- Pot instal·lar-se una protecció de blocs de pedra a la base per a la circulació de camions.
- Si la construcció del talús ho permet, és millor desenvolupar un talús amb pendent longitudinal còncau, amb un tram inferior llarg, per evitar la sedimentació.

Forma del talús. Perfil transversal

- És recomanable no fer-lo rectilini, sinó ondulat, deixant espais còncaus que puguin concentrar l'escolament superficial i connectar-lo a la xarxa de drenatge, especialment si s'han tallat punts d'aflorament d'aigües.

Protecció del talús i gestió de l'aigua de precipitacions intenses

Gestió de l'aigua a l'explotació

- Construir una xarxa de desguassos i trasllat segur de l'aigua a punts més baixos de la xarxa de drenatge natural (fig. 6).
- Crear basses de decantació de fins abans d'anar a la xarxa natural.

Control d'entrada aigua d'escolament al talús

- Construir una xarxa de drenatge perimetral, defensiva del talús per evitar l'entrada d'aigua d'escolament

superficial. Alternativament, fer cordons de runa superiors de protecció dels talussos; construir desguassos de camins que evitin l'entrada de l'aigua al talús; desviar l'aigua a l'entrada de la zona restaurada cap a la xarxa general de drenatge.

Gestió de l'aigua al talús

- En talussos molt llargs i accessibles: construcció de bermes, amb contrapendent cap a l'interior i pendent longitudinal per desguàs lateral; canals de contorn amb un pendent entre 1 i 5% per evacuar les aigües; creació de petits bancs discontinus paral·lels a les corbes de nivell, per tallar la llargada de circulació de l'aigua per sobre de la rampa del talús.
- En talussos curts: creació de rugositat transversal al pendent discontinu amb la creació de concavitats que retinguin l'aigua, sempre paral·lela a les corbes de nivell, per facilitar l'evacuació lenta de l'aigua; creació de rugositat transversal al pendent continu, si el pendent ho permet es recomana passar un cisell amb eruga per la superfície final en direcció paral·lela a les corbes de nivell.

Gestió de l'aigua al peu del talús

- Construcció de desguassos i reconducció de l'aigua cap a punts més baixos de la xarxa de drenatge; concatenació de basses de decantació de fins al peu del talús.

Seguretat postexplotació

- Cal prendre les mesures de precaució necessàries en cada cas per garantir la seguretat de persones i béns i la no-afectació desfavorable a les explotacions contigües o a l'entorn.
- Cal instal·lar indicacions de perill, tancat perimetral, o el que disposi la llei en cada moment.

Control de l'erosió

- Manteniment i màxim control dels sistemes de drenatge perimetrals per evitar l'entrada de l'aigua d'escolament superficial, especialment durant la tardor.
- Seguiment de la zona per identificar processos erosius causats per aigua, especialment per sufossió o *piping* o per xaragalls (vegeu l'apartat 5.1).
- Això és especialment important si la granulometria del material pertany a algun dels tipus següents:
 - Llims o arenas amb límit plàstic baix
 - Arena fina llimosa
 - Argiles llimoses amb límit plàstic baix
 - La majoria d'arenas fines poc classificades
- En els replans de plantació, i en general a tot el talús, cal controlar l'aparició de fenòmens de sufossió i *piping* en general.
- Si predominen les graves (de 2 mm a 5 mm de diàmetre), caldrà comprovar l'absència de símptomes d'erosió durant pluges excepcionalment intenses.

Impacte visual

- Pot ser de molt interès que la geometria del talús no sigui uniforme i variï en alçària i en valor del pendent, sense superar el llindar indicat.
- Per reduir l'impacte visual dels talussos, és millor que tinguin unes mides assimilables amb les del seu entorn.
- Es recomana reduir la longitud màxima dels talussos al voltant dels 10 m de desnivell.



Fitxa B5. Substrat

Substrat fi

Morfologia de la unitat: talús

Pendent: < 30°

Talús amb substrat inert (materials de rebuig de l'explotació) o amb moltes llavors (terra vegetal decapada procedent de la mateixa explotació o d'origen al·lòcton) i amb predomini d'elements fins i amb continguts de terra fina entre un 40 i 80% (pes/pes).



Objectiu

- Obtenir substrats adequats per al desenvolupament de la vegetació en talussos amb substrat fi.

Accions que cal evitar

- Abordar les tasques de reposició de substrat si no hi ha els sistemes de protecció del talús i de gestió de l'aigua corresponents.
- Utilitzar substrats de característiques molt diferents a les dels sòls dels sistemes que es volen reproduir.
- Afinar la superfície final del talús utilitzant les puntes (o dents) de la cullera de l'excavadora en direcció perpendicular al pendent.

Accions no admissibles

- Utilitzar terres d'importació o materials de rebuig contaminats amb impropis (ferros, plàstics, runa, etc.).
- Barrejar quantitats d'esmena orgànica en excés que poden contaminar per lixiviació les aigües superficials i els aqüífers.
- Emmagatzemar les esmenes orgàniques, especialment fangs de depuradora, en llocs no condicionats per evitar problemes ambientals i sanitaris.

Condicions geomorfològiques

- Talús de desmunt: roca fissurada i rugosa (cal evitar plans d'estratificació o de falla).
- Talús en pedraplè: materials heteromètrics que no presentin grans cavitats entre blocs.

Matèries primeres pel substrat

- Cal disposar d'una analítica bàsica (vegeu l'apartat 4.2).
- Residus d'extracció.
- Materials terrígens d'importació d'origen divers (sòls agrícoles, decapats i sanejaments provinents de la construcció, etc.). Textura franca o francoarenosa.
- Sòl o terra vegetal decapada de la mateixa explotació.

Esmenes i correccions

- Cal disposar de les dades analítiques de les matèries primeres i de les esmenes orgàniques (vegeu l'apartat 4.2). Les esmenes orgàniques s'han d'emmagatzemar de manera controlada seguint les prescripcions d'ús establertes.

- Per a la correcció de la fertilitat química amb esmenes orgàniques es consideren diverses situacions:

- A. Sòl forestal o terra vegetal procedent de la mateixa explotació.** Sovint aquests materials presenten nivells de fertilitat suficients i no cal aplicar-hi cap esmena orgànica. Si els continguts no són els que es requereixen a la taula 4.2.2, és preferible no barrejar-hi cap tipus d'esmena per no malmetre el banc de llavors forestals que pugui tenir.
- B. Rebuig mineral d'explotació.** En cas necessari, es poden incorporar restes vegetals, compost o fangs de depuradora seguint els criteris indicats a l'apartat de dosificació per corregir la seva fertilitat.
- C. Materials terrígens al·lòctons.** Sovint tenen un origen agrícola i la seva fertilitat és suficient o les dosificacions de correcció solen ser petites.

Requeriments del substrat (valors finals de la mescla de matèries primeres i esmenes)

- Es recomana que com a mínim hi hagi un 20% d'elements grollers (pedres i graves).
- Textura francoargilosa (cal evitar un excés de llims).
- En cas de materials poc fèrtils, la quantitat de matèria orgànica afegida no ha de representar un increment superior a l'1% respecte de la terra fina (fracció < 2 mm) del substrat.
- Salinitat < 4 dSm⁻¹.

Preparació de les mescles de materials minerals i esmenes orgàniques. Conservació de les piles

- A. Sòl forestal o terra vegetal procedent de la mateixa explotació.** Es recomana aplicar aquests materials edàfics al més aviat possible, evitant períodes d'emmagatzematge molt llargs, no superiors a 6 mesos. Per preservar la qualitat biològica d'aquests materials, especialment dels propàguls i els microorganismes, cal evitar fer piles superiors als 2 m d'alçària sense que la maquinària hi circuli per damunt i ubicar les piles en zones sense risc d'entollament.
- B. Rebuig mineral d'explotació.** Cal seguir les indicacions de l'apartat de dosificacions. Com que són substrats fins, les aportacions d'esmenes poden ser grans, però per evitar un excés de desenvolupament de males herbes i espècies agressives, la dosi d'esmena orgànica hauria de ser petita. En el cas que algun macronutrient no assoleixi els mínims necessaris amb l'adob orgànic, es pot compensar amb fertilitzants minerals quan s'apliqui la hidrosembra.
- És important que les esmenes quedin ben incorporades i cal fer diversos voltejos (3 com a mínim) per garantir l'homogeneïtat de la barreja.
 - Les mescles obtingudes es poden reservar en piles aïllades que no superin els 4 m d'alçària o en bancs d'alçària < 2,5 m.
 - Es recomana col·locar les mescles en el lloc definitiu en forma de mota o de dipòsit de peu de front a mesura que es van preparant. Els llocs temporals d'emmagatzematge han d'estar en zones sense risc d'entollament per evitar pèrdues de qualitat de les barreges.
 - És convenient preparar les mescles a finals d'hivern, època en què són poc freqüents les pluges intenses que podrien fer malbé les piles.
 - Cal deixar reposar les mescles com a mínim 15 dies, però menys de 6 mesos abans de realitzar la revegetació.
- C. Materials terrígens al·lòctons.** Se seguiran les mateixes recomanacions que al punt **B**.

Col·locació del substrat

- Gruix aconsellable: mínim 20 cm i màxim 40 cm, però es recomana esmenar només 20 cm. Si no es disposa de prou sòl forestal o terra vegetal de la pròpia explotació per obtenir aquest gruix, es recomana disposar-lo en petites superfícies damunt del substrat obtingut en el cas **B** o **C**.
- Cal redistribuir el substrat al taús després d'abocar-lo. Cal generar gruixos de substrat irregulars reproduint

les condicions del sòl natural. Cal evitar al màxim possible que la maquinària circuli per damunt del substrat col·locat. La maquinària ha de ser de tipus eruga per evitar compactacions del substrat excessives.

- Es recomana generar rugositat perpendicular a la línia màxima de pendent.
- Sobre pedraplens cal calcular un 10% més de substrat per compensar l'assentament i la redistribució del material entre les cavitats de les pedres.
- Cal tenir en compte l'assentament del material abans de la plantació (entre 12 mesos d'assentament).

Control de qualitat i manteniment

- Si es detecten problemes d'estabilitat del substrat o pèrdues per erosió (vegeu l'apartat 5.1), cal fer una reposició localitzada.
- Prendre una mostra representativa del substrat abans d'iniciar la revegetació i després de dos anys de la reposició o abans de la finalització del període de garantia (vegeu l'apartat 5.2). Quan es disposi dels resultats analítics, cal fer les correccions necessàries segons l'apartat 4.2. Si la correcció s'ha de fer quan ja existeix vegetació instal·lada, cal utilitzar fertilitzants químics o correccions localitzades per no malmetre-la.

Dosificacions

Les dades necessàries i el procediment s'expliquen a la fitxa B1.

Anar a
C5

Fitxa C5. Sembra

Substrat fi

Morfologia de la unitat: talús

Pendent: < 30°

Talús amb substrat inert (materials de rebuig d'explotació) o amb moltes llavors (terra vegetal decapada procedent de la mateixa explotació o d'origen al·lòcton) i amb predomini d'elements fins amb continguts de terra fina entre un 40 i 80% (pes/pes).



Objectiu

- Generar una coberta vegetal per fixar el substrat amb espècies autòctones herbàcies i llenyoses.

Accions que cal evitar

- Fer les sembres sense deixar passar el període de repòs recomanat després d'incorporar l'esmena orgànica.
- Fer les sembres en èpoques no recomanades.
- Fer les sembres si no hi ha els sistemes de protecció superiors (canals o cordons perimetrals) necessaris.

Accions no admissibles

- Introduir espècies exòtiques perquè poden competir i/o desplaçar les espècies autòctones que es volen potenciar (consulteu legislació).

Procés

- A.** Si s'ha utilitzat sòl forestal o terra vegetal de la mateixa explotació es recomana no fer sembres per promoure el desenvolupament de les llavors que incorpora el substrat. Si el sòl forestal o la terra vegetal de la mateixa explotació només s'ha aplicat en petites superfícies, s'ha d'evitar sembrar-hi damunt.

Anar a
D3

Si després d'un període plujós no s'observen germinacions importants i no s'obté el resultat mínim requerit, caldrà fer sembres de suport seguint les instruccions del cas **B**.

- B.** Si s'ha utilitzat substrat obtingut a partir de materials terrígens al·lòctons d'origen agrícola o de zones revegetades, es recomana no fer cap sembra inicial. Aquests materials poden portar un banc de llavors propi, sovint de males herbes, que poden fer fracassar les sembres. Es recomana deixar passar com a mínim 1 any perquè aquestes espècies, la majoria anuals, hagin completat el seu cicle biològic. Es preveu que aquestes espècies vagin desapareixent gradualment després d'aquest període inicial, tot i que hi ha espècies que poden persistir més. Quan el recobriment sigui aproximadament del 50%, es poden fer les sembres segons les recomanacions de l'apartat **C**. Habitualment aquestes espècies presenten el seu desenvolupament màxim a la primavera. Si després del període primaveral no s'observen germinacions, caldrà preveure algun tipus de protecció del sòl fins que es puguin fer les sembres descrites a l'apartat **C** en el període adequat (per exemple, aplicació de mulch superficial).

- C. Si s'ha utilitzat substrat creat a partir de rebuig, cal fer sembres (entre setembre i febrer) i poden ser:
- **Hidrosembra en dues fases.** La primera aplicació conté tots els components principals (les llavors, part de l'encoixinat, part del fixador i l'aigua). La segona aplicació té com a objectiu cobrir les llavors per afavorir-ne la germinació, utilitzant una barreja amb la resta d'encoixinat, fixador i aigua.
 - **Sembra manual.** És important haver realitzat primer una homogeneïtzació de la barreja de llavors. Després de l'aplicació es recomana colgar les llavors remonent els primers centímetres de substrat.

Composició de les sembres

HIDROSEMBRA. No s'ha d'aplicar abans de 15 dies després de la col·locació del substrat.

- **Composició espècies:** com a mínim 10-15 espècies presents en la vegetació autòctona, que es poden escollir de la taula C2 (fitxa C2). Es recomana distribuir les espècies de la manera següent:

2-4 gramínoides (1 espècie anual com a màxim)

2-4 lleguminoses (1 espècie anual com a màxim)

2-4 herbàcies de cobertura (1 espècie anual com a màxim)

4-7 arbustos i subarbustos

- **Dosi total de llavor:** 250 kg/ha. Es recomana que la proporció d'espècies (en nre. llavors) sigui la següent:

15% d'espècies de fixació (gramínoides)

50% d'espècies fixadores de nitrogen (lleguminoses)

25% d'herbàcies de recobriment

10% d'arbustos i subarbustos

- Per obtenir la dosi de cada espècie dintre de la barreja cal conèixer el nombre de llavors del lot. A la taula 4.3.1 es faciliten uns valors orientatius per a algunes espècies, tot i que es recomana obtenir aquest paràmetre del mateix subministrador (vegeu l'apartat 4.3, de control de qualitat).
- En el cas d'alguns arbustos i subarbustos és possible que s'hagin de fer pretractaments abans d'incorporar les llavors a la barreja per augmentar la seva capacitat de germinació. Cal demanar les especificacions del pretractament al distribuïdor.
- **Encoixinament:** 600-1.000 kg/ha de fibra curta (fusta, palla, coco o similar).
- **Fixador orgànic o inorgànic:** 100-150 kg/ha.
- **Aigua:** 25-50 m³/ha.
- **Fertilitzants inorgànics (opcional):** per corregir les deficiències del substrat.
En cas que la zona que cal tractar presenti activitat d'herbívoros important es pot incorporar algun producte repel·lent per disminuir la predació.

SEMBRA MANUAL (la mateixa composició de les hidrosembres)

- Es recomana aplicar mulch després de colgar les llavors per afavorir les condicions de germinació. Com a possibles materials que es poden emprar hi ha la palla, les restes forestals triturades, etc.

Control de qualitat

- Control de qualitat dels lots de llavors segons els paràmetres de l'apartat 4.3. Es recomana no acceptar el material vegetal si el lot no compleix els mínims de qualitat recomanats, tot i que es podrà adaptar la dosi de sembra al percentatge de germinació determinat.

Resultats mínims aconsellables (procés de restauració)

- 50% de cobertura vegetal mínima i 70% de cobertura vegetal màxima (vegeu l'apartat 5 d'avaluació).
- Presència de com a mínim 2 espècies pròpies de l'ecosistema de referència (vegeu l'apartat 5 d'avaluació).

Resultats mínims aconsellables (final de la garantia)

- En el cas **A**, presència de 3-6 espècies arbustives i subarbustives del sistema de referència (sense comptabilitzar les espècies introduïdes per plantació). Vegeu l'apartat 5 d'avaluació.
- En el cas **B**, presència del 80% de les espècies arbustives i subarbustives sembrades al final del període de garantia. Vegeu l'apartat 5 d'avaluació.

Manteniment

- Ressebrades si no es compleixen els resultats mínims recomanats.
- En la mesura que sigui possible caldria eliminar l'excés d'herbàcies al voltant dels arbustos i subarbustos germinats.
- Regs de manteniment si les condicions meteorològiques després de les sembres no són favorables.

Anar a
E

Anar a
D3

3.3.2 Ús agrícola



Bancals o talussos amb pendent inferior a 8°



Morfologia de la unitat

A7

Creació de substrat

B6

Fitxa A7. Morfologia

Substrat fi o poc pedregós

Morfologia de la unitat: bancals

Pendent: < 8°

Talús o bancal amb sòl amb predomini de materials poc pedregosos (contingut de terra fina superior al 40%), adossat o no a paret de roca.



Objectius

- Crear un bancal o un talús apte per a ús agrícola d'acord amb les pràctiques pròpies de la zona.

Accions que cal evitar

- Crear bancals massa llargs i estrets.
- Crear noves zones agrícoles en llocs no adequats.
- Crear depressions dintre del bancal que facilitin l'estancament de l'aigua de reg o de pluja.
- No preveure vies d'accés per poder fer els treballs de preparació.

Aspectes relacionats amb la fase de construcció

Dimensions

- Estabilitat geotècnica que compleixi la legalitat vigent.
- Per reduir l'impacte visual, és millor que els bancals tinguin unes mides assimilables amb les del seu entorn.

Tècnica constructiva

- Aportar al nucli material que garanteixi, per la seva granulometria, el bon drenatge intern del talús.

Forma del bancal. Perfil longitudinal

- Angle inferior a 8°, fins un màxim d'11°. Alternativament pot donar-se una forma esglaonada amb disseny de bancals amb marges estables a l'erosió i a la degradació.
- Preparar i anivellar posteriorment, donant un pendent continu i sense irregularitats.
- Crear una lleugera convexitat a la part més alta per assegurar el drenatge cap a la part interior del bancal.

Forma del bancal. Perfil transversal

- És recomanable no fer-lo rectilini, sinó ondulat, deixant espais còncavs que puguin concentrar l'escolament superficial i connectar-lo a la xarxa de drenatge, especialment si s'han tallat punts d'aflorament d'aigües.
- Construir un canal de drenatge d'aigua d'escolament per a la protecció del marge amb desguàs lateral.

Protecció del talús i gestió de l'aigua de precipitacions intenses

Gestió de l'aigua a l'explotació

- Construcció de la xarxa de desguassos i trasllat segur de l'aigua a punts més baixos de la xarxa de drenatge natural.
- Creació de basses de decantació de fins abans d'anar a la xarxa natural. Vegeu la figura 6.

Control d'entrada de l'aigua d'escolament al talús

- Construir una xarxa de drenatge perimetral, defensiva del bancal per evitar l'entrada d'aigua d'escolament superficial. Alternativament, fer cordons de runa superiors de protecció dels talussos.
- Construir desguassos de camins que evitin entrada de l'aigua als bancals.
- Desviar l'aigua a l'entrada de la zona restaurada cap a la xarxa general de drenatge.

Gestió de l'aigua al bancal

- Recollida lateral de l'aigua generada a partir de les zones convexes del bancal.

Gestió de l'aigua al peu del bancal

- Creació de basses de decantació de fins al seu peu.

Seguretat postexplotació

- Cal prendre les mesures de precaució necessàries en cada cas per garantir la seguretat de persones i béns i la no-afectació desfavorable a les explotacions contigües o a l'entorn.
- Cal assegurar vies d'accés un cop ha finalitzat l'explotació minera.

Control de l'erosió

- Control de l'erosió especialment de la de sufosió (*piping*). Si el material aportat és molt fi, vegeu la fitxa A6. Seguiment de l'estabilitat dels marges dels bancals.

Impacte visual

- Per reduir l'impacte visual, és millor que els bancals tinguin unes mides assimilables a les del seu entorn.
- Cal fer una sembra inicial de lleguminoses tan aviat com sigui possible.

**Anar a
B6**

Fitxa B6. Substrat

Substrat fi

Morfologia de la unitat: bancal

Pendent: < 11°

Bancals amb substrat de bona qualitat en superfícies estables, sense subsidències, situats en zones no inundables on el subsòl no contingui residus contaminants (abocadors de residus no inerts) per a l'establiment de conreus compatibles amb la integració paisatgística.



Objectius

- Obtenir substrats fins de bona qualitat destinats a ús agrícola.

Accions que cal evitar

- Abordar les tasques de reposició de substrat si no hi ha els sistemes de protecció del talús i de gestió de l'aigua corresponents.
- Utilitzar terres o materials de rebuig molt pedregosos.

Accions no admissibles

- Gruix insuficient de substrat.
- Utilitzar terres o materials de rebuig contaminats.
- Barrejar quantitats d'esmena orgànica en excés que poden contaminar per lixiviació les aigües superficials i els aqüífers.
- Emmagatzemar les esmenes orgàniques, especialment fangs de depuradora, en llocs no condicionats per evitar problemes ambientals i sanitaris.

Condicions geomorfològiques

- Plataforma o bancal.
- Talús suau cultivable (pendent < 8°).

Matèries primeres pel substrat

- Terres de bona qualitat pròpies (decatatge) o d'importació, amb baix contingut d'elements grossos.
- Aprofitament de terres procedents de sòls agrícoles.
- Excloure terres amb runes o contaminades.
- Es desaconsella la utilització de materials de rebuig, excepte si són de molt bona qualitat.

Esmenes i correccions

- Si és necessari es poden incorporar restes vegetals triturades, fems, compost o fangs de depuradora amb les dosis adequades. Cal aplicar la normativa específica sobre limitacions en relació amb el contingut de metalls pesants del compost o fangs de depuradora. Si s'aprofiten terres de decapatge de sòls naturals de la zona o procedents de sòls agrícoles, és possible que no calgui aportar-hi esmenes orgàniques.

Requeriments del substrat (valors finals de la mescla de matèries primeres i esmenes)

- Cal revisar els valors finals de la mescla de matèries primeres i esmenes de la taula 4.2.2.
- Excloure substrats amb > 50% d'elements grossos. No hi ha d'haver blocs o pedres que puguin interferir en la maquinària agrícola.
- Com que la finalitat és agrícola, caldrà tenir en compte que els requeriments de fertilitat estan en funció del cultiu que s'hi implanti i que les aportacions són anuals. Si el material procedeix de sòls forestals o antics camps de conreu adobats, la fertilitat de la barreja ja serà més alta inicialment, però caldrà vigilar també en el segon cas la salinitat de la terra utilitzada (salinitat < 3 dS/m⁻¹).
- Si el substrat té una granulometria fina (textures francollimoses i argiloses o més fines), és millor que el contingut de matèria orgànica de la mescla sigui més alt. Si s'utilitza una certa proporció de material de rebuig en la preparació del substrat, cal corregir les deficiències de nutrients amb adobs orgànics.

Preparació de les mescles de materials minerals i esmenes orgàniques. Conservació de les piles

- Cal seguir les indicacions de l'apartat de dosificacions de la fitxa B1.
- És necessari no sobrepassar la dosi indicada en la taula 4.2.2 per a sòls agrícoles, atès que les aportacions anuals de nitrogen i de fòsfor disponibles no han de superar els requeriments anuals dels conreus. Si s'utilitzen fangs de depuradora s'aconsella seguir les indicacions dels manuals específics (Junta de Sanejament, 1993; Alcañiz et al., 2007).
- És important que les esmenes quedin ben incorporades i cal fer diversos voltejos (3 com a mínim) per garantir l'homogeneïtat de la barreja.
- Les mescles obtingudes es poden reservar en piles aïllades que no superin els 4 m d'alçària o en bancs d'alçària < 2,5 m.
- Es recomana col·locar les mescles a prop del lloc definitiu en forma de mota o de dipòsit de peu de front a mesura que es van preparant. Els llocs temporals d'emmagatzematge han d'estar en zones sense risc d'entollament per evitar pèrdues de qualitat de les barreges.
- És convenient preparar les mescles a finals d'hivern, època en què són poc freqüents les pluges intenses que podrien fer malbé les piles.
- Cal deixar reposar les mescles com a mínim 15 dies, però menys de 6-8 mesos abans de l'estesa de les terres.

Col·locació del substrat

- Gruix aconsellable: 50 cm, però només s'ha d'adobar la capa superficial de 20-30 cm. L'esmena orgànica i els fertilitzants també es poden distribuir directament per la superfície una vegada feta l'estesa de les terres i, a continuació, incorporar-los amb una arada o altre estri agrícola fins que s'aconsegueixi una bona mescla. Es recomana fer diverses passades.

Control de qualitat i manteniment

- Cal prendre una mostra representativa del sòl després de la primera collita. Quan es disposi del resultats analítics, fer les correccions necessàries en funció dels resultats i amb criteris agronòmics.
- Si es rega, cal controlar la qualitat de l'aigua utilitzada, evitant les salinitats elevades (CE < 1 dS/m⁻¹) i la concentració de sodi. Si s'afegeixen purins, compost o fangs de depuradora posteriorment i amb regularitat, cal fer analítiques cada deu anys.

Dosificacions

- Les dades necessàries i el procediment s'expliquen a la fitxa B1.

3.3.3 Ús forestal



B6

Talussos amb pendent inferior a 11°



Implementació II - El procés de restauració

83

Fitxa A8. Morfologia

Substrat fi o poc pedregós

Morfologia de la unitat: talús

Pendent: $< 11^\circ$

Talús amb sòl amb predomini de materials poc pedregosos (contingut de terra fina superior al 40%), adossat o no a paret de roca.



M. Jorba

Objectius

- Crear bancals per a l'ús forestal d'acord amb les pràctiques pròpies de la zona.

Accions que cal evitar

- Fer els treballs d'espargiment del substrat de revegetació si no hi ha instal·lats els sistemes de protecció de la paret i els sistemes de gestió de l'aigua necessaris.
- No preveure vies d'accés per poder fer la gestió.

Aspectes relacionats amb la fase de construcció

Dimensions

- Estabilitat geotècnica que compleixi la legalitat vigent.

Tècnica constructiva

- Aportació al nucli de material que garanteixi, per la seva granulometria, el bon drenatge intern del talús.

Forma del bancal. Perfil longitudinal

- Angle inferior al 8° , fins un màxim d' 11° . Alternativament pot donar-se una forma esglaonada amb disseny de bancals amb marges estables a l'erosió i a la degradació.
- Crear una lleugera convexitat a la part més alta per assegurar el drenatge cap a la part inferior del bancal.

Forma del bancal. Perfil transversal

- És recomanable no fer-lo rectilini, sinó ondulat, deixant espais còncaus que puguin concentrar l'escolament superficial i connectar-lo a la xarxa de drenatge.

Protecció del talús i gestió de l'aigua de precipitacions intenses

Gestió de l'aigua a l'explotació

- Construir una xarxa de desguassos i trasllat segur de l'aigua a punts més baixos de la xarxa de drenatge natural.
- Crear basses de decantació de fins abans d'anar a la xarxa natural (vegeu la figura 6).

Control d'entrada aigua d'escolament al talús

- Construir una xarxa de drenatge perimetral, defensiva del talús per evitar l'entrada d'aigua d'escolament superficial. Alternativament, fer cordons de runa superiors de protecció dels talussos.
- Construir desguassos de camins que evitin l'entrada de l'aigua al talús.
- Desviar l'aigua a l'entrada de la zona restaurada cap a la xarxa general de drenatge.

Gestió de l'aigua al talús

- Recollida lateral de l'aigua generada a partir de les zones convexes del bancal.

Gestió de l'aigua al peu del talús

- Construir basses de decantació de fins al seu peu.

Seguretat postexplotació

- Cal prendre les mesures de precaució necessàries en cada cas per garantir la seguretat de persones i béns i la no-afectació desfavorable a les explotacions contigües o a l'entorn.
- Cal instal·lar indicacions de perill, tancat perimetral, o el que disposi la llei en cada moment.

Control de l'erosió

- Control de l'erosió especialment dels processos de *piping* si el material aportat és molt fi (vegeu la fitxa A6).
- Seguiment de l'estabilitat dels marges dels bancals.

Impacte visual

- Per reduir l'impacte visual, és millor que els talussos tinguin unes mides assimilables a les del seu entorn.

Anar a
B7



Fitxa B7. Substrat

Substrat poc pedregós

Morfologia de la unitat: talús

Pendent: < 11°

Talús amb substrat de bona qualitat en superfícies estables, poc erosionables per a l'establiment d'explotacions forestals compatibles amb la integració paisatgística.

Objectius

- Obtenir substrats de bona qualitat per a l'explotació forestal.

Accions que cal evitar

- Abordar les tasques de reposició de substrat si no hi ha els sistemes de protecció del talús i de gestió de l'aigua corresponents.

Accions no admissibles

- Barrejar quantitats d'esmena orgànica en excés que poden contaminar per lixiviació les aigües superficials i els aqüífers.
- Emmagatzemar les esmenes orgàniques, especialment fangs de depuradora, en llocs no condicionats per evitar problemes ambientals i sanitaris.

Condicions geomorfològiques

- Talús de desmunt: roca fissurada i rugosa (cal evitar plans d'estratificació o de falla).
- Talús en pedraplè: materials heteromètrics que no presentin grans cavitats entre blocs.

Matèries primeres pel substrat

- Cal disposar de l'analítica bàsica indicada a la taula 4.2.1.
- Excloure terres amb runes o contaminades.
- Sòl natural de decapatge de pedregositat moderada.
- Residus d'extracció margosos, lutites, calcàries margoses.
- Llots de rentat d'àrids (en proporcions moderades).
- Terres d'importació franques i francoarenoses.
- Si els materials disponibles són molt fins, és convenient incorporar una certa proporció de materials pedregosos.

Esmenes i correccions

- Cal disposar de les dades analítiques (taula 4.2.1).
- En el cas que s'utilitzi material de rebuig, cal incorporar restes vegetals triturades, compost o fangs de depuradora.
- Si s'aprofiten terres de decapatge de sòls naturals de la zona o procedents de sòls agrícoles, molt sovint no caldrà aportar-hi esmenes orgàniques, si els substrats ja tenen els continguts orgànics necessaris.

Requeriments del substrat (valors finals de la mescla de matèries primeres i esmenes)

- Ajustar els paràmetres del substrat dins dels valors de la taula 4.2.2.
- Si el material procedeix de sòls forestals o antics camps de conreu, la fertilitat de la barreja ja serà més alta inicialment. Si el substrat té una granulometria fina, és millor que el contingut de matèria orgànica de la mescla sigui més alt. En el cas de materials poc fèrtils, la quantitat de matèria orgànica afegida no ha de representar un increment superior a l'1% respecte de la terra fina (fracció < 2 mm) del substrat.
- Afavorir la macroporositat del substrat amb la incorporació de restes vegetals o graves.
- CE < 3 dS/m¹.

Preparació de les mescles de materials minerals i esmenes orgàniques. Conservació de les piles

- Cal seguir les indicacions de l'apartat de dosificacions.
- És important que les esmenes quedin ben incorporades i cal fer diversos voltejos (3 com a mínim) per garantir l'homogeneïtat de la barreja.
- Les mescles obtingudes es poden reservar en piles aïllades que no superin els 4 m d'alçària o en bancs d'alçària < 2,5 m.
- És convenient preparar les mescles a finals d'hivern, època en què són poc freqüents les pluges intenses que podrien fer malbé les piles.
- Cal deixar reposar les mescles com a mínim 15 dies, però menys de 6-8 mesos abans de realitzar la sembra.

Col·locació del substrat

- Gruix aconsellable: 50 cm, però només s'ha d'adobar la capa superficial de 20-30 cm.
- El substrat pot tenir una pedregositat superficial moderada que ajudarà a frenar l'erosió.

Control de qualitat i manteniment

- Prendre una mostra representativa del substrat abans d'iniciar la revegetació i després de dos anys de la reposició o abans de la finalització del període de garantia (vegeu l'apartat 5.2). Quan es disposi dels resultats analítics, fer les correccions necessàries segons l'apartat 4.2. Si la correcció s'ha de fer quan ja existeix vegetació instal·lada, cal utilitzar fertilitzants químics o correccions localitzades per no malmetre-la.

Dosificacions

- Les dades necessàries i el procediment s'expliquen a la fitxa B1.



4. Control de qualitat

4.1 Control de la morfologia

El control de bones pràctiques en la construcció de la morfologia de la zona resturada s'ha de fer sobre dos tipus d'elements: a) pendents i talussos, i b) funcionament del drenatge i evolució de l'erosió.

Tot i que durant el primer any s'ha d'esperar l'assentament dels talussos i, per tant, l'aparició d'esquerdes, petites fractures, moviments rotacionals (inclosos petits esllavissaments) i caigudes de blocs i de pedres, s'ha de tenir present el que digui la normativa sobre seguretat en cada moment. S'ha de fer una inspecció, identificar els llocs de risc i localitzar-los i posteriorment fer un seguiment periòdic per avaluar-ne el risc i l'evolució. Cal recórrer als manuals específics de mineria i/o de construcció de terraplens i ajustar-se a les indicacions específiques.

Pel que fa al funcionament del drenatge i l'evolució de l'erosió, cal també actuar fent-ne el seguiment. Aquest seguiment se situa, en primer lloc, en els talussos amb el control de l'aparició de símptomes d'erosió significatius: erosió laminar (*sheet erosion*), erosió de reguerots (*rill erosión*), aixaragallament (*gully erosion*); o bé els efectes de l'erosió aigua avall, com ara l'acumulació de fins a la base dels talussos. L'emplaçament adequat de les basses de sedimentació s'ha de verificar amb la presència de materials fins retinguts. Els processos d'erosió han d'anar disminuint progressivament amb el pas del temps, de manera que al cap de l'any (o passat els dos o tres primers cicles de pluges fortes, per exemple, de tardor) el procés d'acumulació de fins a les basses ha de ser pràcticament nul.

4.2 Especificacions de qualitat dels substrats

Per controlar la qualitat dels substrats, cal disposar d'una informació analítica segons una metodologia estàndard. Els paràmetres principals que cal analitzar en els materials utilitzats com a substrats i esmenes s'indiquen a la taula 4.2.1.

Taula 4.2.1.

Paràmetres importants que cal analitzar i mètodes analítics en materials de rebuig, terres importades, esmenes o adobs emprats i en el substrat de restauració. Grau d'importància: + aconsellable; ++ necessari; +++ imprescindible. (*) Únicament en fangs de depuradora, compost i terres d'importació dubtoses. ^a : Cal mesurar-ho en volums grans. ^b : Total en esmenes.

Paràmetre	Materials de rebuig	Terres importades i sòl restaurat	Mètodes analítics	Esmenes orgàniques	Mètodes analítics
Matèria seca (humitat)				+++	Assecat fins 105° C
Granulometria					
Elements grollers	+++	++	Tamisatge		
Textura (< 2 mm)	+++	++	Tamisatge i sedimentació		
Densitat aparent	++	++	Cubicatge ^a	+	Cubicatge
pH	++	++	Suspensió aquosa 1:2,5	++	Extracte aquós 1:5
Salinitat	++	++	CE extracte pasta saturada	++	CE extracte aquós 1:5
Carbonats	++	++	Calcímetre Bernard		
Matèria orgànica	+++	++	Walkley & Black	+++	Calcinació
Nitrogen total		+	Kjeldahl	++	Kjeldahl
Fòsfor assimilable ^b		+	Olsen	++	Tractament àcid cendres
Potassi assimilable ^b		+	Extracció acetat amònic	++	Tractament àcid cendres
Metalls pesants		++(*)	Tractament àcid	+++(*)	Tractament àcid cendres

Metodologia: *Métodos oficiales de análisis*. Dirección General de Política Alimentaria, 1993-94. Vol. 3.; Norma UNE EN 13346 (2001) i Norma UNE EN 13650 (2002).

La taula 4.2.2 facilita la interpretació de les anàlisis i proposa uns valors límit per a cada paràmetre que es considera important. A la fitxa B1 s'explica com calcular les proporcions d'esmena que cal incorporar a un material de rebuig per obtenir un substrat que reuneixi unes condicions adequades de fertilitat.

Taula 4.2.2.

Requeriments dels materials, els substrats, les terres importades i les esmenes orgàniques. Els valors són recomanats, excepte els que s'indica a la legislació establerta.

	Material de rebuig		Substrats esmenats (a)		Compost (b)	Fangs EDAR (c)	
	Mínim	Màxim	Mínim	Màxim			
Granulometria (%)*							
250-75 mm	-	25	-	25	-	-	
75-2 mm	-	75	-	75	-	-	
< 2 mm	20	-	20	-	-	-	
< 0,002 mm**	5	-	5	-	-	-	
Textura	Classes franques		Classes franques		-	-	
Densitat aparent (t/m ³)	-	1,8	-	1,8	0,6 - 0,8***	1***	
Carbonats totals (%)	-	60	-	60	-	-	
pH (1:2,5)	6	8,7	5,5	8,7	-	5,5 - 9	
MO % (afegit per l'esmena)	-	-	0,8	(+)	> 35 (SMS)	< 80 (SMS)	
Grau estabilitat MO (% MO)	-	-	-	-	> 35***	> 30***	
N total (%)	-	-	0,05	0,3	-	-	
Fòsfor assimilable (mg/kg)	-	-	10	50	-	-	
Potassi assimilable (mg/kg)	-	-	50	-	-	-	
Salinitat, CE (dS/m a 25° C)	-	4	-	3	-	-	
Humitat (%)	-	-	-	-	30 - 40	< 80	
C/N	-	-	-	-	< 20	-	
Cadmi (mg/kg, SMS)	-	1,5	-	1,5 (a)	3	10	40
Coure (mg/kg, SMS)	-	100	-	100 (a)	400	1.000	1.750
Níquel (mg/kg, SMS)	-	70	-	70 (a)	100	300	400
Plom (mg/kg, SMS)	-	100	-	100 (a)	200	750	1200
Zinc (mg/kg, SMS)	-	200	-	200 (a)	1.000	2.500	4.000
Mercuri (mg/kg, SMS)	-	1	-	1 (a)	2,5	10	25
Crom (mg/kg, SMS)	-	100	-	100 (a)	300	1.000	1.500

(a) Valors màxims per a metalls pesants si s'esmena amb fangs segons el document de treball de la UE sobre fangs (2000) ENV. E. 3/LM per a substrats amb pH > 7.

(b) Segons el Reial decret 824/2005. Si l'esmena s'utilitza amb finalitat agrícola, les dosis de l'esmena amb els límits dels metalls pesants han de ser < 5 t ms/ha/any. Les esmenes han de complir altres requisits com màxims de microcontaminants orgànics i caracterització microbiològica.

(c) Si s'utilitzen fangs d'EDAR (estació depuradora d'aigües residuals) es recomana seguir les indicacions de seguretat d'un manual específic (*Utilització de fangs de depuradora en restauració: manual d'aplicació en activitats extractives i terrenys marginals*, ACA, 2008), però sense superar els valors aconsellats en aquesta taula. Columna esquerra: concentració màxima de metalls pesants en els fangs recomanada en el document de treball de la UE sobre fangs (2000) ENV. E. 3/LM. Columna dreta: concentració màxima de metalls pesants permessa en fangs en aportacions per sòls agrícoles segons el Reial decret 1310/1990. Per a Portugal, cal consultar els límits de metalls pesants en fangs de depuradora i al sòl a la Portaria 176/1996.

* Cal evitar materials molt isomètrics.

** En la terra fina.

*** Valors orientatius o recomanats (els % es refereixen a la matèria orgànica).

(+) Les aportacions de MO no han de representar un increment superior a 1% respecte a la terra fina del substrat.

4.3 Especificacions de qualitat de les llavors

Certificacions i etiquetes

Moltes de les espècies emprades en restauració són plantes farratgeres. El Reglament tècnic de control i certificació de llavors i plantes farratgeres regula aquestes espècies i els requisits que han de complir les seves llavors. Algunes d'aquestes espècies es recomanen en aquesta guia (vegeu les taules C1 i C2). De tota manera, bona part de les espècies de la taula 4.3.1 no estan regulades per cap normativa de qualitat i se solen obtenir per recol·lecció de les zones naturals, sempre que no es tracti de plantes protegides o de recol·lecció regulada.

Per a les espècies amb categoria certificada i comercial, cal revisar que les etiquetes tinguin la informació exigida en el Reglament tècnic (núm. de control, pes de l'envàs, espècie, percentatge de germinació, puresa, etc.).

Per a les espècies recol·lectades és important disposar de la informació següent sobre el lot que el subministrador hauria de fer constar a l'etiqueta:

- Referència del lot
- Espècie, subespècie, varietat
- Regió o domini de procedència
- Material procedent d'hort llavorer
- Matèria autòcton o al·lòcton
- Campanya de recollida
- Quantitat
- Data de les anàlisis
- Puresa específica (%)
- Capacitat germinativa (%) en llavors no latents
- Pes de 1.000 llavors
- Conservació

Característiques del lot

Per a les espècies certificades i comercials, la qualitat del lot ha d'estar garantida pel subministrador.

Per a la resta d'espècies, si el subministrador no pot facilitar la informació de les característiques del lot esmentades anteriorment, és aconsellable realitzar uns controls de qualitat previs abans d'adquirir o utilitzar aquest material. Entre els paràmetres més importants cal considerar l'anàlisi de puresa, la capacitat germinativa i el pes de 1.000 llavors. Aquesta informació es pot utilitzar per realitzar càlculs més acurats de les dosis de sembra.

A la taula 4.3.1 es recull aquesta informació per a algunes de les espècies recomanades a la guia. De tota manera, com que la major part de les espècies no estan regulades per cap normativa de qualitat, la informació que s'adjunta és bibliogràfica. Aquesta informació, cal considerar-la com orientativa, ja que pot existir molta variabilitat entre lots diferents.

L'anàlisi de puresa determina la quantitat de llavors pures que té una mostra expressada en pes. El pes de 1.000 llavors s'obté pesant 4 submostres de 100 llavors agafades a l'atzar del lot que es vol caracteritzar i s'expressa amb el nombre de llavors per gram o amb pes de 1.000 llavors.

Taula 4.3.1.

Característiques orientatives d'algunes de les espècies recollides en aquesta guia

Espècies	Puresa mínima % en pes (1)	% germinació (1)	Nre. llavors/gr (1)
<i>Acer monspessulanum</i>	95	70-80	15
<i>Agrostis tenuis</i>	90	75	15.000-20.000
<i>Anthyllis cytisoides</i>	95		600
<i>Arbutus unedo</i>	45-65	60-90	330-700
<i>Arrhenatherum elatius</i>	85	90	220
<i>Brachypodium phoenicoides</i>			330

Taula 4.3.1.

Espècies	Puresa mínima % en pes (1)	% germinació (1)	Nre. llavors/gr (1)
<i>Brachypodium retusum</i>			330
<i>Bromus hordeaceus</i>	90	80	530
<i>Bromus inermis</i>	98	80	250
<i>Bromus sterilis</i>	90	80	475
<i>Bupleurum fruticosum</i>	95		45
<i>Bupleurum fruticosum</i>	95	65-75	45
<i>Buxus sempervirens</i>	95	60	77
<i>Capparis spinosa</i>		70-90	80-160
<i>Celtis australis</i>	95-98	60-80	7
<i>Ceratonia siliqua</i>	95-98	70-80	6
<i>Chamaerops humilis</i>			1,5
<i>Chrysanthemum coronarium</i>	95	65-70	750
<i>Cistus albidus</i>	95		1.000
<i>Cistus clusii</i>			1.000
<i>Cistus salviifolius</i>	95		1.000
<i>Colutea arborescens</i>	90	70-80	85
<i>Coronilla emerus</i>	95		200
<i>Coronilla juncea</i>	95		150
<i>Coronilla minima</i>	95		140
<i>Crataegus monogyna</i>	98	60	9,5-13
<i>Cynodon dactylon</i>	97 (90)	85 (70)	4.000
<i>Dactylis glomerata ssp. glomerata</i>	90	80	1.300
<i>Diplotaxis eruroides</i>	90-95	65	4.000
<i>Dorycnium hirsutum</i>	95	50-60	250
<i>Dorycnium pentaphyllum</i>	95		200
<i>Erica arborea</i>	95		100.000
<i>Erica multiflora</i>	40-70	20-40	> 1.000
<i>Eryngium campestre</i>		85	300
<i>Festuca arundinacea</i>	95	80	500
<i>Festuca ovina</i>	85	75	1.350
<i>Foeniculum vulgare</i>	95		75
<i>Genista scorpius</i>	95		200
<i>Hedera helix</i>	95		40
<i>Helichrysum stoechas</i>		90	5.000-10.000
<i>Hypericum perforatum</i>	95	70	9.000
<i>Juniperus oxycedrus</i>	95-98	30	11-36
<i>Juniperus phoenicea</i>	90-95	40	32-50
<i>Lavandula latifolia</i>	95	60-70	1.000
<i>Lobularia maritima</i>			2.200
<i>Lolium multiflorum</i>	96	75	450
<i>Lolium rigidum</i>	96	80	500
<i>Lonicera implexa</i>			100-110
<i>Lonicera etrusca</i>			100-110
<i>Lotus corniculatus</i>	95	90 (75)	850
<i>Malus sylvestris</i>	90	60	25

Taula 4.3.1.

Espècies	Puresa mínima % en pes (1)	% germinació (1)	Nre. llavors/gr (1)
<i>Marrubium vulgare</i>	95	30	1.000
<i>Medicago arabica</i>			650
<i>Medicago lupulina</i>	97	80	650
<i>Medicago minima</i>	97	80	250
<i>Medicago sativa</i>	97	80	425
<i>Medicago truncatula</i>	97	80	150
<i>Moricandia arvensis</i>	95		2.000
<i>Olea europaea</i> var. <i>sylvestris</i>			5
<i>Onobrychis viciifolia</i>	95	75	
<i>Ononis natix</i>		95	110
<i>Origanum vulgare</i>	95	60	7.500
<i>Phillyrea angustifolia</i>	95	40-60	25-112
<i>Phleum pratense</i>	95	80	2.600
<i>Pinus halepensis</i>	95-98	80-85	50-100
<i>Pinus pinea</i>		80-90	0,9-2
<i>Piptatherum miliaceum</i>	94	85	2.000
<i>Pistacia lentiscus</i>	95-98	40-80	30-85
<i>Pistacia terebinthus</i>	95-98	40	17-25
<i>Plantago afra</i>	95	70	900
<i>Plantago albicans</i>			200
<i>Plantago lanceolata</i>	95	80-85	850
<i>Poa annua</i>	85	75	2.800
<i>Poa pratensis</i>	85	75	4.000
<i>Prunus spinosa</i>	95-98	60-90	6-20
<i>Psoralea bituminosa</i>		95	45 (150)
<i>Quercus coccifera</i>		60-80	0,2 -,4
<i>Quercus ilex</i>	98-100	80-90	0,28
<i>Retama sphaerocarpa</i>	98	75	13
<i>Rhamnus alaternus</i>	95	50-70	20-50
<i>Rhamnus lycioides</i>	95	60	21
<i>Rosmarinus officinalis</i>	95	30-50	1.000
<i>Rubus ulmifolius</i>	95		1.000
<i>Salvia officinalis</i> ssp. <i>lavandulifolia</i>	95	80 (99)	140 (300)
<i>Sanguisorba minor</i>	95	75	85

* Espècies subjectes al Reglament tècnic de control i certificació de llavors i plantes farratgeres.

En negreta: valors del Reglament tècnic de control i certificació de llavors i plantes farratgeres.

(1) APAT [ed.]. *Seed propagation of mediterranean trees and shrubs*. 2003.

Bases Ecológicas para la recolección, almacenamiento y germinación de semillas de especies de uso forestal de la Comunidad Valenciana. Banc de llavors forestals. Conselleria de Medi Ambient. Comunitat Valenciana, 2001.

NTJ 08H. Implantació del material vegetal: hidrosembres. Normes tecnològiques de jardineria i paisatgisme. Col·legi Oficial d'Enginyers Tècnics Agrícoles i Pèrits Agrícoles de Catalunya, 1996.

Les normes ISTA (*International Seed Testing Association*) recullen les condicions més adequades per aconseguir la germinació màxima per a cada espècie (substrat, llum, temperatura) i es recomana fer-ho en 4 repeticions de 100 llavors. Per obtenir la capacitat germinativa del lot es calcula la mitjana de les 4 rèpliques al final del període germinatiu. De tota manera, algunes de les espècies proposades no estan citades a les normes ISTA.

4.4 Especificacions de qualitat de les plantes

Les prioritats de la restauració de pedreres poden ser múltiples, raó per la qual la qualitat de la planta s'hauria d'ajustar a aquestes prioritats. Per exemple, quan la restauració considera la possibilitat futura d'aprofitament de fusta, la selecció de materials d'origen i de cultiu en viver hauria de promoure les plantes que mostren les característiques més adequades per a aquesta finalitat (p. e., tiges erectes, no ramificades, taxes de creixement elevades). Aquestes característiques esdevenen secundàries si la restauració té altres prioritats, com ara el desenvolupament ràpid d'una coberta protectora o pantalla visual, i en aquest cas una elevada producció de branques seria d'interès. Malauradament, la indústria viverística actual no ha arribat, en la majoria de casos, a aquest nivell de control de qualitat. Per això, més que recomanacions específiques sobre aquesta qüestió, és convenient que el responsable de la restauració tingui en compte els seus objectius a l'hora de seleccionar, de rebutjar o de produir una partida de planta.

Una característica que s'ha de complir en pràcticament tots els casos és que les plantes han de mostrar una bona capacitat d'establiment enfront de les condicions adverses del camp. Una excepció d'aquesta norma seria quan algunes característiques de les plantes no relacionades o relacionades inversament amb la seva capacitat de resistir els primers anys en el camp siguin d'interès (per exemple, quan es pretén introduir genotips locals de difícil establiment). Encara que resulta difícil proposar un patró de planta de qualitat vàlid per a totes les espècies i unes condicions de plantació, algunes generalitzacions poden ajudar a millorar l'èxit de la plantació. Per a això, resulta útil basar les decisions en la legislació existent sobre qualitat de material vegetal de reproducció (vegeu l'apartat de legislació i normativa). Algunes recomanacions útils en el marc de la restauració de pedreres de calcària són les següents:

1. Evitar plantes que presentin alguna d'aquestes característiques (en més d'un 5% de la partida, en el cas d'adquisició de planta aliena).
2. Excepte en comptades ocasions, és convenient emprar plantes d'1 o 2 sabes. En cas que s'utilitzin plantes de més edat i dimensions més grans, cal que la conformació del sistema radical sigui correcta, perquè el seu establiment, sempre difícil, dependrà en gran mesura del volum i la conformació de les arrels.
3. Evitar plantes que s'allunyin de les recomanacions morfològiques incloses en les normatives sobre qualitat de material vegetal per a la reproducció (vegeu les taules 4.4.1 a 4.4.3).

Tal com s'ha comentat més amunt, algunes característiques de la qualitat de planta, com la morfologia de les tiges o l'escàs brancatge, són desitjables o no depenent de la funció a curt i a llarg termini de l'espècie seleccionada.

Característiques que cal evitar en almenys el 95% de la partida	Figura
Ferides diferents de les d'una poda eventual, incloses les ferides produïdes per arrencada	-
Absència de gemmes susceptibles de generar un brot apical	-
Sistema radicular escàs o deformat (per exemple, amb arrels formant una espiral al llarg de les parets del contenidor)	4.4.1 4.4.5
Signes de dessecació, reescalfament, floridura, podridura o danys causats per organismes nocius	-
Plantes amb una proporció d'arrels: part aèria desequilibrada (per exemple, amb un excés de fullatge respecte al volum d'arrels; vegeu la taula 4.4.3)	4.4.2 4.4.3 4.4.4 4.4.6
Plantes excessivament esveltes (amb un diàmetre reduït de la tija respecte de l'altura i l'acumulació de fullatge) i de tiges poc lignificades, amb poca capacitat per sostenir-se per si soles (vegeu les taules 4.4.1 a 4.4.3)	4.4.3 4.4.4
Coloracions foliars que denoten desequilibris nutricionals (clorosi, necrosi)	4.4.7 4.4.8
Plantes amb arrel nua	-

Per produir aquests tipus de planta es poden utilitzar protocols molt diversos. Algunes recomanacions generals que cal requerir als planteristes sobre aquest aspecte són les següents:

Descripció tècnica	Finalitat
Garantir l'origen de les llavors o propàguls utilitzats en l'obtenció de planta.	Garantir material de qualitat i evitar la introducció d'espècies o varietats no desitjades.
Cultivar la planta en un ambient semblant al que està destinada, i en cap cas cultivar, en zones litorals, plantes destinades a ser introduïdes en zones sotmeses a glaçades.	Obtenir plantes aclimatades al lloc de destí.
Utilitzar contenidors forestals d'un volum preferiblement superior a 200 cm ³ , i mai inferior a 175 cm ³ , amb costelles amb parets laterals i sistemes per forçar el repicat de les arrels. La seva profunditat ha de superar els 15 cm, i es recomanen els contenidors profunds (> 20 cm), especialment per a plantes amb arrel pivotant com les alzines (vegeu les figs. 4.4.2, 4.4.3, 4.4.6, 4.4.7, 4.4.8).	Evitar l'enroscament de l'arrel, la revirada i l'arrelament fora del contenidor. Permetre una conformació del sistema radical que no en compromet el desenvolupament posterior. Crear una reserva adequada d'aigua i de nutrients.
Utilitzar un substrat amb un bon equilibri entre macroporus, que aporten aireig, i microporus, capaços de retenir aigua, estable i que afavoreixi l'arrelament en tot el seu volum. La torba s'utilitza com a base en moltes mescles de substrats, juntament amb la fibra de coco, la vermiculita, la corfa compostada, etc. (p. e., torba rossa encalada i fertilitzada, i fibra de coco, en una proporció 50:50 en volum). Els substrats elaborats a base de compost s'han mostrat eficaços en molts casos, contribuint a la reutilització de matèria orgànica.	Crear un microambient favorable per al creixement de les arrels, i que permeti aportar aigua i nutrients durant la fase de viver, i el període posterior a la plantació en el camp.
Exposar les plantes al sol directe tan aviat com sigui possible durant la fase de cultiu en viver (quan faci poques setmanes que han germinat les llavors).	Aclimatar les plantes a aquestes condicions.
Aplicar reg adequat (la freqüència i el volum dependrà del substrat, les condicions climàtiques i la transpiració de la planta), fins algunes setmanes abans de portar la planta al camp. En aquest moment, cal reduir la freqüència o el volum de reg a fi que les plantes es preparin morfològicament i fisiològicament per al xoc posttransplantament.	Permetre el desenvolupament d'una planta sana, amb reserves abundants, i promoure mecanismes morfofisiològics d'aclimatació a la sequera.
El maneig de la planta requereix atenció especial, particularment quan és transportada al camp. Cal evitar la dessecació o la pèrdua de substrat durant aquestes fases. Saturar el substrat d'aigua immediatament abans de la plantació, per exemple, per immersió prolongada de tot el pa d'arrels.	Evitar situacions d'estrès que puguin reduir les reserves de la planta i la seva capacitat per establir-se, en aquest període crític.
Plantar després d'una preparació profunda del terreny (per exemple, caselles de 40 x 40 x 40 cm de profunditat), creant un escocell d'almenys 50 cm de diàmetre interior i parets de 20 cm d'alt. Introduir la planta recta, fent que tot el pa d'arrels i la base de la tija quedin soterrats, comprovant que el sòl que hi ha al voltant de la planta està ferm (comprovant que no cedeix davant d'una estirada lleu), i que no queden bosses d'aire que poguessin dessecar les arrels. Col·locar 3 pedres al voltant de la planta formant un castellet. Evitar qualsevol dany a la planta durant aquest procés.	Assegurar un contacte íntim arrels-sòl, que el sistema radical quedi ben soterrat i, per tant, menys sensible a la dessecació de la superfície del sòl, per crear un microclima favorable.

Taula 4.4.1.

Patrons d'alçària de la tija i diàmetre del collet de l'arrel òptims, segons l'Ordre de la Generalitat Valenciana (DOGV núm. 2.780, de 16.5.1996). Característiques orientatives d'algunes de les espècies recollides en aquesta guia.

Espècie	Mòdul d'alçàries (cm)			Diàmetre collet arrel (mm)
	Plantes 1 saba		Plantes 2 sabs	
	mínim	màxim	màxim	mínim
<i>Pinus halepensis</i>	10	15	20	2,5
<i>Pinus nigra</i>	08	12	15	2,0
<i>Pinus pinaster</i>	10	15	20	2,5
<i>Pinus pinea</i>	10	16	20	3,0
<i>Pinus sylvestris</i>	08	12	16	2,0
<i>Quercus ilex</i>	10	16	22	3,5
<i>Quercus coccifera</i>	10	15	20	3,0
<i>Quercus faginea</i>	15	20	25	3,5
<i>Quercus pyrenaica</i>	10	16	20	3,0
<i>Quercus suber</i>	15	20	25	3,5
<i>Juniperus sp.</i>	06	12	15	1,5
<i>Taxus baccata</i>	06	12	15	1,5
<i>Tetraclinis articulata</i>	06	12	15	2,0

Taula 4.4.2.

Edat i morfologia recomanades de plantes d'espècies forestals mediterrànies, segons el Reial decret 289/2003.

Espècie	Edat màxim (nre. sabs)	Alçària mínima (cm)	Alçària màxima (cm)	Diàmetre mínim del coll de l'arrel (mm)
<i>Pinus halepensis</i>	1	8	25	2
	2	12	40	3
<i>Pinus nigra</i>	1	8	15	2
	2	10	20	3
<i>Pinus pinaster</i>	1	7	30	2
	2	15	45	3
<i>Pinus pinea</i>	1	10	30	3
	2	15	40	4
<i>Pinus sylvestris</i>	1	8	15	2
	2	10	20	3
<i>Quercus ilex</i>	1	8	30	2
	2	15	50	3
<i>Quercus suber</i>	1	13	60	3
<i>Quercus faginea</i>	1	6	30	2
	2	10	50	3
<i>Quercus pyrenaica</i>	1	6	30	2
	2	10	50	3

Taula 4.4.3.

Edat i morfologia recomanades de plantes d'espècies forestals mediterrànies, segons Navarro *et al.* (2006).

H: alçària de la tija; D: diàmetre del coll de l'arrel; PA: pes sec de la part aèria; PR: pes sec de la part subterrània.

Espècie	Edat (nre. sables)	Alçària mínima (cm)	Alçària màxima (cm)	Diàmetre mínim del coll de l'arrel (mm)	H:D (cm m ⁻¹)	PA:PR (g g ⁻¹)
<i>Pinus halepensis</i>	1	15	30	3-4	5-7	1,5-2,0
<i>Pinus pinea</i>	1	20	30	3,5-4,5	5-7	2,0-2,5
<i>Quercus ilex</i>	1	20	30	4-5	4-7	0,6-1
<i>Ceratonia siliqua</i>	1-2	6	10	2-3	2-3	1-2
<i>Olea europaea</i> var. <i>sylvestris</i>	1	30	50	4-5	7-12	2-4
<i>Quercus coccifera</i>	1	20	-	> 4	4-5	0,5-0,9
<i>Pistacia lentiscus</i>	1	15	30	3-5	4-7	0,9-2
<i>Lavandula stoechas</i>	1-2	25	30	2-4	7-15	0,9-2

Fig. 4.4.1.

Sistemes radicals adults de pi. En el primer, es mostra un creixement en espiral de les arrels com a conseqüència de l'ús de les bosses de plàstic en viver. Ambdós exemplars provenen del viver. El Serranillo (Direcció General de Biodiversitat, Ministeri de Medi Ambient, Guadalajara).

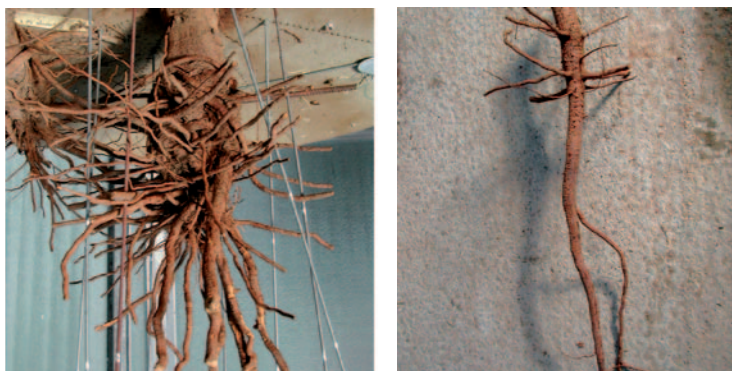


Fig. 4.4.2.

Plantes de *Pinus halepensis* d'una saba (foto esquerra) i de 3 sables (foto dreta). La qualitat de les plantes de més edat no és acceptable en una plantació. (Foto: Jorge Monerris.)

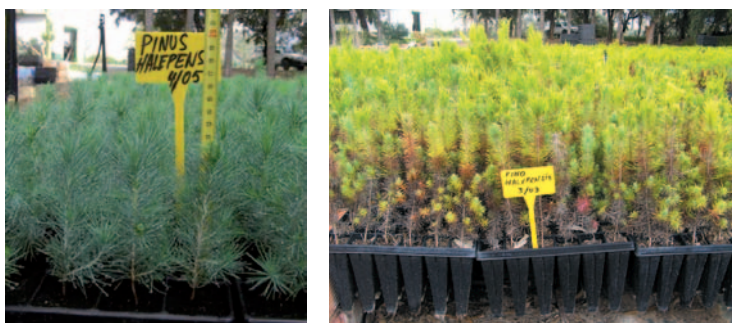


Fig. 4.4.3.

Exemplars d'albada (*Anthyllis cytisoides*) amb un creixement excessiu de la part aèria. (Foto: Jorge Monerris.)



Fig. 4.4.4.

Pi blanc (*Pinus halepensis*) amb una biomassa aèria excessiva, tiges massa llargues i primes, i un sistema radical enroscat (no es pot veure a la imatge), per la qual cosa resulten poc recomanables per a les repoblacions (Foto: Jorge Monerris.)



Fig. 4.4.5.

Les bosses de plàstic no són recomanables. En cas de no tenir una altra alternativa, és imprescindible que el substrat sigui de bona qualitat i fàcilment arrelable en tot el seu volum.

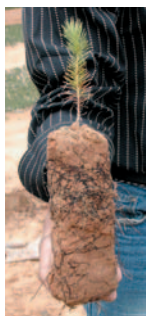


Fig. 4.4.6.

Plantes de *Quercus coccifera* (esquerra) i *Pistacia lentiscus* (dreta), que mostren una proporció acceptable entre biomassa aèria i subterrània, i una bona colonització del substrat. (Foto: Román Trubat.)



Fig. 4.4.7.

Plantes de *Tetraclinis articulata* que mostren els efectes de diversos règims nutricionals. D'esquerra a dreta: fertilitzant d'alliberament lent, fertilització completa, fertilització subòptima, deficiència de micronutrients, enduriment nutricional i deficiències de fòsfor i nitrogen. (Foto: Román Trubat.)



Fig. 4.4.8.

Les coloracions groguenques, roges o glauques solen estar generades per estrès. En general es recomanava evitar partides de plantes amb aquestes característiques. Aquí es mostren coloracions groguenques produïdes per danys per glaçades en *Pinus pinaster* (esquerra), i clorosi en *Quercus ilex* (dreta) i *Quercus suber* (mig) provocades per deficiències nutricionals.



5. Criteris i mètodes d'avaluació

5.1 A curt termini: resultats mínims aconsellables durant el procés de restauració

5.1.1 Morfologia, estabilitat i erosió

Durant el primer any és d'esperar que es produeixin fenòmens d'assentament del talús. El control principal que cal dur a terme en aquest període és observar l'aparició d'esquerdes i fissures, de petits esllavissaments o de qualsevol altra indicació de moviments rotacionals, especialment si s'hi han aplicat regs o si ha estat un any humit. El control de la fondària de les esclatxes (en cas que sigui possible) és un indicador de la possible gravetat dels moviments rotacionals. També cal observar si es produeixen desprendiments de blocs o de pedres de parets rocalloses o de talussos inclinats, i en cas afirmatiu prendre mesures.

Caldrà dedicar una atenció especial al funcionament del sistema general de drenatge: funcionalitat dels canals de protecció dels talussos, de recollida d'aigua i de drenatge cap al sistema general. També caldrà observar la funcionalitat de les basses de sedimentació de fins. Si s'han utilitzat cordons de material sobreposat caldrà revisar periòdicament el seu estat i, en cas necessari, reposar-lo.

Un altre punt de seguiment ha de ser l'aparició de símptomes d'erosió per acció de l'aigua d'escolament i concentrada: aparició de canals (*rills*) de diferents mides. L'erosió del material és selectiva de manera que al peu dels talussos apareixen acumulacions dels fins arrossegats.

Per avaluar aquest procés d'erosió, es recomana comptar els canals de més de 5 cm de fondària al llarg del talús i calcular el nombre equivalent per cada 100 de recorregut perpendicular a la línia de màxim pendent o el nombre de canals/m². Aquest paràmetre permetrà veure si l'erosió augmenta en el temps. És important anotar també la fondària, l'amplada i la longitud mitjana dels canals per veure si les dimensions d'aquests canals augmenten.

És important realitzar aquests controls periòdicament durant els primers anys i especialment després dels períodes de pluja. Si s'observa la reaparició o l'increment dels canals, caldrà revisar les bermes o les cunetes superiors, ressemar i/o fertilitzar les zones amb poca vegetació, o aplicar mulch localitzat a les zones desprotegides.

Si els canals són de grans dimensions, caldrà restituir el substrat arrossegat (vegeu la fitxa A5, per exemple). Sempre que sigui possible s'ha d'actuar localment per evitar malmetre la coberta vegetal on s'està desenvolupant satisfactòriament.

També és convenient observar si s'ha format una crosta superficial que pugui dificultar la germinació de les plantes, especialment quan el substrat tingui molts llims o sorra fina. En aquest cas, les imatges agafades per controlar el recobriment vegetal (vegeu l'apartat següent) poden servir per mesurar la formació de crostes i les formes d'erosió laminar.

També poden aparèixer canals de sufosió (*piping*) verticals que poden evolucionar cap a la formació d'embuts (cons). Es poden formar quan predominen els materials molt fins (per exemple, *filler*) en el nucli del talús o quan el nucli del talús no està suficientment compactat. Això s'ha observat també en les zones de plantació i en els emplaçaments dels punts de reg localitzat. L'actuació de manteniment que cal dur a terme és aportar material de farciment, preferiblement material argilós o franc.

Figura 5.1.1.1.
Exemple de sufosió



5.1.2 Substrat

Per a la caracterització inicial de les piles de materials terrígens o de rebuig, cal homogeneïtzar tota la pila abans d'agafar les mostres. Les mostres s'han d'agafar de diversos punts a l'atzar de les piles tant de la superfície com de l'interior. Com a mínim s'han d'agafar unes 10 mostres de la pila i se n'ha d'obtenir una mostra composta a partir de la qual s'ha de realitzar l'anàlisi. La quantitat de cada mostra dependrà de la granulometria de cada material (taula 5.1.2.1). Un cop la mostra composta s'ha homogeneïtzat convenientment, se n'han d'agafar 5 kg per a la caracterització física i química.

Taula 5.1.2.1.

Quantitat mínima de mostra segons el diàmetre màxim dels elements grossos presents en el substrat

Diàmetre màxim dels elements grossos (mm)	Pes mínim de mostra (kg)
< 10	1
15	3
20	5
25	10
40	15
50	20
60	25
80	30
100	35
150	50
200	70
250	100

S'ha de prestar especial atenció a la caracterització dels materials potencialment contaminants (fangs de depuradora, compost de fangs o de residus sòlids urbans, etc.) utilitzats habitualment com a esmenes orgàniques (vegeu la taula 4.2.2).

Un cop s'han realitzat les barreges i s'ha estès el substrat damunt el terreny, es recomana realitzar un control de qualitat del substrat abans d'iniciar la revegetació per possibilitar les correccions necessàries que es derivin d'aquest control. Una part de l'avaluació es pot realitzar en la mateixa activitat extractiva.

El gruix de sòl es pot mesurar clavant una barreta de ferro fins a tocar el substrat rocós, en 10 punts a l'atzar per cada 1.000 m² restaurats. També es poden fer petits forats amb una aixada que permeti veure la capa de substrat i mesurar-ne el gruix. Cal assolir el gruix mínim indicat a cada fitxa segons la tipologia de la zona restaurada.

Per obtenir una mostra representativa del substrat per a la seva anàlisi física i química, cal observar la possible heterogeneïtat del terreny, subdividint-lo en àrees d'aparença homogènia. En cada àrea d'aparença ben homogènia agafarem una mostra composta de terra. Un procediment senzill consisteix a fer un recorregut dins de cada zona homogènia prenent una porció de terra cada 5-10 m (o un nombre determinat de passes). Les porcions es posen dins d'un sac i quan s'han recollit totes es barregen bé i se n'extreu una submostra d'uns 5 kg (més quantitat si la terra és molt pedregosa) per portar-la a analitzar. El nombre de punts de mostreig o porcions dins de cada zona homogènia mai ha de ser inferior a una per cada 200 m².

Per agafar la terra és preferible utilitzar una sonda edafològica, però també es pot utilitzar una aixada, procurant prendre sempre el mateix volum de terra en tota la fondària en què es clavi l'aixada. Amb aquestes eines es pren una mostra superficial entre 0 i 20 cm aproximadament. Les mostres es guarden en bosses ben etiquetades. En el cas que la terra estigui humida, és recomanable estendre-la uns dies sobre paper de diari en un lloc ventilat.

Un cop seques es poden enviar a algun dels laboratoris especialitzats. Es recomana determinar els paràmetres habituals de fertilitat per a sòls agrícoles, concretament, granulometria, pH, salinitat, carbonats totals, matèria orgànica, nitrogen total, fòsfor i potassi assimilables; és a dir, els paràmetres indicats a la taula 4.2.1.

Els resultats analítics del substrats han d'estar dins dels valors establerts a la taula 4.2.2.

Si es detecten problemes com a resultat dels controls anteriors, s'ha d'actuar al més aviat possible. En cas que es detecti un gruix insuficient, s'ha de valorar la conveniència d'aplicar-ne més de manera localitzada o total. Si els problemes són de manca d'algun nutrient essencial, es poden fer aportacions localitzades d'adobs que corregeixin la deficiència.

Posteriorment, es recomana realitzar un segon control dos anys després de la reposició o com a molt tard un any abans de la finalització del període de garantia. S'ha de seguir el mateix procés descrit més amunt. En cas que calgui aplicar esmenes, sempre que sigui possible, s'ha d'actuar localment, per evitar malmetre la vegetació ben desenvolupada. De tota manera, aquesta situació pot comportar la repetició de les operacions de sembra i/o plantació.

5.1.3 Vegetació herbàcia i llenyosa

5.1.3.1 Avaluació del recobriment vegetal

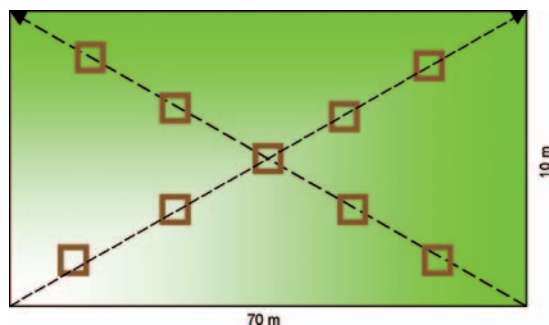
Per avaluar el recobriment vegetal durant les primeres fases de la restauració es proposa un mètode fotogràfic per intentar que els mateixos responsables de les explotacions el puguin aplicar.

Es proposa fer un itinerari fotogràfic seguint les dues diagonals de la zona que es vol avaluar (fig. 5.1.3.1). L'interval entre fotografies pot ser de 20 m aproximadament que es poden mesurar amb passes (1 pas pot representar aproximadament 1 m).

Fig. 5.1.3.1.

Localització del punt de control del recobriment vegetal en una superfície. Els quadrats representen els punts on es poden localitzar aproximadament les fotografies.

Les fotografies haurien de ser ortogonals a la superfície (fig. 5.1.3.2) i es recomana utilitzar un marc de 0,50 x 0,50 m per garantir que s'avalua la mateixa superfície a totes les fotografies.



En cas que no sigui possible fer fotografies ortogonals (per exemple en el cas de talussos rocosos o espadats), es recomana que es facin sempre a partir del mateix punt i en condicions de lluminositat semblants a les avaluacions precedents (fig. 5.1.3.3). Si les superfícies fotografiades es troben allunyades, l'ús d'objectius amb zoom pot facilitar l'anàlisi posterior del recobriment.

Fig. 5.1.3.2.

Delimitació de la superfície del control fotogràfic del recobriment vegetal



Fig. 5.1.3.3.

Zones de mostreig de la superfície per al control fotogràfic del recobriment vegetal en talussos rocosos o espadats; els quadrats virtuals s'apliquen sobre la superfície del terreny



L'avaluació del recobriment es pot fer amb qualsevol programa que pugui comptabilitzar la superfície segons un determinat rang de color, però també es pot fer una aproximació visual, per exemple, comptant els quadrats que tinguin plantes d'un reticle superposat (vegeu la figura 5.1.3.4).

Fig. 5.1.3.4.
Avaluació visual del recobriment vegetal a les fotografies obtingudes en la superfície d'estudi



50 quadrats amb plantes * 100/100
quadrats observats = 50%



65 quadrats amb plantes * 100/100
quadrats observats = 65%

Fig. 5.1.3.5.
Exemple de recobriment discontinu



El recobriment total s'obté fent la mitjana dels valors obtinguts a les diverses fotografies realitzades en cada data.

Es recomana que el recobriment no tingui grans discontinuïtats (vegeu la figura 5.1.3.5), que no hi hagi superfícies superiors a 5 m² sense vegetació.

Aquests seguiments s'han de fer en els moments de més desenvolupament de la vegetació i com a mínim es recomana fer seguiments a la primavera i a la tardor. Es recomana que aquests seguiments siguin anuals durant el període de garantia. Si els recobriments no arriben als mínims aconsellats per a cada situació recollida a les fitxes, cal tornar a fer sembres totals o parcials a les superfícies no revegetades.

5.1.3.2 Avaluació de la diversitat vegetal (herbàcies o llenyoses)

La manera més senzilla d'avaluar la diversitat vegetal és per recompte del nombre d'espècies que es poden observar en àrees de mostreig (d'uns 5 m²). Com més heterogènia sigui l'àrea restaurada, més quadrats de mostreig seran necessaris; 2-3 quadrats/100 m² pot ser una densitat de mostreig adequada per a la majoria dels casos.

Per a cada quadrat s'ha d'enregistrar la presència de les espècies, com a l'exemple que es presenta a continuació. En aquest exemple se separen les espècies sembrades de les espontànies, per tal d'avaluar l'èxit de les sembres i de la persistència d'aquestes espècies al llarg del temps (i també d'espontànies provinents de l'entorn). Un primer indicador de la diversitat serà senzillament el nombre total d'espècies trobades o la mitjana del nombre d'espècies trobades per quadrat. Aquesta informació servirà per veure l'èxit de les sembres tant d'herbàcies com de llenyoses. Si es comparen aquestes espècies amb les de la zona de referència podrem tenir un primer indicador de qualitat de la restauració.

Però això no és suficient, ja que les abundàncies de cada espècie poden variar molt. Per obtenir informació més detallada sobre la diversitat, i fent servir la mateixa taula, s'ha de calcular la freqüència de cada espècie.

Per a les llenyoses es recomana fer el mostreig a la tardor del segon any després de la plantació, un cop passat el període sec (quan moltes plàntules es moren). Per a les herbàcies es recomana fer el mostreig a la primavera.

Exemple:

Mostreig de les espècies llenyoses (individus no plantats) en 5 quadrats (de 5 m²), representant una àrea d'uns 200 m². En aquest cas, s'han trobat un total de 10 espècies (totes les espècies sembrades, 2 de les 3 plantades i 4 d'espontànies). L'espècie sembrada 3 i l'espècie plantada 7 presenten les freqüències més elevades.

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Freqüència
Sembrades						
Espècie 1	P	P	A	A	A	0,4
Espècie 2	P	A	A	A	P	0,4
Espècie 3	P	P	P	P	P	1,0
Espècie 4	A	A	P	A	A	0,2
Total (sebrades)	3	2	2	1	2	
Plantades						
Espècie 5	P	P	A	A	A	0,4
Espècie 6	A	A	A	A	A	0,0
Espècie 7	P	P	P	P	P	1,0
Total (plantades)	2	2	1	1	1	
Espontànies						
Espècie a	P	A	A	P	P	0,6
Espècie b	P	A	A	P	A	0,6
Espècie c	A	P	P	A	A	0,4
Espècie d	A	P	P	A	P	0,6
Total (espontànies)	2	2	2	2	3	

A: absent.
P: present.

5.1.3.3 Avaluació de la supervivència (plantacions)

La supervivència de les plantacions és un indicador molt important de l'èxit de la restauració, i es pot avaluar de manera senzilla. Es poden utilitzar transectes fixos d'uns 10 m de longitud (per exemple, 4 transectes/400 m²), al llarg dels quals s'han de comptar els individus de cada espècie que es troben a una distància d'1 m del transecte. Un cop feta la plantació se seleccionaran, per a cadascuna de les espècies emprades, un nombre no inferior a 25 plantes per cada superfície de 500 m². Cada planta s'ha d'identificar perquè es pugui trobar en mostrejos futurs.

El primer estiu després de la plantació sol ser el període més crític per a la supervivència dels plançons d'espècies llenyoses instal·lades al camp. Per aquest motiu, és recomanable que el primer seguiment es faci a la tardor següent. A la segona tardor, el recompte d'individus vius també pot ser necessari, sobretot si després del primer estiu s'han fet noves plantacions per substituir moltes plantes mortes. A partir del tercer any, la probabilitat de supervivència de les plantes que es queden supervivents és prou alta (amb l'excepció d'anys molt secs), i, en general, no és necessari continuar fent aquest seguiment.

En cada mostreig s'ha de visitar cadascuna de les plantes marcades i registrar si està viva o morta. Per a cada espècie, la proporció entre el nombre de plantes vives i el nombre total de plantes marcades inicialment correspon a la supervivència.

5.2 A mitjà termini: resultats mínims aconsellables al final del període de garantia (al cap de 8-10 anys de l'inici de la restauració ecològica)

Els projectes de restauració ecològica han de posar les bases i els elements necessaris per promoure la recuperació espontània de l'ecosistema de referència a llarg termini. A mitjà termini, un cop garantits els resultats

en la fase d'establiment, incloent-hi l'estabilitat dels talussos i el control dels processos erosius, la qualitat del projecte de restauració es manifesta en el grau d'evolució de l'ecosistema envers l'ecosistema de referència (vegeu l'apartat 2 d'aquesta guia). D'aquesta manera es garanteix la integració ecològica i paisatgística de la pedrera restaurada. Els indicadors, per tant, es refereixen al grau de maduresa de la comunitat creada i la seva dinàmica espontània.

La metodologia que cal utilitzar per avaluar la qualitat del projecte de restauració es basa, en general, en les mateixes tècniques descrites per a l'avaluació a curt termini de la restauració (vegeu la secció 5.1).

Criteri de desenvolupament successional i biodiversitat:

- Presència d'almenys el 50% de les espècies llenyoses característiques de la comunitat de referència.
- Absència significativa d'espècies exòtiques (menys d'un 10% de recobriment).
- Presència d'aus nidificants (com a indicadores de la recuperació de la cadena tròfica).
- Presència i diversitat de fauna en general, tant edàfica com epigea.

Criteri de dinàmica successional:

- Maduració sexual dels arbustos i les mates característics de la comunitat de referència, amb presència de plançons regenerats espontàniament (almenys del 25% de les espècies presents).
- Arribada d'altres espècies que pertanyen a la comunitat de referència.

Criteri d'estructura vertical de la comunitat:

- Configuració d'un estrat arbustiu alt o arbori quan aquest sigui possible, per sobre de l'estrat herbaci i de mates, amb més d'1,5 m d'alçària, per sobre de l'estrat herbaci i de mates.

5.2.1 Avaluació de l'alçària de l'estrat llenyós

Per avaluar el creixement en alçària s'han de mesurar les plantes en un primer moment (durant el primer any després de la plantació) i una segona vegada al final del període de garantia. S'han de considerar tres estrats: arbori, arbustiu i subarbustiu/herbaci. La mida s'obté des de la superfície del terra, verticalment fins a la branca més alta de l'estrat que s'està considerant. Per obtenir uns valors mitjans de la vegetació, cal prendre mostres en diversos punts de la zona que es vol avaluar; la densitat de mostreig ha de ser tant més gran com més heterogènia sigui la zona. Es poden fer servir transectes com els que s'han explicat a l'apartat 5.1.3.3, prenent mides a cada 2-3 m.

Les mesures s'han de fer tant en la zona restaurada com en el sistema de referència, amb la mateixa intensitat de mostreig.

5.2.2 Avaluació de la densitat de llenyoses

La densitat de llenyoses es determina pel recompte d'individus (separant les espècies arbòries de les arbustives) en àrees de mostreig (2-3 cercles de 400-500 m²) de la zona restaurada i del sistema de referència.

5.2.3 Diversitat de llenyoses (individus no plantats)

L'avaluació de la diversitat de llenyoses al final del període de garantia es pot fer segons el mateix procediment descrit a l'apartat 5.1.3.2. En aquest cas pot ser més aconsellable fer el mostreig a la primavera, per facilitar la identificació de les diverses espècies (s'espera que el nombre de llenyoses presents sigui més gran que en els primers anys, i que les plantes siguin més grans). També és especialment important la determinació de la freqüència de cada espècie.

S'ha de fer, igualment, l'avaluació del sistema de referència (amb el qual s'han de comparar els valors obtinguts a la zona restaurada).

El mostreig ha de servir també per identificar l'entrada d'espècies essencials de l'ecosistema de referència, d'espècies exòtiques (si s'han desenvolupat a la zona recuperada) i espècies amb fruits carnosos que atrauen aus frugívores.

Legislació i normatives

Unió Europea

- Directiva 1996/61/CE del Consell, de 24 de setembre de 1996, relativa a la prevenció i al control integrats de la contaminació.
- Directiva 1999/105/CE del Consell, de 22 de desembre de 1999, sobre la comercialització de materials forestals de reproducció (DO L 11 de 15.1.2000). Pàg.: 17.
- Directiva 2006/21/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 15 de març de 2006, sobre la gestió dels residus d'indústries extractives i per la qual es modifica la Directiva 2004/35/CE.
- Comissió Europea. *Working document on sludge. 3rd draft*. ENV. E. 3/LM. Brussel·les, 27 d'abril de 2000.

Estatal espanyola

- Decret 1009/1968, de 2 de maig, pel qual es modifica l'articulat sobre mines i zones reservades a favor de l'Estat, al qual es refereix el capítol III del títol IV del Reglament general per al règim de la mineria. Ref. 1009/1968. Ministeri d'Indústria (BOE núm. 123 de 22.5.1968). Pàg.: 7.368-7.371.
- Llei 22/1973, de 21 de juliol, reguladora de mines (BOE núm. 176 de 24.7.1973).
- Reial decret 2857/1978, de 25 d'agost, pel qual s'aprova el Reglament general per al règim de la mineria. Ref. 2857/1978. Ministeri d'Indústria i Energia (BOE núm. 295 d'11.12.1978). Pàg.: 27.847-27.856.
- Reial decret 2994/1982, de 15 d'octubre, sobre restauració d'espais naturals afectats per activitats extractives. Ref. 1982/2994. Ministeri d'Indústria i Energia (BOE núm. 274 de 15.11.1982). Pàg.: 31.246-31.247.
- Reial decret 1116/1984, de 9 de maig, sobre restauració d'espais naturals afectats per les explotacions de carbó a cel obert i aprofitament racional d'aquests recursos energètics. Ref. 1984/13316. Ministeri d'Indústria i Energia (BOE núm. 141 de 13.6.1984). Pàg.: 17.194-17.195.
- Reial decret 863/1985, de 2 d'abril, pel qual s'aprova el Reglament general de normes bàsiques de seguretat minera. Ref. 1985/10836. Ministeri d'Indústria i Energia (BOE núm. 140 de 12.6.1985). Pàg.: 17.869-17.877.
- Llei 12/1985, de 13 de juny, d'espais naturals (DOGC núm. 490 de 30.11.1984).
- Ordre de 16 de abril de 1990, per la qual s'aproven les instruccions tècniques complementàries del capítol VII del Reglament general de normes bàsiques de seguretat minera. Ref. 1990/09859. Ministeri d'Indústria i Energia (BOE núm. 103 de 30.4.1990). Pàg.: 11.702-11.709 (ITC).
- Reial decret 1310/1990, de 29 d'octubre, sobre utilització dels fangs de depuració en el sector agrari (BOE núm. 262 de 19.11.1990).
- Reial decret 289/2003, de 7 de març, sobre comercialització dels materials forestals de reproducció (BOE núm. 58, de 8.3.2003).
- Reial decret 824/2005, de 8 de juliol, sobre productes fertilitzants (BOE núm. 171, 19.7.2005).
- Reglament tècnic de control i certificació de llavors i plantes farratgeres.

Autonòmica

- Llei 12/1981, de 24 de desembre, per la qual s'estableixen normes addicionals de protecció dels espais d'especial interès natural afectats per activitats extractives (DOGC núm. 189 de 31.12.1981).
- Decret 343/1983, de 15 de juliol, sobre normes de protecció del medi ambient d'aplicació a activitats extractives (DOGC núm. 356 de 19.8.1983). Pàg.: 2.110-2.112.
- Ordre de 13 de juny de 1984, sobre normes per a l'elaboració dels plans d'explotació i de restauració d'espais naturals afectats per les explotacions de carbó a cel obert i l'aprofitament racional d'aquests recursos energètics.
- Llei 29/1985, de 2 d'agost, d'aigües (BOE núm. 189 de 8.8.1985).
- Reial decret 849/1986, d'11 d'abril, pel qual s'aprova el Reglament del domini públic hidràulic, que desenvolupa els títols preliminars I, IV, V, VI i VII de la Llei 29/1985, de 2 d'agost, d'aigües (BOE núm. 103 de 30.4.1986).
- Ordre de 6 de juny de 1988, de desplegament parcial del Decret 343/1983, de 15 de juliol, sobre normes de protecció del medi ambient d'aplicació a les activitats extractives.
- Decret 67/1991, de 8 d'abril, pel qual s'assignen competències i funcions al Departament de Medi Ambient (DOGC núm. 1.430 de 15.4.1991).
- Llei 6/1988, de 30 de març, forestal de Catalunya (DOGC núm. 978 de 15.4.1988).
- Decret 114/1988, de 7 d'abril, d'avaluació d'impacte ambiental (DOGC núm. 1.000 de 3.6.1988).
- Decret 202/1994, de 14 de juny, pel qual s'estableixen els criteris per a la determinació de les fiances relatives als programes de restauració d'activitats extractives (DOGC núm. 1.931 de 8.8.1994).
- Decret legislatiu 14/1994, de 26 de juliol, pel qual s'adequa la Llei 12/1981, de 24 de desembre, pel qual s'estableixen normes addicionals de protecció dels espais d'especial interès natural afectats per activitats extractives (DOGC núm. 1.928 d'1.8.1994).
- Ordre de 19 de febrer de 1997, de la Conselleria d'Agricultura i Medi Ambient, per la qual s'estableixen les normes relatives a la procedència i els patrons de qualitat dels materials que s'utilitzen per a fins forestals al territori de la Comunitat Valenciana (DOGV núm. 2.946 de 6.3.1997).
- Llei 3/1998, de 27 de febrer, de la intervenció integral de l'Administració ambiental (DOGC núm. 2.598 de 13.3.1998).
- Decret 50/2005, de 29 de març, pel qual es desplega la Llei 4/2004, d'1 de juliol, reguladora del procés d'adequació de les activitats existents a la Llei 3/1998, de 27 de febrer, i de modificació del Decret 220/2001, de gestió de les dejeccions ramaderes (DOGC núm. 4.353 de 31.3.2005).
- Ordre 10 de setembre del 2007, de la Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge, per la qual s'aproven mesures per al control de les espècies vegetals exòtiques invasores a la Comunitat Valenciana (DOCV núm. 5.611 de 2.10.2007).

Portuguesa

- DL nº 227/82 de 14 de Junho, que reformula e reunifica a legislação sobre pedreiras; estabelece a obrigatoriedade de recuperação paisagística das pedreiras após a exploração.
- Portaria nº 176/96 (2ª série), que estabelece os valores limite de concentração de metais pesados nos solos, nas lamas destinadas à fertilização, bem como as quantidades de metais pesados que podem ser introsuzidos nos solos cultivados.
- DL nº 565/99 de 21 de Dezembro, que regulamenta a introdução intencional ou acidental de espécies não indígenas em Portugal continental e nas sua bacias hidrográficas.
- DL nº 69/2000 de 3 de Maio, que estabelece o regime jurídico da avaliação do impacte ambiental dos projectos públicos e privados susceptíveis de produzirem efeitos significativos no ambiente. (transposição da Directiva 85/337/CEE e da Directiva 97/11/CE). (parcialmente alterado pelo DL nº 197/2005).
- DL nº 198-A/2001 de 6 de Julho, que estabelece o regime jurídico da concessão do exercício da actividade de recuperação ambiental das áreas mineiras degradadas.
- DL nº 270/2001 de 6 de Outubro, que estabelece o regime jurídico de pesquisa e exploração de massas minerais (pedreiras), visando melhorar o desempenho ambiental da indústria extractiva. (parcialmente alterado pelo DL nº 340/2007).

Bibliografia

- ALCAÑIZ, J. M.; ORTIZ, O.; CARABASSA, V. *Manual de restauració d'activitats extractives amb fangs de depuradora*. Agència Catalana de l'Aigua [ed.], Departament de Medi Ambient i Habitatge, Generalitat de Catalunya, 2007. 96 p. <http://mediambient.gencat.net/cat/el_medio/natura/extractives/rest_fangs>
- ALMEIDA, F.; MIRA, J.; DUARTE, M. *Guia Recuperação de Áreas Degradadas*. PNSAC-ICN, 2005. ISBN 972-775-156-3.
- *Bases ecológicas para la recolección, almacenamiento y germinación de semillas de especies de uso forestal de la Comunidad Valenciana*. Banc de llavors Forestal. Conselleria de Medi Ambient, Comunitat Valenciana [ed.], 2001.
- BARHHISEL R. I.; DARMODY, R. G.; DANIELS, W. L. *Reclamation of drastically disturbed lands*. American Society of Agronomy, Soil Science Society of American, SSSA. Madison WI, USA, 2000. (Agronomy series; núm. 41) 1082 p.
- CORTINA, J.; PEÑUELAS, J. L.; PUÉRTOLAS, J.; SAVÉ, R.; VILAGROSA, A. *Calidad de planta forestal para la restauración en ambientes mediterráneos. Estado actual de conocimientos*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General de Biodiversidad. Ente Autónomo Parques Naturales, 2007.
- EVANS, K. G. *Methods for assessing mine site rehabilitation design for erosion impact*. Australian Journal of Soil Research, 2000. 38:231-247.
- GARCÍA-FAYOS, P.; GULIAS, J.; MARTÍNEZ, J.; MARZO, A.; MELERO, J. P.; TRAVESET, A.; VEINTIMILLA, P.; VERDÚ, M.; CERDAN, V.; GASQUE, M.; MEDRANO, H. *Bases ecológicas para la recolección, almacenamiento y germinación de semillas de especies de uso forestal de la Comunidad Valenciana*. València: Banc de llavors Forestals. Conselleria de Medi Ambient, Generalitat Valenciana, 2001.
- *Recomanacions tècniques per a la restauració i condicionament dels espais afectats per activitats extractives*. Barcelona: Generalitat de Catalunya, Direcció General de Política Territorial, 1987. 422 p.
- *Guia general per al control de les males herbes*. Barcelona: Generalitat de Catalunya, Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca, 2000. 217 p.
- HUGHES, D. [et al.]. *Reclamation planning in hard rock quarries. Draft report*. Dept. of Civil and Structural Engineering University of Sheffield, 2004.
- *Normas Internacionales para el ensayo de semillas*. ISTA, 1999.
- JIMÉNEZ PERIS, F. J. *Viveros forestales para producción de planta a pie de repoblación*. Madrid: MAPA IRYDA, 1994. Hojas Divulgadoras Núm. 6/93 HD.
- *Experiencias de aplicación de semillado directo para la restauración forestal*. Junta de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente [ed.], 2002. (Manuales de Restauración Forestal; núm. 1)
- *Manual d'aplicació al sòl dels fangs de depuració*. Junta de Sanejament. Departament de Medi Ambient [ed.], 1993.
- *Métodos oficiales de Análisis*. M.A.P.A. Madrid: Dirección General de Política Alimentaria, 1993-94. Vol. 3.
- MATAIX, C. «Técnicas de revegetación de taludes». A: REY BENAYAS, J. M.; ESPIGARES PINILLA, T.; NICOLAU IBARRA, J. M. [ed.]. *Restauración de ecosistemas mediterráneos*. AEET. Universidad de Alcalá, 2003. (Colección Aula Abierta 20)
- Norma UNE-EN 13346. *Caracterización de lodos. Determinación de elementos traza y de fósforo. Métodos por extracción con agua regia*. Asociación Española de Normalización y Certificación. Ed. AENOR, 2001.
- Norma UNE-EN 13650. *Mejoradores de suelo y sustratos de cultivo. Extracción de elementos solubles en agua regia*. Asociación Española de Normalización y Certificación. Ed. AENOR, 2002.
- NORMAN, D.; WAMPER, P.; THROOP, A.; SCHNITZER, F.; ROLOFF, J. *Best management practices for reclaiming surface mines in Washington and Oregon*. Oregon Dept. of Geology and Mineral Industries, 1997.
- NTJ 08H. *Implantació del material vegetal: hidrosembres*. Normes Tecnològiques de jardineria i paisatgisme. Col·legi Oficial d'Enginyers Tècnics Agrícoles i Pèrits Agrícoles de Catalunya, 1996.
- PEÑUELAS, J. L.; OCAÑA, L. *Cultivo de plantas forestales en contenedor*. Madrid: MAPA Mundi-Prensa, 2000.
- RUANO MARTÍNEZ, J. R. *Viveros forestales. Manual de cultivo y proyectos*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2003.
- SHIRAZI, M.; BOERSMA, L.; JOHNSON, C. B. *Particle-size distributions: comparing texture systems, adding rock and predicting soil properties*. Soil Science Society of American Journal, 2001. 65:300-310.
- Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group. *The SER International Primer on Ecological Restoration*. 2a ed. www.ser.org i Tucson: Society for Ecological Restoration International, 2004.
- TOY, T. J.; HADLEY, R. F. *Geomorphology and reclamation of disturbed lands*. Orlando: Academic Press, Inc., 1987. 480 p.

Entitats participants en el projecte Ecoquarry:



