



# XXXVIII JORNADA TÈCNIC SILVÍCOLES

EMILI GAROLERA

16 d'abril - 4 de juny  
de 2021



CONSORCI FORESTAL  
DE CATALUNYA

DONANT VALOR  
AL BOSC



**Edita:** Consorci Forestal de Catalunya

**Coordinació de les jornades i del llibre:**

Josep M. Tusell - Enginyer de Forests, CFC

Mario Beltrán - Enginyer de Forests, CTFC

Adrián Monserrate - Enginyer de Forests, CFC

**Disseny i maquetació:** MHÀ, estudi gràfic

ISBN: 978-84-09-31652-6

DL: GI 734-2021

**Edició:** maig 2021

**Cita bibliogràfica:** Tusell, J. M.; Beltrán, M.; Monserrate, A. (Coords.), 2021

XXXVIII Jornades Tècniques Silvícoles Emili Garolera. Consorci Forestal de Catalunya.

Santa Coloma de Farners. 112 pàg. ISBN: 978-84-09-31652-6

	<b>5</b>
<b>Presentació</b> Josep M. Tusell i Armengol	
	<b>6</b>
<b>J1_Desembosc per canals a la Garrotxa en el marc del projecte Life BIORGEST</b> Joaquim Avellà Bonet Teresa Cervera Zaragoza Noemí Palero Moreno Joan Montserrat Reig	
	<b>18</b>
<b>J2_La invasió de la papallona del boix (<i>Cydalima perspectalis</i>) i els seus efectes a Catalunya</b> Míriam Sangerman Vidal Pedro Carballal Haire Joan Montserrat Reig	
	<b>32</b>
<b>J3_Com tenir la meva finca correctament definida al cadastre?</b> Carmen Giménez Gómez Eduard Estevez Álvarez Joan Vila Senent Pere Frigola i Vidal	
	<b>44</b>
<b>J4_La Restauració Hidrològica Forestal, és història o futur?</b> Jesús Fernández Rodríguez Joaquim Garcia Codina Montserrat Solanelles Ubach Andreu González Moreno Hèctor Pipió Gelabert	
	<b>58</b>
<b>J5-1_ Resultats de l'experiència del ratllat mecanitzat en el marc del projecte GOSUBER</b> Adrián Monserrate Antón	
<b>J5-2_Noves oportunitats de negoci del sector surer</b> Maria Verdum i Virgos Patrícia Jové Martín Albert Hereu Marès	
	<b>74</b>
<b>J6_ Resultats de l'aplicació al Mediterrani sub-humit català d'una silvicultura adaptativa amb criteris d'arbre individual i de silvicultura naturalística</b> Jaime Coello Gómez Míriam Piqué Nicolau Mario Beltrán Barba Lídia Guitart Xarpell Noemí Palero Moreno Jordi Vigué Ruaix Joan Rovira Blanco	
	<b>86</b>
<b>J7_Introducció del cable aeri a Catalunya</b> Gerard Alcoverro Poch Gianni Picchi Francesc Cano Ibáñez	
	<b>98</b>
<b>J8_Canvi d'espècie: el cas de castanyedes amb decaïment i la reconversió en plantacions de coníferes de valor</b> Josep M. Tusell i Armengol Diego Almenar Subirats Jordi Galofré Gras Xavier Llosa Cufí	



## XXXVIII JTS EMILI GAROLERA

Per segon any consecutiu, hem realitzat les Jornades Tècniques Silvícules Emili Garolera en format "on-line" i ara teniu a les mans el recull de les ponències d'aquesta XXXVIII edició del 2021. La situació global ha fet que la societat hagi descobert els boscos i l'entorn rural com a zona de lleure i esbarjo, i és aquí on la gestió forestal sostenible d'aquests espais esdevé fonamental i sigui un veritable repte per a propietaris i gestors. També pren importància la necessitat d'establir compensacions pels serveis ambientals que els boscos generen i dels quals la societat se'n beneficia i més encara quan els rendiments de la fusta, ara per ara l'únic producte forestal que reverteix les seves rendes en la gestió i millora dels boscos són molt escadussers. Les Jornades Tècniques Silvícules Emili Garolera tenen, en la seva missió fonamental: explicar, donar a conèixer i comunicar experiències i alternatives en la gestió dels boscos. Amb aquest objectiu i en aquesta edició, hem realitzat Jornades sobre plagues forestals, sobre la diversitat dels boscos i la gestió propera a la natura com a gestió multifuncional, sobre les innovacions en productes (suro) i en tècniques de gestió (possibilitats de desembosc amb cable aeri i amb canals) i les alternatives de substitució de masses afectades per malalties (cas del castanyer). També hem aprofitat per realitzar Jornades més "teòriques" però molt necessàries, com ha estat la Jornada centrada en la relació entre el Cadastre i la propietat forestal, jornada, per altra banda que no hauria estat possible en el format "de camp" habitual.

Les jornades, amb el pas de les diferents edicions, s'han consolidat com a referència pel que fa a formació i transferència de coneixement en el sector forestal. Enguany, les hem celebrat per segona vegada en format telemàtic, ja que la situació de pandèmia no aconsellava la reunió presencial dels assistents provinents de diferents indrets. Tot i aquesta limitació, que no ens ha permès desenvolupar la vessant d'intercanvi d'experiències i de diàleg entre els participants, hem vist com per segon any consecutiu, les Jornades gaudien d'un excel·lent índex de participació.

És just d'agrair a les diferents institucions, entitats, administració, centres de formació, col·lectius professionals i empreses que amb el seu suport durant tots aquests anys mostren i continuen mostrant aquesta sensibilitat cap a la gestió dels boscos i col·laboren en fer possible la continuïtat d'aquestes Jornades. Tampoc no seria just acabar sense destacar ni reconèixer la tasca de totes les persones que participen i donen vida a les trobades: participants, tècnics i coordinadors, els quals tots junts fan possible la realització de les jornades i la publicació d'aquest llibre.

Esperem que aquest recull tècnic i expressió escrita del coneixement i experiència divulgada en les diferents jornades d'aquesta XXXVIII edició, sigui d'ajuda en la gestió i millora dels boscos.

**Josep M. Tusell**

*Responsable tècnic del CFC i co-coordinador de les Jornades  
Consorti Forestal de Catalunya*







# Desembosc per canals a la Garrotxa en el marc del projecte Life BIORGEST

Joaquim Avellà Bonet. Enginyer de forests, Centre de la Propietat Forestal.

Teresa Cervera Zaragoza. Dra. Enginyera de forests, Centre de la Propietat Forestal.

Noemí Palero Moreno. Enginyera de forests, Centre de la Propietat Forestal.

Joan Montserrat Reig. Enginyer tècnic forestal, Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa.

Cita bibliogràfica: Avellà, J., Cervera, T., Palero, N., Montserrat, J. 2021. Desembosc per canals a la Garrotxa en el marc del projecte Life BIORGEST. A: Tusell, J. M., Beltrán, M., Monserrate, A. (eds). XXXVIII Jornades Tècniques Silvícules Emili Garolera. Pp: 6-17. ISBN: 978-84-09-31652-6

---

**Resum** \_ Entre setembre i octubre de 2020 es realitza l'experiència de gestió silvícola per integrar la biodiversitat en la producció forestal amb l'ús de l'Índex de Biodiversitat Potencial i amb el desembosc de llenya mitjançant canals de polietilè. D'aquesta actuació s'extreuen metodologia i dades per tal de potenciar-ne el seu ús en finques amb dificultat per al desembosc per altres mitjans.

---

## Introducció

Els alzinars suposen un 46% dels boscos de la Garrotxa, segons dades del MFE de 2016. Una part destacable d'aquestes masses presenta limitacions en la treta i construcció de vials derivades de condicions geomorfològiques adverses, com ara pendents elevats o afloraments rocosos importants, que encareixen l'obertura de pistes. D'altra banda, la construcció de vials és una activitat sota restriccions complexes a determinats sectors dels espais naturals protegits de Catalunya.

Per les condicions de l'indret i altres factors es va decidir emprar canals com a alternativa o complement a la treta de llenya a través de vials de desembosc. En aquest sentit, el Centre de la

Propietat Forestal (CPF) va contactar amb els serveis tècnics de l'Office National des Forêts (ONF) francès per a l'execució i mestratge en aquesta tècnica. L'actuació es va realitzar a la finca Els Saiols i El Glascà, amb PTGMF vigent, a la serralada transversal dins el terme municipal de Sant Aniol de Finestres i situada en l'àmbit del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa (PNZVG).

L'actuació silvícola s'emmarca en el projecte LIFE BIORGEST i respon a la necessitat de millorar la biodiversitat dels boscos mediterranis compatibilitzant els seus valors ambientals i socioeconòmics i la integració de la biodiversitat en la gestió forestal, basada en l'ús de l'Índex de Biodiversitat Potencial (IBP) com a eina de suport a la diagnosi i a la planificació (Baiges *et al.*, 2019). També forma part del Programa



d'actuació del Pla especial del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa, pel que fa a les actuacions de treta amb mètodes alternatius.

El projecte LIFE BIORGEST està liderat pel Consorci Forestal de Catalunya (CFC) i té com a socis al Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya (CTFC), el Centre de la Propietat Forestal (CPF), el Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF), el Centre Nacional de la Propriété Forestière (CNPF) i la Xarxa per a la Conservació de la Natura (XCN). Des de 2018 s'està treballant en la implementació de mesures innovadores de gestió forestal, amb mesures específiques per a la millora de la diversitat, en les principals formacions forestals mediterrànies, així com en l'assessorament a la propietat sobre com aplicar aquestes mesures en les seves finques.

## Inventaris previs i definició dels itineraris de gestió

S'han seleccionat dos rodals, un de 0,6 ha (rodal A) i un altre de 1,3 ha (rodal B), poblats per masses pures d'alzina (alzinars muntanyencs) provinents principalment de rebrot amb escassa presència d'altres espècies. El rodal A presenta una qualitat d'estació baixa (QiiMUN\_C) mentre que

el rodal B té una qualitat mitjana (QiiMUN\_B) en base a les ORGEST.

El rodal A presenta un pendent entre el 46 i el 55%, mentre que al rodal B els pendents varien entre el 27 i el 52%. La descripció i les característiques dasomètriques de cada rodal, obtingudes a partir d'inventari, es resumeixen a la *Taula 1*. La diagnosi de l'IBP es va realitzar mitjançant el mètode per transsecte. La *Taula 2* resumeix l'avaluació de la capacitat d'acollida de biodiversitat dels rodals en base als resultats de l'IBP.

Aquests resultats ens permeten definir la integració dels elements de biodiversitat en l'itinerari de gestió. És a dir, l'actuació silvícola haurà de permetre que els factors amb valors més alts (valor 5) es mantinguin en aquest nivell, mentre que en el cas dels factors amb valors inferiors caldrà estudiar la possibilitat de millorar-los. En base a les dades d'inventari es defineixen els itineraris silvícoles de la *Taula 3*.

En els dos casos es va fer un marcatge peu a peu dels arbres a tallar. Si no s'hagués fet aquest marcatge s'haurien d'haver marcat els peus a respectar per tractar-se d'element importants per la biodiversitat.

**Taula 1.** Resum de les dades descriptives dels dos rodals d'actuació.

Rodal	N (peus/ha)	AB (m <sup>2</sup> /ha)	H0 (m)	Fcc (%)	Dg (cm)	VAE (m <sup>3</sup> /ha)	Recobriment arbustiu (%)	Descripció
A	2.122	28	8	95	12	140,5	15	Formació pura d'alzina amb absència d'altres espècies acompanyants. El diàmetre mitjà de l'arbrat és baix (uns 12 cm), amb presència puntual de peus de CD 25-30 i manca de peus de CD >40. Absència d'estrat herbaci i presència baixa d'estrat arbustiu.
B	1.600	32	10	90	17	125,6	20	Formació pura d'alzina amb presència de roures i alguns arboços. De forma puntual també apareixen altres espècies. El diàmetre mitjà de l'arbrat no és massa alt (14 cm per l'alzina), amb presència puntual de peus de CD 30 o superior i manca de peus de CD >40. Presència tant d'estrat herbaci com arbustiu. En la zona Est existeix un clap amb presència d'alguns pollanques.



Taula 2. Resum de les dades IBP dels dos rodals d'actuació.

IBP RODAL								
Rodal	A- Espècies autòctones	B- Estructura Vertical	C- Fusta morta gran en peu	D- Fusta morta gran al terra	E- Arbres vius grans	F- Arbres amb microhàbitats	G – Espais oberts amb flors	TOTAL IBP RODAL
A	0	1	1	1	0	5	0	8 (23%) Potencial baix
S'observen 6 grups de dendromicrohàbitats. Els més abundants són els xancre i deformacions, i les moltes, briòfits i lianes. Vàries alzines també presenten cavitats i fusta exposada. El rodal limita amb una zona no arbrada amb aflorament de lloses.								
B	5	2	2	0	1	5	5	20 (57%) Potencial mitjà
S'observen 8 grups de dendromicrohàbitats. Els més abundants són les moltes, briòfits i lianes.								
IBP CONTEXT								
Rodal	H- Continuïtat del bosc	F- Ambients aquàtics	G – Ambients rocallosos				TOTAL IBP CONTEXT	
A	5	0	5				10 (67%) Potencial mitjà-alt	
Bosc antic sense presència d'ambients aquàtics però amb 3 tipus d'ambients rocosos (lloses, acumulació de blocs estables i roques d'alçada inferior a la massa forestal)								
B	5	0	5				10 (67%) Potencial mitjà-alt	
Bosc antic sense presència d'ambients aquàtics però amb 3 tipus d'ambients rocosos (lloses, acumulació de blocs estables i roques d'alçada inferior a la massa forestal) distribuïts pel rodal								

IBP Rodal A

IBP Rodal B

Taula 3. Descripció de les actuacions dissenyades a cada rodal.

Rodal	Actuacions
Rodal A	Aclarida baixa d'adaptació al model ORGEST Qii07. Es talla al voltant del 30-40% de l'AB inicial i deixant uns 1.000 peus/ha.
	Retenció d'elements clau de biodiversitat. Es mantenen els peus amb elements de biodiversitat rellevant pel rodal (4 peus de CD20-25, 3 arbres morts, 16 arbres amb dendromicrohàbitats de 4 grups diferents).
	Generació de fusta morta al sòl. Es deixen fins a 3 peus/ha de CD20 en el sòl sense trossejar. Generació de fusta morta en peu. S'anella 1 peu de CD20.
Rodal B	Tallada de selecció d'adaptació al model ORGEST Qii04. Es talla al voltant del 40-50% de l'AB inicial i deixant uns 1.045 peus/ha.
	Retenció d'elements clau de biodiversitat. Es mantenen els peus amb elements de biodiversitat rellevant pel rodal (3 peus de CD25, 7 arbres morts, 20 arbres amb dendromicrohàbitats de 6 grups diferents).
	Generació de fusta morta al sòl. Es deixen fins a 3 peus/ha de CD30 en el sòl sense trossejar. Generació de fusta morta en peu. S'anella fins a 2 peus/ha de CD20.



**Fotografia 1.** Desembosc per canals a Mura (Bages) amb tubs de fabricació pròpia. Febrer 2019.

## El desembosc per canals

Les últimes actuacions realitzades amb canals de desembosc a Catalunya han estat amb material de construcció pròpia. S'han utilitzat tubs de polietilè partits per la meitat amb enganxalls entre tubs mitjançant forats on s'hi posava un cargol amb femella, en forma "de palometa". Aquest mètode (*Fotografia 1*) presenta els inconvenients de major lentitud en el muntatge i trasllat lateral de les canals, d'unes 6 hores en línies de 100 metres (Rodríguez *et al.*, 2005), i de deformacions de les pròpies canals, degudes al seu continuat ús. A més, el mateix tipus d'enganxall, ha de suportar tensions elevades en el moment de treball, essent freqüent el seu trencament.

Per tal de superar els inconvenients dels equips fets servir a Catalunya, es va fer el contacte amb els serveis tècnics de l'ONF. Aquests disposen d'un joc de canals de desembosc, amb uns 30 anys d'ús, fets específicament per al treball forestal amb un sistema de trineu per al remuntat de la línia i un enganxall entre canals que permet superar les tensions de la línia, evitant trencaments de les unions.

Així doncs, per al desembosc dels rodals es van utilitzar canals semicirculars de polietilè de 5

metres de llargada i 35 cm de diàmetre. Cada canal pesa 25 kg. Les canals van acoblades amb un únic enganxall entre trams. La unió es fa mitjançant una placa amb anella i una contraplaca amb forat perquè hi passi l'anella, que es disposa a cada costat del canal (*Fotografia 2*). El conjunt queda assegurat per una falca dins l'anella. El sistema de canals és de fàcil muntatge i permet certa flexibilitat i maniobrabilitat (*Fotografia 3*).

## Procediment operatiu

Per al remuntat dels canals es fa servir un trineu amb cabrestant (*Fotografia 4*) accionat per un motor de xerrac mecànic. Cal fer una primera pujada amb el cable del cabrestant per tal de lligar-lo al final de la tirada. Posteriorment es comença a enrotllar aquest cable per a fer pujar la primera canal, a la que s'hi aniran afegint els trams necessaris. El primer muntatge requereix que s'enllacin els diferents trams un sobre l'altre, en forma d'escala invertida respecte el pendent per tal que no s'encalli amb cap dificultat del vessant. A cada muntatge de tram de canal s'anirà pujant a poc a poc la tirada.





**Fotografia 2.** Detall de l'enganxall emprat per l'ONF per a la unió de les canals.



**Fotografia 3.** Detall de la unió entre canals.





Una vegada el trineu ha arribat a la part més alta, cal lligar cada dues peces amb cordes als arbres per tal d'evitar que es desprenguin en el següent pas. És necessari invertir la posició de les canals, de manera que restin els trams encavallats com a escala a favor de pendent. Aquest procediment es fa per a facilitar el descens de la llenya, per evitar que en cada enllaç hi hagi petits graons (Fotografia 5).

Per a la instal·lació de les canals i per a la millora de la rendibilitat de la forest cal fer una bona planificació de l'activitat forestal. Abans de l'actuació, cal tenir molt clar on aniran les tirades per tal de realitzar la tallada en forma d'espina de peix seguint l'eix per on passarà la canal. Aquesta manera d'actuar facilita en gran mesura el pas de la canal i la transivitat per dins el bosc, la brancada resta lluny de la canal mentre que la llenya resta el més propera possible.

Una vegada realitzat el desembosc de la llenya cal fer el desplaçament lateral de cada tram de canal. Primer es desplaça el trineu, tot lligant el cabrestant al següent punt de subjecció de la següent tirada i enrotllant novament el cable. Posteriorment es van desplaçant a mà els trams, un a un, i es van muntant per al nou desembosc.

La distància entre tirades és variable segons la intensitat de tallada i la configuració del terreny. Durant l'actuació, se situa una tirada de canals cada 15 metres, restant la llenya a extreure a un màxim de 7'5 m de la canal.

Es requereix un grup operatiu d'un mínim de 2 persones per al desembosc amb canals. No obstant això, s'aconsella que la colla sigui de 3-4 persones per a optimitzar el procediment operatiu i per tal de millorar la seguretat del desembosc.

Dos dels aspectes més importants a tenir en compte en tot el procediment de desembosc són: tenir el control de la velocitat de la baixada de la llenya, que es pot millorar amb l'aixecament de la canal quan hi ha obstacles al terreny, i tenir el control de l'aturada de la llenya. Es considera que el pendent òptim per a desemboscar el producte es troba entre el 25% i el 45%. Per sota del 25% hi ha dificultats per al lliscament. Per sobre del 45%, la velocitat de baixada dels troncs és superior a 100 km/h (Mariton, 1993). És important que el pendent del terreny sigui regular, sense salts abruptes, obstacles o discontinuïtats superiors a 1,5 metres. Aquests aspectes poden limitar l'ús de les canals.



Fotografia 4. Trineu amb cabrestant i motor.



Per a facilitar l'aturada de la llenya és necessari desemboscar primer la part baixa del vessant i anar constituint la pila de llenya, que facilitarà la càrrega del camió i frenarà la llenya que prové de cotes superiors (Fotografia 6). Per tal de millorar l'aturada també es poden anar traient

els últims trams de la canal per tal que el propi terreny afavoreixi la frenada dels troncs, o movent aquests últims trams en forma de ventall per a aprofitar al màxim les condicions del terreny i la pila feta.



**Fotografia 5.** Canal instal·lada per al desembosc.



**Fotografia 6.** Acumulació de les peces a vora de pista per a la càrrega del camió.



## Condicionants

Al realitzar la tallada cal tenir en compte alguns condicionants lligats amb el desembosc per canals, com ara:

- No s'aconsella desemboscar troncs de més de 30 cm de diàmetre (i sempre que siguin rectes).
- La longitud ideal dels troncs és d'1 metre (bona maniobrabilitat).
- Les restes es tallen amb una longitud màxima de 0,5 m. Els arbres es desbranquen de forma que les branques i capçades quedin trossejades i esteses horitzontalment sobre el terreny.

Per al muntatge i l'ús de canals és necessari disposar d'una bona pista d'accés. El desembosc de la llenya es realitza amb camió forestal o bé amb tractor amb remolc pel que cal tenir en compte l'apilament en la pista, d'acord amb la maniobrabilitat de la grua, i la mida de la llenya a treure. Actualment, a la Garrotxa, és complicada la venda de llenya a majorista amb longituds de tronc inferiors a 2 metres. De fet, per a la càrrega de camió forestal, o tractor, es fa necessari aquesta condició a no ser que es disposin planxes a cada costat del camió.

L'altre aspecte, molt important, a considerar és la seguretat de l'explotació. Es tracta d'un mètode de desembosc molt perillós, d'acord amb els riscos definits a la *Taula 4*.

## Resultats de l'actuació

La tallada i el desembosc finalment es va executar en 0,44 ha en el rodal A i 0,96 ha en el rodal B, per una sèrie de factors relacionats amb l'organització del treball i la presència d'una cinglera. Els jornals de desembosc comprenen el muntatge, desmuntatge i desplaçament de les canals, el desplaçament de la llenya fins la canal, la tirada de la llenya i l'apilament al costat de pista per a la seva càrrega.

Els resultats dels dos rodals d'actuació es mostren a la *Figura 1* i a la *Taula 5*. En tots dos casos, la llenya es deixa a carregador.

En total es va treballar durant 21 dies amb 49 jornals, dels quals 18 van ser de tallada a l'interior dels rodals, 6 més per tallar a pista i els 25 restants van ser del desembosc. Les 96,4 tones totals de llenya extreta es van transportar amb 9 viatges de camió amb una mitjana de 10,7 tones per viatge.

El rodal A presentava molta dificultat per a la seva execució, amb un cingle intermig de 2,5 metres d'alçada. Aquest fet provoca que s'hagin de fer dues tirades dins d'una mateixa línia per tal de superar el cingle i la dificultat de trobar pas al trineu per tal de fer la primera tirada i el desmuntatge de l'última línia. S'han fet un total de 7 tirades en 5 línies de canal, del voltant de 35 – 40 metres de longitud. Es va optar per no muntar 3 tirades sota cingle atès que restaven

**Taula 4.** Risc en el desembosc amb canals. Fabiano et al. (2001).

Perill provocat per	Risc provocat per	Tipus de dany	Intervenció de prevenció
Canals i plaques de connexió	Moviment incontrolat	Ferides, lesions i aixafaments	Ús d'EPI: guants i botes amb puntera
	Manipulació manual de càrregues	Esforç muscular, dolor dorso-lumbar	Formació professional específica
Aixecar i llençar la llenya	Manipulació manual de càrregues	Esforç muscular, dolor dorso-lumbar	Formació professional específica
Eines a utilitzar	Eines punxegudes i/o tallants	Lesions i talls	Protecció d'elements punxants o tallants durant la manipulació
	Fallada o pèrdua del control de l'eina	Contusions, lesions i talls	Ús d'EPI: guants, botes amb puntera i casc
Llenya	Lliscament incontrolat	Ferides, lesions i aixafaments	Mantenir una oportuna distància de seguretat Ús d'EPI: guants i botes amb puntera Desemboscar tota la colla a un mateix nivell





Figura 1. Aspecte dels rodals abans i després de la tallada.

Taula 5. Rendiments i productes dels rodals d'actuació.

Rodal	Tallada		Desembosc		Producte obtingut	
	Jornals	Jornals/ha	Jornals	Jornals/ha	Tones	t/ha
A	7	16	10	22,7	28,82	65,50
B	17	17	15	15	67,61	70,43

només uns 15 metres per a la pista, pel que es va estimbar a mà.

La tallada d'aquest rodal es va fer de manera que les peces a desemboscar tinguessin una longitud mínima de 2 metres. Malgrat que augmenta el pes de les peces a desemboscar, els talladors manifesten la preferència d'aquest sistema ja que permet millorar l'apilat, fer més eficient la càrrega del camió i disminuir costos al transport. El transport s'ha realitzat amb un camió forestal de 3 eixos (*Fotografia 7*).

El rodal B no presentava ruptures de pendent importants, podent-se considerar el vessant rectilini. Algunes de les línies de canals superen



Fotografia 7. Llenya apilada i camió de 3 eixos emprat per al transport.

algun petit salt de 1,5 m que, atesa la correcta subjecció del trineu a la part alta i l'ajuda dels propis troncs per aixecar la línia, no suposa impediment per al desembosc.

Per al desembosc de la llenya s'executen 13 línies de canals de longitud variable entre 35 i 85 metres. És en aquesta zona on es realitza, durant els dies 29 i 30 de setembre i 1 d'octubre, la conducció i el mestratge dels serveis tècnics de l'ONF per a l'ús de canals. Els dies 30 de setembre i 1 d'octubre s'aprofita per a la presentació, en jornades, de l'ús de les canals per a tècnics i empresaris. També s'aprofita per a experimentar amb la distància entre línies.

El muntatge de la primera línia, de 60 metres, es realitza en 1 hora i 40 minuts. El desplaçament horitzontal d'una línia de 70 metres es realitza en 1 hora i 10 minuts.

La longitud de les peces ha provocat un elevat sobrecost del transport fins a majorista, atès que el camió a utilitzar necessita que disposi de planxes als costats. Per aquest motiu s'ha utilitzat un camió petit que no permetia grans càrregues (8 - 10 t/viatge). Les peces finals van ser tallades a 1,2 metres al rodal B, segons els requeriments inicials, mentre que al rodal A es van mantenir a 2 m i va resultar que es podia treballar correctament amb aquesta mida.

## Conclusions sobre l'experiència de desembosc per canals

L'ús de les canals és òptim pels vessants rectilinis on només es pot extreure la llenya estimbant. El cost i l'esforç de l'estimbat perd eficiència a partir de longituds superiors a 25 metres, així que l'ús de les canals en distàncies superiors a 25 metres permet allibera el personal operari d'importants esforços continuats i disminueix el risc de lesió dorso-lumbar.

Se situa l'òptim d'explotació fins als 100 metres de línia, que suposa uns 120 metres de vessant d'acord amb la col·locació de la mateixa. D'acord amb l'experiència realitzada, es considera adequada la distància de 15 metres entre línies. Aquest fet suposa que en una longitud de canal de 70 metres (85 metres de desembosc efectiu), s'extrauran més de 9 m<sup>3</sup>/línia, en condi-

cions de massa similars a les de l'estudi. D'acord amb el definit per Rodríguez *et al.* (2005), el pes mínim a extreure per línia per fer-la rendible és de 4 tones, de manera que en el cas estudiat el límit de la rendibilitat se situa cap als 40 metres de tirada de desembosc.

El muntatge amb remuntat amb trineu i sistema d'enganxall per plaques sembla molt eficient tant per evitar ruptures de la línia com per reduir temps en el procés respecte els sistemes emprats últimament a Catalunya.

Per a la reducció de costos de transport i per adequar el producte obtingut a la demanda del sector a la comarca de la Garrotxa, és necessari realitzar el desembosc dels troncs tallats a llargada de 2 metres. En l'actuació realitzada el desembosc de peces de 2 metres no ha estat un inconvenient.

Per al desembosc amb canals és necessari una molt bona planificació de la tallada, d'acord amb la ubicació de les línies, i establir mesures de seguretat laboral d'acord amb l'elevada perillositat del sistema.

Per tal de millorar el rendiment en l'ús dels canals de desembosc és necessari continuar amb noves experiències. Lligat a aquest punt, el PNZVG va adquirir el passat mes de desembre un joc de canals de 100 metres de longitud. L'adquisició de les canals, amb enganxalls i trineu, ha estat de 14.500 €.

## Agraïments

Agraïm especialment la col·laboració d'en Josep Fort Olivella, propietari de la finca on s'han realitzat les actuacions explicades a la jornada.

Actuacions fetes en el marc del projecte Life Biorgest cofinançant per la Unió Europea.



**BIORGEST**





## Referències

- Baiges, T., Palero, N., Cervera, T., Gonin, P., Larrieu, L. 2019. Posada a punt de l'Índex de Biodiversitat Potencial (IBP): un termòmetre per a mesurar la capacitat d'allotjar biodiversitat dels boscos (gestionats) de Catalunya. *Silvicultura*, 80: 26-36.
- Fabiano, F., Marchi, E., Piegai, F. 2001. Note pratiche per l'impiego delle risine in polietilene edei trattori con verricello. Università degli Studi di Firenze.
- Mariton, B. 1993. Des gouttières en forêt. *Nouvelles Feuilles Forestières*, 37.
- Rodríguez, J., Juanati, C., Piqué, M., Tolosona, E. 2005. Tècniques de desembosc en l'aprofitament forestal. Núm. 1. Centre de la Propietat Forestal.







# 2

JORNADA 2

# La invasió de la papallona del boix (*Cydalima perspectalis*) i els seus efectes a Catalunya

Míriam Sangerman Vidal. Enginyera tècnica forestal, Departament  
d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural.

Pedro Carballal Haire. Enginyer de forests, Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural.

Joan Montserrat Reig. Enginyer tècnic forestal, Parc Natural  
de la Zona Volcànica de la Garrotxa.

Cita bibliogràfica: Sangerman, M., Carballal, P., Montserrat, J. 2021. La invasió de la papallona del boix  
(*Cydalima perspectalis*) i els seus efectes a Catalunya. A: Tusell, J. M., Beltrán, M., Monserrate, A. (eds).  
XXXVIII Jornades Tècniques Silvícules Emili Garolera. Pp: 18-31. ISBN: 978-84-09-31652-6

---

**Resum** \_ L'any 2014 es van detectar per primera vegada individus de la papallona del boix a Catalunya, concretament a la comarca de la Garrotxa. Des de llavors, degut al seu caràcter invasor, al rapidíssim desenvolupament d'aquesta espècie i a la manca d'eficiència dels depredadors naturals que es coneixen, la propagació a d'altres comarques veïnes ha estat molt ràpida. A més el comerç d'aquesta planta ornamental ha propiciat l'aparició en d'altres indrets de Catalunya. El boix a Catalunya és present de forma natural a gran part de la superfície forestal del territori català i els mètodes de control en el medi natural resulten inviables, pel que la supervivència del boix com a espècie arbustiva de les nostres muntanyes s'està veient seriosament amenaçada. Des de la Generalitat de Catalunya des de l'any 2018 s'estan duent a terme una sèrie d'assajos i actuacions per tal de fer el seguiment de la invasió i poder conèixer millor quin és el comportament d'aquesta arna al nostre país i quins són els mètodes de control més eficients per a regular la seva població. També han sortit diverses iniciatives privades d'entitats i empreses en el mateix sentit.

---

## Introducció

La papallona del boix, *Cydalima perspectalis* Walker, va fer acte de presència per primer cop a Catalunya a la localitat de Besalú (Garrotxa) l'any 2014 en l'àmbit de la jardineria privada. Pocs mesos després es va detectar també a diferents punts del mateix terme municipal i d'altres localitats properes. Amb el pas del temps s'ha anat propagant a les comarques veïnes i s'ha trobat també a diferents indrets de Catalunya més llunyans com l'Aran o als municipis de La Sènia i Amposta.

Aquesta papallona és originària de l'extrem orient i va entrar a Europa de forma accidental per Alemanya, probablement l'any 2006, però la seva primera referència no va ser fins l'any 2007 al sud-oest d'Alemanya (Billen, 2007). Concretament es van detectar defoliacions fortes en tanques i arbustos de boix de la ciutat de Weil-am-Rhein, ciutat portuària del Rin, on arriben grans enviaments d'importacions xineses regularment. Segons dades del 2010 arriben més d'un milió de plantes de boix anualment, procedents de la Xina i amb destinació als Països Baixos.



Des d'aquesta ciutat alemanya es va expandir de forma que a l'any 2016, la *Cydalima* ja estava establerta en 6 dels 16 estats alemanys. La invasió ha evolucionat molt ràpidament, ara al 2021 ja es troba present en 38 països del continent Europeu, segons l'*European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO)* (Figura 1).

A la península Ibèrica la primera cita va ser a Galícia (Pontevedra, 2014), i posteriorment es va trobar a Catalunya, Euskadi, Navarra, Aragó i la Comunitat Valenciana.

La papallona del boix, a la seva àrea de distribució original, s'alimenta de diferents espècies del gènere *Buxus*, mentre que aquí ho fa afectant exclusivament de *Buxus sempervirens*. A les Illes Balears afecta també a *Buxus balearica* Lam., espècie inclosa al Catàleg Balear d'Espècies Amenaçades.

El boix és un arbust molt utilitzat en jardineria, sobretot per formar tanques vegetals, tant per la seva bellesa, com pel seu port harmoniós. Alhora, és un arbust perennifoli de fullatge espès, amb poc manteniment i que admet ser podat intensament.

Al territori català el boix (*Buxus sempervirens* L.) és un arbust molt abundant de manera natural (Figura 2), principalment en zones de terreny calcari i amb disponibilitat hídrica (Torres et al., 1996). Ocupa una superfície total al voltant d'1,1 milió d'hectàrees, distribuïda en gran part com a sotabosc de pinedes, fagedes i rouredes, tot i que també forma boixedes on és l'espècie dominant. A més, és considerat com a una bona

colonitzadora, ja que es tracta d'una espècie que s'adapta molt bé a les zones que han patit algun tipus de degradació.

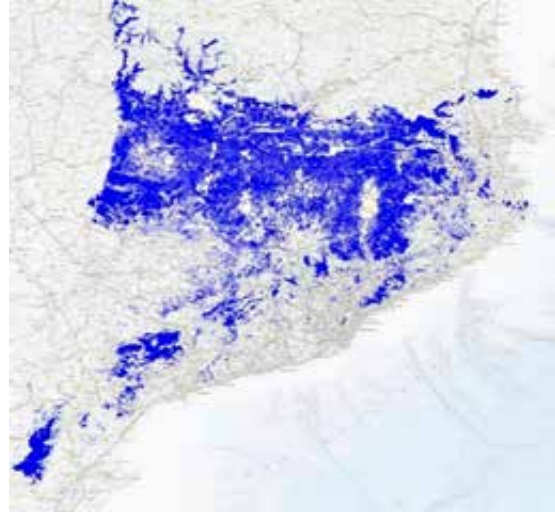


Figura 2. Mapa de la distribució de boix a Catalunya (dalt) i imatge d'un exemplar (baix). Font: Floracatalana

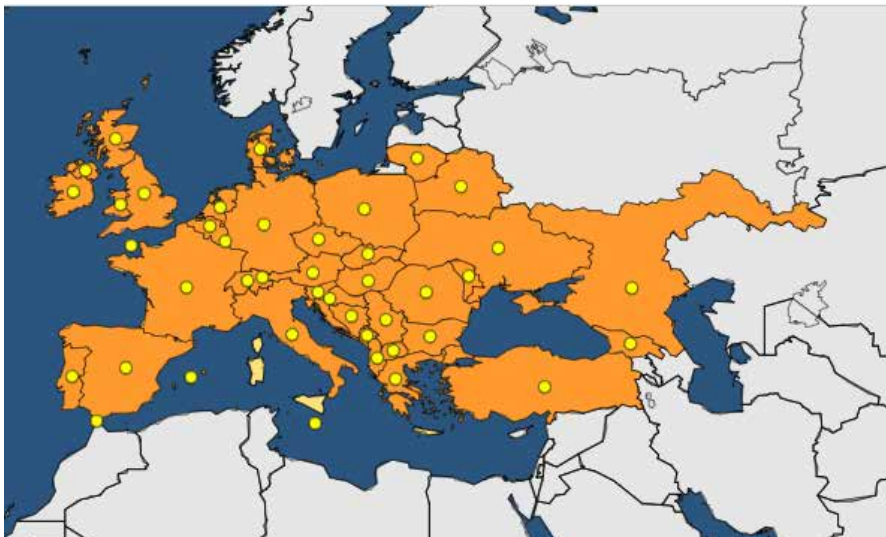


Figura 1. Presència observada de *Cydalima perspectalis* a Europa segons dades de l'EPPO (2021).



La voracitat de l'eruga sumada a l'alta fecunditat de l'arna fan que sigui una plaga terriblement destructora, amb uns nivells espectaculars de defoliació dels boixos i invasió difícilment observats en altres plagues conegudes al continent europeu.

Els efectes destructors són evidents tant en boixos ornamentals de parcs i jardins com en boixedes silvestres. Més encara si l'arna desenvolupa com a mínim dos generacions completes durant l'any a la regió afectada. La conseqüència última de l'atac en la majoria de casos és la mort dels boixos en un període que pot variar dels 3 als 5-8 anys després d'una defoliació total. Aquest rang varia segons les condicions climàtiques, l'orientació i el tipus de comunitat vegetal present.

La defoliació total d'algunes de les boixedes naturals a la comarca de la Garrotxa l'any 2017 i la seva expansió durant l'any 2018 va propiciar diversos estudis i accions per part de diferents administracions.

L'any 2019 es va constituir un grup de treball d'experts integrat pels Serveis de Sanitat Vegetal i de Gestió Forestal, el Cos d'Agents Rurals del Departament d'Agricultura Ramaderia, Pesca i Alimentació, el Departament de Territori i Sostenibilitat i el CREA. Des de llavors aquest grup s'encarrega de fer un seguiment de la plaga, i entre d'altres accions va començar a determinar la presència i l'afectació de la papallona del boix al territori català.

D'altra banda, fora del marc del grup de treball, s'han realitzat estudis basats en l'experiència i maneig de la plaga a les comarques de la Garrotxa i el Ripollès, els quals es descriuen també en aquest article.

## Biologia i comportament de l'espècie

La papallona del boix *Cydalima perspectalis* és un lepidòpter de la família dels *Crambidae* que té unes dimensions de 35 a 45 mm i és de color blanc nacrat amb un perfilat marró. També existeix una forma de color marró amb dues petites taques blanques, molt menys comuna.

Les papallones femelles col·loquen petites postes, de 5 a 20 ous de mida mil·limètrica, a l'anvers o revers de les fulles de boix. Una única femella pot arribar a pondre fins a uns 1.000 ous en uns pocs dies. Després de l'eclosió, les larves monòfagues s'alimenten de primavera a tardor i ho fan d'una forma voraç i gregària. Després de 5 a 6 mudes successives busquen un lloc per fer l'última muda i crisalidar. Aquesta crisàlida o pupa la solen fer als mateixos boixos o de vegades resten en suspensió als fils de seda i es deixen portar pel vent fins un altre arbre o arbust.

Les arnes o papallones triguen 45 dies (+/- 3 dies) en desenvolupar tot un cicle (Figura 3) a una temperatura constant de laboratori de

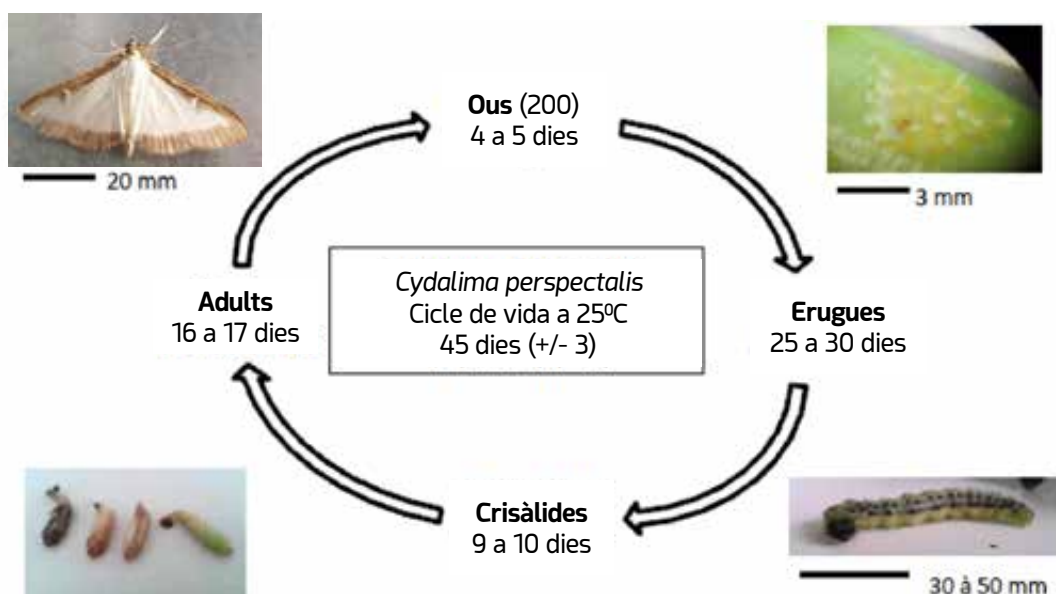


Figura 3. Cicle biològic de *Cydalima perspectalis*. Figura adaptada de Defferier et al. (2018)

25°C (Defferier *et al.*, 2018). Això implica que aquesta espècie presenta a Catalunya entre 2 i 3 generacions per any, depenent de les condicions climatològiques.

Un cop l'arna fa la posta els ous triguen de 4 a 5 dies a descloure's, després les larves es van alimentant i creixent durant 25 a 30 dies, fins la setèima i última fase larvària (de 30 a 50 mm de llargada). Posteriorment fan les crisàlides que emergeixen al cap de 9 a 10 dies. Les papallones tenen una vida de 16 a 17 dies, quan es produeix la fecundació i torna a començar el cicle.

Les últimes postes de l'any és realitzen en el mes d'octubre (3 generacions), al cap de pocs dies desclouen i les erugues passen l'hivern en les primeres fases larvàries protegides en un embolcall de seda i fulles del boix. Un cop arriben les bones temperatures del mes de març les erugues comencen a menjar fins que a principis de juny crisaliden i a finals del mateix mes les papallones ja inunden boscos, camps i pobles. En aquest moment es produeix la còpula i al juliol ja tornen a haver-hi les postes de la segona generació i el cicle torna a començar. La *Figura 4* mostra una corba de vol a la Garrotxa amb una primera generació d'adults entre finals de juny i principis del juliol i una segona generació solapada amb una tercera entre els mesos de setembre i octubre.

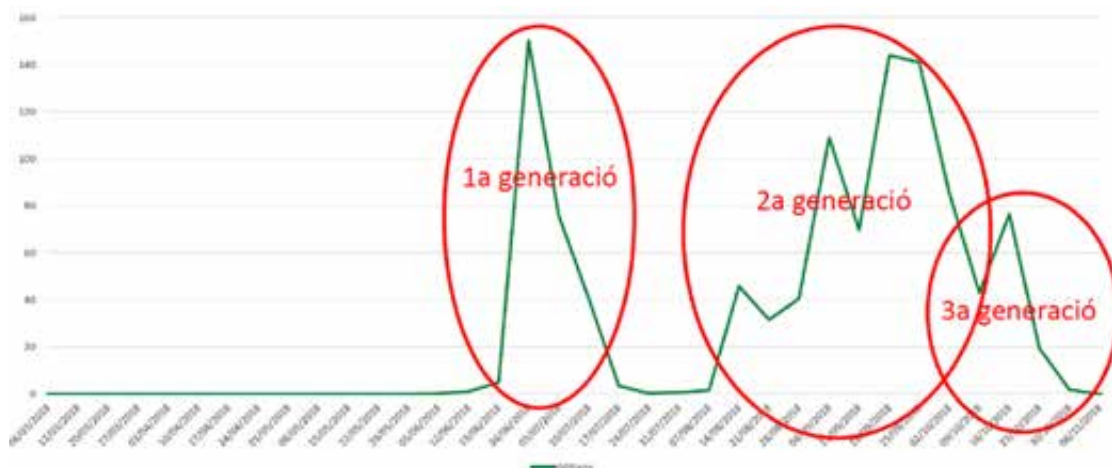
La capacitat de vol màxima d'una papallona pot arribar als 10 km, tot i que en algun article surt citada amb distàncies de fins a 15 km, essent els valors d'1 a 2 km els més comuns (Defferier *et al.*, 2018).

## Evolució i previsions de la plaga a Catalunya

Per tal de definir la magnitud de la superfície amenaçada a Catalunya va ser necessari determinar quina és la superfície ocupada per la vegetació que constitueix el seu aliment a Catalunya: les boixedes. Es va encarregar al grup de recerca de Geobotànica i Cartografia de la Vegetació de la Universitat de Barcelona l'elaboració dels mapes de la distribució del boix resultants de classificar els hàbitats forestals en base a la presència i abundància de boix. El mapa de la *Figura 5* mostra aquells hàbitats en què el boix es troba present, i aquells en els que el boix es troba com a espècie abundant i com a espècie dominant. En total el boix ocupa a Catalunya un total d'aproximadament 1,1 milió d'hectàrees, de les quals aproximadament la meitat (538.058 ha) presenten boix de forma abundant i dominant.

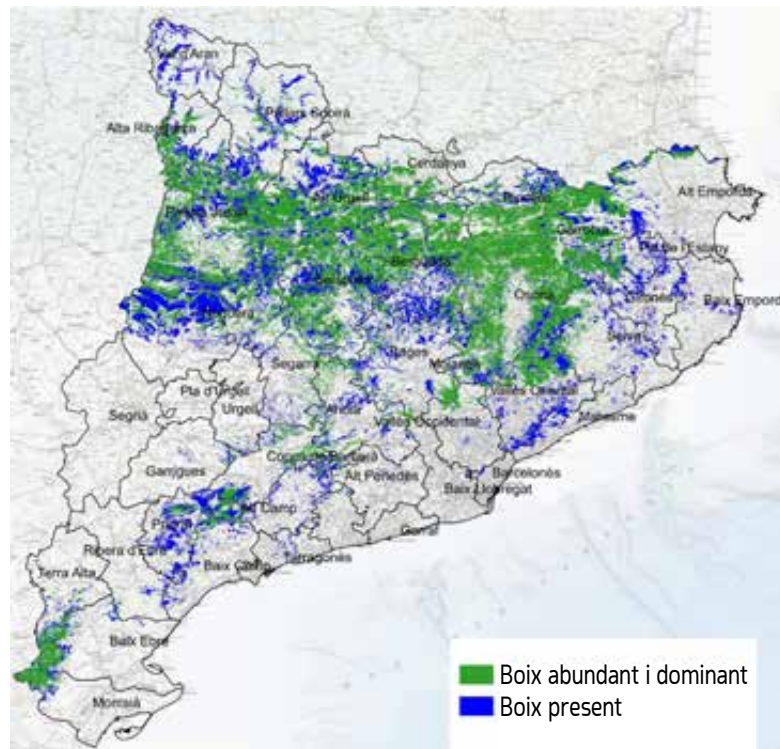
Amb la finalitat de definir de forma efectiva les superfícies en les que es troba present, es va dissenyar un mètode de mostreig realitzant transectes al llarg de la xarxa viària més significativa de cada comarca que transcorre per zones forestals amb presència de boix, amb la intenció de cobrir de la manera més homogènia possible la superfície forestal i accessible.

Els punts de mostreig se situen al llarg de la xarxa viària separats una distància de 2 km aproximadament. El Cos d'Agents Rurals realitza cada any, en el període comprès entre l'1 de novembre i el 15 de desembre (període en el que l'insecte es troba en fase d'hivernació) les prospeccions per definir el nivell d'afectació de cada punt de mostreig.



**Figura 4.** Corba de vol de *Cydalima perspectalis* a la comarca de la Garrotxa. Artola, 2018





**Figura 5.** Mapa de distribució de *Buxus sempervirens* a Catalunya elaborat pel Grup de Geobotànica i Cartografia de la Vegetació de la UB.

L'anàlisi de cada punt consisteix en l'observació de 5 peus o mates de boix als quals se li assigna un valor d'afectació segons la *Taula 1*, en base al nivell de presència de fulles seques, de defoliació i/o de presència de capolls hivernals en cada peu o mata de boix seleccionat. A cada punt d'observació se li assigna, mitjançant un índex agregat (suma dels valors de cadascun dels peus o mates de boix) una categoria d'afectació segons la *Taula 2*. Traslladant les dades obtingudes a una aplicació SIG s'obtenen els mapes d'afectació a Catalunya per a cada any.

L'any 2018 es van mostrejar un total de 1.196 punts distribuïts per la major part de comar-

**Taula 1.** Classificació del nivell de danys en l'elaboració dels transsectes.

Nivell	Interval de valors	Afectació
0	≤1	Cap
1	2-6	Lleu
2	7-11	Moderada
3	12-13	Greu
4	≥14	Severa

**Taula 2.** Intervals de valors de l'índex agregat per definir el grau d'afectació en els mapes d'afectació.

Nivell	
0	<b>Sense dany.</b> Boix verd o vermellós amb fulla i sense presència d'erugues hivernant.
1	Boix verd o vermellós amb fulla i amb <b>presència d'erugues hivernant o boix amb fulles seques o sense fulles en una tercera part o menys</b> de la seva massa foliar i amb presència d'erugues hivernant.
2	<b>Bois amb fulles seques o sense fulla en més d'un terç de la seva massa foliar però sense arribar a la defoliació total</b> i amb presència d'erugues hivernant.
3	<b>Boix totalment sec amb fulles seques o bé sense fulles</b>

ques amb presència de boix, i d'aquests punts es trobaven afectats 352. D'aquesta anàlisi es va obtenir un total de 14 comarques afectades ocupant una superfície total de 67.639 ha. Les afectacions severes es concentraven a les comarques de la Garrotxa (la qual es trobava pràcticament afectada en la seva totalitat de forma severa), Osona, la Selva i els sectors occidentals de les comarques del Pla de l'Estany, Alt Empordà i Gironès. La resta de comarques afectades (Ripollès, Berguedà, Bages, Moianès, Vallès Oriental, Vallès Occidental, Baix Llobregat i Baix Penedès) presentaven afectacions lleus, amb alguna localitat afectada de forma moderada a les comarques del Bages, Moianès i Vallès Occidental.

Al 2019 es va incorporar a la metodologia la realització de prospeccions en punts ubicats en massa forestal no associats a la xarxa viària, la qual cosa permetia reflectir afectacions forestals en llocs menys accessibles. Durant aquest any es van mostrejar un total de 1.297 punts dels quals 550 presentaven afectació. Els punts que al 2018 presentaven una afectació severa no es van tornar a mostrejar i es va mantenir aquesta categoria d'afectació al 2019. L'anàlisi d'aquestes dades permet observar com el focus inicial afectat de forma severa es desplaçava en direcció oest i sud-oest incidint a la major part de la comarca d'Osona i avançant de manera important a les comarques del Moianès, Bages i Berguedà. Es detecten les primeres afectacions a les comarques del Solsonès, Anoia, Alt Penedès, Garraf, Tarragonès i Montsià. En total el nombre de comarques afectades, i tenint en compte que al Baix Penedès durant el 2019 no es va detectar presència de la papallona, ascendia a 19 comarques. S'estima que la superfície

afectada per *Cydalima* va augmentar un 8% respecte al 2018 arribant a les 109.914 ha.

Durant el 2020 el nombre de punts prospectats va ser de 1.474 punts. Durant aquest any el focus avança en direcció predominant sud-oest cap al Berguedà, el Bages i l'Anoia. Comencen les primeres deteccions al Priorat, torna a detectar-se al Baix Penedès i per contra no es van detectar afectacions al medi natural a la comarca del Tarragonès. L'any 2020 la superfície afectada es de 151.779 ha, en un total de 20 comarques.

L'afectació durant aquests tres anys d'anàlisi ha seguit una progressió ascendent. La *Figura 6* mostra l'evolució de l'abundància dels graus d'afectació en el període 2018-2020 i la *Figura 7* mostra l'evolució espacial de l'afectació.

Durant el 2020 i simultàniament a la valoració de l'afectació de cada comarca, es va realitzar la valoració del rebrot a les mates que havien estat afectades severament l'any 2018. D'aquesta anàlisi es desprèn que el 72% dels boixos no rebroten després de dos anys consecutius d'afectació, mentre que de les mates de boix que presenten rebrot, un 16% rebrota de tronc, un 8% ho fa de tronc i branques i un 4% rebrota només de soca.

A la vista de l'evolució que ha tingut la plaga a Catalunya, que avança com una taca d'oli des del focus inicial de la Garrotxa, els tractaments de control esdevenen inabastables atesa la voracitat de l'espècie i l'enorme extensió de boix al medi natural. Com a única solució a la vista queda l'assoliment de l'equilibri que es pugui produir en algun moment com a conseqüència del control natural per l'acció dels depredadors, paràsits i parasitoids naturals.

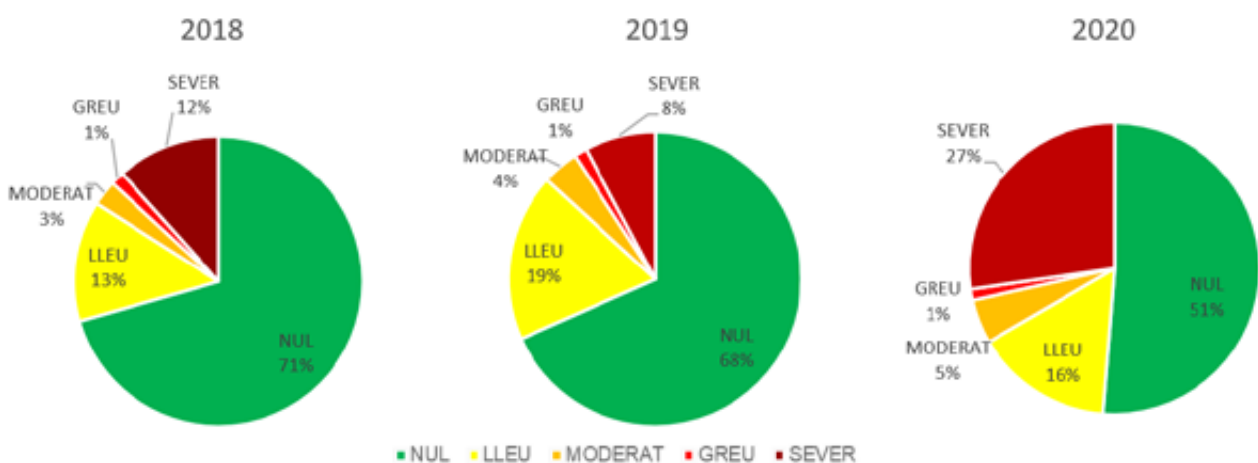


Figura 6. Evolució de l'abundància dels graus d'afectació per als anys 2018-2020.



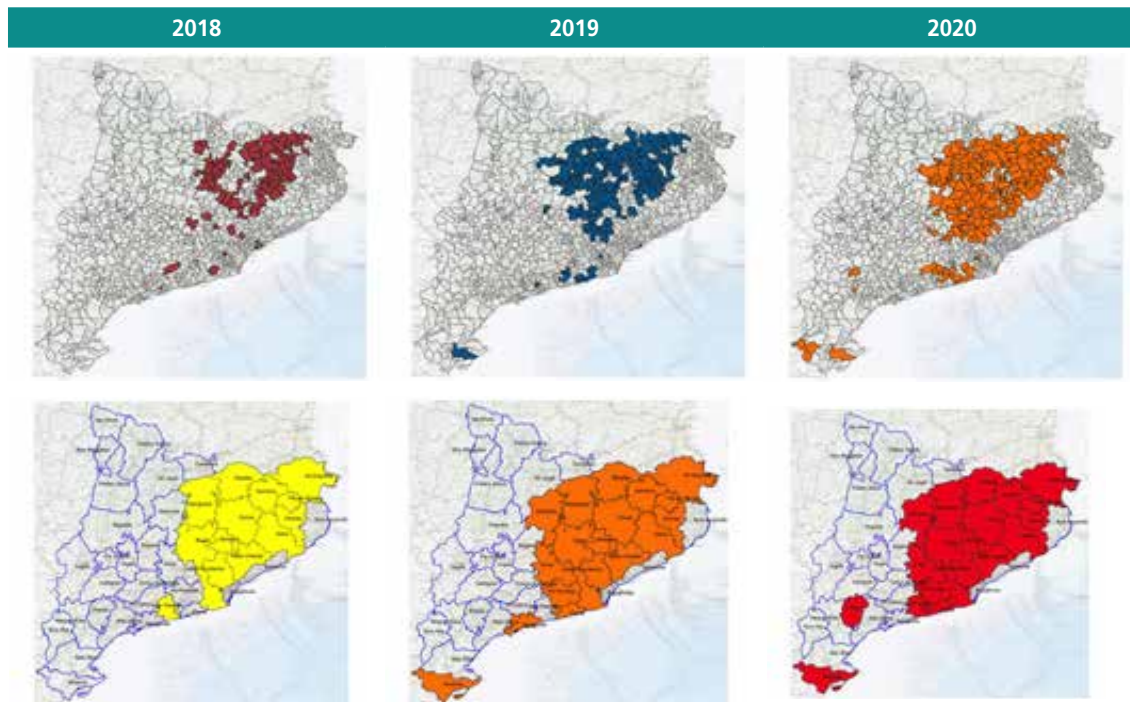


Figura 7. Municipis i comarques afectades per la papallona del boix en el període 2018-2020.

## Actuacions de seguiment i control de la plaga

En el marc de les accions portades a terme pel Grup de Treball constituït, entre d'altres pel DARP i el DTES, s'ha elaborat un Pla d'Acció, els objectius del qual se centren a determinar la distribució de la plaga, conèixer el seu comportament al nostre territori, determinar quines mesures permeten el seu control i l'elaboració d'un pla de comunicació per fer pública la informació sobre la plaga i la seva gestió.

Per complementar la informació anual sobre la distribució de la plaga i el seu comportament s'ha establert l'anomenada 'Xarxa de Vigilància', formada per una xarxa d'estacions en la qual s'han ubicat grups de trampes arreu de Catalunya tractant de representar la diversitat de les zones ecoclimàtiques presents al territori. La finalitat d'aquesta xarxa és aprofundir en el coneixement del cicle biològic de la papallona mitjançant l'obtenció de corbes de vol a les diferents regions ecoclimàtiques i amb diferents graus d'afectació. Els resultats, en els tres anys de seguiment, expliquen les diferències en el comportament de les poblacions en funció de la disponibilitat de menjar i la regió ecoclimàtica, podent-se desenvolupar de 2 a 3

generacions depenent de la ubicació (Bassols et al., 2021).

En el marc del grup de treball abans esmentat s'han engegat diversos estudis per tal de determinar quines mesures permeten el control de la plaga. Aquests es presenten a continuació:

Des de l'any 2019 en el Pla Boixer (Osona), i amb la col·laboració de la Fundació Catalunya La Pedrera, s'han testat diverses mesures de control en les diferents fases de l'insecte (ous, larves i adults). Aquests estudis reflecteixen que els mètodes de control són més efectius als anys posteriors de la primera afectació, assolint les efectivitats més altes amb tractaments amb *Bacillus thuringiensis*. En relació al tractament amb *Bacillus*, d'altres mètodes com la captura massiva, l'ús de parasitoids o la confusió sexual tenen eficàcies inferiors. En el cas de l'ús de parasitoids (trichogrammes) i la confusió sexual, la seva efectivitat es veu alterada pel desplaçament d'erugues que es produeix des d'altres zones (Senmartí, 2021).

En la mateixa localització també s'han estudiat d'una banda els possibles depredadors i parasitoids, que mostren una baixa efectivitat en la depredació d'adults o parasitisme d'ous (Cardellac i Sarto, 2021), i per l'altra els mètodes de control i el grau de danys que provoquen al



boix, els resultats assenyalen al *Bacillus thuringiensis* com el mètode més eficaç que aconseguix un menor grau d'afectacions provocades per la papallona als boixos. La captura massiva esdevé un mètode no tan eficient per reduir els danys, però combinada amb *Bacillus* i, efectuar-la quan les poblacions de les erugues no són tan altes podria ser un bon mètode, mentre que el tractament amb trichogrammes no mostra evidències de ser un mètode efectiu per a la reducció de danys en ambients forestals (Bou et al., 2021).

A banda dels estudis promoguts pel grup de treball abans esmentat, finançats pel DARP, també han sorgit d'altres estudis i publicacions amb el suport d'altres entitats públiques, com ara:

- Predicció de la distribució i impacte potencial de l'espècie invasora *Cydalima perspectalis* a Europa (Canelles et al., 2021). Aquest interessant estudi recull el potencial d'expansió i de severitat del dany de l'espècie. Fent un breu resum es pot dir que la papallona del boix té un efecte de continentalitat, per tant la seva expansió és més favorable en zones litorals on les temperatures són suaus i el règim de precipitació de baixa estacionalitat. Els boixos ubicats en zones interiors i més elevades són menys susceptibles de rebre impactes severos. Les condicions climàtiques futures provocades pels efectes del canvi climàtic podran influir negativament en el seu rendiment.
- Estudi de com rebroten els boixos després de les defoliacions totals, que també està sent objecte d'anàlisi des de fa dos anys (Artola i Danés, 2021). Gràcies a aquests treballs es veu que els boixos han estat capaços de rebrotar fins a 4 vegades en el període de dos anys i mig. No obstant això, a les parcel·les d'una de les zones d'estudi el 20% han mort transcorregudes 3 defoliacions i en l'altre el 70% han mort després de 4 defoliacions.

## Afectacions i experiència a les comarques de la Garrotxa i el Ripollès feta pel Parc natural de la Zona volcànica de la Garrotxa i l'Agrupació naturalista i ecologista de la Garrotxa

A la comarca de la Garrotxa s'ha realitzat un treball sorgit de l'interès i de la necessitat d'estudiar les causes de les defoliacions i assecament de les boixedes a la Garrotxa i el Ripollès en els darrers anys. Aquesta problemàtica sorgia per l'acció d'una malura produïda per un fong encara no identificat l'any 2008 i que també va produir defoliacions severes els anys 2013 i 2014. Durant el 2017 s'accentuen les defoliacions per l'acció de la *Cydalima perspectalis*. L'objectiu era estudiar la reacció de les boixedes de la Garrotxa i Ripollès a l'atac de la malura, de la plaga o a la seva combinació i determinar el nivell de resistència a aquestes perturbacions. Per fer-ho es va dur a terme el seguiment d'unes parcel·les experimentals des de l'any 2014 fins el 2020 en diferents zones d'aquestes dues comarques (*Fotografies 1 i 2*).

El fong, analitzat en diferents laboratoris del país, afecta principalment els boixos situats en els sectors més ombrívols i de vora de riera i presenta una simptomatologia compatible amb la malura del xancre, produïda pel fong *Cylindrocladium pseudonaviculatum* àmpliament distribuït per diferents països europeus i que ha provocat importants defoliacions, afectant aproximadament unes 2.000 hectàrees de la Garrotxa l'any 2014.

El seguiment efectuat ha estat basat en l'obtenció d'un índex definit en base les classes d'abundància de peus afectats que s'indiquen a continuació:

- Afectació baixa o nul·la: 0%-25% dels peus de boix de la parcel·la.
- Afectació mitjana: 26%-50% dels peus de boix de la parcel·la.
- Afectació alta: 51%-75% dels peus de boix de la parcel·la.
- Afectació extrema: 76%-100% dels peus de boix de la parcel·la.





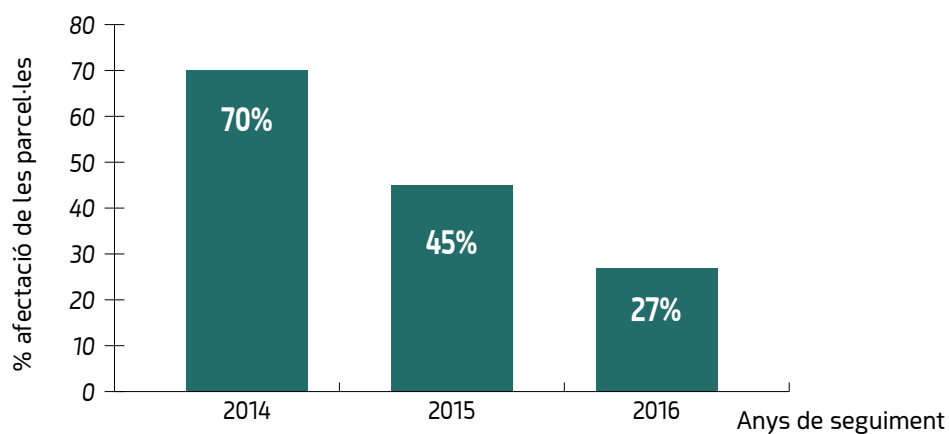
**Fotografies 1 i 2.** Parcel·la de *Buxus sempervirens* abans de ser defoliada (dalt) i després de patir una defoliació (sota).

A més s'ha realitzat un seguiment fotogràfic de cada parcel·la per tal de disposar de les imatges de l'evolució de la plaga (*Fotografia 3*).

En relació a la defoliació observada, al 2014 el boix va patir una primera defoliació severa produïda pel patògen d'origen fúngic. Es va constatar que un 70% dels boixos presentaven defoliació total i que en els dos anys següents hi ha una recuperació de les plantes de manera que el 2016 només un 27% dels peus no van rebrotar (*Figura 8*).



**Fotografia 3.** Brotada d'un branquilló de *Buxus sempervirens* després de la seva necrosi.



**Figura 8.** Percentatge de defoliació de boixos afectats pel presumpte fong en parcel·les experimentals.



La malura observada produeix l'obturació dels conductes de saba de branques i branquillons i impedeix l'alimentació de les fulles provocant el seu assecament i caiguda. A la Garrotxa i el Ripollès s'ha comprovat que la repetició de més de tres episodis de defoliació provoca la mort de gran part dels boixos afectats (del 25% al 100% dels peus del rodal).

Per tal de poder determinar l'abast d'aquesta malura es va distribuir el programa "SOS Boixos" a les xarxes socials i es va poder obtenir informació de la resta de les comarques. A partir de les dades obtingudes es va poder elaborar un mapa de l'afectació a Catalunya (Figura 9).



**Figura 9.** Abast de la malura estimat al territori català en base a dades d'observació.

Els efectes de la malura causada pel fong s'han vist agreujats per l'arribada de la papallona del boix. La plaga es va donar per establerta a la Garrotxa l'any 2017 tot i que encara queden punts sense presència a l'Alta Garrotxa i la zona de Collsabre per sobre de la cota 1.300 m.

A les comarques de la Garrotxa i del Ripollès, el cicle de la *Cydalima* s'estén des del mes de març fins el mes d'octubre amb la presència de tres pics larvals als mesos de març-maig, juny-juliol i agost-octubre seguits dels respectius pics de vol de l'arna molt marcats. Als indrets situats a cotes més altes els pics de vol de l'arna es redueixen a un o dos.

Els efectes de la plaga durant els anys 2017 i 2018 han estat devastadors, deixant la pràctica totalitat de les boixedes defoliades i la

part aèria fortament assecada. Per contra, a la comarca del Ripollès els efectes de la plaga han estat més intensos durant els anys 2019 i 2020, i solament es troben masses de boix en bones condicions a les cotes més altes. A més, gran part de les tanques urbanes de jardins han patit aquesta plaga amb un impacte visual considerable (Fotografia 4).



**Fotografia 4.** Tanca vegetal de boix afectada.

Del seguiment de les 6 parcel·les experimentals s'ha constatat que entre el 35% i el 50% dels boixos afectats han mort de soca-arrel després de 2 anys d'atac de la plaga. Quan els boixos han patit prèviament la malura fúngica i posteriorment han estat defoliats per la papallona el percentatge de mortalitat s'ha incrementat entre el 85% i el 100%.

Després del primer any d'atac de la plaga, els boixos tenen la capacitat de rebrotar amb normalitat a la següent primavera (Fotografies 5 i 6), ja que el primer any es produeix un atac foliar que no afecta l'escorça dels boixos, i per tant els teixits conductors continuen sent funcionals i poden brotar amb normalitat des de les branques. Si l'atac persisteix durant un segon any la mortalitat augmenta, la manca de fulla fa que l'eruga ataquí l'escorça de branques i troncs alterant els teixits conductors d'aquests (Fotografies 7) provocant la mort de gran part de les branques i també del tronc, deixant tota la part aèria seca de manera que només puguin brotar pel peu o l'arrel. En casos extrems i on prèviament hi ha hagut l'afectació repetida de la malura fúngica, s'ha observat la mort de soca-rel dels boixos.





**Fotografies 5 i 6.** Boix rebrotat a inicis de març després del primer any d'afectació per la plaga (esquerra) i el mateix boix sense rebrotar després del segon any d'atac a inicis de març (dreta).



**Fotografia 7.** Tall longitudinal en l'escorça de branquilló on s'observa la part viva (dreta) i la morta (esquerra).

Per tal de buscar alguna alternativa de gestió de les boixedes afectades es van establir unes parcel·les en què es va realitzar una tallada arreu dels boixos afectats, amb el fi d'observar la reacció de la rebrotada i comprovar la incidència dels patògens.

En parcel·les que només havien sofert l'atac del lepidòpter es va constatar que després de tres atacs consecutius alguns peus mantenien brots epicorticals i basals. No obstant això, en les parcel·les que patien l'atac combinat del lepidòpter i de la malura la quarta rebrotada ja no era viable.

Per tal de determinar la quantitat de necromassa existent a les boixedes de la Garrotxa es va obtenir una tarifa de cubicació (*Taula 3*) calculada a partir de 8 parcel·les de 10 metres de radi on es pesava tot el boix sec (*Fotografia 8*). Els resultats que es van obtenir van ser que als boscos de la comarca de la Garrotxa i del Ripollès hi ha entre 100.000 i 150.000 tones de necromassa de boix.

**Taula 3.** Tarifa de cubicació per determinar la quantitat de necromassa existent.

Diàmetre (cm)	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12	14	15	20
Pes total (kg)	4,2	7,3	10,4	18,9	20,2	21,3	25,4	28,7	30,6	36,2	45,4	51,2	<b>102,2</b>
Pes comercial (kg)	0	0	3	13,1	14,2	14,4	17,3	19,9	22,7	28,9	38,9	42,8	<b>76,5</b>



**Fotografia 8.** Tasques per al càlcul de necromassa.



## Conclusions

- Des de l'arribada de la papallona a Catalunya al 2014 a la Garrotxa, la papallona del boix s'ha propagat amb rapidesa per les comarques veïnes, alimentant-se exclusivament de *Buxus sempervirens* i desenvolupant de 2 a 3 generacions segons les condicions ecoclimàtiques presents a la zona.
- Els efectes destructors són evidents tant en boixos ornamentals de parcs i jardins com en boixedes silvestres, provoquen la defoliació dels boixos afectats i poden causar la mort en un període que pot variar dels 3 als 5-8 anys després d'una defoliació total.
- La defoliació total d'algunes de les boixedes naturals a les comarques de la Garrotxa l'any 2017 i la seva expansió durant l'any 2018 va propiciar la creació d'un grup de treball constituït pel DARP, DTES i el CREAFA amb la finalitat de gestionar i realitzar un seguiment de la plaga a Catalunya.
- S'han elaborat els mapes de distribució de l'espècie a Catalunya per als anys 2018, 2019 i 2020 a partir dels transectes realitzats pel Cos d'Agents Rurals. Durant l'any 2019 la plaga ha avançat des del focus inicial de la Garrotxa en direcció oest i sud-oest. Al 2020 la propagació ha estat en direcció predominantment sud-oest. Actualment es troben afectats 183 municipis de 20 comarques.
- A la vista de l'evolució que ha tingut la plaga a Catalunya, els tractaments de control esdevenen inabastables atesa la voracitat de l'espècie i l'enorme extensió de boix al medi natural, i s'espera que l'assoliment de l'equilibri es pugui produir en algun moment com a conseqüència del control natural per l'acció dels depredadors, paràsits i parasitoides naturals
- Dels estudis realitzats en l'àmbit del grup de treball es conclou que els mètodes de control són més efectius quan es realitzen en anys posteriors al de la primera afectació, assolint les efectivitats més altes amb tractaments amb *Bacillus thuringiensis*. És aquest mètode de control el que provoca un menor grau d'afectació en els boixos. D'altres mètodes com la captura massiva, l'ús de parasitoides o la confusió sexual tenen eficàcies inferiors i la seva efectivitat es veu alterada pel desplaçament d'erugues que es produeix des d'altres zones. La captura massiva esdevé un mètode no tan eficient per reduir els danys, però combinada amb *Bacillus* i efectuada quan les poblacions de les erugues no són tan altes esdevé un bon mètode, mentre que el tractament amb trichogrammes no mostra evidències de ser un mètode efectiu per a la reducció de danys en ambients forestals.
- La papallona del boix atén a l'efecte de la continentalitat, per tant la seva expansió és més favorable en zones litorals on les temperatures són suaus i el règim de precipitació de baixa estacionalitat. Els boixos ubicats en zones interiors i més elevades són menys susceptibles de rebre impactes severos. Les condicions climàtiques futures provocades pels efectes del canvi climàtic podran influir negativament en el seu rendiment.
- Pel que fa a la capacitat de rebrot dels boixos, segons un estudi, són capaços de rebrotar fins a 4 vegades en el període de dos anys i mig, tot i que s'ha vist que hi ha una mortalitat del 20% després de 3 defoliacions i del 70% després de 4 defoliacions.
- El Parc Natural de la zona volcànica de la Garrotxa i l'Agrupació naturalista i ecologista de la Garrotxa han realitzat un estudi per determinar les causes de les defoliacions i assecament de les boixedes a la Garrotxa i el Ripollès en els darrers anys, provocades pel efecte d'una malura causada per un fong i l'atac de *Cydalima*.
  - La malura produïda pel fong va provocar fortes defoliacions a zones humides de la Garrotxa i Ripollès els anys 2008 i 2013 i el 2014 la defoliació va ser més generalitzada afectant una superfície d'unes 2.000 ha a la Garrotxa.
- Els efectes de la plaga a la Garrotxa van ser devastadors durant els anys 2017 i 2018 deixant la pràctica totalitat de les boixedes defoliades i la part aèria fortament assecada. Per contra, a la comarca del Ripollès els efectes de la plaga han estat més intensos durant els anys 2019 i 2020, i solament es troben masses de boix en bones condicions a les cotes més altes. A més, gran part de les tanques urbanes de jardins han patit aquesta plaga amb un impacte visual considerable.



- Del seguiment de 6 parcel·les experimentals s'ha constatat que entre el 35% i el 50% dels boixos afectats han mort de soca-arrel després de 2 anys d'atac de la plaga. Quan els boixos han patit prèviament la malura fúngica per després ser defoliats per la papallona el percentatge de mortalitat s'ha incrementat entre el 85% i el 100%.
- Per tal de determinar la quantitat de necromassa existent a les boixedes de la Garrotxa es va obtenir una tarifa de cubicació calculada a partir de 8 parcel·les on es pesava tot el boix sec. Els resultats que es van obtenir van ser que als boscos de la comarca de la Garrotxa i del Ripollès hi ha entre 100.000 i 150.000 tones de necromassa de boix.

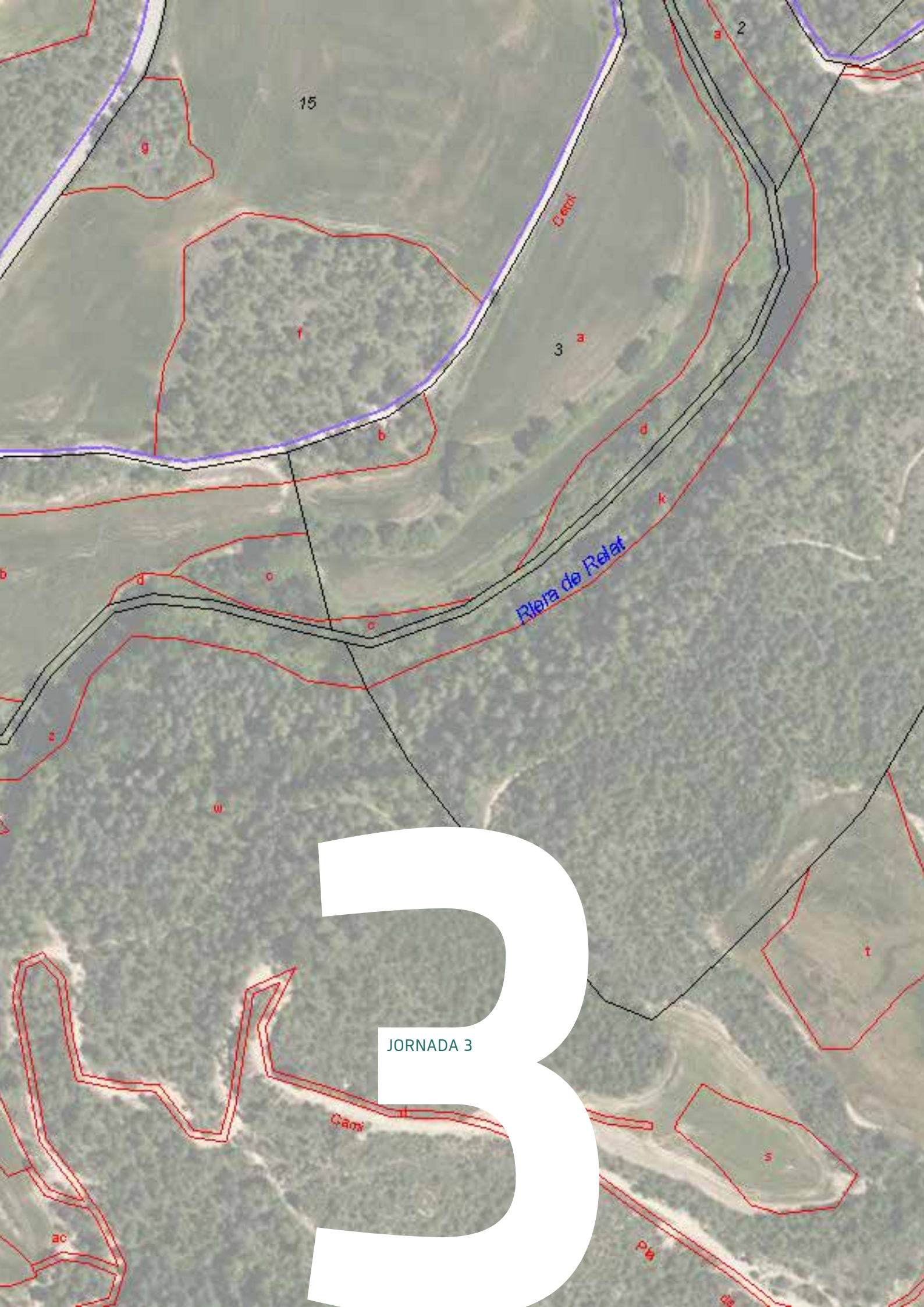
## Agraïments

La col·laboració del Cos d'Agents Rurals en la realització de les prospeccions arreu de Catalunya ha estat indispensable per a l'elaboració dels mapes d'afectació de *Cydalima* en el marc del grup de treball liderat pel DARP.

## Referències

- Artola, J. 2018. Resultats del seguiment de la biologia i la fenologia de la papallona del boix. Jornada PATT: Situació actual, resultats dels seguiments i propostes de gestió de la papallona dels boix a Catalunya. RuralCat.
- Artola, J., Danés, A. 2021. Estudi de la rebrotada del boix. Seguiment de l'evolució de la plaga a la Garrotxa. Jornada PATT: Noves dades sobre la situació actual de la papallona del boix (*Cydalima perspectalis*) a Catalunya. RuralCat.
- Bassols, E., Garcia, R., Xirgu, D. 2021. Xarxa de vigilància de la papallona del boix (*Cydalima perspectalis*) a Catalunya, 2020. Jornada PATT: Noves dades sobre la situació actual de la papallona del boix (*Cydalima perspectalis*) a Catalunya. RuralCat.
- Billen, W. 2007. *Diaphania perspectalis* (Lepidoptera: Pyralidae) - a new moth in Europe. Mitteilungen der Entomologischen Gesellschaft Basel, 57(2/4): 135-137.
- Bou, J., Penís, Y., Corominas, F., Vilar, L. 2021. Avaluació dels danys causats per l'eruga del boix en els assajos de control de la plaga al Pla Boixer (Osona). Jornada PATT: Noves dades sobre la situació actual de la papallona del boix (*Cydalima perspectalis*) a Catalunya. RuralCat.
- Canelles, Q., Bassols, E., Vayreda, J., Brotons, L. 2021. Predicting the potential distribution and forest impact of the invasive species *Cydalima perspectalis* in Europe. Ecol. Evol. 2021;00:1- 15.
- Cardellach, P., Sarto, V. 2021. Estudi dels depredadors i parasitoides del cràmbid invasiu *Cydalima perspectalis* a Catalunya. Jornada PATT: Noves dades sobre la situació actual de la papallona del boix (*Cydalima perspectalis*) a Catalunya. RuralCat.
- Defferier, T., Venard, M., Colombel, E., Tabone, E. 2018. Techniques d'élevage de la pyrale du buis. Colloque scientifique sur les bioagresseurs du buis, Végéphy. Tours, France.
- Senmartí, J. 2021. Avaluació de les eines de control de l'eruga del boix en sistemes forestals. Jornada PATT: Noves dades sobre la situació actual de la papallona del boix (*Cydalima perspectalis*) a Catalunya. RuralCat.
- Torres, JA., Cano, E., García, A. 1996. Aportaciones al estudio fitosociológico de las comunidades de boj (*Buxus sempervirens*) en el sector subbético (Andalucía, España). Acta Botánica malacitana, 21.





15

2

Cont

3

Rleja de Relat

JORNADA 3

Cont

5

ac

P6

ca



# Com tenir la meva finca correctament definida al cadastre?

Carmen Giménez Gómez. Gerent Territorial, Gerència Territorial del Cadastre a Girona.

Eduard Estevez Álvarez. Cap de secció de Normalització, Gerència Territorial del Cadastre a Girona.

Joan Vila Senent. Cap de Servei de Coordinació de Processos  
Cadastrals, Gerència Territorial del Cadastre a Girona.

Pere Frigola i Vidal. Cap d'Àrea d'Inspecció, Gerència Territorial del Cadastre a Girona.

Cita bibliogràfica: Giménez, C., Estevez, E., Vila, J., Frigola, P. 2021. Com tenir la meva finca correctament definida al cadastre?  
A: Tusell, J. M., Beltrán, M., Monserrate, A. (eds). XXXVIII Jornades Tècniques Silvícoles Emili Garolera. Pp: 32-43. ISBN: 978-84-09-31652-6

**Resum** \_ Aquest article fa un repàs de la normativa bàsica cadastral, la definició, contingut cadastral i classes d'immobles, de les funcions cadastrals i de les obligacions dels titulars cadastrals. Sobre la relació del Cadastre amb el Registre de la Propietat es comenta l'assistent gràfic de la Seu Electrònica del Cadastre (SEC), les inscripcions amb l'informe de validació gràfic alternatiu (IVGA) i la coordinació registral amb el Cadastre.

A més, es repassen els procediments i tipus d'expedients cadastrals, la declaració dels expedients de canvi de titularitat i, també, la utilització de l'assistent de declaracions de la SEC. Finalment, es comenta la correcció de límits de les finques forestals, la incorporació dels límits municipals oficials aprovats, així com la valoració cadastral de les finques forestals.

## Introducció

El Cadastre està de moda, i es constata que la informació que en ell hi consta cada cop té més rellevància, donada per l'ús massiu que d'aquesta informació en fan cada cop més usuaris.

La participació de la Gerència del Cadastre de Girona a les XXXVIII Jornades Tècniques Silvícoles Emili Garolera té per objecte donar a conèixer els instruments que proporciona el Cadastre, com a infraestructura d'informació del territori al servei de la ciutadania i les administracions públiques per a consultar i descar-

regar informació i modificar i actualitzar la descripció de tota classe de finques i, en particular, de les finques forestals.

La titularitat cadastral i la descripció física correcta de les parcel·les contribueixen a garantir la seguretat jurídica imprescindible sobre la qual es basen les actuacions en el territori rural.

Una comprovació de la descripció de les finques al Cadastre contribuirà a posar de manifest la validesa de les dades consultades o la necessitat de la seva actualització i a assegurar que la descripció dels béns immobles i la seva valoració està actualitzada. Aquesta comprovació



dona garantia jurídica a les persones titulars i, al mateix temps, assegura que la informació cadastral estigui, tal i com disposa la Llei del Cadastre Immobiliari, al servei dels principis de generalitat i justícia tributària, contribuint a la seguretat jurídica en el tràfic immobiliari.

A l'àmbit de la informació cadastral, les finques forestals tenen unes característiques pròpies referides a l'assignació de productes, valoracions i exempcions que són objecte d'anàlisi.

## Què és el Cadastre?

El Cadastre Immobiliari és un registre administratiu, dependent del Ministeri d'Hisenda, en el qual es descriuen els béns immobles rústics, urbans i els de característiques especials, tal i com es defineixen al Reial Decret Legislatiu 1/2004, de 5 de març, que aprova el Text Refós de la Llei del Cadastre Immobiliari. La informació cadastral està al servei dels principis de generalitat i justícia tributària i d'assignació equitativa dels recursos públics i, per aquest fi, el Cadastre Immobiliari està a disposició de les polítiques públiques i de la ciutadania que requereixi informació sobre el territori.

Un bé immoble, en la definició cadastral, és una parcel·la o porció de sòl d'una mateixa naturalesa, situada dins d'un terme municipal, tancat per una línia poligonal que delimita l'àmbit espacial de propietat d'una persona titular o de vàries en pro indivís.

El Cadastre assigna a cada bé immoble un identificador únic, la seva referència cadastral, que permet situar-lo inequívocament a la cartografia oficial del Cadastre. Com a registre o base de dades, el Cadastre inclou la descripció cadastral dels béns immobles detallant les característiques físiques, jurídiques i econòmiques, entre les quals es troben la seva localització, referència cadastral, superfície, ús, cultiu, representació gràfica, valor de referència de mercat, valor cadastral i titularitat cadastral (*Figura 1*).

La finalitat bàsica del Cadastre és de caràcter tributari, proporcionant la informació necessària per a la gestió, recaptació i control de diverses figures impositives de les administracions estatal, autonòmica i local (*Figura 2*). A banda de la funció tributària, en els últims anys hi ha hagut un increment de la demanda d'informació cadastral per part de les administracions, ciutadania i empreses.



Figura 1. Esquema descriptiu del Cadastre Immobiliari.

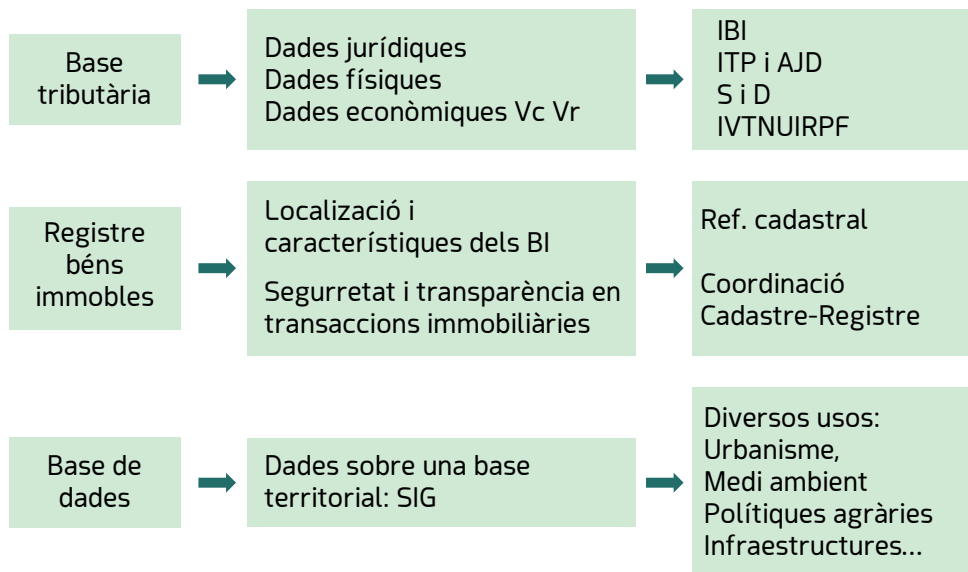


Figura 2. Esquema funcional del Cadastre Immobiliari.



El Cadastre és multifuncional i actua per llei de manera coordinada amb el Registre de la Propietat, contribuint a proporcionar garantia jurídica en el tràfic immobiliari mitjançant la incorporació de la referència cadastral en tots els documents objecte d'inscripció en el Registre de la Propietat, que afectin els actes o negocis relatius al domini i altres drets sobre els béns immobles.

La informació cadastral té altres usos jurídics, ja que aporta protecció al mercat immobiliari davant la compra de finques inexistents o amb característiques que no s'ajusten a la realitat. La informació cadastral també serveix per a la gestió d'ajudes públiques per part les administracions públiques gestores o en l'àmbit de la justícia gratuïta, per la comprovació de la inexistència de propietats.

Un exemple important és el Sistema d'Informació Geogràfica de Parcel·les Agrícoles (SIGPAC), el qual permet identificar les parcel·les declarades per a l'activitat agrícola i gestionar el règim d'ajudes relacionat amb les superfícies cultivades.

També té altres utilitzacions en matèria de planificació del territori i urbanisme, en procediments d'expropiacions, en la gestió de serveis públics i per al desenvolupament de polítiques forestals, etc.

La política pública avança en la difusió de la informació cadastral envers els seus destinataris amb l'objectiu de què la societat percebi la informació cadastral més com a una oportunitat que no com a una càrrega que implica una obligació. Aquesta facilitat per accedir a la informació suposa per a la ciutadania un estalvi de tràmits, terminis i desplaçaments innecessaris. Actualment, es disposa d'un ampli conjunt de serveis web d'actualització i consulta de la informació cadastral.

## Cadastre i Registre de la Propietat

### L'assistent gràfic del Cadastre

La Seu Electrònica del Cadastre (SEC) ens permet descarregar gran varietat d'informació cadastral, tant cartogràfica com alfanumèrica. Entrant a la SEC a través d'internet (Figura 3), podem accedir a l'assistent gràfic, que a banda de descarregar informació ens permet dibuixar Representacions Gràfiques Alternatives (RGA) en cas que la cartografia cadastral no ens sembli prou correcta, o vulguem modificar-la amb motiu d'immatriculacions o parcel·lacions (unió, divisió, reparcel·lació o esmena de finques).



Figura 3. Portada web de la Seu Electrònica del Cadastre.

Es tracta d'una eina molt útil i dinàmica. Anem a veure les seves funcionalitats.

#### Per a descarregar informació gràfica

- Accedim a l'assistent gràfic, ens submergim a la cartografia cadastral i cerquem la parcel·la que ens interessa. Podem arribar-hi per mitjà de la referència cadastral, pel nom i número del carrer, etc. o simplement navegant per la cartografia. Un cop localitzem la parcel·la, només cal pulsar sobre ella i se'ns ofereix tota mena d'informació gràfica de la mateixa.
- Si volem descarregar la cartografia d'una o diverses parcel·les, l'assistent gràfic ens ho facilita (Figura 4). Només seleccionant les parcel·les i prement el botó de descàrrega ens oferirà obtenir-la en diferents formats.

#### Per a dibuixar RGA

- L'assistent ens proporciona unes eines senzilles per a dibuixar les línies de divisió de les parcel·les, o bé unir diverses parcel·les, etc. Si triem l'opció "Esmenar", ens crearem uns fulls de "conformitat dels confrontants" que, signats pels propietaris afectats per a la RGA, es poden incorporar a l'expedient de sol·licitud a Cadastre i agilitzen enormement el tràmit de modificació de les bases de dades cadastrals.

## Inscripció de la Representació Gràfica Alternativa

Un cop tenim la nostra RGA dibuixada, el pas següent és validar-la a la SEC, és a dir, comprovar que el conjunt de finques afectades correspon exactament al conjunt de finques proposades, sense que ni sobri ni falti res. Podem imaginar que les finques afectades són en conjunt una peça d'un puzzle. Llavors, el conjunt de finques proposades haurà de tenir una mida i forma que encaixi exactament al buit deixat per la peça de puzzle que hem extret, és a dir la forma i mida de la peça de puzzle inicial. Si es compleix aquesta condició obtindrem de la SEC un Informe de Validació Gràfic Alternatiu (IVGA) positiu, en cas contrari l'IVGA serà negatiu.

Aquest IVGA, que té format PDF, incorpora un Codi Segur de Verificació (CSV), de 16 dígit, que permetrà a qualsevol agent que intervingui en el tràfic immobiliari (notaria, oficina del registre, ...) comprovar la veracitat de l'informe i sobreposar-lo a la cartografia cadastral. Així evitem haver d'enviar o transportar arxius informàtics. La informació sempre està disponible al Cadastre, i és accessible mitjançant el CSV.



Figura 4. Detall de les funcions de consulta i descàrrega de l'assistent gràfic.



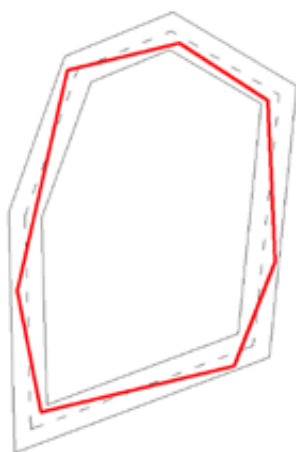


La SEC proporciona al personal tècnic i a la ciutadania les eines informàtiques per crear una RGA o bé per a comprovar si una RGA ja creada és positiva (les finques proposades encaixen exactament al buit que deixen les finques inicials), o si en cas contrari és negativa. En el moment actual, per obtenir un IVGA positiu cal que aquest encaix geomètric sigui molt precís.

Per evitar aquesta rigidesa i tanta precisió, el 7 d'octubre de 2020 s'ha publicat al BOE una resolució conjunta del Cadastre i Registre de la Propietat que vol flexibilitzar aquest encaix. En aquesta resolució s'introdueix el concepte "identitat de la parcel·la", que ve a dir que l'equivalència entre la parcel·la o conjunt de parcel·les inicial i la seva RGA que es vol validar, es mantindrà encara que el perímetre extern del conjunt proposat no sigui exactament equivalent al de les finques inicials. S'estableixen unes toleràncies gràfiques, que si es respecten, permeten obtenir una RGA positiva, encara que les geometries del conjunt inicial i proposat no siguin idèntiques.

El programa dibuixarà internament dues paral·leles a banda i banda del perímetre de la parcel·la que figura al Cadastre (*Figura 7*). Les paral·leles distaran de la línia central:

- 0,5 m a cada banda en urbana.
- 2,0 m a cada banda en rústica.



**Figura 7.** Esquema de la valoració geomètrica dels límits de parcel·la.

Si la finca aportada en un nou IVGA (en vermell) queda dintre de la zona compresa entre les dues paral·leles, es considerarà que es manté la identitat gràfica, i no caldrà modificar la cartografia cadastral.

## Els canvis de titularitat cadastral

### Procediments d'incorporació

Les funcions de formació i manteniment del Cadastre Immobiliari s'exerceixen per la Direcció General de Cadastre, bé directament, bé a través de diverses fórmules de col·laboració, mitjançant convenis amb ajuntaments, diputacions provincials i altres entitats i corporacions públiques, tal com assenyala l'article 4 del text refós de la Llei de Cadastre Immobiliari, aprovat pel Reial Decret Legislatiu 1/2004.

L'article 11 d'aquesta llei estableix l'obligatorietat de la incorporació i els tipus de procediments. La incorporació dels béns immobles en el Cadastre Immobiliari, així com de les alteracions de les seves característiques, que comportarà, si escau, l'assignació de valor cadastral, és obligatòria i es pot estendre a la modificació de totes les dades que siguin necessàries perquè la descripció cadastral dels immobles afectats concordi amb la realitat.

La incorporació es realitzarà mitjançant els procediments de Declaracions, comunicacions i sol·licituds, Esmena de discrepàncies i rectificació, Inspecció cadastral o Valoració.

### Declaració

Una declaració cadastral és el document pel qual es posa en coneixement del Cadastre que s'ha produït una modificació a l'immoble que afecta a la seva descripció cadastral. És obligatori formalitzar la declaració per part de les persones titulars quan es duguin a terme els següents fets, actes o negocis:

- Noves construccions (i l'ampliació, rehabilitació, reforma, demolició o enderrocament de les ja existents, ja sigui parcial o total), modificacions d'ús i canvis de classe de cultiu o aprofitament, segregacions, divisions o agrupacions i l'adquisició de la titularitat.

El termini per a declarar és de 2 mesos des del dia següent al fet, acte o negoci objecte de declaració, amb ús preferent de la SEC.

### Esmena de discrepàncies

Té per objecte la modificació de dades cadastrals quan l'Administració té coneixement de la falta de concordança entre la descripció cadastral dels béns immobles i la realitat immobiliària i el seu origen no es degui a l'incompliment de l'obligació de declarar o comunicar.

s'haurà de donar audiència al titular cadastral actual.

- *La finca registral no apareix al cadastre.* S'haurà de donar d'alta i serà necessari un aixecament topogràfic i la conformitat de tots els titulars cadastrals afectats per la ubicació de la nova finca en la cartografia cadastral.

### Qüestions de titularitat

La incorporació de la titularitat correcta al Cadastre és obligatòria, i si l'adquisició no ha estat objecte de comunicació per part de les notaries o les oficines del registre, l'adquirent ha de presentar la corresponent declaració. Sovint es donen casos en què la titularitat no està actualitzada, com ara quan:

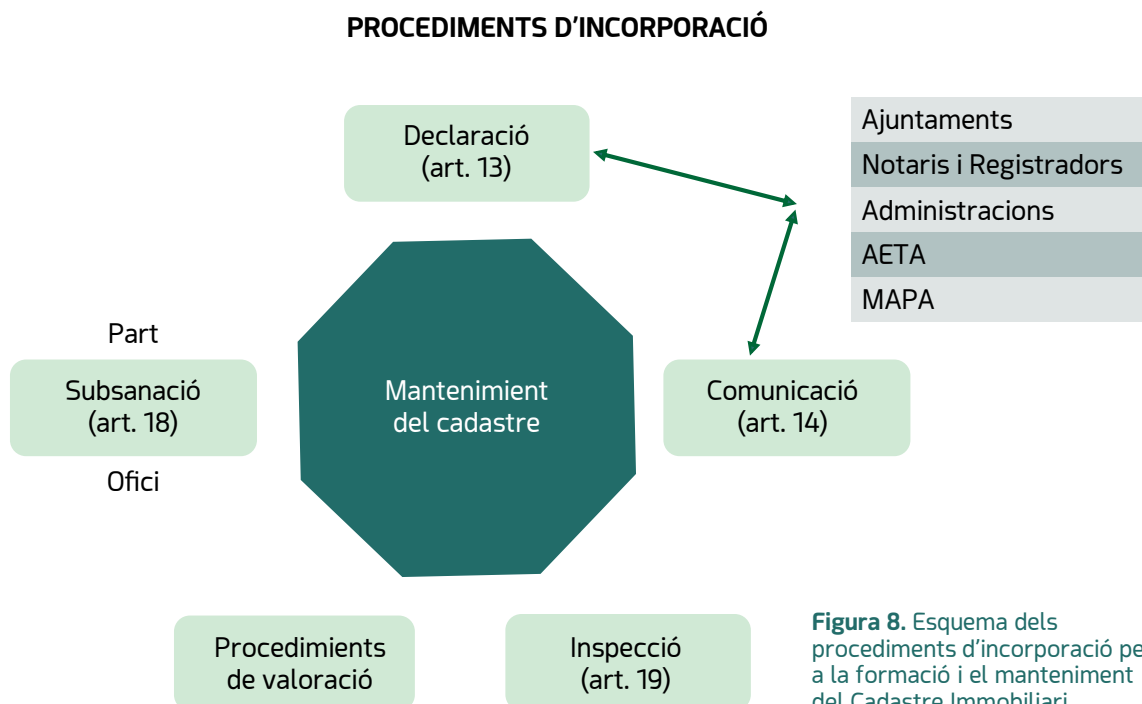
- **No apareixen totes les persones propietàries a la titularitat cadastral.** S'ha de presentar una sol·licitud per corregir la titularitat aportant la documentació acreditativa.
- **La persona propietària d'una finca registral no apareix al cadastre,** amb dos casos freqüents:
  - *Al Cadastre la finca consta amb una altra titularitat.* S'ha de presentar la sol·licitud juntament amb el títol acreditatiu, però

- **El titular cadastral d'una finca manifesta que no n'és el titular.** Ha de presentar la sol·licitud de baixa de titularitat.

### Assistent de declaracions a la SEC

La publicació de l'Ordre HAC/1293/2018, de 19 de novembre, per la qual s'aprova el model de declaració d'alteracions cadastrals dels béns immobles i es determina la informació gràfica i alfanumèrica necessària per a la tramitació de determinades comunicacions cadastrals, ha suposat un important canvi en la tramitació de les declaracions cadastrals derivada de les novetats introduïdes, que afecten tant a la documentació que ha d'acompanyar les declaracions cadastrals com a la tramitació interna de les mateixes.

Aquests canvis incideixen favorablement en la ciutadania, eviten la presentació de documents







## La correcció dels límits de finques

Per a realitzar la correcció de límits de les finques forestals cal conèixer o trobar els límits reals de les finques sobre el terreny, només així podrem incorporar-los correctament al Cadastre, mitjançant els procediments d'incorporació per al manteniment del cadastre. El més habitual és l'Esmena de discrepàncies, i amb la documentació legal i complementària (aixecament topogràfic georeferenciat a escala 1:5.000) pertinent.

Però quins són els límits correctes o reals de la meua finca? Si jo no els conec, els meus hereus tampoc els coneixeran. Doncs aquí partim, en primer lloc, de les descripcions que tenim en el títol legal de propietat (escriptura, inscripció registral, etc.).

Ara bé, freqüentment, les descripcions que hi solen haver en aquests títols legals són cegues i no solen aportar massa llum al nostre objectiu, ja que no descriuen ni límits reals, tampoc la titularitat confrontant correcta. No sempre incorporen les referències cadastrals o no sempre són les correctes, ja siguin títols actuals o antics, i si incorporen els certificats de les referències cadastrals moltes vegades aquestes no tenen el gràfic o dibuix correcte, amb la qual cosa ens trobem amb el mateix problema.

Per tant, tot i que la Llei 13/2015 incorpora canvis que haurien d'evitar que aquests problemes es perpetuïn, hi hagi tràfic immobiliari o no, convindria sempre tenir una bona descripció dels límits de finca als títols legals, ja sigui amb la descripció literal correcta o bé amb la incorporació amb alguna mena de plànol georeferenciat que mitjançant les coordenades descriu perfectament la finca, de la mateixa manera que se sol tenir amb les finques urbanes.

Quan el títol legal no ens permet saber els límits de la finca cal buscar fonts històriques (cadastres antics, testimonis, etc.) o convocar la junta pericial municipal per assolir el nostre objectiu. Si la modificació dels límits de la meua finca afecta a la delimitació de les finques contigües, és adequat aportar, juntament amb la sol·licitud de modificació dels límits, una acta dels nous límits firmats per totes les persones titulars afectades. Si no hi ha possibilitat d'arribar a una entesa amb els veïns amb els quals cal modificar els límits, aquests probablement mostraran la seva oposició a la modificació dintre de l'ex-

pedient i caldrà desestimar la petició de correcció. A partir d'aquest punt, quan no hi ha acord entre persones veïnes, el Cadastre s'inhibeix i el titular afectat pot acudir als tribunals de l'ordre jurisdiccional civil per a posar-hi solució.

Per tant, és evident que tenir els documents legals sempre ben arreglats i els immobles dels quals som titulars incorporats correctament al Cadastre pot estalviar molts conflictes futurs.

## Les comunicacions administratives

L'article 14 del TRLCI regula les comunicacions de les administracions davant el Cadastre. Les més habituals que afecten finques forestals són:

- **Delimitacions i afitaments administratius** (CCDL). Incorporació dels límits municipals aprovats, domini públic forestal, inventaris de camins municipals, zona marítim-terrestre, vies ramaderes, etc. Tenen efectes tributaris a partir de l'any següent de la data de vigència de la notificació.
- **Expropiacions forçoses** (CCEX). Depuradores, carreteres, tren, etc. Tenen efectes tributaris des de l'endemà a partir de la data que s'esmenta a la notificació cadastral (data de l'acta d'ocupació, etc.).

Ambdós tipus d'expedients cadastrals se solen caracteritzar per afectar un nombre important de finques.



## La valoració cadastral de les classes de cultiu

La valoració es realitza a través dels anomenats tipus avaluatoris (regulats al TRLRHL i al TRLCI) i tenen les següents característiques:

- És l'element clau per a determinar el valor cadastral de les finques rústiques (Figura 11).
- La rústica no es valora pel moviment del mercat immobiliari sinó pels rendiments de la terra a través d'aquests tipus.
- Es basa en donar uns valors monetaris d'euros per hectàrea a cada subparcel·la de la parcel·la cadastral, segons els valors per a cadascuna de les diferents classes de cultiu dels aprovats a la província.
- Els tipus avaluatoris actuals es van calcular l'any 1982 per al quinquenni 1983-1987 i van ser prorrogats fins l'any 1989. Per a actualitzar el valor del tipus a l'any 1990 s'aplica un coeficient del 17,5, i per actualitzar el valor de l'any 1990 fins a dia d'avui, s'aplica el coeficient d'actualització acumulat determinat anualment a la llei de pressupostos generals de l'Estat.
- A cada subparcel·la se li assigna un potencial productiu i per a la classe de cultiu existent se li assigna un tipus avaluatori per extrapolació de forma automàtica.

**Valors cadastrals = superfície del conreu x tipus avaluatori del conreu x coeficient**

- El potencial productiu de cada subparcel·la està calculat a partir de variables agrònomicques, agroclimàtiques i geogràfiques, que permeten objectivar i coordinar per a tot el territori l'aptitud per a la producció.

## La valoració de les construccions

El valor cadastral de les construccions (Figura 10) es calcula mitjançant l'aplicació de la corresponent ponència de valors que és el document tècnic que determina la valoració dels béns immobles urbans d'un municipi (construccions sobre sòl rústic i els béns singulars).

La ponència de valors inclou els criteris, mòduls de valoració, planejament urbanístic i altres elements precisos per a dur a terme la determinació del valor cadastral. La finalitat d'una ponència de valors d'urbana **és determinar el valor del sòl urbà**, delimitant aquest sòl en base a una sèrie de zones de valor. Les ponències de valors són d'àmbit municipal, a excepció que circumstàncies de caràcter territorial, econòmic, administratiu o d'altra índole justifiquin una extensió més gran.

**Coeficient d'actuació a 1990 = 17,5**

VALORACIÓN DEL SUELO							
SUELO RÚSTICO VALORADO POR CLASE DE CULTIVO O APROVECHAMIENTO							
SUBPARCELA	SUPERFICIE (ha)	CALIFICACIÓN CATASTRAL		INTENSIDAD PRODUCTIVA	TIPO EVALUADOR		VALOR (€)
		CÓDIGO	DESCRIPCIÓN		EXERCICIO	IMPONIBILIDAD	
0	0,9073	CR	LABOR O LABRADÍO REGADÍO	02	1989	100,236799	1.591,38
TOTAL SUELO RÚSTICO VALORADO POR CLASE DE CULTIVO O APROVECHAMIENTO							1.591,38
TOTAL SUELO RÚSTICO VALORADO POR CLASE DE CULTIVO O APROVECHAMIENTO ACTUALIZADO A 2021							3.830,88
TOTAL SUELO RÚSTICO NO OCUPADO POR CONSTRUCCIÓN ACTUALIZADO A 2021							3.830,88
VALORES CATASTRALES							
AÑO	VALOR SUELO RÚSTICO NO OCUPADO POR CONSTRUCCIÓN (€)		VALOR CATASTRAL TOTAL (€)				
2021	3.830,88		3.830,88				
Impuesto sobre Bienes Inmuebles							
AÑO	BASE IMPONIBLE (€)		BASE LIQUIDABLE (€)				
2021	3.830,88		3.830,88				

A título informativo, se le indica que el Ayuntamiento donde se localiza el inmueble determinará, en su caso, la cuota del Impuesto sobre Bienes Inmuebles, considerando el tipo de gravamen por él establecido y las bonificaciones o exenciones que resulten de aplicación.

Figura 10. Exemple de la valoració cadastral en base al rendiment de les classes de cultiu.

L'obtenció dels valors es fa per aplicació dels mòduls bàsics establerts en les respectives ponències.

- **Valor del sòl**, per aplicació del mòdul bàsic de repercussió del sòl (MBR municipal o MBR-7). Es determina en la respectiva ponència de cada municipi aplicant els coeficients establerts a les ordres reguladores vigents.
- **Valor de les construccions**, per aplicació del mòdul bàsic de construcció (MBC). Es determina en la respectiva ponència de cada municipi. Com a norma general hi ha un sol tipus de MBC per a totes les construccions d'un municipi. Excepcions a les ponències municipis posteriors a 2006 que diferencia entre les construccions indispensables per a l'activitat agrícola ramadera i/o forestal i la resta de construccions sobre sòl rústic. S'hi apliquen diversos coeficients que fan augmentar o disminuir el valor de la construcció.

A les finques rústiques cal diferenciar entre construccions indispensables, magatzems agraris, granges, basses, etc. i construccions no indispensables, que són altres construccions en sòls rústics, com habitatges, indústries, res-

taurants, etc. Cadascuna d'aquestes classes tenen especificitats respecte la seva valoració cadastral.

## Conclusió

El Cadastre és un registre administratiu de béns immobles, on es descriuen les seves característiques físiques, jurídiques i econòmiques. Aquest article ofereix una aproximació al Cadastre, amb l'objecte de donar a conèixer la normativa bàsica cadastral, les obligacions de les persones titulars, la manera d'accedir a la informació cadastral i com utilitzar algunes de les eines que estan disponibles en la Seu Electrònica del Cadastre, des de l'assistent gràfic als informes de validació o com utilitzar l'assistent de declaracions, a l'objecte de saber identificar els immobles i comprovar la seva descripció cadastral. L'especificitat de les finques forestals respecte als seus cultius i valoració han quedat descrites. Si aquest article ha aprofitat una mica el Cadastre al públic i ha aclarit algunes qüestions relatives a la informació que aquest registre conté i com accedir a la mateixa, l'objectiu bàsic s'haurà assolit.

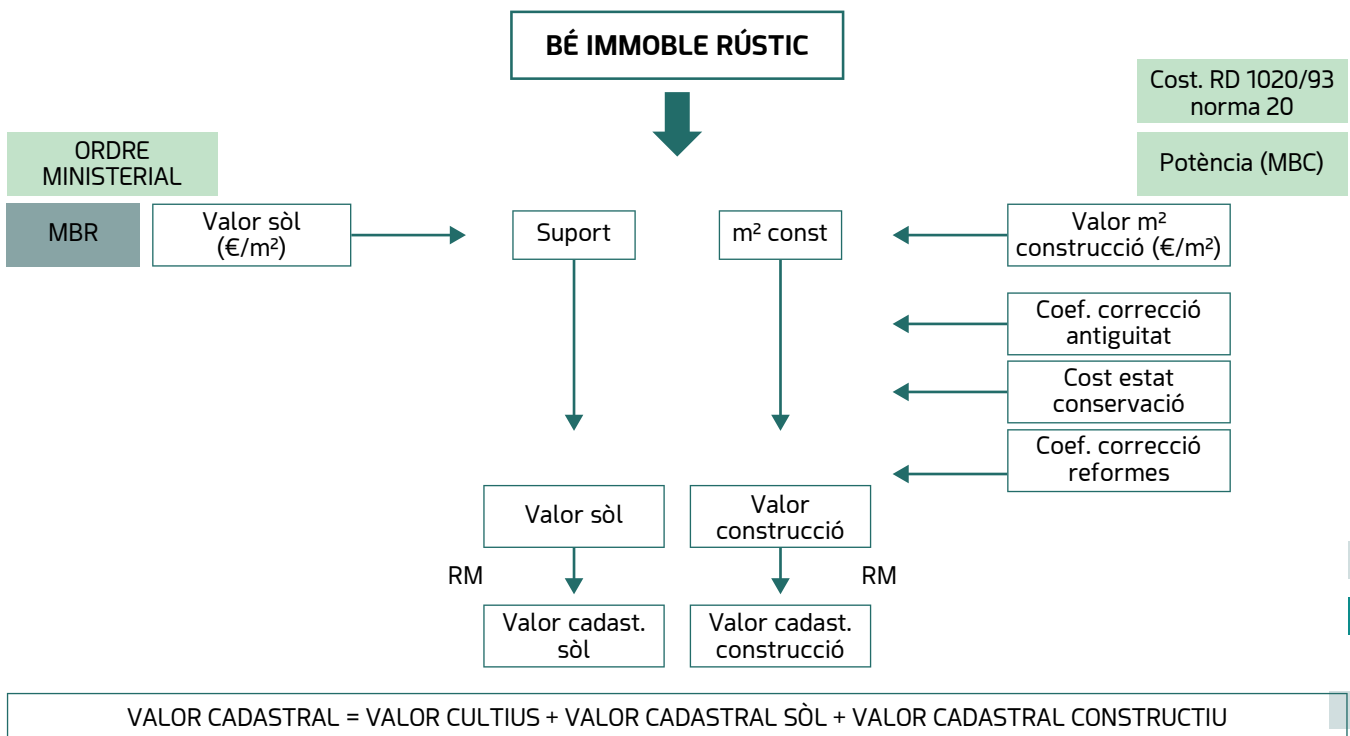


Figura 11. Esquema de la valoració cadastral de les construccions en immobles rústics.







# La Restauració Hidrològica Forestal, és història o futur?

Jesús Fernández Rodríguez. Enginyer de Forests, Forestal Catalana SA.

Joaquim Garcia Codina. Enginyer Tècnic Forestal, Departament  
d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural.

Montserrat Solanelles Ubach. Enginyera de Forests, Forestal Catalana SA.

Andreu González Moreno. Enginyer de Forests, Fundació Projecte Boscos de Muntanya.

Hèctor Pipió Gelabert. Enginyer de Forests, Col·legi d'Enginyeria de Forests a Catalunya.

Cita bibliogràfica: Fernández, J., Garcia, J., Solanelles, M., González, A., Pipió, H. 2021. La Restauració Hidrològica Forestal, és història o futur?  
A: Tusell, J. M., Beltrán, M., Monserrate, A. (eds). XXXVIII Jornades Tècniques Silvícoles Emili Garolera. Pp: 44-57. ISBN: 978-84-09-31652-6

---

**Resum** \_ En aquesta jornada fem un repàs històric de la restauració hidrològica forestal a Catalunya alhora que es presenten diferents projectes actuals, estudi de casos realitzats i, també, de futures obres de bioenginyeria i de la seva aplicabilitat tant a gran com a petita escala.

Donem una visió general de la història, funcionalitat, disseny i estat de conservació de les principals hidrotècnies forestals presents a les capçaleres del riu Ter, i l'aplicació de tècniques de bioenginyeria en obres d'hidrologia forestal i estabilització de talussos tant en finques públiques com privades. Repassem els casos de la correcció dels barrancs de la Casassa i de la Coma de l'Orri, una obra recent com l'encreuament del torrent de Carboners, i diverses obres de bioenginyeria amb fusta de pi negre, pi roig i castanyer.

La jornada conclou amb un homenatge al company José Luis Molina Vicente, traspassat l'estiu de 2020, impulsor de bona part de les actuacions realitzades al Ripollès entre els anys 1960 i 1990.

---

## Introducció

La Restauració hidrològica forestal forma part de la història de la professió de l'enginyeria de forests i dels paisatges presents al nostre país. Lluny de ser només història, us presentarem a continuació una sèrie d'exemples i actuacions des del segle passat fins a l'actualitat que posaran de rellevància la importància i la plena vigència d'aquesta disciplina. A la restauració hidrològica forestal actual es combinen perfectament els conceptes teòrics de sempre amb

mètodes d'execució que utilitzen materials i procediments aprofitant la tecnologia actual i adaptats a les necessitats i circumstàncies del moment present.

No existeix una definició oficial als nostres diccionaris sobre aquesta disciplina i trobem en diverses webs definicions que redunden als mateixos conceptes. En particular i com a resum del contingut d'aquesta ciència, al web del Ministeri d'Agricultura, Pesca i Alimentació trobem una breu introducció precisa sobre el tema que abordarem:



*La restauració hidrològica forestal comprèn el conjunt d'actuacions necessàries per a la conservació, defensa i recuperació de l'estabilitat i fertilitat dels sòls, la regulació de vessaments, consolidació de lleres i vessants, la contenció de sediments i, en general, la defensa del sòl contra l'erosió.*

Les actuacions de repoblació forestal, tractaments silvícoles de defensa i millora de la coberta vegetal i hidrotècnies de correcció torrencial tenen efectes sinèrgics en la mitigació del canvi climàtic, de la desertificació, les sequeres i les inundacions, la conservació i recuperació de la biodiversitat dels boscos, l'enriquiment del paisatge i també en les activitats recreatives i del sector turístic.

En l'origen de la disciplina a Espanya, entre els segles XIX i XX, ja es va valorar positivament la interacció de les actuacions directes d'obra civil per a la correcció de lleres amb l'efecte natural de modificació de l'entorn per la coberta vegetal introduïda per reforestació. D'aquí que sempre hagi estat habitual abordar aquests tipus de problemes amb diferents tècniques d'enginyeria de manera combinada i sempre avaluant els efectes amb diferents horitzons temporals.

L'objectiu general de la restauració hidrològica forestal és aconseguir el restabliment, manteniment i millora de la funció protectora dels boscos en el marc d'una gestió sostenible. Així, les actuacions emprades poden ser molt diverses i contemplen des de treballs silvícoles de regulació de la competència arbrada, la implantació de noves cobertes forestals, l'estabilització física de vessants, les obres de protecció d'allaus i altres riscos físics i les obres de modificació dels terrenys i les lleres com els dics, les parets seques, els murs verds, etc.

En l'actualitat, l'ordenament administratiu atribueix al Ministeri d'Agricultura, Pesca i Alimentació en col·laboració amb les Comunitats Autònomes les actuacions de conservació de sòls, lluita contra la desertificació i restauració hidrològica forestal, de manera que a Catalunya és l'administració de la Generalitat la que promou els treballs que siguin necessaris, particularment els de correcció de torrents i rambles, els de contenció d'allaus, els de fixació de dunes i, en general, els destinats al manteniment i a la defensa del sòl contra l'erosió. Aquestes accions es dirigeixen a obtenir sistemes de protecció i conservació de l'aigua i del sòl enfront dels fenòmens meteorològics extrems i els règims

climàtics adversos respecte a la conservació del medi ambient i la biodiversitat, i sempre amb la seguretat civil en primer terme, amb la regulació de les avingudes i la millora del règim hídic.

A continuació es presenten una sèrie d'actuacions que s'emmarquen en aquest àmbit normatiu i que serveixen d'exemple de les actuacions executades a Catalunya des del segle passat fins l'actualitat.

## Restauració hidrològica forestal mitjançant hidrotècnies a la comarca del Ripollès: un riu d'història

En els últims decennis, la conca del Ter ha sofert una transformació paisatgística notòria arran de l'evolució socioeconòmica de la població, basada fonamentalment en el sector primari, igual que moltes altres zones del Pirineu, cap a un model més industrialitzat on destaquen els serveis turístics i la construcció.

Si recorrem el seu relleu muntanyós i abrupte, trobem dos clars testimonis que ens expliquen l'evolució històrica del paisatge i com els enginyers forestals van voler donar resposta a la problemàtica d'aquella època. Aquest és el cas d'estudi del Barranc de la Casassa i de la Coma de l'Orri, ubicades a les forests Muntanya de Molló i Muntanya de Sant Miquel, respectivament, ambdues propietat de la Generalitat de Catalunya (*Figures 1 i 2*).

L'inici de l'activitat de la moderna administració forestal a finals del s. XIX té una orientació prioritària cap a la restauració hidrològica forestal, especialment a l'Alt Pirineu i Aran, on hi ha una intervenció continuada fins a finals del s. XX, amb l'objectiu principal de defensar infraestructures i nuclis de població. En canvi, a les comarques gironines, les primeres actuacions se centren en l'estabilització de les dunes empordaneses i la repoblació de la capçalera de la Muga, mentre que la intervenció hidrològica a la capçalera del Ter, al Ripollès, no arriba de forma sostinguda fins els anys 1960, coincidint amb la construcció del sistema d'embassaments de Sau i Susqueda, al curs mitjà del riu, i justificada per la retenció de sediments que en limitin l'aterrament.



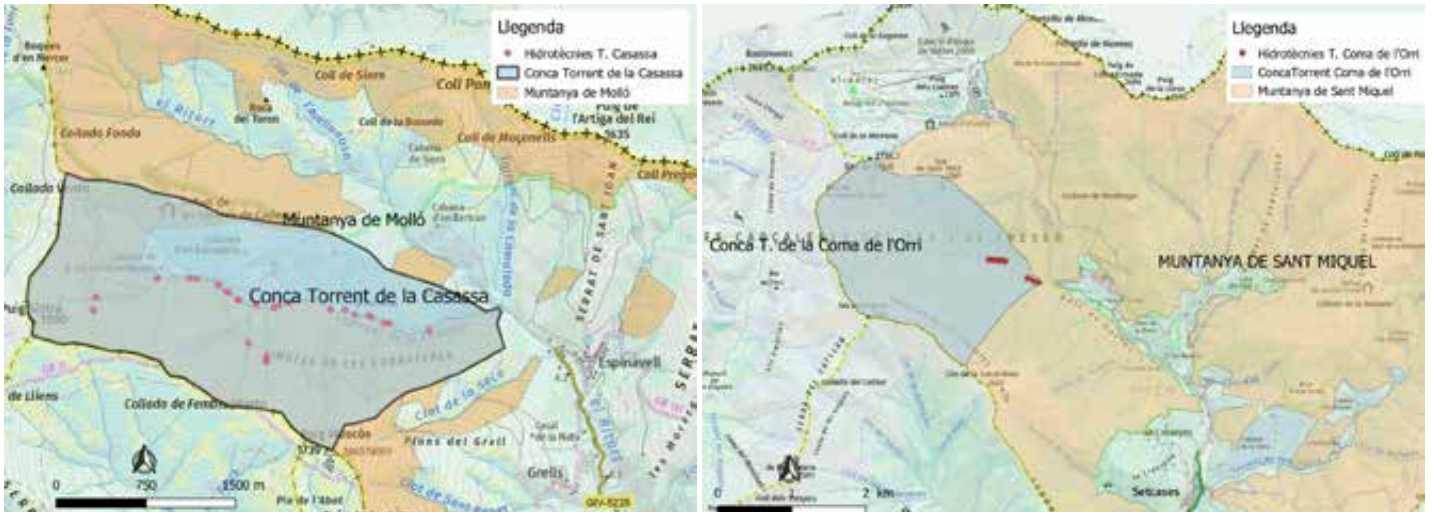


Figura 1 i 2. Plànol d'ubicació del Torrent de la Casassa (esquerra) i de Coma de l'Orri (dreta).

A meitat del s. XX, aquestes dues conques es trobaven pràcticament desarbrades (*Fotografies 1 i 2*), amb una forta pressió ramadera (19.025 caps d'oví pasturaven en 1.092 ha), afectació d'incendis i episodis d'intenses pluges, on tot plegat va provocar una forta erosió laminar i dels barrancs, amb una pèrdua anual estimada de 25-50 tones/ha-any de sòl. Per tal de donar resposta a aquests esdeveniments, l'any 1973 l'antic ICONA va iniciar una sèrie de treballs de repoblació i construcció d'hidrotècnies als barrancs de la Casassa i Coma de l'Orri, els quals, després de 50 anys, revivim novament la presència d'aquests vestigis i en fem palesa la seva integritat paisatgística i funcionalitat protectora.

Així doncs, la principal estratègia utilitzada en les correccions hidrològiques solien ser una combinació de repoblació forestal junt amb la construcció de diverses hidrotècnies formades per una consecució de dics transversals amb o sense el suport de murs longitudinals. La funció d'aquests dics consistien en la regulació del cabal, frenar el soscavament del llit, retenir els sediments i blocs de pedra arrossegats i consolidar els talussos laterals. Amb el temps, aquests són capaços d'estabilitzar el terreny erosionat i reduir el pendent del torrent facilitant la revegetació. Els mètodes constructius més utilitzats eren la maçoneria en sec, maçoneria gabionada i formigó en massa o armat.



**Fotografies 1 i 2.** Esquerra: aspecte general del torrent de la Casassa, vista dels dics 7-8-9-10 i estat de la vegetació a la dècada de 1980. Dreta: estat de l'obaga de la Casassa i integració paisatgística dels dics l'any 2001. Fotos de Tazón, Fototeca Forestal Española

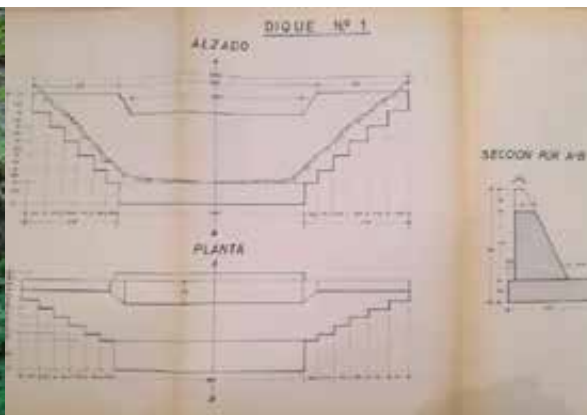
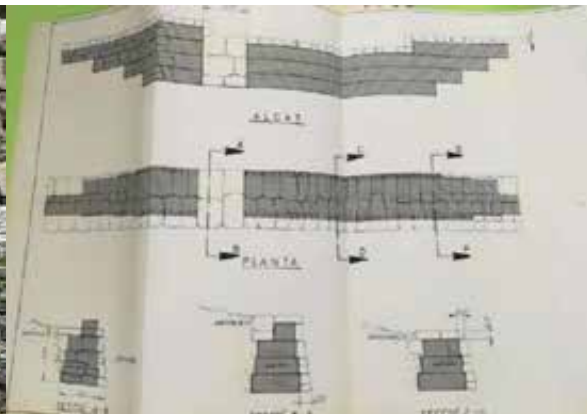
## El cas d'estudi del Torrent de la Casassa i de la Coma de l'Orri

El 1967 es van construir les primeres hidrotècnies al Torrent de la Coma de l'Orri, oblar prop de 280 ha utilitzant com a espècies principals pi negre, pi roig, làrix i píceea (aquests últims en menor proporció). Durant aquesta època, es van projectar fins a un total de 18 dics al llarg d'uns 3,3 km de curs fluvial i 11 murs de contenció lateral (Molina, 1974; 2001). Per al disseny dels dics es va seguir el mateix patró en tots: dics transversals de gravetat, de secció trapezoidal amb parament aigües amunt vertical i construïts amb formigó en massa, sovint recoberts d'un revestiment de pedra per conferir a l'estructura d'una protecció i integració visual amb l'entorn (*Fotografies 3, 4, 5 i 6*).

Entre 1973 i 1976, al barranc de la Casassa es van repoblar prop de 280 ha utilitzant com a

espècies principals pi negre, pi roig, làrix i píceea (aquests últims en menor proporció). Durant aquesta època, es van projectar fins a un total de 18 dics al llarg d'uns 3,3 km de curs fluvial i 11 murs de contenció lateral (Molina, 1974; 2001). Per al disseny dels dics es va seguir el mateix patró en tots: dics transversals de gravetat, de secció trapezoidal amb parament aigües amunt vertical i construïts amb formigó en massa, sovint recoberts d'un revestiment de pedra per conferir a l'estructura d'una protecció i integració visual amb l'entorn (*Fotografies 3, 4, 5 i 6*).

L'execució d'aquestes obres no fou fàcil ja que es van veure sobrevingudes per una temporada de fortes pluges, com la de l'any 1977 on es van assolir els 200 l/m<sup>2</sup> i el 1982 amb 600 l/m<sup>2</sup> en 3 dies, i la de 1992, que van dificultar les tasques i van fer malbé alguns dels dics ja construïts, havent de reparar-los novament (Minguella, 1998; Molina, 2001).



**Fotografies 3, 4, 5 i 6.** Superior esquerra: detall constructiu mitjançant maçoneria gabionada al dic núm. 2 del Torrent de la Coma de l'Orri. Superior dreta: esquema constructiu i de reparació del mateix dic mitjançant maçoneria gabionada i maçoneria en sec. Inferior esquerra: detall constructiu d'un dic mitjançant formigó en massa i revestit amb maçoneria. Inferior dreta: detall constructiu del dic num 1 del Torrent de la Casassa.



## Estat actual de les hidrotècnies després de 50 anys

S'està treballant en l'elaboració d'un catàleg d'hidrotècnies del Ripollès que pretén inventariar totes les obres hidràuliques existents a la comarca, caracteritzar-les, avaluar-ne l'estat de conservació en què es troben i fer-ne un seguiment. Aquest catàleg permet a l'administració identificar la funcionalitat de les diferents obres i dirigir les tasques de manteniment i/o reparació si s'escau. D'aquesta manera es contribueix al coneixement i a la conservació de la història i del patrimoni forestal de la comarca, ja que s'estima que al Ripollès hi ha més de 50 obres transversals i 25 longitudinals, de tipologies diverses, amb uns 27.000 m<sup>3</sup> construïts.

Inicialment, al Torrent de la Casassa hi constava la construcció de 17 dics i 7 murs longitudinals, però en realitat, fruit de l'inventari realitzat es comprova que realment es tracta de 18 dics transversals i 11 murs longitudinals. Pel que fa al Torrent de Coma de l'Orri, inicialment es van construir 4 dics transversals i 8 esculleres que s'han pogut inventariar novament sense canvis (Figueres, 2019).

Després de 50 anys, totes les obres del Torrent de la Casassa presenten un bon estat funcional, tret d'alguns desperfectes lleus en la maçoneria de revestiment d'alguns dels dics. Les repoblacions realitzades en els vessants d'aquests torrents s'han consolidat i han aconseguit frenar els greus processos erosius existents en el passat. No obstant això, al Torrent de la Coma de l'Orri ha succeït tot el contrari. Les construccions realitzades amb gabions no han aguantat

els episodis de fortes avingudes i han perdut lleugerament la seva funcionalitat al llarg del temps, la qual s'ha anat recuperant a partir de les tasques de reparació realitzades amb maçoneria en sec.

Es pot concloure que totes les actuacions i obres de restauració hidrològica forestal han complert satisfactòriament el seu objectiu principal de lluita contra l'erosió, agraït al mateix temps, la tasca i compromís dels nostres companys envers aquest territori.

## Aplicació de la bioenginyeria en obres d'hidrologia forestal

Repassem les possibilitats de la bioenginyeria en obres d'hidrologia forestal i estabilització de talussos mitjançant l'explicació del cas de l'encreuament de la pista de Setcases a Espinavell amb el Torrent de Carboners (Ripollès).

### Antecedents

Els dies 14 i 15 d'octubre de 2018, el Ripollès va patir un episodi d'inundacions com a conseqüència de precipitacions d'elevada intensitat amb el pas de la tempesta Leslie, amb una precipitació a la conca de Setcases d'aproximadament 160 l/m<sup>2</sup> en 24h, que va fer augmentar el cabal del riu Ter provocant diversos danys en



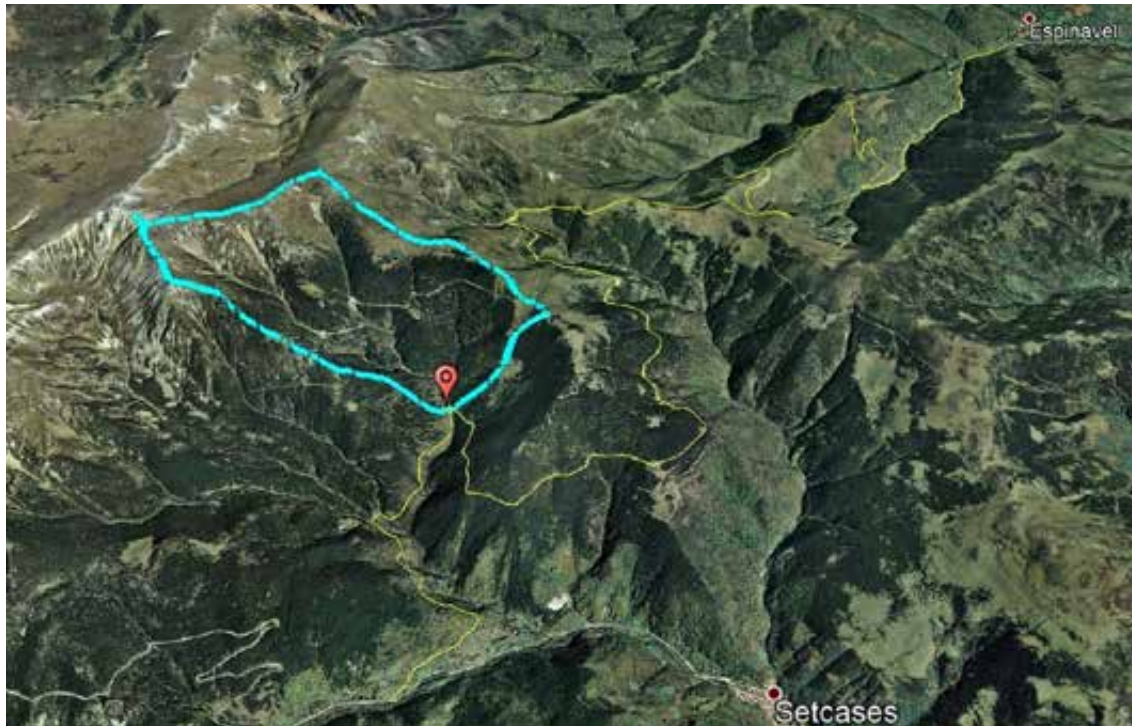
**Fotografia 7.** Detall del pas de la pista per la llera de Carboners. L'aigua va circular per damunt de la pista, deixant-la impracticable. Foto de Marta Domènech



**Fotografia 8.** Detall de la cicatriu que afecta al tram de pista aigües avall del dic de Carboners. Foto de Montserrat Solanelles







**Figura 3.** Vista general de la pista de Setcases a Espinavell (color groc) amb el límit de la conca d'estudi (color blau) amb la localització del pas de la pista a la llera com a punt d'actuació. Figura de Montserrat Solanelles, sobre Google Earth

els trams alts del riu. Correspon a la precipitació diària màxima per un període de retorn T de 50 anys aproximadament.

L'elevada precipitació i intensitat, juntament amb el cabal sòlid, conseqüència de nombrosos lliscaments i altres fenòmens geològics al llarg de conca, van destruir nombroses obres de pas (ponts i rescloses) i també va deixar inhabilitada la pista forestal de Setcases a Espinavell (Fotografies 7 i 8).

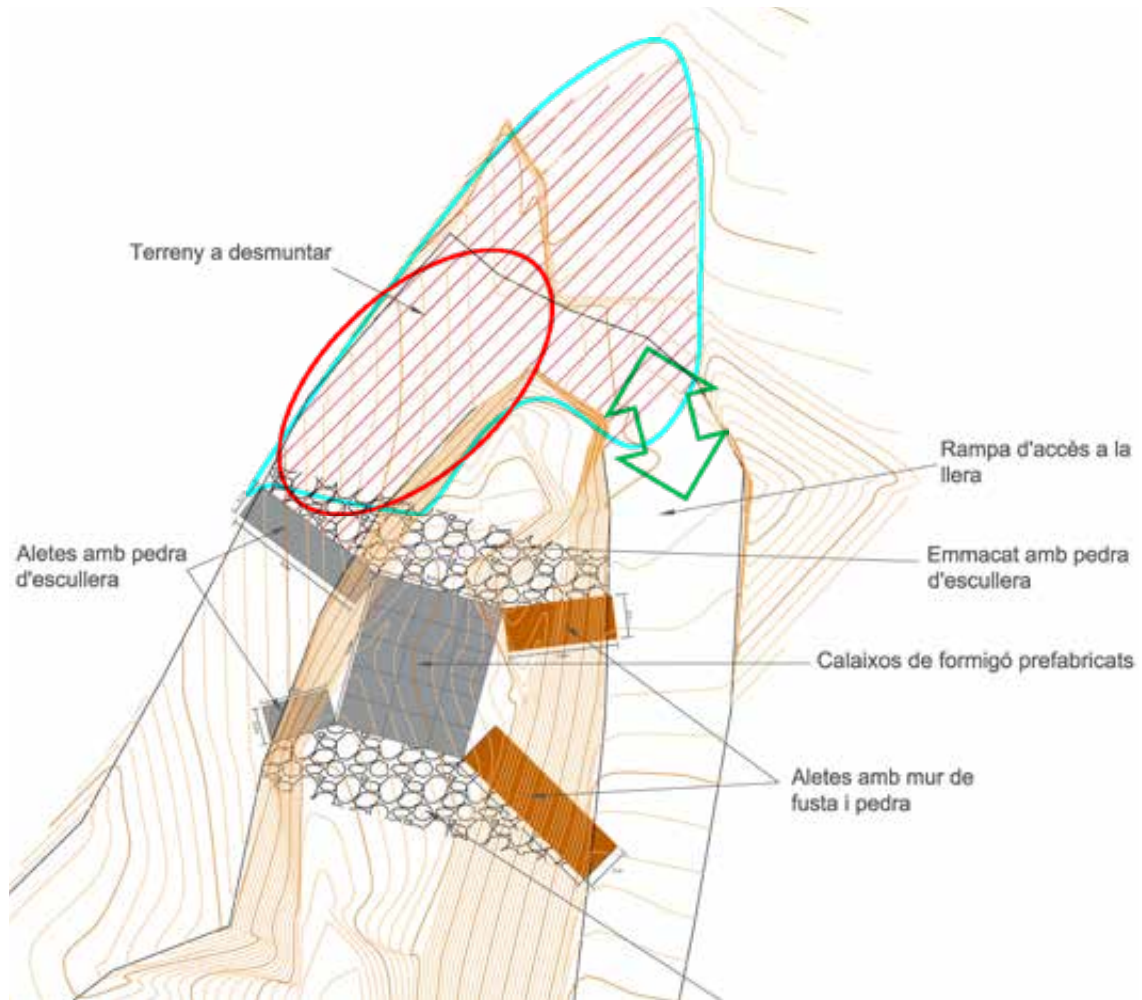
## Objectiu de l'obra

L'objectiu de l'obra és restablir la comunicació per pista forestal entre els nuclis de Setcases i Espinavell (Figura 3), la connexió de les dues forests propietat de la Generalitat (CUP 2 i CUP 60) i donar accés a les parts altes de la conca de l'Alt Ter. Es tracta d'un camí públic molt emprat en ramaderia, caça, pas veïnal i activitats de lleure. És un camí estratègic per al manteniment d'infraestructures ramaderes i de gestió forestal i per a la vigilància i extinció d'incendis. Actualment, als riscos inherents de l'alta muntanya s'hi han de sumar els efectes del canvi climàtic, que accentua els períodes de sequera i augmenta el risc d'in-



**Figura 4.** S'observa en color blau fosc el límit de la conca i en color blau clar el recorregut dels cursos d'aigua calculats a partir de MDE de la zona. S'observa que el curs d'aigua circula un tram pel camí. Aquest tram és el que ha patit les fortes erosions de la caixa de manera recurrent (Figura de Montserrat Solanelles sobre ortofoto de l'ICGC).(color blau) amb la localització del pas de la pista a la llera com a punt d'actuació. Figura de Montserrat Solanelles, sobre ortofoto de l'ICGC.

cedi. A més, l'abandonament de les zones rurals i de l'activitat forestal ha fet augmentar el volum i la continuïtat de la coberta forestal.



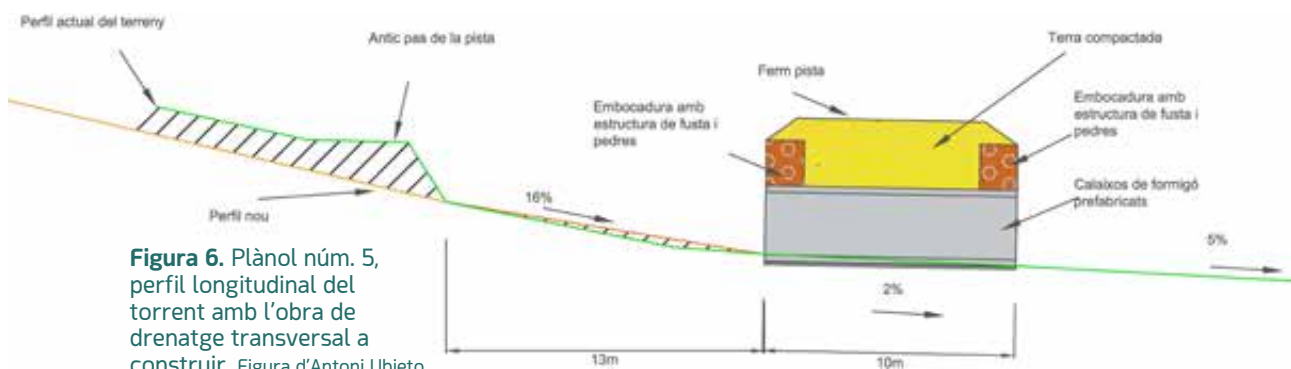
**Figura 5.** Encerclat amb color blau la zona on s'extreu els dipòsits de material sòlid i en color vermell el tram de pista on s'excava 2 m de profunditat. La fletxa de color verd indica la rampa d'accés a la llera a construir. Plànol núm. 4 del projecte, d'Antoni Ubieto

## Anàlisi hidrològic

Amb la creació de la xarxa de drenatge s'observa una bifurcació del curs d'aigua en el creuament de la pista amb el torrent (*Figura 4*), de manera que l'aigua circula per la caixa de la pista durant un tram del camí, on es va produir el gran forat fruit de l'erosió.

Per tal de garantir el pas del cabal corresponent a un període de retorn  $T$  de 500 anys,

$QT500 = 80,4 \text{ m}^3/\text{s}$ , es decideix construir una nova obra de pas amb més capacitat de desguàs, tot garantint una vida útil més llarga de la infraestructura. Per tal d'evitar que l'aigua circuli per la caixa del camí del marge esquerre, s'ha augmentat 2 metres la cota del camí en el punt on es construeix la nova obra de drenatge transversal. S'han millorat els drenatges i s'han restaurat i estabilitzat els talussos del camí.



**Figura 6.** Plànol núm. 5, perfil longitudinal del torrent amb l'obra de drenatge transversal a construir. Figura d'Antoni Ubieto





**Fotografia 9.** Troncs de làrix seleccionats, tallats i pelats. Foto de Marta Domènech



**Fotografia 10.** Làrixs de la Muntanya de Sant Miquel. Foto de Montserrat Solanelles

## Descripció del nou drenatge transversal

Per tal d'augmentar la capacitat de la cubeta d'entrada de la nova obra de drenatge transversal, es va extreure tot el material sòlid dipositat a la llera des de l'obra de pas antiga fins a 20 m aigües amunt d'aquesta. També es va excavar fins a una fondària de 2 metres el tram de camí de la corba del marge dret del torrent (*Figura 5*).

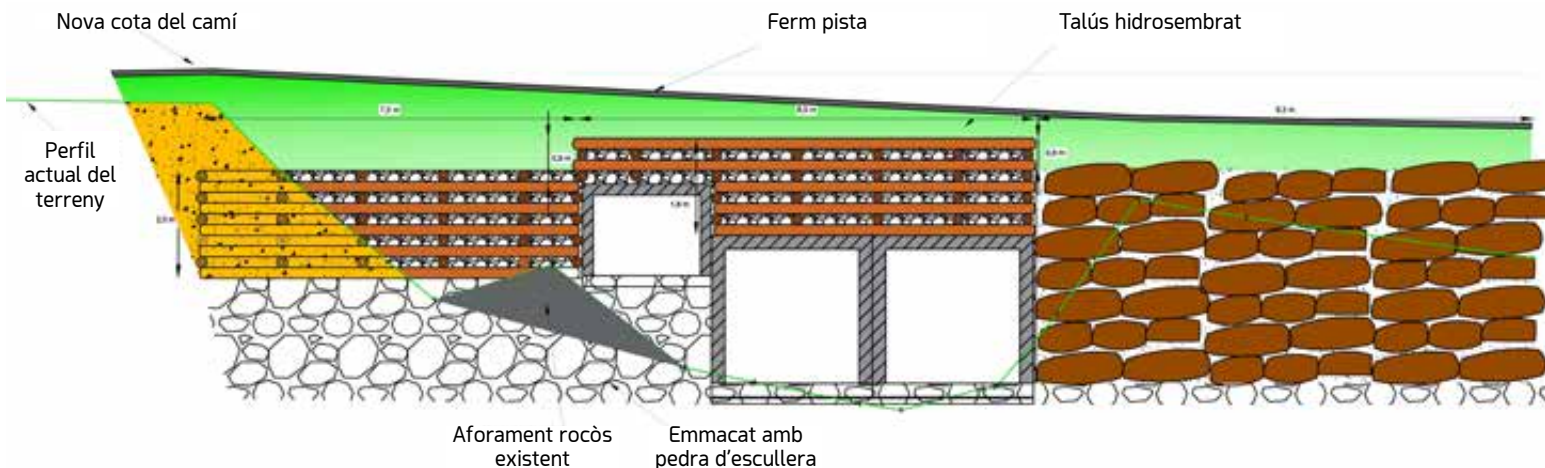
En el croquis següent (*Figura 6*) s'observa el perfil inicial de la llera en el pas del camí pel torrent i el perfil amb la construcció de la nova obra de drenatge transversal. El pendent resultant a l'entrada de l'obra de drenatge serà del 16%, el d'instal·lació de l'obra de drenatge serà del 2% i el de la sortida serà del 5%.

## Bioenginyeria adaptada al paisatge

S'han utilitzat materials naturals de la zona per a construir les aletes i els murs de sobre els marcs per tal de tenir una major integració a nivell de paisatge:

- Troncs de fusta de làrix procedents de la mateixa forest.
- Pedres de la zona per reomplir els murs krainer.
- Pedres d'escullera de la zona.

El làrix europeu o alerç és una espècie nativa de centre Europa, introduïda a Catalunya en la dècada de 1970 per al desenvolupament d'activitats de restauració hidrològica forestal (*Fotografies 9 i 10*). La seva introducció es realitzava mitjançant la repoblació de petites superfícies de bosc en zones d'alta muntanya dels Pirineus, principalment.



**Figura 7.** Croquis de l'emboadura d'aigües amunt. Plànol núm. 11 d'Antoni Ubieta





**Fotografia 11.** Realització d'entallades per tal de que tots els punts de contacte treballin. Foto de Montserrat Solanelles



**Fotografia 12.** Selecció dels troncs i prova de muntatge de l'estructura. Foto de Montserrat Solanelles



**Fotografia 13.** Reomplert dels calaixos pis a pis amb pedres. Foto de Montserrat Solanelles



**Fotografia 14.** Col·locació dels troncs cap i cuats per tal d'equilibrar l'estructura. Foto de Montserrat Solanelles



**Fotografia 15.** Vista general de l'obra des d'aigües avall. Foto de Montserrat Solanelles



**Fotografia 16.** Vista general de l'obra des d'aigües amunt. A l'esquerra de la fotografia s'observa la rampa d'accés projectada per a poder fer el manteniment i neteja de l'obra de drenatge transversal. Foto de Montserrat Solanelles

L'alerç és una conífera caducifòlia, de mida gran i molt resistent al fred i a les ventades. Té una fusta robusta i flexible molt durable en el temps, per aquest motiu s'utilitza en obres constructives al medi exterior.

Es van construir les aletes del marge esquerre i els murs de sosteniment de camí a sobre dels marcs amb estructures amb murs de fusta i pedra tipus Krainer (*Figura 7*).

Les aletes i els murs krainer es van calcular com una obra transversal de gravetat que deu la seva estabilitat al seu propi pes. En el seu dimensionat estructural es van verificar les condicions d'estabilitat estructurals.

En el cas de les aletes es va prendre una amplada de disseny de 3 m perquè per estabilitat interna la distància màxima entre dos troncs de  $D = 0,2$  m és d'1,5 m i l'obertura mínima d'un calaix per a poder-lo reomplir de pedres amb una pala d'una excavadora o d'una manitou és d'1,5 m. D'aquesta manera l'amplada dels calaixos ha de ser d'1,5 m o múltiples.

Els troncs de làrix presenten un diàmetre de 20-25 cm i es van unir amb barres d'acer corugat de  $D = 16$  mm i realitzant el forat amb un trepant. Per a la unió longitudinal de dos troncs es va realitzar primerament una entalladura. Aquesta estructura de fusta es va emplenar amb pedres de diferents mides procedents del dipòsit de material acumulat indicat en la *Figura 5*. Per sobre de les estructures es va dipositar terra vegetal fins a tenir un talús amb una inclinació de  $35^\circ$  (*Fotografies 11 a 16*).

## Aplicació pràctica de la bioenginyeria en finques privades

La Fundació Projecte Boscos de Muntanya / Bergwaldprojekt promou el manteniment i la conservació dels boscos i paisatges de muntanya al Pirineu des del 2007. Ho fa mitjançant actuacions de gestió forestal i divulgant la importància dels boscos entre la ciutadania. Utilitza per assolir la seva causa el voluntariat, el treball comunitari i l'aprenentatge-servei amb joves. Les actuacions a bosc s'agrupen en treballs de silvicultura, de manteniment del paisatge (pastures i camins) i d'obres de bioenginyeria.

La bioenginyeria és una aposta estratègica i innovadora de l'entitat des del 2009, any de la primera actuació al Barranc de Port Ainé (Rialp, Pallars Sobirà). Aquesta obra ha servit com a escola i model de diverses tipologies d'obres aplicades a barrancs: canalitzacions, estabilització de talussos, trampes de sediments i dics. En diverses fases entre el 2009 i el 2020 s'han estabilitzat 230 m d'aquest barranc utilitzant fusta de pi negre del mateix bosc. L'obra s'ha finançat principalment gràcies al voluntariat, a les aportacions realitzades per les persones sòcies i donants de l'organització i d'aportacions puntuals de la Fundació La Caixa.

L'èxit de l'obra ha portat com a resultat la signatura d'un conveni de col·laboració amb Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya (FGC) per a la promoció conjunta de la bioenginyeria, vigent des de 2016. Fruit d'aquest conveni, el departament d'enginyeria de FGC ha començat a incorporar la bioenginyeria en els seus projectes i licitacions públiques, com és el cas del "Projecte constructiu d'un aparcament a l'estació de Port Ainé" del febrer de 2020, amb les obres ja licitades i de propera execució.

A banda de l'actuació a Port Ainé, la Fundació també ha actuat amb la Direcció General d'Ecosistemes Forestals i Forestal Catalana al bosc de Tolzó (Escós, Pallars Sobirà) i a Tremp (Pallars Jussà), al bosc de Meranges (Cerdanya), a Esterri de Cardós (Pallars Sobirà) i a la finca del Castell de Requesens (Alt Empordà).

Totes les obres han estat dutes a termes en boscos de titularitat municipal o de la Generalitat, excepte el cas de Requesens. En aquesta finca, l'actuació es va realitzar emmarcada en una restauració a càrrec del Paratge Natural d'Interès Nacional de l'Albera. L'obra es va realitzar amb fusta de castanyer procedent de les tallades que es van realitzar amb l'objectiu de la restauració del bosc de ribera a l'entorn de la resclosa de Requesens (*Fotografia 17*).

El projecte inicial d'aquesta obra preveia la construcció de dos dics amb gabions de pedres per tal d'evitar l'acumulació de sediments a la resclosa procedents de dos barrancs, però es va sol·licitar a la Fundació l'adaptació del projecte a la construcció amb tècniques de bioenginyeria (*Fotografia 18*). Es van realitzar una memòria tècnica i l'acompanyament i formació a la direcció de l'obra i a l'empresa adjudicatària, Foresterra.





**Fotografia 17.** Vista frontal del dic fet amb fusta de castanyer. Foto d'Andreu González



**Fotografia 18.** Vista del aterrament del dic fet amb fusta de castanyer. Foto d'Andreu González



## In Memoriam José Luis Molina Vicente

per Hèctor Pipió Gelabert

El 6 de maig de 2020 va morir a Girona el nostre company José Luis Molina a l'edat de 89 anys.

És difícil descriure en un espai reduït la gran incidència que ha tingut en el territori gironí per causa de la seva prolífica activitat professional. Hi va transcórrer la major part de la seva vida com a funcionari (34 anys). La seva empremta és patent en tot l'espai forestal de la província en forma de boscos on no n'hi havia, conques torrencials amb nombroses obres de correcció hidrològica, camins que posaven en valor els recursos forestals i el territori, accions de protecció de la propietat forestal d'utilitat pública, etc.

Detallaré només un exemple del que va ser protagonista destacat i que alhora posa en relleu la necessària connexió generacional perquè les nostres actuacions a mitjà i llarg termini tinguin èxit. Són uns fets que van esdevenir a la forest d'utilitat pública anomenada Muntanya Gran propietat de l'Ajuntament de Torroella de Montgrí. Podria dir-se que en José Luis va tenir l'honor de recollir el testimoni que va deixar-hi l'il·lustre enginyer gironí Primitiu Artigas que va ser professor de l'Escola d'Enginyers de Monts a finals del segle XIX. Artigas va realitzar un informe justificant la inclusió de la forest al Catàleg, atès que en un principi s'havia declarat alienable en no tenir vegetació arbòria, afirmant i demostrant que n'havia tingut i podia tornar a tenir-ne en el futur. Doncs bé, en José Luis va fer realitat aquesta afirmació reforestant més de 1.000 hectàrees de la forest, que en l'actualitat configura un autèntic pulmó verd entre zones urbanes i agrícoles, i, per descomptat, constitueix un espai natural protegit.

Sempre he pensat que hi ha actuacions d'enginyeria forestal que són emblemàtiques pels resultats aconseguits, però que passen desapercebudes per al gran públic. Algunes d'elles haurien de tenir algun tipus d'indicació in situ que recordés els seus autors. En José Luis seria sens dubte un d'ells.

La seva passió era el treball, sobretot concretat en la redacció i execució de projectes d'obres, tasca que va continuar realitzant ja com a cap de Secció fins a la seva jubilació el 1996.

En l'acte d'homenatge i comiat com a funcionari els seus companys van obsequiar-lo amb un àlbum de fotografies que recollia totes les seves actuacions al territori de Girona, sovint comparant l'"abans" i el "després". Aquest àlbum té un gruix de diversos centímetres i és un document molt útil per estudiar l'evolució del paisatge en funció dels treballs d'enginyeria forestal i de la seva efectivitat.

Per la seva llarga etapa professional és evident que les seves relacions amb companys de professió i de fora (alcaldes, contractistes, rematants... polítics) van ser múltiples i estic segur que en tots ells ha deixat un record inesborrable. Alguns podien diferir dels seus criteris o formes, però tots el valoraven com un excel·lent professional. Si per algun col·lectiu sentia una estima especial crec no equivocar-me si dic que era el dels agents rurals.

El tracte que vaig rebre per part seva quan havia de decidir si deixava les meves obligacions a Lleida per venir a Girona va ser exquisit. Va acompanyar-me durant diversos dies perquè conegués el territori i va explicar-me els possibles problemes amb què em trobaria. Durant els primers anys sempre estava disposat a atendre les meves peticions de consell sobre un territori amb una problemàtica molt diferent de la que coneixia.

Quan vaig ocupar la plaça que ell havia deixat mai se'm va ocórrer dir que el substituïa, perquè en José Luis era insubstituïble, com a funcionari i com persona, i continuarà sent-ho.



Sovint el veia per la ciutat caminant i amb l'aspecte de sempre, com si no envellís. Potser per això, la seva mort va ser una trista sorpresa que ens va agafar desprevinguts.

Estava en possessió de la medalla al mèrit agrícola que va ser-li concedida el 1974.

## Conclusions

Amb aquests exemples es posa de rellevància la importància d'aquesta ciència en la recuperació del medi natural. És evident que els paisatges dels quals gaudim avui dia no són aliens a l'acció humana i en part han estat modulats per les actuacions de restauració hidrològica forestal que van començar a principis del segle XX.

Tota ciència ha de donar respostes a unes necessitats i segons determinades condicions, i per saber si una disciplina gaudeix de bona salut hem d'analitzar si les solucions que proposa s'adapten a les noves realitats. Els exemples que hem descrit demostren aquesta adaptació, on es presenten solucions constructives amb baixos impactes i sobretot aprofitant al màxim materials propers a l'obra, que tenen diverses conseqüències positives, com ara que minimitzen les emissions de carboni en la provisió de materials.

## Referències

- Figueres Pastó, A. 2019. Treball final de Grau: Catàleg i inventari d'hidrotècnies als torrents de la Casassa i de Coma de l'Orri (Ripollès). Universitat de Lleida.
- Minguella i Barallat, A. 1998. Projecte de "Reparació dels dics núm. 1 i 2 del barranc Coma de l'Orri".
- Molina Vicente, JL. 1974. Proyecto de construcción de dos diques de retenida en el torrente de "La Casassa". Cabecera alta del río Ter. Cuenca alimentadora del embalse de Sau.
- Molina Vicente, JL. 2001. Corrección Hidrológico-Forestal de la Casassa. Revista Montes, 65. Pp: 58-62.
- Tazón Ponce, J. 1980 i 2001. Fototeca Forestal Española. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Accés a: <http://rdm.inia.es/es/dataset/fototeca>



JORNADA 5

# 5





# Resultats de l'experiència del ratllat mecanitzat en el marc del projecte GOSUBER

Adrián Monserrate Antón. Enginyer de Forests, Consorci Forestal de Catalunya.

Cita bibliogràfica: Monserrate, A. 2021. Resultats de l'experiència del ratllat mecanitzat en el marc del projecte GOSUBER. A: Tusell, J. M., Beltrán, M., Monserrate, A. (eds). XXXVIII Jornades Tècniques Silvícoles Emili Garolera. Pp: 58-63. ISBN: 978-84-09-31652-6

Les suredes constitueixen un hàbitat d'interès comunitari (9330, Directiva 92/43/CEE), i conformen un element característic del paisatge mediterrani de gran singularitat en l'àmbit mundial amb una llarga cadena econòmica i sociocultural associada (*Fotografia 1*). Les particularitats i característiques especials del suro han fet que al llarg dels segles s'hagi desenvolupat una cultura de gestió forestal associada a l'aprofitament sostenible d'aquests boscos, la subercultura.

Actualment els reptes als quals s'enfronten les suredes són diversos com ara:

- **La modernització de les tècniques d'extracció del suro.** És prioritari per a afavorir un relleu generacional de les colles de peladors i trobar procediments de treball amb taxes més altes de seguretat i salut.
- **Les afectacions pel corc del suro,** que suposen una davallada molt gran de les rendes per una baixada en la qualitat del producte.
- **Els canvis en els règims de pluges i de temperatures** deguts al canvi climàtic.
- **L'abandonament de la gestió,** ja que a la llarga, altres espècies ocupen l'estrat superior, i acaben debilitant el creixement i la vitalitat de les alzines sureres, propiciant un canvi d'espècie.

**Fotografia 1.** Sureda després de treballs de lleva de suro a la zona de les Guilleries-Montseny durant la campanya de 2020. Foto de CFC

## Que és el GO SUBER?

El Grup Operatiu Suber (GOSUBER) és un projecte que ha treballat partint de la base d'altres experiències predecessores en la mecanització de la pela del suro.

L'objectiu principal del projecte és la modernització de la pela per a millorar la productivitat de les empreses d'extracció i les seves condicions de seguretat en el treball.

Per respondre a aquest objectiu, s'ha treballat en diferents accions específiques:



- **Mecanització de la lleva de suro, per incrementar la productivitat**

En aquesta acció s'han testejat les màquines de pela de suro mecanitzada més actuals, concretament la màquina Coveless 3C18, analitzant els rendiments i l'ergonomia, per avaluar i comparar els resultats amb les lleves de suro tradicionals.

A part d'això també s'ha treballat en el desenvolupament d'eines complementàries per a l'extracció del suro, a les fases de desenganxat, separat i extracció de suro.

- **Millora de les condicions de treball**

Un dels principals reptes de tot el sector forestal, és la millora de la seguretat i salut laboral. En aquest projecte s'ha fet èmfasi per establir protocols de treball amb les noves tecnologies i les tradicionals, que puguin permetre millorar la seguretat i salut dels treballs durant les tasques de la lleva de suro. A part d'això s'han desenvolupat i investigat nous sistemes de seguretat i salut, adaptats específicament a les feines associades als treballs de lleva de suro en alçada, més freqüents a les deveses d'Extremadura i Andalusia.

- **Millora en els procediments d'extracció**

Per donar resposta a aquesta acció s'han establert unes bases tècniques per a una nova subcultura, que han de permetre un millor sistema per a la presa de decisions, l'adaptació de la logística a la lleva de suro mecanitzada i l'anàlisi de rendibilitat.

- **Millora de la comercialització i valoració del suro i els seus subproductes**, amb el desenvolupament de noves aplicacions del granulat i/o pelegri per a valoritzar tots els productes del suro, i així augmentar la superfície amb gestió. S'ha treballat en una aplicació informàtica basada en la classificació visual sobre mostres de planxes de suro que ha d'ajudar a caracteritzar la qualitat del producte en funció del calibre i l'aspecte visual, per millorar la comercialització dels productes.

Per a la difusió del coneixement generat s'ha desenvolupat una pàgina web que explica els avanços del projecte i s'han editat tres guies de recomanacions:

- **Guia de qualitat del suro.** Explica els principals criteris de qualitat per a la valoració del suro a més dels motius per què apareixen les diferents anomalies.

- **Guia sobre les propietats i noves aplicacions del suro.** Recull les noves possibilitats que ofereix el suro per a materials de cosmètica, farmàcia, impressió en 3D, depuració d'aigües i altres.

- **Pràctiques innovadores de la lleva del suro.** És una guia sobre els diferents coneixements tradicionals i també innovadors del suro; recull apartats específics sobre els processos de lleva de suro i l'organització de les feines. També dedica un apartat específic a la seguretat i salut a les feines de lleva de suro.

## La experiència en la mecanització dels treballs:

Les diferents proves de la mecanització de la lleva de suro per incrementar la productivitat de les sureres es van realitzar durant els anys 2019 i 2020 de manera simultània en rodals de Catalunya, Andalusia i Extremadura. Es tractava de posar a prova la màquina Coveless 3C18 (*Fotografia 2*) a les diferents situacions de cada zona. En el cas de Catalunya, la prova va ser a càrrec del Consorci Forestal de Catalunya i de la cooperativa Serveis Forestals.

### La campanya de 2019

Per a les proves realitzades l'any 2019, l'experiència buscava comparar la lleva de suro mecanitzada amb la lleva de suro tradicional, i es va realitzar durant la campanya entre els mesos de juny i juliol. Es van seleccionar quatre parcel·les en total, tot buscant ubicacions de diferents zones sureres per excel·lència a Catalunya (Montnegre i Corredor, la Selva, Guàrdies i Alt Empordà) amb rodals de característiques diferents per avaluar la resposta de la lleva a diferents situacions. Per cada rodal es van seleccionar 20 alzines sureres amb característiques diferents, d'alçada de pela, orientació, diàmetres, etc., i quedaven identificades i georeferenciades.

Un cop se seleccionava l'arbre i s'anotaven les dades específiques es procedia a realitzar la lleva mecanitzada de suro fent servir el proto-



**Fotografia 2.** Prova del prototip de la màquina Coveless 3C18, a la part de la dreta es pot veure el protector per controlar la profunditat de tall amb el sensor incorporat. Foto de CFC

tip, i s'anotava el temps de cada fase del procés, i el pes resultant tant de la pana de suro com dels trossos sobrants.

## La campanya de 2020

### El ratllat previ

Un dels reptes que presentaran les sureres en un context de canvi climàtic és la reducció de la temporada de lleva de suro, és per això que l'avançament de les tasques podria ser una solució per agilitzar el temps de la lleva en moments de campanya. La preparació del terreny i el ratllat previ, són tasques que es poden realitzar abans del començament de la campanya, i per tant és important conèixer la seva influència en el temps, i la qualitat de la lleva per decidir la conveniència d'avançar-la.

A l'experiència del 2020, el ratllat previ a la campanya es va realitzar cada mes, des de febrer fins al maig (inclòs). Es van seleccionar quatre rodals diferents dels de l'any anterior amb característiques variades per poder contrastar els resultats de la màquina. A cada rodal se seleccionaven cada mes 7 alzines sureres mantenint el procediment i protocol de l'any anterior, es realitzaven les tasques de ratllat: tall transversal (coll) i el tall longitudinal. Les dades específiques que es van recollir eren: circumferència amb suro, alçada de pela, temps de preparació del terreny, temps de realització dels colls i temps del ratllar longitudinal.

### Durant la campanya

Quan va començar la campanya de lleva de suro, es van posar en pràctica les següents experiències:

- A les alzines sureres on s'havia realitzat el ratllat previ, es va procedir a separar les panes amb les tisores elèctriques PELLENC que tenen mecanisme invertit, i capçal amb llengüetes metàl·liques, que un cop introduïdes al tall del ratllat previ a l'escorça del suro, permetien separar les diferents panes (*Fotografia 3*).
- A unes 80 alzines sureres se les va aplicar el ratllat i pela alhora, tot mantenint els criteris de la campanya de 2019.



**Fotografia 3.** Aplicació de les tisores elèctriques per al separat de les panes de suro. Foto d'ICSuro





## Resultats

### Organització de feines

De l'experiència d'aquest últim any, la duració mitjana del cycle de treball a Catalunya ha estat de 6 minuts 55 segons. D'aquest temps, aproximadament 3 minuts han ocupat les tasques de preparació i ratllat amb la màquina Coveless 3C18, i uns 3 minuts i mig la suma del separat de les panes, desenganxat i extracció del suro. Finalment el temps mitjà de recollida de les panes i desplaçament al següent arbre, no va superar els 20 segons.

Més de la meitat les alzines sureres pelades presentaven atacs pel corc del suro (*Coraebus undatus*). La presència d'aquesta plaga també està relacionada amb l'increment dels temps de pela i per tant en la productivitat, en oferir un producte de menor valor i amb costos d'aprofitament més alts. Amb les dades obtingudes, es calcula una penalització del 20% de la rendibilitat dels treballs (kg suro/h) per la major dificultat dels treballs.

A partir dels rendiments mitjans de les experiències de Catalunya, Andalusia i Extremadura, per cada persona que executi les tasques del ratllat amb la màquina Coveless 3C18, serien necessaris 1,5 persones per fer les tasques de desenganxat, separat i extracció utilitzant com a eina auxiliar el mànec bisellat de la destal a Catalunya o les tenalles i mijuro a Andalusia o Extremadura, aquests operaris s'haurien d'encarregar també de la recollida dels trossos i planxes de suro.

Si incorporem les tissors elèctriques a les tasques de la lleva de suro els temps generals disminueixen a 5 minuts 48 segons, sempre ocupant el mateix temps les tasques de ratllat que les de separat i desenganxat. Per tant la proporció necessària de personal operari per tasques seria d'1 a 1.

La *Taula 1* mostra el resum dels temps mitjans en cada tasca a cada territori. D'aquesta taula, es desprèn que pels resultats obtinguts tant a Catalunya com a Extremadura, l'ús de la tisora elèctrica pot reduir a la meitat les necessitats de mà d'obra per a realitzar les operacions de desenganxat, separat i extracció ajudant a reduir els costos i augmentant el rendiment.

Per tal de conèixer la influència del ratllat previ a època de lleva de suro, de l'experiència a Catalunya es va detectar que 14 dels arbres en què s'havia realitzat el ratllat previ finalment no es van poder pelar perquè no es donava. D'aquests arbres que no es van poder pelar el 90% apuntaven a estar afectats pel corc del suro (*Coraebus undatus*), per tant no es pot assegurar el motiu pel qual no es donaven per pelar en relació al ratllat previ. Els resultats dels arbres d'Extremadura amb ratllat previ dins de l'època legal de lleva de suro no indiquen una relació entre el ratllat previ i que no es doni la lleva del suro.

No s'han detectats afeccions als arbres amb ratllat previ i la possibilitat de desplaçar de manera estratègica el temps d'aproximadament un 50% de la càrrega laboral, podria permetre aprofitar de manera més eficient la força productiva en moments cada vegada més curts a causa del canvi climàtic.

**Taula 1.** Temps mitjans de les diferents operacions, per zones i per mètode de separat de les planxes (amb tissors elèctriques o manual).

		Andalusia		Catalunya		Extremadura		Mitjana total	
		Manual	Elèctriques	Manual	Elèctriques	Manual	Elèctriques	Manual	
Tasca 1	Preparació, ratllat amb Coveless	3'09"	2'47"	3'01"	3'05"	6'15"	2'56"	3'43"	
Tasca 2	Separat, desenganxat i extracció	2'47"	2'59"	4'01"	2'53"	8'48"	2'56"	4'23"	
Tasca 3	Recollida i desplaçament	17"	02"	35"	26"	1'01"	13"	31"	
Total		6'13"	5'48"	7'37"	6'24"	15'04"	6'05"	8'37"	

## Que hem après d'aquesta experiència?

Les noves tecnologies suposen una millora en el procés de la lleva de suro respecte a la lleva tradicional, amb aspectes com ara:

- La màquina Coveless 3C18, es presenta com una eina segura, amb una reducció considerable del numero de ferides si es realitza un bon calibrat, això permetrà la incorporació de capital humà amb poca experiència al món de la lleva del suro. (Fotografia 4).
- El rendiment del suro augmenta per fer els talls més rectes.
- Quan es combinen els treballs del ratllat amb la màquina Coveless 3C18 i les estisores separadores PELLENC, s'assoleixen majors rendiments. Per les experiències realitzades a Catalunya, sempre serà necessari tenir una destal per utilitzar de manera auxiliar en cas de trobar algú exemplar amb major dificultats.



**Fotografia 4.** Exemple dels resultats de l'aplicació de la lleva de suro mecanitzada, destacant els talls rectes i el coll net. Foto de CFC

L'organització del treball de la lleva del suro amb la màquina canvia de manera notable respecte a la lleva tradicional:

- Permet fraccionar les tasques de la lleva separant en el temps les operacions d'obrir i traçar de les de separat, desenganxat i extracció. La forma òptima de treball és la colla amb màquines recorrent la sureda realitzant les operacions de preparació i ratllat primer i posteriorment es recorre de nou el rodal per acabar de rematar la lleva de suro.
- Al allargar temporalment la distribució de les tasques permetrà que una mateixa colla pugui treballar en més finques.

## Nous reptes futurs...

Les màquines i eines de la lleva de suro han de continuar evolucionant, per fer efectives les experiències aplicades al projecte.

- A nivell d'ergonomia hi ha marge de millora si es redueix el pes de la maquinària per que les persones treballadores aguantin millor les jornades laborals mitjançant el dimensionat de la mateixa, i de tal manera que es pugui utilitzar amb una mà.
- Les estisores separadores han de millorar pel que fa a la resistència de les condicions de camp.
- El preu de màquines i eines ha de ser assequible perquè el procés de la lleva del suro amb noves tecnologies sigui competitiu.

## Agraïments

Projecte cofinançat al 80% pel Fons FEADER amb una quantitat total d'ajuda de 531.994,36€









# Noves oportunitats de negoci del sector surer

Maria Verdum i Virgos. Llicenciada en biologia, Fundació Institut Català del Suro.

Patricia Jové Martín. Dra. Biotecnologia alimentària, Fundació Institut Català del Suro.

Albert Hereu Marès. Grau en ciències ambientals, Fundació Institut Català del Suro.

Cita bibliogràfica: Verdum, M., Jové, P., Hereu, A. 2021. Noves oportunitats de negoci del sector surer. A: Tusell, J. M., Beltrán, M., Monserrate, A. (eds). XXXVIII Jornades Tècniques Silvícoles Emili Garolera. Pp: 64-73. ISBN: 978-84-09-31652-6

Resum \_ En l'actualitat gran part del valor econòmic del suro resideix en la seva capacitat de fabricació de taps per vi. Tot i així, donades les seves excepcionals propietats fisicoquímiques, existeixen múltiples possibilitats d'ús en àmbits ben diversos. Els productes resultants de les noves aplicacions amb suro poden aportar un valor afegit molt alt en comparació amb els usos tradicionals i representen un potencial econòmic molt significatiu a tenir en compte, alhora que afavoreixen el manteniment dels ecosistemes dels boscos d'alzina surera.

Actualment hi ha diverses aplicacions que poden ser una nova oportunitat de negoci cap al sector: l'ús d'extractes de suro per a la seva aplicació cosmètica, el reciclatge i la nova vida dels taps utilitzats, la capacitat de biosorció del suro com a descontaminant o l'obtenció d'un biomaterial amb suro són alguns dels casos que s'estan treballant actualment i que s'expliquen detalladament en el marc de la jornada.

## Introducció

El suro és l'escorça externa de l'alzina surera, *Quercus suber* L., una espècie arbòria perenne autòctona i exclusiva dels boscos mediterranis. El suro és el felema de l'alzina surera, és un teixit format per cèl·lules mortes, disposades de forma regular i compacte que protegeixen troncs i branques de l'arbre.

Els boscos d'alzina surera són de gran rellevància per l'economia, l'ecologia i l'edafologia de diversos països del mediterrani i són la base d'una de les cadenes de valor més impor-

tants dins de l'àmbit forestal. Cobreixen una àrea aproximada d'uns 2,1 milions d'hectàrees a tot el món, distribuïdes en un 90% a Portugal, Espanya, Marroc i Algèria, i la producció anual de suro s'estima del voltant de 200.000 tones. Espanya és el segon productor de suro amb unes 62.000 tones anuals i suposa al voltant d'un 30% de la producció mundial (LIFE ECORKWASTE, 2018). La superfície catalana d'alzina surera és d'unes 120.000 hectàrees, això suposa gairebé un 6% respecte la superfície mundial. Actualment aquest territori té una baixa productivitat (5.000 tones l'any) però té potencial per triplicar-ho en els propers anys (Mundet *et al.*, 2018).



Segons l'anuari de l'Associació Portuguesa del Suro (APCOR) de 2018-2019, el principal producte de la indústria surera a nivell mundial és el tap de suro i suposa un 72% de tots els productes fets amb suro, seguit pel sector de la construcció amb un 25% i un 3% d'altres aplicacions.

No obstant això, dins la cadena de valor del suro o dels productes surers es poden definir clarament 5 subsectors:

- **Subsector forestal.** Gestió de les masses d'alzina surera i els productes que s'obtenen d'elles com a matèria primera.
- **Subsector de preparació.** Separació de les planxes de suro aptes per la fabricació de taps: taps d'una peça, granulat i discos. En aquest punt es diferencia el suro tapable del suro que no ho és i es considera rebuig (destinat a altres aplicacions).
- **Subsector trituració.** Obtenció de granulat a partir de suro de rebuig o subproductes.
- **Indústria tapera.** Elaboració de taps i productes intermedis de la indústria tapera: discos de suro natural, granulat i mànecs d'aglomerat per taps aglomerats.
- **Indústria d'aglomerats.** Fabricació de productes d'ús no alimentari (no taps) (Verdum *et al.*, 2020).

El suro com a material té una combinació única de propietats. L'elevada quantitat de gas, el baix poder d'adsorció d'aigua i la composició de la paret cel·lular entre altres característiques fan que el suro tingui una gran versatilitat i que pugui ser utilitzat per múltiples finalitats. El suro té una baixa densitat, baixa permeabilitat a líquids i gasos, baixa conductivitat, és químicament estable, durador, té alta compressibilitat amb bona recuperació i és un bon aïllant tèrmic i acústic.

En aquest article s'expliquen alguns casos d'estudi sobre aplicacions alternatives al tap de suro dutes a terme per la Fundació Institut Català del Suro:

- L'aplicació dels subproductes de suro en la indústria cosmètica aprofitant la seva composició rica en polifenols.
- La descontaminació i tractament d'aigües gràcies a la seva capacitat de biosorció.
- Les aplicacions dels taps reciclats i la identificació dels veritables residus del sector.

El sector surer-taper genera una quantitat significativa de subproductes i/o residus de diferents

tipologies depenent de cada subsector. És un sector on molts fluxos s'interrelacionen i es poden reutilitzar dins de la mateixa indústria. Actualment gran part del valor econòmic del suro prové de l'elaboració dels taps de suro, durant la seva elaboració es generen un conjunt de subproductes o suro de baix valor econòmic que sovint s'anomena suro no tapable. Dins del suro considerat no tapable, hi ha diferents formats o subproductes, però sovint tenen un valor econòmic molt baix en el mercat o a vegades poden ser un residu.

La importància de donar una utilitat a part d'aquest subproducte és que incentiva l'economia circular del sector surer i la diversifica. Casos d'estudi com els que es presenten a continuació són de gran rellevància per incrementar l'eficiència i productivitat del sector i assegurar el seu futur. Les incentives europees d'activar l'economia circular en tots els sectors fan del suro un actor molt important i que juga amb gran avantatge respecte a d'altres materials, ja que de per sí ja és un material natural.

## Aplicació dels subproductes de suro en la indústria cosmètica

El suro i els seus subproductes poden ser font de múltiples components bioactius. Els compostos bioactius es defineixen com aquells components que influeixen beneficiosament a l'activitat cel·lular i per tant a la salut (Bouras, *et al.*, 2015). Aquests bioactius presenten una varietat de propietats rellevants, com antioxidants, antiinflamatoris, antienvelliment, activitat de captura i depuració de radicals. En aquest cas, aquests components són els polifenols i, com s'ha comentat, se'ls hi atribueix activitat antioxidant. Aquests polifenols poden ser utilitzats com a complementos alimentaris, nutricionals o en cosmètica.

La composició química del suro és substancialment diferent de la resta de les parts del arbre. Els components del suro són, per ordre d'importància relativa, la suberina (50% aproximadament), la lignina (20-25%), els polisacàrids (cel·lulosa i hemicel·lulosa, 20%), les substàncies extraïbles que inclouen majoritàriament substàncies lipídiques i fenòliques (14-18%)

i components inorgànics (1-2%) (Silva *et al.*, 2005; Pereira, 2007) (Figura 1).

Així, el suro posseeix alguns compostos "lliures", no vinculats químicament a l'estructura principal i per tant extraïbles a partir de l'ús de dissolvents ja siguin orgànics o inorgànics (Godoy, 2018). D'aquesta manera, el suro i els seus subproductes poden ser reutilitzats com a ingredient prometedor de la indústria cosmètica.

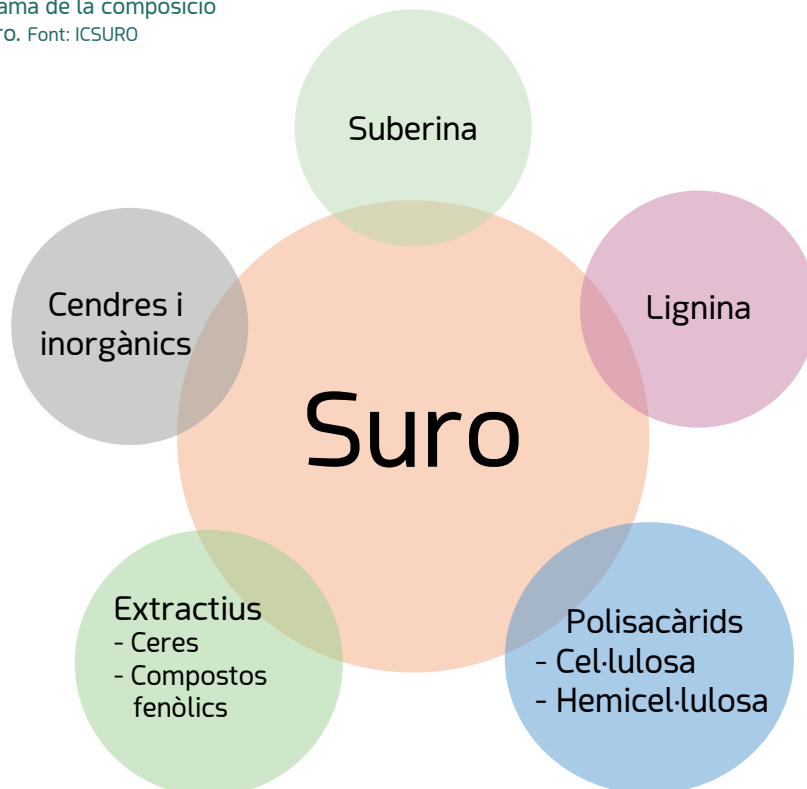
A la indústria cosmètica ja hi ha alguns exemples de l'ús del suro com a tensor suavitzant, com a oli actiu o fins i tot com a exfoliant. És per aquest motiu que es va començar el "SUBERCHEM: Projecte de recerca sobre l'aplicació de l'economia circular en els actius cosmètics: el cas dels subproductes del sector surer, INNOTECRD 18-1-0001" al 2018.

L'objectiu del SUBERCHEM se centra en l'obtenció de principis actius, extractes del suro rics en polifenols, mitjançant metodologies sostenibles. Les tècniques més àmpliament utilitzades són la maceració, *enfleurage*, destil·lació per vapor, extracció amb solvents, extracció per soxhlet, extracció freda amb pressió, extracció amb

CO<sub>2</sub>, destil·lació amb aigua o vapor. S'utilitzen unes tècniques o altres depenent de la matriu vegetal de partida i dels actius que es vulguin obtenir. La filosofia del projecte era clara sobre els procediments sintètics, es volia reduir l'ús de dissolvents. El disseny d'una metodologia d'extracció verda i sostenible de productes naturals és, actualment, un tema candent de recerca en l'àmbit multidisciplinar de la química, la biologia i la tecnologia (Chemat *et al.*, 2012). D'acord amb l'estudi de Chemat *et al.* (2012), una extracció verda es basa en descobrir i dissenyar un procés extractiu que redueixi el consum d'energia, permeti utilitzar solvents alternatius i productes naturals renovables i assegurui extractes segurs i d'alta qualitat.

És per aquest motiu que la metodologia que es va utilitzar va ser la maceració amb diferents dissolvents aquosos i combinacions d'aquests productes amb diferents carregues iòniques. Pel tal d'optimitzar la tècnica es realitzen diferents dissenys experimentals (DOE) amb el programari estadístic Minitab 19 per tal de trobar el conjunt de factors (tipus de subproducte, temps, temperatura, pH, etc.) i els seus nivells que podien influir en el procés d'extracció.

**Figura 1.** Diagrama de la composició química del suro. Font: ICSURO





Els resultats obtinguts van permetre optimitzar una metodologia d'extracció determinada pels factors d'estudi analitzats. Aquesta metodologia és propietat de l'empresa participant del projecte (Biogründl SL). Els valors de polifenols totals obtinguts en les millors condicions oscil·len de 500 a 700 mg GAE/gextracte (GAE: equivalents d'àcid gàl·lic) (*Fotografia 1*). Aquests valors són el doble dels reportats en la bibliografia consultada (Santos *et al.*, 2013). A més a més, es van identificar dels extractes obtinguts 22 dels 23 polifenols de baix pes molecular analitzats per HPLC-DAD.

Les conclusions d'aquest estudi són que els extractes obtinguts dels subproductes escollits presenten més d'un 50% de polifenols per gram d'extracte. Per tant s'obre la porta a una àmplia varietat de propietats rellevants mostrades per la família dels polifenols, com el seu poder anti-oxidant, antiinflamatori, depurador de radicals lliures i propietats antimicrobianes així com un nou nínxol de mercat.

## Capacitat de biosorció dels subproductes de suro i la seva aplicabilitat en descontaminació i tractament d'aigües

La sureda és un ecosistema que acull un dels biòtops més rics de la Unió Europea i és un dels principals motors de l'economia de moltes zones rurals del Mediterrani. L'absència de mecanització en els treballs d'extracció del suro és un dels principals problemes que arrossega la subercultura. La lleva segueix realitzant-se en el segle XXI com fa més de dos-cents anys, de forma manual, amb l'ajuda d'una destrala i una palanca, el que apunta cap a una necessària modernització.

El projecte Grup Operatiu Suber (GOSUBER: Modernització del descortche para la mejora de la productividad) reuneix diferents agents relacionats amb el sector de l'extracció del suro, la propietat forestal i centres d'investigació amb l'objecte de realitzar un projecte d'innovació. Els objectius del projecte són els següents: la modernització de la tasca d'extracció del suro mitjançant la mecanització de la pela, l'optimització del procediment de lleva, la millora de les condicions de seguretat i salut, i per últim, la cerca de la valorització del suro i els seus derivats per millorar la



**Fotografia 1.** Exemple d'extractes de suro rics en polifenols. Font: ICSURO

comercialització a través de les noves aplicacions tecnològiques i els nous usos.

El projecte GO Suber està dividit en diferents subprojectes, a continuació s'explica el subprojecte que es va coordinar des de la Fundació Institut Català del Suro. La participació va consistir en el desenvolupament d'una façana verda pilot amb suro com a substrat i/o suport, aprofitant les seves característiques aïllants i bioabsorbents. Les propietats úniques del suro fan possible el plantejament de l'ús del subproducte de suro o suro no tapable com a substrat de sistemes de tractament d'aigües residuals.

El funcionament de la façana verda és majoritàriament un sistema passiu d'estalvi energètic, gràcies a l'aïllament tèrmic que proporciona el substrat i les plantes, l'ombra que produeixen i el refredament evaporatiu que es dona a conseqüència de l'evapotranspiració de les plantes i el substrat (Verdum *et al.*, 2020).

Les cobertes i façanes verdes ofereixen diversos beneficis en l'ambient urbà, però necessiten una aportació d'aigua diària de 0,5-20 l/m<sup>3</sup> i això fa que no sigui una solució del tot òptima en climes secs (Prodanovic *et al.*, 2017). No obstant això, una alternativa és el rec de la coberta verda amb aigües grises o contaminades (Li *et al.*, 2009; Castellar *et al.*, 2019). D'aquesta manera els sistemes vegetatius es poden convertir en una solució ambiental sostenible i econòmica pel tractament d'aigües (Boyjoo *et al.*, 2013; Vymazal, 2005).

Diversos estudis han demostrat el potencial del suro per adsorbir contaminants emergents com els hidrocarburs aromàtics policíclics (HAP's) (Olivella *et al.*, 2011a, 2011b, 2013), taronja de metil (Krika i Benlahbib, 2015), ofloxacina (Crespo-Alonso *et al.*, 2013), biphentrin (Domingues *et al.*, 2005) ibuprofè, carbamazepina i àcid clofibrilic (Dordio *et al.*, 2011), metalls pesats (Pintor *et al.*, 2012) i pesticides (Jové *et al.*, 2017).

L'ús de subproducte de suro pel tractament de contaminants permet solucionar dues problemàtiques: la gestió de biomassa no gestionada del suro i el deteriorament de la qualitat de l'aigua.

La finalitat de l'estudi era comprovar l'eficiència de la gestió de l'aigua, l'aportació a la millora del comportament energètic dels edificis i incentivar el rendiment econòmic i ambiental del sector forestal del suro mitjançant l'aprofitament del subproducte de la indústria.

El prototip plantejat per l'estudi és un sistema modular o de gabions. El sistema modular comercial que s'utilitza com a referència és l'anomenat sistema Babylon®. Els gabions de 50 x 10 x 10 cm estan formats per una malla metàl·lica i una bossa geotèxtil que conté el substrat. El prototip consta de dues columnes de 4 gabions per columna. Una columna està formada pels gabions amb un substrat comercial (torba, fibra de coco i perlita) sense cap variació i l'altra té gabions amb un 50% d'una mescla de diferents subproductes de suro com a substrat (Fotografia 2).

Per complir aquests objectius s'instal·len 3 sensors de la marca *Smart Citizen* que mesuren en continu diferents paràmetres ambientals, es planten un conjunt de plantes segons un estudi previ (Garcia Moreno *et al.*, 2020) i es fan estudis de descontaminació utilitzant els HAPs com a indicadors. Els HAPs causen problemes d'empobriment de la riquesa de les aigües ja que alguns d'ells tenen efectes mutagènics, carcinogènics i teratogènics.

Els resultats obtinguts permeten concloure que el suro és un bon material com a substrat en una coberta verda. No obstant això, el percentatge de suro que pot ser addicionat a la mescla per tenir un desenvolupament òptim de les plantes depèn de l'espècie cultivada. El suro aporta propietats aïllants al sistema vegetal vertical, tant les temperatures ambientals com les temperatures superficials de la columna que conté suro presenten valors inferiors. El suro permet una reducció del soroll ambiental tan important a les grans ciutats. Els gabions amb suro pesen 10 kg menys que els gabions estàndard o comercials degut a la baixa densitat del suro que aporta lleugeresa al sistema. Els assajos de descontaminació revelen que tant els gabions comercials com els gabions amb un 50% de suro presenten, amb condicions de rec de 4 l/dia, un percentatge mig de descontaminació de 99,98% dels 16 hidrocarburs aromàtics policíclics analitzats.

Una coberta verda amb suro és un sistema innovador que representa una millora substancial de la competitivitat d'aquest material respecte a altres sistemes que utilitzen materials no sostenibles. L'aplicació de suro implica millores a nivell tèrmic, acústic i de resistència, el que suposa una innovació respecte als sistemes comercials actuals.







**Fotografia 2.** Prototip de sistema vegetat modular ancorat al sòl. Font: ICSURO



## Identificació dels veritables residus del sector i donar una segona vida al tap reciclat

El tap de suro és el producte de més valor que s'extreu del suro. A nivell mundial, el principal sector dels productes de suro és la indústria del vi i, per tant, la indústria dels taps de suro és el nucli del sector surer. Amb dades de 2017, dins de la indústria dels taps de suro, els taps de suro natural són els que tenen major representació amb un 60% seguits d'altres varietats de taps amb un 21% y per últim el taps per a vi escumós.

Espanya té unes 970.000 hectàrees de vinyes (el 13% del total del món) i la seva producció mitjana anual de vi i most és d'entre 40 i 42 milions de hectolitres, dels quals aproximadament més d'uns 21 milions de hectolitres són exportats, segons dades de la Federació Espanyola del Vi.

La mida estàndard de les ampolles de vi i escumós és de 0,75 l, s'estima un consum mitjà de 28,4 l de vi o escumós per habitant i any (dades facilitades pel Clúster del Sector Vitivinícola Català, INNOVI). Amb una població de 40 milions de persones adultes, s'estima un consum d'uns 1.100 milions de litres de vi i escumós, és a dir uns 1.500 milions d'ampolles. Es pot estimar que entre un 60% i 70% de les ampolles estan tacades amb tap de suro, de manera que el nombre de taps de suro emprats a Espanya ronda els 1.000 milions a l'any.

El projecte LIFE ECORKWASTE, aprovat el 2015 sobre la gestió integrada i sostenible dels residus de suro de la indústria surera, va identificar en el seu pla de gestió que un dels principals residus no gestionats del sector surer són els taps de suro utilitzats. Al conèixer aquestes conclusions, la Fundació Institut Català del Suro va participar en l'estudi de la implementació d'un sistema de retorn de taps de suro aprovat el 2017 (projecte cofinançat per la Generalitat de Catalunya). Aquest projecte va concloure que el sistema de retorn no era viable si no hi ha un destí clar d'aquest material.

Les directives europees promouen tant la cultura de les 5 erres (reduir, reparar, recuperar, reutilitzar i reciclar) com l'economia circular. La petjada de carboni de l'elaboració dels taps de suro és negativa, és a dir, un tap de suro fixa més diòxid de carboni del que s'emet per elaborar-lo. El tap de suro natural contribueix a la fixació d'entre 234 g a 309 g de CO<sub>2</sub> i els taps de vi escumós poden fixar fins a 562 g CO<sub>2</sub> (Amorim & Irmãos, SA., 2019). Per tant, el tap de suro compleix amb la consciència mediambiental. Els taps de suro consumits pel sector de la restauració, l'hostaleria i els particulars acaben en la majoria dels casos tirant-se a la fracció comuna i no a l'orgànica. Existeixen des del sector surer i altres actors de la cadena de valor la inquietud per promoure el reciclatge i la reutilització dels taps de suro i impulsar canals de recollida facilitadors de l'activitat de reciclatge. Els taps de suro, per la seva naturalesa, podrien ser triturats i ser matèria primera d'aglomerats de suro aptes per a usos no alimentaris com la construcció, el tèxtil, la decoració, el mobiliari, etc. (Figura 2).



Figura 2. Diagrama de flux del cicle esperat del tap de suro. Font: ICSURO



Actualment hi ha algunes iniciatives que intenten promoure la recollida i la reutilització dels taps des suro: Greencork (Portugal), Ecobouchon (França), Recork (EUAU), CampagneEtico (Itàlia) i Recycork (Bèlgica). Segons els nostres coneixements, actualment no hi ha una iniciativa global de recollida de taps a Espanya que permeti suportar una nova via de reciclatge, a part de la que realitzen algunes entitats de caràcter social. Per aquest motiu, la Fundació Institut Català del Suro creu en el plantejament d'una xarxa de recollida i aplicació final de rellevància i treballa actualment per poder-ho dur a terme.

## Conclusions

El suro és un material natural altament versàtil. Actualment la indústria surera, com s'ha dit al llarg d'aquest article, té com a principal client la indústria vitivinícola. No obstant això, tot el suro que s'extreu no és apte per aquest ús. Per tant, donar una sortida comercial als diferents subproductes del sector també és important. El sector surer no dedicat al tap de suro a Espanya és molt menor que el dedicat a aquest subsector. Segons AECORK (Associació d'Empresaris Surers de Catalunya) aquest percentatge està al voltant d'un 10% a Catalunya. Això es deu, en gran part, a que el sector del tap ha monopolitzat el sistema i ha centrat els recursos a l'elaboració de taps de suro de qualitat. A través dels projectes i estudis presentats es vol incentivar l'ús de diferents fraccions de suro i generar noves oportunitats de negoci donant sortida a productes forestals o subproductes de la indústria tapera tot diversificant el sector.

## Agraïments

La Fundació Institut Català del Suro ha participat com a coordinadora o sòcia en els projectes presentats juntament amb altres entitats, empreses i centres de recerca amb els quals ha format consorci a cada un dels projectes:

- Projecte SUBERCHEM: recerca sobre l'aplicació de l'economia circular als actius cosmètics: el cas dels subproductes del sector surer (2018). Cofinançat per ACCIO Generalitat de Catalunya.
- Projecte GO Suber: la modernització de la pela per a la millora de la productivitat, Grup Operatiu (2017). Cofinançat al 80% pel fons FEADER amb una contribució de 532.954,36 €.
- Projecte LIFE ECORKWASTE 14/ENV/ES/460: gestió integrada i sostenible dels residus de suro en la indústria del suro (2015- 2018). Cofinançat pel Programa LIFE de la Unió Europea, amb una contribució de 1.087.756 €.
- Projecte Implementació d'un sistema de retorn dels taps de suro en el marc de l'economia circular (2017). Cofinançat per la Generalitat de Catalunya.

## Referències

- Amorim & Irmãos, SA. 2019. Sparkling Cork Stopper carbon footprint. EY-SROC, SA.
- Bouras, M., Chadni, M., Barba, FJ., Grimi, N., Blas, O., Vorobiev, E. 2015. Optimization of microwave-assisted extraction of polyphenols from Quercus bark. *Industrial Crops and Products* 77, 590-601.
- Boyjoo, Y., Pareek, VK., Ang, M. 2013. A review of greywater characteristics and treatment processes. *Water Science and Technology* 67, 1403-1424
- Castellar, JAC., Formosa, J., Fernandex, Al., Jové, P., González, B., Morató, J., Brix, H., Arias, CA. 2019. Cork as sustainable carbon source for nature-bases solutions trating hydroponic wastewaters- Preliminary batch studie. *Science of the Total Environment* 650, 267-276.
- Chemat, F., Abert Vian, M., Cravotto, G. 2012. Green Extraction of Natural Products: Concept and Principales. *Int. J. Mol. Sci.* 13, 8615-8627.
- Crespo-Alonso, M., Nurchi, VM., Biesuz, R., Alberti, G., Spano, N., Pilo, MI., Sanna, G. 2013. Biomass against emerging pollution in wastewater: Ability of cork for the removal of ofloxacin from aqueous solutions at different pH. *Journal of Environmental Chemical Engineering* 1, (4): 1199-1204.
- Domingues, V., Alves, A., Cabral, M., Delerue-Matos, C. 2005. Sorption behaviour of bifenthrin on cork. *J. Chromatogr.* 1069, 127-132.
- Dordio, AV., Goncalves, P., Texeira, D., Candeias, AJ., Castanheiro, JE., Pinto, AP., Carvalho, AJP. 2011. Pharmaceuticals sorption behaviour in granulated cork for the selection of a support matrix for a constructed wetlands system. *Int. J. Environ. Anal. Chem.* 91, 615-631.
- Garcia, AM., Sánchez, R., Prades, C., Verdum, M., Jové P., Bejarano, M. Abellanas, B. 2020. El corcho como sustrato de cubiertas verdes (Proyecto GO SUBER). *Tecnogarden* 219, 38-53.
- Godoy, CB. 2018. Composición bioactiva de materiales lignocelulósicos: Determinación de compuestos fenólicos y elagitaninos con propiedades antioxidantes y anticancerígenas mediante técnicas analíticas diversas. Universidad de Extremadura. Tesis doctoral.
- Krika, F., Benlahbib, OF. 2015. Removal of methyl orange from aqueous solution via adsorption on cork as a natural and low-coast adsorbent: equilibrium, kinetic and thermodynamic study of removal process. *Desalin. Water Treat.* 53: 13, 3711-3723.
- Jové, P., Fiol, N., Vilaescusa, I., Verdum, M., Aguilar, L., Bosch, C., Morató, J. 2017. The use of cork waste as a sorbent for pesticides and heavy metals generated during the wine manufacturing process. *Materials Research Proceedings* 3, 75-83
- LIFE ECORKWASTE. 2018. Integrated waste management plan for the cork industry. TYPESA, UPC, CTM, INNOVI, ICSURO. 144 pp.
- Li, Y. Chen, B. 2009. Phenanthrene sorption by fruit cuticles and potato periderm with different compositional characteristics, *J. Agric. Food. Chem.* 57, 637-644.
- Mundet, R., Baiges, T., Beltrán, M., Torrell, A. 2018. Guia de recomanacions i mesures d'adaptació al canvi climàtic en la gestió de Quercus suber. Life+ SUBER. CFC, CPF, CTFC, FCSA, AFSA. 140 pp.
- Olivella, MÀ., Jové, P., Oliveras, A., 2011a. The use of cork waste as a biosorbent for persistent organic pollutants-study of adsorption/desorption of polycyclic aromatic hydrocarbons. *J. Environ. Sci. Health A Tox. Hazard. Subst. Environ. Eng.* 46, 824-832.
- Olivella, MÀ., Jové, P., Şen, A., Pereira, H., Villaescusa, I., Fiol, N., 2011b. Sorption performance of Quercus cerris cork with polycyclic aromatic hydrocarbons and toxicity testing. *Bioresources* 6, 3363-3375.
- Olivella, MÀ., Fernández, I., Cano, L., Jové, P., Oliveras, A., 2013. Role of chemical components of cork on sorption of aqueous polycyclic aromatic hydrocarbons. *Int. J. Environ. Res.* 7, 225-234.
- Pereira, H. 2007. *Cork: Biology, Production and Uses*. Elsevier, Amsterdam. 346 pp.
- Pintor, AMA., Ferreira, CIA., Pereira, JC., Correia, P., Silva, SP., Vilar, VJP., Botelho, CMS., Boaventura, RAR. 2012. Use of cork powder and granules for the adsorption of pollutants: a review. *Water Res.* 46, 3152-3166.
- Prodanovic, V., Hatt, B., McCarthy, D., Zhang, K., Deletic, A., 2017. Green walls for greywater reuse: understanding the role of media on pollutant removal. *Ecol. Eng.* 102, 625-635.
- Santos, SAO., Villaverde, JJ., Sousa, AF., Coelho, JFJ., Neto, CP., Silvestre, AJD. 2013. Phenolic composition and antioxidant activity of industrial cork by-products. *Industrial Crops and Products* 47, 262-269.
- Silva, SP., Sabino, MA., Fernandes, EM., Correlo, VM., Boesel, LF., Reis, RL. 2005. Cork: properties, capabilities, and applications. *Int Mater Rev* 50 (6): 345-365.
- Verdum, M., Prades, C., González Agrados, JR., Bejarano, M., Lezcano, G., Sánchez, M. 2020. Miniguía nuevas aplicaciones del corcho. GO SUBER. 65 pp.
- Vymazal, J. 2005. Horizontal sub-surface flow and hybrid constructed wetlands systems for wastewater treatment. *Ecological Engineering* 25, 478-490.







# 6

JORNADA 6



# Resultats de l'aplicació al Mediterrani sub-humit català d'una silvicultura adaptativa amb criteris d'arbre individual i de silvicultura naturalística

Jaime Coello Gómez. Dr. Enginyer de forests, Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya.

Míriam Piqué Nicolau. Dra. Enginyera de forests, Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya.

Mario Beltrán Barba. Enginyer de forests, Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya.

Lídia Guitart Xarpell. Enginyera de forests, Associació de Propietaris Forestals del Montnegre i el Corredor.

Noemí Palero Moreno. Enginyera de forests, Centre de la Propietat Forestal.

Jordi Vigué Ruaix. Enginyer de forests, Associació de Propietaris Bellmunt-Collscabra.

Joan Rovira Blanco. Grau en enginyeria forestal, Diputació de Barcelona.

Cita bibliogràfica: Coello, J., Piqué, M., Beltrán, M., Guitart, L., Palero, N., Vigué, J., Rovira, J. 2021. Resultats de l'aplicació al Mediterrani sub-humit català d'una silvicultura adaptativa amb criteris d'arbre individual i de silvicultura naturalística. A: Tusell, J. M., Beltrán, M., Monserrate, A. (eds). XXXVIII Jornades Tècniques Silvícoles Emili Garolera. Pp: 74-85. ISBN: 978-84-09-31652-6

---

**Resum** \_ El projecte LIFE MixForChange (2016-2022) té com a objectiu principal contribuir a l'adaptació i incrementar la resiliència dels boscos mixtes mediterranis subhumits davant el canvi climàtic, afavorint la seva conservació i el manteniment de les seves funcions productives, ambientals i socials. En el marc d'aquest projecte, finançat pel programa LIFE de la Unió Europea, hem implementat 164 ha de tractaments de silvicultura adaptativa al canvi climàtic incorporant criteris de silvicultura naturalística i d'arbre individual, al Montnegre-Corredor, Montseny, Bellmunt-Collscabra i Ripollès sud.

---

A grans trets, aquesta silvicultura es caracteritza per fomentar la diversitat d'espècies i estructures, amb intervencions de baixa intensitat centrades en promoure els arbres o grups d'arbres més vigorosos i de més alt interès (econòmic o ecològic), per limitar la despesa dels tractaments i beneficiar-se dels processos naturals favorables als objectius de la silvicultura (poda

natural, microambient forestal humit i fosc per limitar el desenvolupament del sotabosc, etc).

En aquesta jornada presentem el plantejament del projecte, descriuim els criteris silvícoles de la silvicultura naturalística i d'arbre individual i mostrem els principals resultats d'aquesta silvicultura i els productes assolits i previstos en el marc del projecte.



## Introducció: el projecte LIFE MixForChange i les àrees de treball

El projecte LIFE MixForChange 2016-2022, ([www.mixforchange.eu](http://www.mixforchange.eu)) està coordinat pel CTFC i té com a socis beneficiaris el CPF, l'APF Montnegre-Corredor i l'APF Bellmunt-Collscabra, amb la col·laboració de personal tècnic de la Diputació de Barcelona. L'objectiu principal d'aquest projecte és contribuir a l'adaptació i a la resiliència dels boscos mixtos mediterranis subhumits davant el canvi climàtic, afavorint la seva conservació i el manteniment de les seves funcions productives, ambientals i socials.

La principal activitat d'aquest projecte és el disseny, implementació, seguiment (ecològic i silvícola) i transferència de l'aplicació d'una silvicultura adaptativa que incorpora criteris de silvicultura naturalística i d'arbre individual, com es descriu a continuació. Aquesta silvicultura s'ha aplicat a 164 ha de masses mixtes de roureda (*Quercus canariensis*, *Q. petraea*, *Q. pubescens*), pineda (*Pinus sylvestris*, *P. pinea*, *P. pinaster*), castanyeda (*Castanea sativa*) i alzinar (*Quercus*

*ilex ssp. ilex*) al Mediterrani sub-humit català. Les àrees de treball són el Montnegre-Corredor, Montseny, Bellmunt-Collscabra i Ripollès sud. Aquestes intervencions es varen aplicar durant l'aturada vegetativa 2017-18 o 2018-19. A més, s'ha fet la replicació d'aquests tractaments a 56 ha addicionals, al llarg del projecte.

Els rodals intervinguts al projecte presentaven una o més de les següents característiques (Fotografia 1):

- Masses mixtes (almenys dues espècies que aporten més del 20% de l'àrea basal total) o gairebé mixtes, sovint amb presència d'espècies amb potencial per fer fusta d'alt valor: cirerer, roure africà, roure de fulla gran, freixe, servera, moixera, fals plàtan, etc.
- Gestió abandonada en els últims anys o bé excessivament simplificada i centrada en productes de baix valor afegit (llenyes).
- Masses amb problemes sanitaris i de vitalitat, especialment les castanyedes i algunes pinedes, que sovint fan necessari accelerar o acompanyar un canvi en l'espècie principal.
- Molts d'aquests boscos són periurbans, amb força demandes simultànies de serveis ecosistèmics.

**Fotografia 1.** Vista general d'un bosc mixte mediterrani subhumit a l'àmbit català.







**Fotografia 2.** Rodal demostratiu del projecte Life MixForChange després d'una actuació de silvicultura adaptativa al Montnegre-Corredor.

## Descripció general de la silvicultura MixForChange

La silvicultura desenvolupada al projecte, i que s'adapta a les particularitats de les àrees d'actuació, es basa en els models ORGEST per a aquestes formacions, incorporant criteris de **silvicultura adaptativa al canvi climàtic, silvicultura naturalística i silvicultura d'arbre individual**. Aquests criteris silvícoles no són unes instruccions precises i d'aplicació sistemàtica sinó que són més aviat uns principis generals, compatibles entre si, a l'hora d'implementar les intervencions:

- **La silvicultura adaptativa al canvi climàtic** pretén millorar la capacitat de les masses per tolerar (resistència) les principals pertorbacions o amenaces que les poden afectar, i també per recuperar-se (resiliència) un cop han estat afectades per aquestes (*Fotografia 2*). Al nostre context les principals amenaces són els incendis forestals, la sequera i els patògens (plagues i malalties). Com que aquestes amenaces es retroalimenten entre si, s'han d'abordar de manera conjunta. Així, la silvicultura adaptativa mediterrània contempla **el trencament de la continuïtat**

**vertical de combustible** (reduir el risc de que un foc de superfície esdevingui un foc de capçades), mantenir i promoure la **diversitat d'espècies** (per reduir la vulnerabilitat a plagues i malalties específiques i tenir més respostes davant una pertorbació – regeneració de llavor i de rebrot) i la promoció dels arbres o grups d'arbres **amb més vitalitat**.

- **La silvicultura naturalística** (també anomenada "propera la natura", "prosílvia" o *close-to-nature*) busca aprofitar les inèrcies i les dinàmiques naturals favorables als objectius de la gestió per reduir el seu cost alhora que s'incrementen els ingressos per aprofitar productes de més alt valor de mercat (*Fotografia 3*). Al recentment publicat "Manual de gestió naturalística dels boscos de coníferes del Pirineu" (Beltrán *et al.*, 2020), es considera aquesta silvicultura com a "un resultat, encara inacabat, d'un llarg procés de descoberta sobre com gestionar els boscos d'una manera eficaç, curosa i detallista". Un exemple, sinèrgic amb la silvicultura adaptativa esmentada prèviament, seria el mantenir en tot moment un "microambient forestal", fosc i humit, que permeti alhora: i) limitar el desenvolupament del sotabosc i per tant mantenir la discontinuïtat del combustible





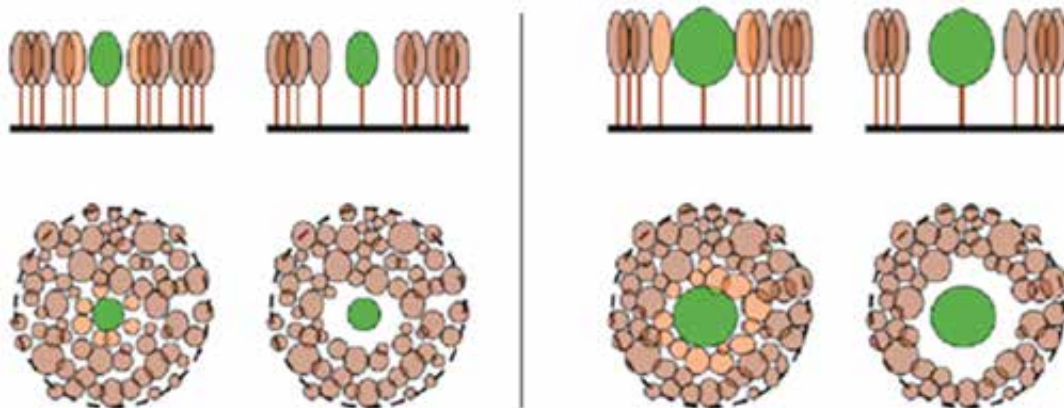
i abaratir o eliminar futures estassades; ii) reduir la transpiració causada per la insolació directa i l'efecte dessecador del vent; iii) facilitar la poda natural i evitar l'emissió de brots epicòrmics dels arbres de més interès comercial gràcies a l'acompanyament lateral d'arbres que no els hi fan una competència severa. Aquest principi general és compatible amb l'obertura, en punts concrets de la massa, de claps o espais per promoure la instal·lació o desenvolupament d'una nova cohort, si es donen les condicions adequades i sempre que els arbres a tallar no tinguin opció d'incrementar el seu valor en el futur.

- La **silvicultura d'arbre individual** (*single-tree*) té com a principi general fer les intervencions silvícoles centrades a promoure els arbres de més alt interès, ja sigui per motius comercials o ecològics (*Figura 1*). Aquest principi general és, a l'igual que en els casos anteriors, flexible i adaptable amb el temps. En general, aquesta silvicultura se sol organitzar en dues fases: i) en les parts de la massa joves i amb alta densitat es permet una fase d'alta competència entre els arbres, per aconseguir una diferenciació natural i una bona conformació dels arbres dominants, tot estalviant aclarides d'alt cost; ii) un cop completada aquesta fase i/o en parts de la massa que mostrin un estat de desenvolupament més avançat (arbres dominants diferenciats), s'identifiquen i marquen els arbres de més alt valor des del punt de vista comercial (peus vigorosos i ben conformats d'espècies d'alt valor) o de la conservació (arbres d'espècies poc representades o amb microhàbitats d'interès), que passen a anomenar-se "arbres de futur". Des d'aquest moment, les intervencions se centren a trobar un balanç entre donar

espai progressivament als arbres de futur per promoure el seu desenvolupament i vigor (aclarides selectives traient progressivament els principals competidors per a l'expansió de la seva capçada) però mantenint un acompanyament lateral, respectant els arbres propers que no facin una competència excessiva.



**Fotografia 3.** La silvicultura naturalística es basa en la realització d'aclarides selectives amb marcatge complet previ, segons les característiques i el paper de cada arbre a la massa i en relació amb les dinàmiques naturals presents que es volen regular i les inexistentes que es volen reactivar. Foto del rodal demostratiu del Ripollès



**Figura 1.** Esquema d'obertura progressiva de l'espai de creixement d'un arbre seleccionat, com a exemple de la silvicultura d'arbre individual. Figura de Mori i Pelleri, 2014.



Si bé aquests principis es poden considerar com a intuïtius i entenedors a nivell conceptual, sobre el terreny es donen sovint situacions contradictòries o amb dificultats per trobar un balanç entre objectius divergents: com mantenir totes les espècies si hi ha alguna amb problemes evidents d'adaptació o vigor; com mantenir un microclima forestal sense que hi hagi una competència excessiva o com mantenir una baixa vulnerabilitat estructural a incendis amb una massa multiestratificada. A més, la barreja d'espècies i estructures a petita escala dificulta l'aplicació de solucions a nivell de tot el rodal. Per tant, el paper del silvicultor cobra una importància cabdal amb aquesta silvicultura per aconseguir els resultats esperats.

En comparació amb la silvicultura prevalent al nostre context, aquests principis donen lloc a intervencions de més baixa intensitat, més freqüents i detallades. En altres paraules, s'incrementa la implicació del personal qualificat (senyalament, formació de les colles) però s'intenta reduir la inversió en treballs forestals (estassades, tallades i extracció de fusta), mirant d'aconseguir una silvicultura cost-eficaç. La periodicitat de l'aplicació d'aquesta silvicultura depèn de l'estat de desenvolupament de la massa, de la productivitat de l'estació i de la intensitat de l'últim tractament aplicat. En termes generals, aquesta periodicitat varia habitualment entre 6 i 10 anys.

## Caracterització de les intervencions silvícoles MixForChange

Les intervencions silvícoles del projecte s'han implementat sobre 164 ha (34 rodals) + 56 ha (10 rodals) de replicació. La implementació s'ha dissenyat en base a una caracterització prèvia del rodal, en la qual vàrem recopilar de manera detallada les variables a nivell de massa i de les espècies presents a l'estrat arbori i sotabosc, amb èmfasi en els individus amb potencial per ser identificats com a arbres de futur.

Per avaluar l'efecte de les intervencions hem instal·lat en el conjunt de rodals del projecte un total de 71 parcel·les permanents de seguiment, amb una mida d'entre 10 i 13 m de radi. Hem caracteritzat tots els arbres dins les parcel·les, amb més detall per als 450 arbres de futur iden-

tificats en total, i també el sotabosc i la vulnerabilitat estructural a incendis (Piqué *et al.*, 2011). Hem fet l'inventari en tres moments: abans i just després de la intervenció (per caracteritzar-la) i durant l'aturada vegetativa 2020/21 (2 o 3 anys després de les intervencions) per avaluar l'evolució a curt termini de la massa. En els mateixos moments, i a escala de rodal, hem estimat l'efecte de les intervencions sobre un indicador indirecte de l'estat de conservació: l'Índex de Biodiversitat Potencial, IBP (Larrieu i Gonin, 2009; Baiges *et al.*, 2018), del qual s'està desenvolupant una versió adaptada a les condicions mediterrànies al projecte LIFE BIORGEST.

Les darreres dades recollides, tant de l'inventari dasomètric, com de la vulnerabilitat estructural i l'IBP estan actualment (març 2021) en fase d'anàlisi i per tant no és possible incloure les seves conclusions dins del present document. No es mostren les dades de vulnerabilitat estructural ni d'IBP corresponents a l'inventari immediatament posterior a les intervencions, ja que els efectes sobre aquests indicadors es donen a mig termini.

Els principis aplicats en aquesta silvicultura són els descrits al segon apartat d'aquest article: adaptativa, naturalística i d'arbre individual. Els tractaments aplicats als rodals del projecte es poden resumir com els d'una silvicultura de massa mixta, irregular o semiregular, amb l'aplicació d'aclarides selectives (en favor dels arbres de futur) quan hi ha presència d'aquests individus, i d'aclarides mixtes (baixes i altes) a la resta de la superfície. En les formacions amb bosc menut s'han fet seleccions de tanys mirant d'assolir una estructura de bosc mig ("*coppice with standards*"). Els models ORGEST de referència són aquells més propers a generar aquests tipus d'estructures desitjades, tot i que ha estat necessari incorporar modificacions als models per acollir la silvicultura MixForChange.

A efectes pràctics, i tot i les adaptacions pròpies de cada rodal i de la presència i característiques dels arbres de futur, aquesta silvicultura es concreta en les següents intervencions:

- **Identificació dels arbres de futur** (o de valor). Són peus amb **interès comercial futur** (diàmetre d'almenys 15-20 cm, ben conformats, amb la capçada desenvolupada), d'espècies productores de fusta de qualitat que s'aprofitaran considerant un torn tecnològic, **o des del punt de vista de biodiversitat**, amb peus d'espècies poc representades o amb microhà-



bitats d'interès, i que no es recol·lectaran mai. En aquesta identificació es busca un màxim de 100-150 arbres de futur per hectàrea (de valor comercial o de biodiversitat), distribuïts de la manera més regular possible; la distància orientativa entre els troncs de dos arbres de futur seria d'almenys 8-10 m.

- **Aclarides selectives en favor dels arbres de futur**, consistents en treure el principal competidor, és a dir, aquell peu que més limita l'expansió de la capçada de l'arbre de futur. Si aquest és prou estable i no hi ha risc d'emissió de brots epicòrmics (arbre de futur amb interès comercial) es pot plantejar l'eliminació de 2 o fins i tot 3 competidors, sempre parant atenció a la competència a nivell de la capçada. També es planteja una poda de qualitat de l'arbre de futur, si s'escau (només en arbres de futur relativament petits, que puguin acumular un volum de fusta important per sobre de les ferides de poda). La resta d'arbres situats prop de l'arbre de futur, dominats per aquest i que fan un acompanyament lateral, no es tallen.
- **A la resta de la superfície (zona sense influència de les aclarides selectives) s'apliquen les indicacions del model ORGEST** corresponent, per a la regulació de la densitat total de la massa, principalment amb aclarides mixtes respectant totes les espècies presents i seleccions de tanys deixant 1-3 tanys per soca, en funció de la seva estabilitat. També s'ha tingut en compte el manteniment de la fusta morta preexistent (en peu i al terra) de més gran diàmetre, amb una densitat de referència d'entre 5 i 10 peus per hectàrea.
- **Estassada selectiva i parcial**, respectant prop d'un 25% de cobertura de sotabosc. Aquesta estassada se centra en reduir la presència dels individus de més d'1,3 m d'alçada, sobre tot de les espècies més piròfiles i d'aquelles que no produeixen fruit d'interès per a la fauna. Per limitar la força del rebrot (sobretot amb bruc, arboç i marfull) es deixa 1 tany per soca. En el cas de l'avellaner només es tallen els tanys del perímetre de la soca.
- Les restes de tallada es trossegen i es repar-teixen per evitar acumulacions. Això no afecta a la fusta morta preexistent ni als arbres explícitament seleccionats per a la generació de nova fusta morta, si n'hi han.

- A les àrees del bosc que presenten una densitat molt baixa a causa d'una pertorbació (ventada, mortalitat per problemes sanitaris) i una estructura simplificada es fan plantacions d'enriquiment mixtes, incloent-hi espècies productores de fusta de qualitat.

A tots els rodals s'ha considerat imprescindible fer una transferència curosa i progressiva dels principis d'aquesta silvicultura a les persones responsables de les colles de treballs forestals, amb èmfasi en les diferències amb la silvicultura tradicional. En funció de la complicació tècnica de l'execució i de la capacitat de les colles, el marcatge ha estat total, parcial (només arbres de futur i, puntualment alguns competidors clau) o limitat a les "àrees d'entrenament" del personal.

A la *Taula 1* es mostra la caracterització quantitativa de la silvicultura aplicada per als diferents tipus de rodals demostratius del projecte Life MixForChange.

## Balanç econòmic de les intervencions respecte la silvicultura tradicional

L'anàlisi econòmica de les actuacions s'ha basat en la comparació dels costos i ingressos de la gestió innovadora implementada en el projecte (GFI) amb la gestió tradicional (GFT). La GFT es defineix com aquella que s'hauria aplicat en aquests mateixos rodals seguint els criteris predominants a cada formació i es caracteritza per tallades d'intensitat moderada a intensa en les que se sol promoure la obtenció d'un sol producte, sovint de curta cadena de transformació (llenyes, biomassa o fins i tot fusta de serra de baixa qualitat). Les dades recopilades per fer aquesta comparació s'han recollit a través d'enquestes realitzades a 84 treballadors i 9 tècnics forestals implicats en la implementació dels tractaments als 4 massissos del projecte. Els principals resultats d'aquesta anàlisi, resumides a la *Taula 2*, són els següents:

- A nivell global, ni la GFI ni la GFT no són econòmicament sostenibles. Ambdós tipus de gestió donen lloc a balanços negatius, amb valors mitjans d'entre 600 i 1.800 €/ha segons la zona d'estudi i tipologia de bosc. La GFI dona lloc a resultats econòmics sem-



Taula 1. Resum dels diferents tipus de rodals demostratius i de les intervencions silvícoles aplicades.

Formació	Tipus de massa	Model ORGEST	Tractaments específics, a més dels generals*	Xifres de la intervenció	
				Densitat (peus/ha)	AB (m <sup>2</sup> /ha)
Alzinar	Mixte, irregular, molt capitalitzat (AB 30-40 m <sup>2</sup> /ha)	Qii04, QiiPL3	Tallades de selecció en alzina (CD20-30), eliminant peus de gran capçada però sense un gran diàmetre de tronc	1.375 → 815 (-40%)	34 → 24 (-29%)
	Mixte, irregular, capitalització intermèdia (AB 25-30 m <sup>2</sup> /ha)	Qii01, QiiPL3	Tallades de selecció en alzina (CD20-35), eliminant peus de gran capçada però sense gran diàmetre de tronc	1.035 → 690 (-33%)	27 → 20 (-26%)
	Pur, irregular, àmbit litoral, qualitat mitjana	Qii04	Aclarida selectiva centrada en peus codominants per adaptar-se al model	1.560 → 1.100 (-29%)	24 → 19 (-21%)
	Mixte, irregular, àmbit litoral, qualitat alta	Qii01	Tallada de selecció per adaptar-se al model	1.200 → 820 (-32%)	26 → 17 (-34%)
Casta-nyeda	Mixta multiestratificada, castanyer regular poc abundant (<25% AB), vitalitat baixa	Cs05, CsPL3	Acompanyar el canvi d'espècie eliminant castanyer poc vital	1.050 → 800 (-24%)	27 → 22 (-18%)
	Mixta multiestratificada, castanyer regular no dominant (35-50% AB), vitalitat baixa	Cs03, Cs05, CsQu1, CsPL3	Acompanyar el canvi d'espècie eliminant castanyer poc vital	1.400 → 860 (-39%) 1.140 → 770 (-32%)	30 → 21 (-30%) 23 → 19 (-20%)
	Mixta multiestratificada, castanyer regular dominant (60-75% AB), vitalitat baixa	Cs05, CsQu1	Acompanyar el canvi d'espècie eliminant castanyer poc vital	1.465 → 950 (-35%) 965 → 775 (-20%)	29 → 22 (-25%) 25 → 22 (-15%)
	Mixta multiestratificada, castanyer regular més o menys abundant (40-60% AB), vitalitat intermèdia	Cs03 CsPL3	Potenciar planifolis acompanyants mantenint el castanyer a mig termini	1.520 → 1.030 (-32%)	30 → 23 (-23%)
	Irregular per bosquets, dominada per roure africà vital	Qca01, QcaAl1, QcaPL3	Aclarides selectives en favor dels arbres de futur	1.035 → 735 (-29%)	27 → 21 (-22%)
Roureda	Irregular per bosquets, dominada per roure de fulla gran, vital	Qpe02, QcaAl1	Aclarides selectives en favor dels arbres de futur	1.245 → 975 (-22%)	42 → 32 (-25%)
	Irregular per bosquets, dominada per roure martinenc, amb altres roures i/o planifolis	-	Aclarides selectives en favor dels arbres de futur	1.200 → 750 (-38%)	20 → 15 (-25%)
	Irregular peu a peu, molt capitalitzada, dominada per roure martinenc amb altres planifolis i pi roig	-	Aclarides selectives en favor dels arbres de futur	1.528 → 976 (-50%)	36 → 27 (-53%)
	Irregular per bosquets, dominada per roure pèrol, amb altres planifolis, qualitat d'estació alta	Qr01	Aclarides selectives en favor dels arbres de futur	1.100 → 775 (-30%)	30 → 25 (-17%)
	Pi pinyer en fase de senescència, capitalització intermèdia, subvol de quercines	PPa08, PpaQi1	Reduir densitat de pins per donar espai als planifolis de més potencial per avançar en multiestratificació	1.090 → 840 (-23%)	26 → 20 (-23%)
Pineda	Mixta poc capitalitzada, subvol de quercines, baixa qualitat d'estació	Qii04, QiiP1	Promoure l'estrat inferior sense reduir gaire la densitat	570 → 450 (-21%)	11 → 10 (-9%)
	Pineda mixta per bosquets; pi roig, roure martinenc i altres planifolis	PsQh3	Promoure el desenvolupament dels planifolis	800 → 585 (-27%)	24 → 20 (-17%)
	Pineda mixta peu a peu, capitalitzada; pi roig afectat per sequera i nevades; roure martinenc i altres planifolis	-	Promoure el desenvolupament dels planifolis; tallada sanitària del pi	1.435 → 940 (-34%)	56 → 44 (-21%)

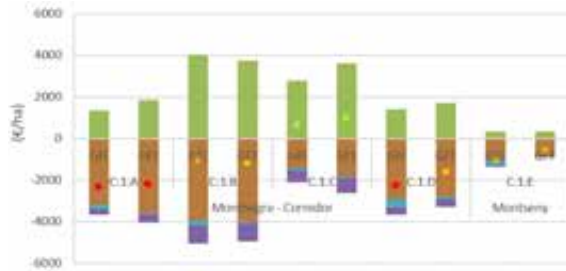
\* en tots els casos es fa una identificació i alliberament dels arbres de futur, seleccions de tanys si hi ha bosc menut i estassades selectives, com s'ha descrit prèviament.

blants als de GFT en els rodals més desenvolupats i capitalitzats, on els arbres codominants (sobre els quals se solen centrar aquestes tallades) tenen dimensions importants (ex: rodals C1B, C2F, C3B o C4C de la Figura 2). En canvi, en els rodals més joves o amb baixes densitats, on s'extreu menys producte i de més baixa qualitat, el balanç econòmic és favorable a la GFT (ex: rodals C2A o C2C a la Figura 2) amb estalvis globals de fins el 57%.

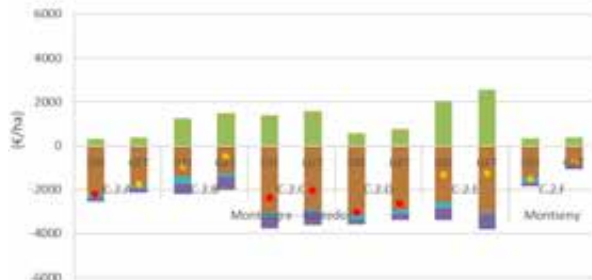
- Pel que fa als ingressos, la GFT dona lloc a ingressos més alts (+4-33%) que la GFI, gràcies a l'obtenció d'una quantitat més gran de producte, tot i ser predominantment de baix valor afegit. La GFI dona lloc a una menor quantitat de producte però més divers.
- Pel que fa als costos, en la major part de casos, la GFI dona lloc a costos més elevats (+14-37%) que la GFT. En tots dos casos els principals costos (72-85%) corresponen als treballs forestals, els quals són entre 10-32% més cars en la GFI. En el cas dels tractaments sobre l'estrat arbori, l'estat inicial dels rodals determina si el cost superior de selecció de la GFI compensa o no el cost superior d'abatiment i extracció de la GFT. L'estassada selectiva de la GFI sol ser més cara (12-77%) que l'estassada plena o l'absència d'estassada de la GFT. El principal increment del cost de la GFI respecte la GFT és dona al cost de seguiment tècnic (marcatge, seguiment i formació de les colles), incrementat en un 51-83%, si bé aquesta partida només suposa l'1-25% del cost total.

Val a dir que aquesta anàlisi s'ha fet en base a una primera aplicació de la GFI, és a dir, que el balanç econòmic és molt més negatiu del què s'espera obtenir en aplicacions futures d'aquesta gestió, amb el personal més capacitats i les masses més preparades per a aquesta silvicultura: identificació més senzilla dels arbres de futur i dels seus competidors i generació progressiva de productes d'alt valor afegit. En tot cas, la GFI incorpora criteris d'adaptació al canvi climàtic i de conservació en més gran mesura que la GFT, més centrada en cercar la sostenibilitat econòmica a cada intervenció, per la qual cosa és difícil que els resultats econòmics de GFI haguessin estat més favorables en aquesta primera intervenció, en part perquè no s'incorpora el valor equivalent d'aquesta millora dels serveis ecosistèmics.

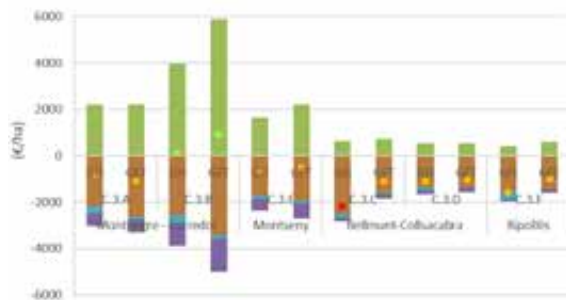
### Alzinars



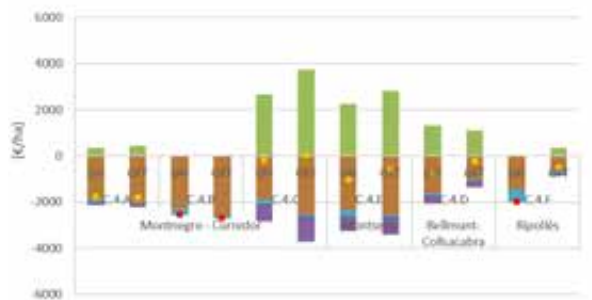
### Castanyedes



### Rouredes



### Pinedes



■ Gestió tècnica ■ Treballs forestals ■ Transport ■ Ingressos

**Figura 2.** Balanç econòmic de l'aplicació d'una gestió forestal tradicional (GFT) i innovadora (GFI) en diferents tipus de rodals, per tipologia de bosc, en rodals representatius del Montnegre-Corredor. Els punts dins de cada columna indiquen el balanç econòmic de la intervenció: positiu (punt verd), negatiu fins a 2.000 €/ha (groc) i negatiu amb més de 2.000 €/ha (vermell).



**Taula 2.** Principals diferències entre la gestió innovadora (GFI) i la tradicional (GFT) que afecten al balanç econòmic.

Tipus de costos i ingressos	GFI	GFT
Productes obtinguts	Productes diversos Volums baixos	Majoritàriament producte de baix valor afegit Volums alts
Potencial de generació de productes d'alt valor en el futur	Alt	Baix
Costos de gestió tècnica	Alt (marcatge, formació a treballadors)	Baix
Costos de treballs forestals	Intermedi (tot i el cost superior de classificació)	Intermedi (cost superior d'abatiment i extracció)
Costos d'estassada	Intermedi-alt (selectiva)	Intermedi-baix (sistemàtica, 100% superfície o no es fa)

## Reptes per a l'adopció d'aquesta silvicultura

Com s'ha descrit, aquesta silvicultura presenta interessants oportunitats per al seu desplegament al nostre context, si bé hi ha una sèrie de limitacions o reptes a superar.

**Masses en transició.** Aquesta silvicultura implica un paper molt actiu de la persona gestora, especialment a les primeres intervencions, les quals es poden considerar com a "de transició o adaptació", és a dir, de preparació de les masses cap a una gestió cada cop més basada en els principis descrits. A les primeres intervencions, per tant, els resultats econòmics molt difícilment milloraran els de la silvicultura tradicional. En canvi, a mesura que es van aplicant aquests principis en les successives intervencions en un rodal determinat, l'estructura de la massa anirà facilitant la presa de decisions, especialment pel que fa a les intervencions en favor dels arbres de futur, els quals seran cada cop més evidents, i per tant l'aplicació serà cada cop més senzilla i s'obtidran cada cop més productes d'alt valor.

**Canvi de mentalitat.** Qualsevol canvi en la manera de gestionar un bosc és difícil d'implementar i els resultats de l'adopció de nous criteris, sobretot quan les intervencions són de baixa intensitat, no són evidents fins després de diverses dècades. A més, aquests criteris suposen la necessitat de senyalar (o fer una formació intensa del personal operari per què interioritzin els principis a aplicar) i un compromís d'intervenció periòdica i més freqüent

que la gestió tradicional, per evitar una situació de competència excessiva per als arbres de futur. Per tant, l'adopció d'aquesta silvicultura requereix un canvi de mentalitat i una visió i a mig-llarg termini que és habitual, tot i que no generalitzada, a la silvicultura mediterrània.

**Formació i capacitació.** Els principis que fonamenten aquesta silvicultura no es troben suficientment incorporats dins dels plans d'estudis forestals, per la qual cosa és clau incidir en la formació del personal que realitza la planificació, l'execució i el seguiment d'aquests treballs per aconseguir una transferència eficaç a la propietat forestal i a les colles que executen els treballs. També es fa imprescindible una elevada capacitació del personal operari a bosc per tal d'assegurar l'eficiència dels tractaments i la minimització dels impactes negatius al bosc i a l'estació forestal, que són a la fi l'origen de la riquesa.

**Logística.** L'aplicació d'aquesta silvicultura sovint dona lloc, al mateix rodal, a productes de mida molt diversa, per la qual cosa és clau planificar la logística de classificació i transport dels diferents productes generats, per valoritzar aquells amb un valor afegit més alt. En aquest sentit, l'APMC està desenvolupant un sistema pilot de logística i comercialització dels productes forestals en l'àmbit de l'Associació, articulat des d'un punt de vista logístic i metodològic. La logística inclou la definició de les actuacions, productes, transport, destins i acopis; l'establiment dels condicionants tècnics i legals que afecten a la logística i la comercialització i l'estimació econòmica per determinar les opcions més eficients. A nivell metodològic s'in-



clou la creació d'un flux de presa de decisions per replicar aquest sistema en altres massissos o associacions.

**Administrativa.** Tot el conjunt del sistema administratiu per a la planificació i la gestió forestal, tant de finques privades com públiques, també ha de ser objecte de revisions contínues i de modificacions per tal de donar cabuda i context a la silvicultura adaptativa al canvi climàtic. Els esforços per millorar les actuacions forestals han d'anar lligats també als canvis administratius necessaris, doncs el sistema vigent des de fa anys pot no ser òptim ara i/o en el futur amb el context canviant. És d'especial rellevància en els aspectes relacionats amb la planificació estratègica, tant en la diagnosi dels impactes previstos com en els referents o models de gestió, i en els relacionats amb la implementació, seguiment i avaluació de les actuacions, amb la integració específica dels efectes dels tractaments en l'adaptació als impactes previstos i en el conjunt de funcions del bosc.

## Conclusions

La silvicultura proposada presenta, a mig termini, importants avantatges des del punt de vista de l'adaptació, econòmics, ambientals i socials:

- **Adaptació.** Aquesta silvicultura incorpora criteris d'adaptació al canvi climàtic que redunden en un increment de la capacitat de resistència i resiliència de les masses davant diferents pertorbacions associades al canvi climàtic: sequera, incendis, plagues i malalties.
- **Econòmics.** Si bé els resultats econòmics de la primera intervenció d'aquesta silvicultura han estat semblants (masses capitalitzades) o més desfavorables (masses poc capitalitzades) que els de la silvicultura tradicional, s'espera que, amb la transformació progressiva de les masses a aquest mètode el balanç econòmic esdevingui progressivament més favorable. Les principals oportunitats són la reducció esperada del cost de les intervencions, sobretot d'aquelles que suposen una inversió neta (estassades, tallada i extracció de peus) i la disponibilitat creixent d'arbres de futur amb alt valor comercial.

- **Ambientals.** Aquesta silvicultura suposa una baixa intensitat de les intervencions i incorpora criteris de conservació de la biodiversitat, com ara la promoció d'espècies poc representades i el manteniment d'arbres d'interès per a la fauna (amb microhàbitats, morts en peu o al terra) i d'arbustos productors de fruit i espècies d'interès florícola.
- **Socials.** Si bé és adaptable a una gran varietat de contextos, aquesta silvicultura és especialment interessant per a entorns periurbans i àrees d'alta freqüentació, a on la societat pot ser sensible a intervencions silvícoles de més alta intensitat.

De manera general, la silvicultura innovadora proposada diferirà significativament de la tradicional quant als serveis ecosistèmics generats a mig termini i també quant a altres beneficis indirectes, com ara la provisió de productes amb circuits econòmics més llargs. Per tant, el balanç econòmic mostrat, limitat als costos i ingressos directes de les actuacions forestals, mostra només parcialment el potencial de la silvicultura proposada.

Tot i aquests avantatges, hi ha encara reptes per a la seva generalització, relacionats amb la necessitat d'una planificació a llarg termini, l'aplicació relativament freqüent de les intervencions, amb la formació de les persones implicades en la planificació i execució i també amb la logística dels productes obtinguts.

## Agraïments

El projecte LIFE MixForChange (LIFE15 CCA/ES/000060) està finançat pel programa LIFE de la Unió Europea. La preparació d'aquesta article també ha estat finançada a través del projecte "Masses forestals mixtes per a l'adaptació del bosc al canvi climàtic, foment de la biodiversitat i diversificació de la producció forestal", dins l'operació 01.02.01 de Transferència Tecnològica del Programa de desenvolupament rural de Catalunya 2014-2020.





## PRODUCTES DISPONIBLES DEL PROJECTE LIFE MIXFORCHANGE

El projecte LIFE MixForChange acabarà a la primavera 2022, però ja es disposa d'una sèrie de productes de transferència sobre els aspectes abordats en aquest article, i d'altres relacionats:

- Documents descriptius de la silvicultura aplicada a cadascuna de les formacions forestals del projecte (<http://www.mixforchange.eu/ca/documentacio-i-productes/>).
- Cartografia de caracterització de la vulnerabilitat davant el canvi climàtic dels boscos mediterranis subhumits (<http://www.mixforchange.eu/ca/documentacio-i-productes/>).
- Protocol de classificació visual de la qualitat de la fusta en peu de planifolis d'alt valor (Coello *et al.*, 2020a): eina d'ajuda a la presa de decisions en silvicultura amb criteris d'arbre individual, per facilitar l'avaluació de la qualitat de la fusta en peu en diverses fases vitals i també les possibles destinacions industrials de les principals espècies de planifolis d'alt valor.
- Catàleg d'usos de la fusta de planifolis d'alt valor a Catalunya (Coello *et al.*, 2020b): publicació divulgativa que té com a objectiu mostrar la gran diversitat i la rellevància d'aquesta indústria de transformació a Catalunya.

Està previst, a més, editar durant 2021 dues guies:

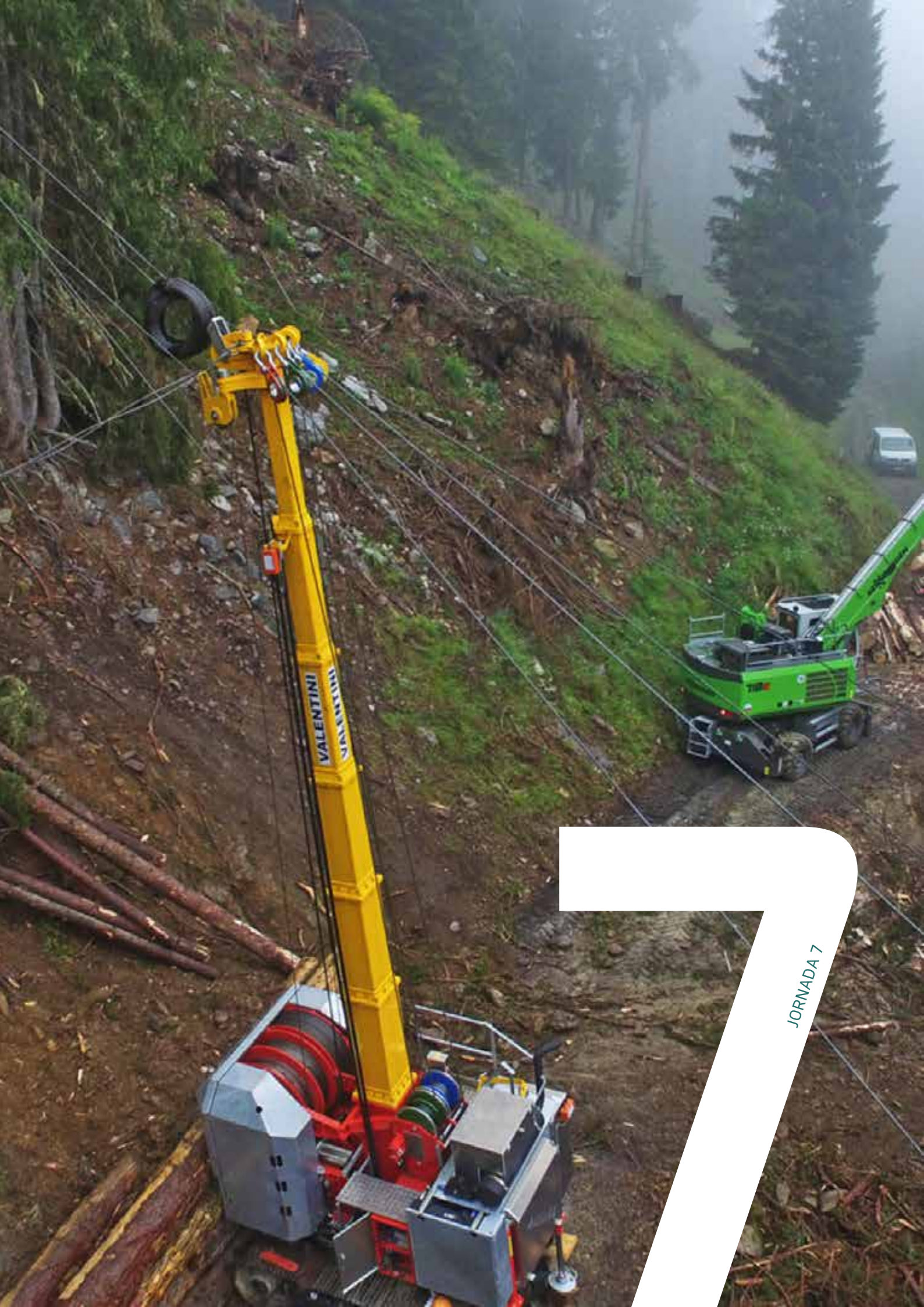
- "Polítiques locals, canvi climàtic i gestió forestal en boscos periurbans: una integració necessària", que té com a objectiu presentar les característiques i valor del bosc periurbà, les seves amenaces lligades al canvi climàtic i com la gestió forestal sostenible i adaptativa pot ajudar a fer-les front. A més, mostra exemples de mesures i accions que es poden dur a terme des de les polítiques locals per fomentar la gestió adaptativa del bosc periurbà.
- Guia de silvicultura adaptativa al canvi climàtic amb criteris naturalístics i d'arbre individual per a boscos mediterranis subhumits", que té com a objectiu mostrar els criteris tècnics a tenir en compte a l'hora de planificar i implementar una silvicultura amb els criteris mostrats en el present article

## Referències

- Baiges, T., Cervera, T., Palero, N. 2018. L'índex d'avaluació de la biodiversitat potencial dels boscos de Catalunya (IBPC). Què és i com es calcula? A: Tusell, JM., Beltrán, M. (eds). XXXV Jornades Tècniques Silvícoles Emili Garolera. Consorci Forestal de Catalunya. Pp: 34-43.
- Beltrán, M., Cano, F., Garitacelaya, J., Piqué, M. 2020. Manual de gestió naturalística dels boscos de coníferes del Pirineu. Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya, Solsona. 112 pp.
- Coello, J., Garcia, Q., Baiges, T. 2020a. Protocol de classificació visual de la qualitat de la fusta en peu de planifolis d'alt valor. Centre de la Propietat Forestal. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació. Centre de Ciència de Tecnologia Forestal de Catalunya. 25 pp.
- Coello, J., Piqué, M., Beltrán, M. 2020b. Usos de la fusta de frondoses d'alt valor a Catalunya. Centre de Ciència de Tecnologia Forestal de Catalunya, Solsona. 28 pp.
- Larrieu, L., Gonin, P. 2009. L'indice de biodiversité potentielle (IBP): une méthode simple et rapide pour évaluer la biodiversité potentielle des peuplements forestiers. Rev. For. Fr. LX. 727-748
- Mori, P., Pelleri, F. (eds.). 2014. Silviculture for sporadic tree species. Extended summary of the technical manual for tree-oriented silviculture proposed by the LIFE+ project and PProSpOT. Compagnia delle Foreste, Arezzo.
- Piqué, M., Castellnou, M., Valor, T., Pagés, J., Larrañaga, A., Miralles, M., Cervera, T. 2011. Integració del risc de grans incendis forestals (GIF) en la gestió forestal: incendis tipus i vulnerabilitat de les estructures forestals al foc de capçades. Sèrie: Orientacions de Gestió Forestal Sostenible per a Catalunya (ORGEST). Centre de la Propietat Forestal. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. Generalitat de Catalunya. 130 pp.







JORNADA 7

# Introducció del cable aeri a Catalunya

Gerard Alcoverro Poch. Enginyer de Forests, Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya.

Gianni Picchi. Dr. en agronomia mediambiental, Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Francesc Cano Ibáñez. Enginyer de Forests, Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural.

Cita bibliogràfica: Alcoverro, G., Picchi, G., Cano, F. 2021. Introducció del cable aeri a Catalunya. A: Tusell, J. M., Beltrán, M., Monserrate, A. (eds). XXXVIII Jornades Tècniques Silvícoles Emili Garolera. Pp: 86-97. ISBN: 978-84-09-31652-6

**Resum** \_ El cable aeri és un sistema de desembosc que s'utilitza sovint en altres països tant de la conca Mediterrània com del centre-nord d'Europa, és un sistema que aporta una gestió respectuosa amb el medi que permet arribar a gestionar muntanyes que amb els mitjans tradicionals no seria possible fer-ho.

En el present text es presenta aquest sistema de desembosc innovador, explicant les diferents tipologies del sistema juntament amb experiències del cable aeri tant a Catalunya com a Itàlia, un país amb similituds al nostre que té ben implementat aquest tipus de sistema de desembosc. Finalment es parla del potencial que té el cable aeri a Catalunya, un territori plenament forestal amb condicions orogràfiques complicades i una gran part de la superfície amb un elevat valor ecològic que requereix una gestió acurada.

## El sistema del cable aeri: una millora en la gestió

L'aprofitament dels boscos continua sent una de les activitats forestals més importants en el sud d'Europa, on els boscos es troben principalment en zones de muntanya amb pendents que dificulten les operacions, i que normalment solen dur-se a terme amb tractors agrícoles o forestals. S'estima que actualment el 54% de la superfície forestal arbrada de Catalunya es troba en pendents superiors al 30%, valors limitants per a maquinària amb pneumàtics i el 34% per sobre del 40% de pendent, valors límit per a maquinària amb cadenes o erugues. S'ha de tenir en compte que el desembosc és una operació difícil que suposa molt cost, tant de temps com econòmic. Per tant, en superfícies

amb elevada dificultat per a extreure la fusta s'han de potenciar sistemes que permetin fer la labor de la manera més eficient possible.

Els boscos mediterranis són estèticament atractius, però bastant fràgils, per la qual cosa requereixen estratègies acurades per a la seva conservació i gestió. En particular, s'han d'identificar aquelles tècniques forestals que permetin operacions d'acord amb les condicions ecològiques i socials que caracteritzen la regió.

El cable aeri (*Fotografia 1*) es va desenvolupar a Europa central i es va introduir amb posterioritat en el nord d'Europa, a Amèrica del Nord i el Japó. El sistema de cable aeri s'ha adaptat a les condicions forestals pròpies de cada país. Actualment s'utilitza de manera habitual en els boscos de muntanya de diverses regions.





A Catalunya ja tenim exemples inicials de la seva utilització quan el preu de la fusta era elevat. Coneixem el seu ús puntual al Pallars Sobirà, la Cerdanya i als Ports de Tortosa-Beseit fins a la meitat del s.XX. I posteriorment s'ha utilitzat a la Cerdanya i la Garrotxa durant els anys noranta i començaments dels 2000.



**Fotografia 1.** Sistema de cable aeri tricable amb el model V850 de la marca Velentini Teleferiche.

El cable aeri és un sistema de desembosc complementari als convencionals i utilitzats quan aquests no estan indicats. Té un gran potencial a les zones amb els següents factors:

- Terrenys amb fort pendent i/o elevada escabrositat.
- Àrees protegides o fràgils, on és necessari evitar possibles danys a la massa romanent i al sòl.
- Zones amb entollament temporal o permanent, on l'entrada de la maquinària està limitada.
- Finques amb baixa densitat viària i restriccions per a construir altres noves per motius estètics, ecològics o econòmics.
- Regions afectades per catàstrofes naturals, on cal treure grans quantitats de fusta en poc temps.
- Masses forestals amb fusta de valor, atès que es pot compensar millor el major cost del cable.

A Catalunya tenim moltes àrees forestals amb potencial d'aprofitament, però amb una sèrie de limitacions, com poden ser els espais protegits (el 49,3% de la superfície forestal de Catalunya està protegit pel PEIN i Xarxa Natura 2000 i el 13,4% per Espais Naturals de Protecció Especial), les muntanyes amb pendents elevats i també amb baixa densitat viària, on és interessant fer gestió forestal, encara que sigui només per a mantenir la vitalitat ecològica i la biodiversitat d'aquests espais, independentment de fins econòmics. Per això la utilització del cable aeri podria arribar a tenir el seu espai i oferir oportunitats al sector forestal català.

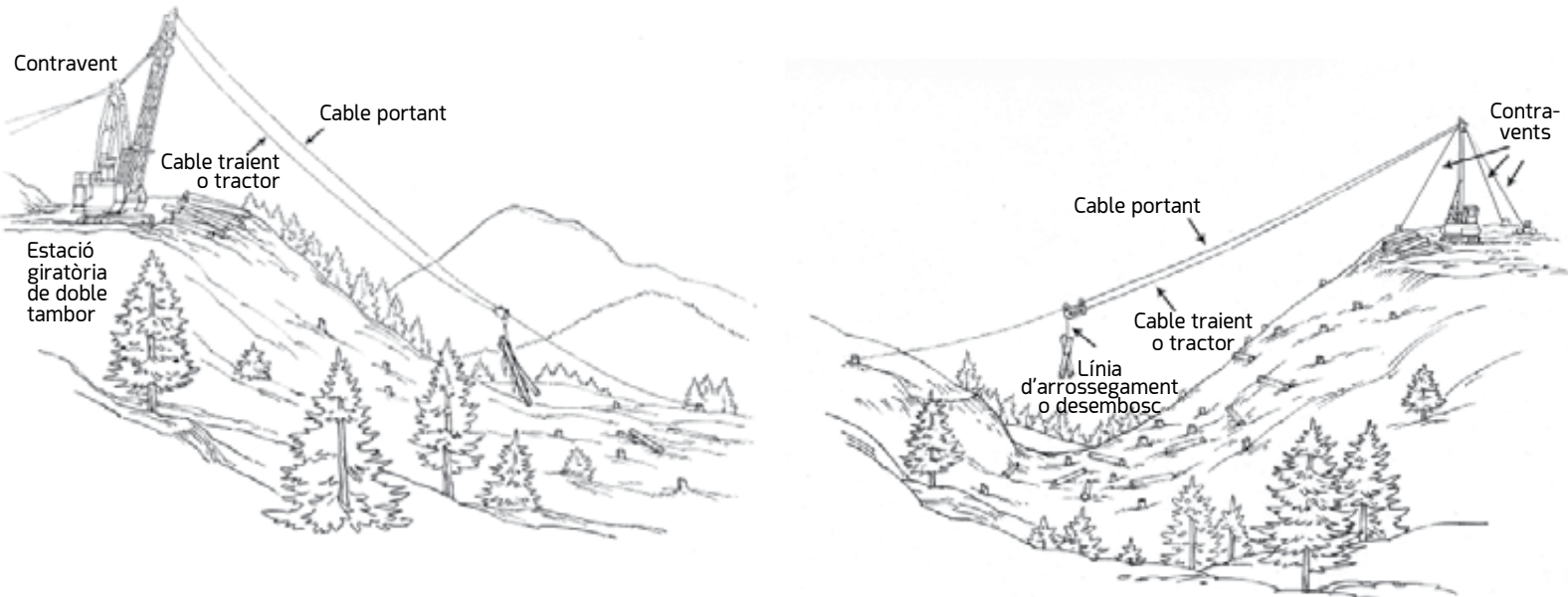
## Introducció al cable aeri

El sistema de desembosc amb cable aeri es defineix com un sistema d'extracció de fusta de forma suspesa o semi-suspesa mitjançant cables que se situen per sobre del terra (*Figura 1*). Podem trobar diferents sistemes de cable aeri depenent dels elements que ho componguin i la utilització d'aquests.

Una de les moltes possibles classificacions del cable aeri és en funció del nombre de cables que s'utilitza (*Figura 2*). Bicable quan es troben només dos cables, el cable via (vermell en la imatge) i el cable motor o tractor (negre a la imatge) i tricable quan als dos cables anteriors se li suma el cable de retorn (blau en la imatge).

El sistema de tricable presenta molta més versatilitat pel fet que es pot col·locar la torre tant a dalt com a baix de la muntanya i treure la fusta pujant-la o baixant-la. Per contra, en el sistema bicable la torre sempre ha d'estar situada a la part alta i la fusta només pot remuntar, ja que el carro baixa per gravetat.

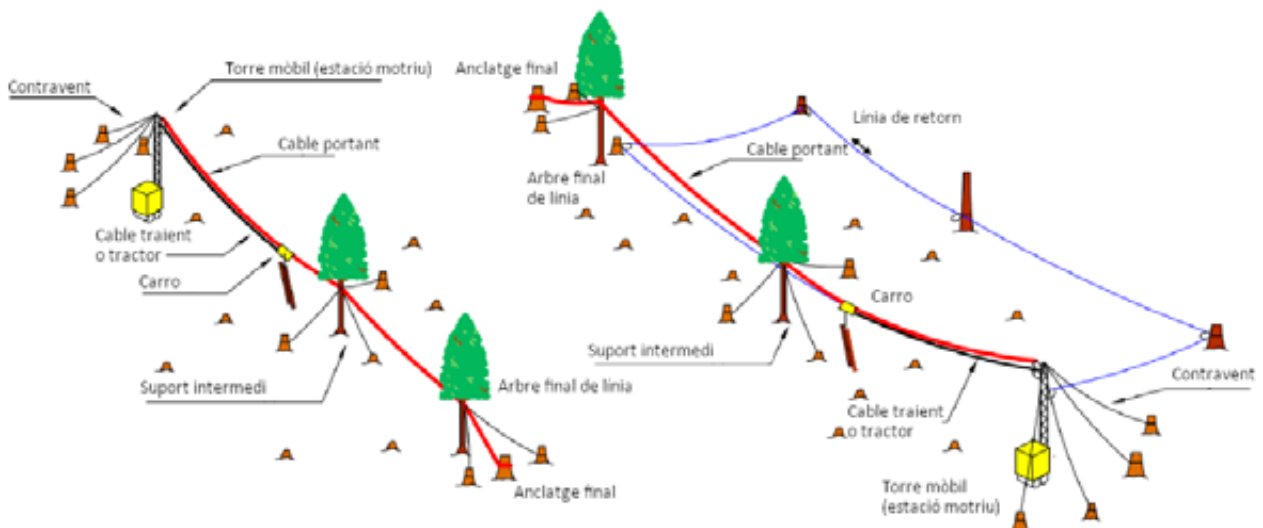
El carro o carretó (*Fotografia 2*) és el dispositiu que circula sobre el cable via, que gràcies a una estructura metàl·lica i un sistema de politges pot transmetre la càrrega al cable i dirigir el desplaçament de la fusta.



**Figura 1.** Sistema de desembosc amb cable aeri amb fusta semisuspès (esquerra) i suspesa (dreta). Font: Visser i NZ School of Forestry, 2016



**Fotografia 2.** Carretó marca Greifenberg model CRG 15.



**Figura 2.** Sistema bicable (esquerra) i sistema tricable (dreta).





**Fotografia 3.** Cable aeri model SIBERIAN utilitzat a la experiència de Pont de Suert.

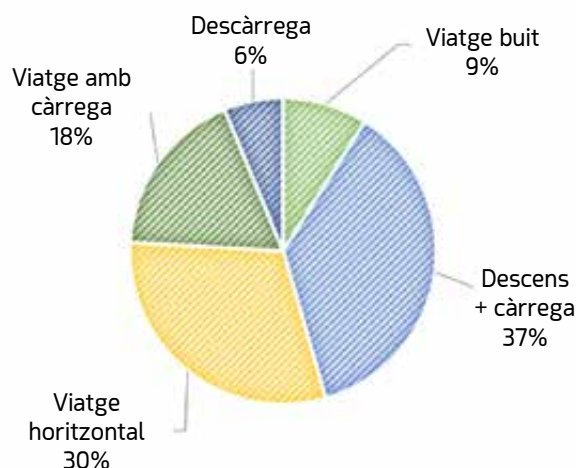
Referent als temps de desembosc (Figura 3), s'observa que on es concentra més temps és en la fase de càrrega de la fusta i viatge horitzontal (Fotografies 4 i 5). És a dir, des que el carro s'atura a la línia fins que li arriba la fusta i comença el viatge ple fins al peu de la torre. Això és degut a l'elevada distància lateral que el personal operari, carregat amb el cable ha de fer, fins a 50 m, més les dificultats que es troben a causa del gruix del sotabosc i una tala no específica per al desembosc amb cable. Quan es talla s'ha de tenir en compte que es deixaran arbres romanents que durant el viatge horitzontal s'han de poder esquivar sense provocar-los cap mal, i la manera més efectiva de fer-ho és abatent els arbres a 45° de la direcció del cable via i en distàncies laterals no molt grans.

## Experiència de Pont de Suert

L'experiència demostrativa de 2018 amb cable aeri realitzada a Pont de Suert (Alta Ribagorça) pel Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya (CTFC), es va dur a terme a un bosc públic municipal (CUP 239-3) amb un bicable model SIBERIAN de la marca Greifengerb i un carro CRG 15 (Fotografia 3). A la Taula 1 es poden observar els valors que es van obtenir de l'experiència amb cable aeri.

**Taula 1.** Dades de l'experiència amb cable aeri a Pont de Suert, 2018.

Model del cable	SIBERIAN	
Model del carro	CRG 15	
Longitud de la línia (m)	150	
Treballadors	2	
Suports intermedis	3	
Temps de muntatge (h)	11	
Temps de desmuntatge (h)	2:52	
Número de cicles	34	
	Mitjana	Desviació
Volum per cicle (m <sup>3</sup> )	0,32	0,21
Distància horitzontal (m)	18,1	9,05
Distància de desplaçament del carro (m)	34,2	34,6
Velocitats del carro carregat (m/s)	0,6	0,5
Velocitats del carro buit (m/s)	1,2	0,7
Productivitat (m <sup>3</sup> /h productiva)	7,9	10,1



**Figura 3.** Distribució dels temps del cicle de desembosc del cable aeri a l'experiència de Pont de Suert amb un sistema bicable.

En aquesta experiència es va veure clarament la importància que té, en el cost final del desembosc i de l'aprofitament en general, la fase de muntatge del cable, atès que és un període de temps elevat no productiu. Aquest temps està relacionat amb l'habilitat i la formació que pot tenir el personal operari, però també amb les característiques del terreny on s'instal·la la línia i la seva longitud. En aquest cas la morfologia del terreny era convexa i es va haver de posar tres suports intermedis per mantenir el cable via a la mateixa altura durant els 150 m de línia, situació poc usual.





**Fotografies 4 i 5.** Operari lligant els arbres amb el sistema de chokers (esquerra) i posició del carro durant el viatge lateral (dreta).

Un altre aspecte que té una rellevància important en l'eficiència del sistema de desembosc, és la màquina auxiliar que transporta la fusta del peu de la torre al carregador, amb la classificació de productes pertinent. Com es veu a la *Fotografia 3*, a Pont de Suert es va utilitzar un tractor amb cabrestant, sistema que va demostrar ser poc eficient.

## Actualitat del cable aeri a Itàlia, similitud amb el territori català

El món forestal italià té moltes semblances amb Catalunya. Particularment les regions del centre-sud, amb boscos mediterranis o montà-mediterranis a la cadena dels Apenins, que poden servir una referència útil per a una comparació tècnica. Itàlia, juntament amb Àustria, és el principal usuari de cables aeris a Europa, a més de tenir diverses indústries que construeixen cables aeris i/o carretons.

No hi ha un inventari nacional de les màquines forestals, per tant no existeix una dada oficial del nombre de cables aeris operatius. L'estudi més extens fins al moment disponible té a prop de 10 anys (Spinelli et al., 2013) i es focalitza

únicament als Alps (nord del país), però pot proporcionar informacions útils sobre l'ús de cables aeris.

A l'estudi es van trobar 1.206 empreses d'aprofitaments forestals actives i es van comptabilitzar 359 cables aeris, dels quals 129 eren amb torre i més moderns. És interessant que, de promig, les empreses equipades amb cable aeri han declarat tenir una producció anual de fusta el doble respecte a les altres empreses. Això és degut possiblement al fet que aquestes empreses són més professionals i estan dedicades purament al desembosc de fusta, a més de tenir l'avantatge de poder treballar en boscos inaccessibles per a les altres empreses.

En general, els cables aeris utilitzats als Alps són màquines de mida mitjana a gran, a causa de la necessitat d'arribar a grans distàncies operatives (700-1000 metres) i de poder treure peces amb pes superior a les 2 tones (*Fotografia 6*).

Aquestes màquines comporten una inversió molt elevada per a les empreses, que a més poden utilitzar-les tan sols una part de l'any, ja que la neu limita els aprofitaments varis mesos. Per tant, és imprescindible maximitzar la seva productivitat, i això s'aconsegueix amb una sèrie de solucions tècniques i organitzatives:





**Fotografia 6.** Carro de doble enganxament traient un arbre sencer en dues rolls, a un aprofitament als Alps italians.

- 1 La primera, i pot ser la més important, és **l'harmonització dels objectius silvícoles amb el sistema de saca de la fusta**. El marcatge dels peus, de fet, sempre té en compte les exigències específiques del sistema de saca i l'operari forestal, en general, busca un compromís entre l'objectiu silvícola i la funcionalitat del desembosc, procurant eliminar obstacles a la tallada per a l'arrossegament dels arbres, a més de garantir un volum de fusta mínim per metre lineal.
- 2 **L'ús de sistemes altament automatitzats, amb memorització de la posició de descàrrega, suports intermedis i parada**. Gràcies a l'ús de comandaments a distància i programació de la línia, les màquines més modernes poden ser operades per tan sols dues persones, una a l'enganxament i una altra al desenganxament. Altres solucions que milloren el rendiment són els carretons amb doble enganxament (*Fotografia 6*), que portant la càrrega horitzontal eviten frecs amb el terra, permeten viatjar a una velocitat molt superior a l'habitual i, a més, danyen menys els arbres en peu.
- 3 Les **màquines auxiliars**. En origen, els cables aeris s'utilitzaven per treure troncs ja a

mesura (o el doble de la mesura) i desbrançats. Tot i que aquest sistema encara sigui utilitzat, la tendència és de posposar totes les operacions de desbrançat, trossejat i classificació a la descàrrega, on es treballa sense pendent i amb la possibilitat d'utilitzar maquinària específica que permet augmentar la productivitat reduint o anul·lant els riscos laborals. El desbrançat i trossejat d'arbres en pendent és una de les tasques més perilloses en els aprofitaments forestals. Per a aquest fi cada vegada és més comú utilitzar una processadora forestal a la descàrrega del cable aeri, que d'aquesta manera pot treure arbres sencers (*Fotografia 7*). Això permet reduir el treball manual, que es limita a la tallada dels arbres, i augmentar el rendiment del cable aeri. Aquest sistema deixa tots els residus (capçades, branques i troncs sense valor) a la zona de descàrrega, la qual cosa també facilita el seu tractament corresponent. L'organització preveu que periòdicament una màquina (camió, autocarregador o tractor) s'emporti els troncs evitant que la processadora hagi d'allunyar-se massa per a formar les piles. De manera semblant, els residus han de ser eliminats amb estelladores. La biomassa així produïda és de qualitat baixa, sent humida, amb moltes acícules i



escorça i per tant de baix valor de mercat. No obstant això, el seu valor només ha de cobrir totalment o parcialment la seva eliminació, ja que l'avantatge econòmic per a l'empresa forestal queda en la simplificació del treball i no en la producció de biomassa.

Encara que molt interessants des del punt de vista tècnic, aquestes màquines i les condicions en què s'usen no resulten molt útils per a entendre el potencial que la tècnica de desembosc en suspensió pot tenir a Catalunya. Si tradicionalment els cables aeris s'han aplicat als Alps, on la fusta té un valor relativament més alt, durant les últimes dècades aquest sistema de treball s'ha difós també als Apenins (*Fotografia 8*). Aquí les diferents espècies forestals i el maneig del bosc, principalment en forma de bosc baix (per rebrot), canvien les condicions operatives, acostant-les molt més a les condicions pràctiques de Catalunya. Mancant estadístiques, és difícil estimar el nombre de cables aeris operatius en el centre i sud d'Itàlia, no obstant això, el seu número supera les 20 unitats i pot aconseguir les 50 màquines.

Generalment les màquines utilitzades en aquest ambient són més petites i amb torre integrada, que els permet instal·lar línies curtes en poc temps fins i tot faltant arbres de grans mides



**Fotografia 7.** Processadora forestal (en segon pla) desbrancant i trossejant arbres sencers trets amb cable aeri.



**Fotografia 8.** Cable aeri de petita grandària en les muntanyes Apenins.





(Fotografia 8). Encara així, l'ús professional per colles expertes permet tenir rendiments semblants als dels Alps. Segons els resultats d'una entrevista a dues empreses de la zona de Pistoia (Toscana, Itàlia central), la producció anual se situa respectivament en 4.500 i 5.400 tones, usant cables aeris de petites dimensions (màxim 400 metres d'abast) i treballant amb arbres de grandària variable entre els 12 i 20 cm de diàmetre. Per aquestes empreses la capacitat de processar i classificar és secundari. Per tant, a més de processadores de petites dimensions, usen també excavadores amb grapes equipades amb motoserra, que permeten fer un trossejat aproximatiu, però també apilar els troncs o inclusivament carregar-los en camió (Fotografies 9 i 10).

Tot i treballant amb arbres més petits, els rendiments d'aquestes màquines continuen sent econòmicament competitius. Això també és degut a un menor cost d'adquisició de la maquinària i al seu menor cost operatiu (sobretot menys despesa de gasoil). A un estudi de Proto i Zimbalatti (2016) es van comparar tres models de cable aeri (de petit a mitjà) en el desembosc de llenya en bosc de rebrot de roure a les muntanyes de Calàbria (sud d'Itàlia). A la Taula 2 s'observen els resultats de l'estudi. Els costos mostrats són amb el sistema totalment manual (sense excavadora a la descàrrega).

És interessant destacar que en línies curtes, el temps d'instal·lació i desmuntatge pot ser inferior a les dues hores, però també poden requerir un dia sencer de treball depenent de molts factors com la conformació de la muntanya, l'experiència del personal i el tipus de màquina.

Per comprovar el potencial de treball d'aquestes màquines es pot mostrar un exemple de conversió a bosc alt (peus de llavor) de 3 hectàrees de fageda en Pistoia (Toscana, centre Itàlia). Es van tallar 770 arbres/ha amb un diàmetre i altura mitjana de 12,7 cm i 14,6 m respectivament. En total es van extreure 148 t/ha de fusta, destinades a llenya. El desembosc es va fer amb dues estacions del cable aeri, des d'on es van instal·lar diverses línies en distribució en forma de ventall per estació (Fotografies 11 i 12). Les línies tenien una llargada aproximada de 250 metres i un ample de desembosc d'uns 25 m, corresponent a 0,62 ha per línia. La productivitat del desembosc va ser de 5 t/hora, incloent la tallada, que es feia conforme es treia la fusta.



**Fotografies 9 i 10.** Exemple d'excavadores dedicades a auxiliar cables aeris. A l'esquerra una màquina amb grapa equipada amb motoserra carregant llenya anteriorment trossejada i apilada durant la saca i a la dreta, una petita processadora forestal instal·lada en una excavadora de 7 tones.



**Taula 2.** Cost de saca amb cable aeri en bosc baix. Adaptat de Proto i Zimbalatti, 2016

Cable aeri / parcel·la	1 / 1	1 / 2	2 / 3	2 / 4	3 / 5	3 / 6
Mitjana del diàmetre dels arbres (cm)	19	19	20	20	22	22
Llargada de la línia (m)	315	200	530	260	250	280
Temps d'instal·lació i desmuntatge (hores)	2,9	1,7	9,6	7,5	6,5	7,1
Productivitat del desembosc (m <sup>3</sup> /hora)	2,79	3,3	2,37	2,48	2,53	2,87
Carrega mitjana per cicle de desembosc (m <sup>3</sup> )	0,82	0,67	0,91	0,75	0,51	0,63
Cost (€/m <sup>3</sup> ), temps productiu	22,5	20,9	26,3	23	27,8	25,7
Cost (€/m <sup>3</sup> ), temps total	35,1	29,3	35,1	31,2	39,7	35,5

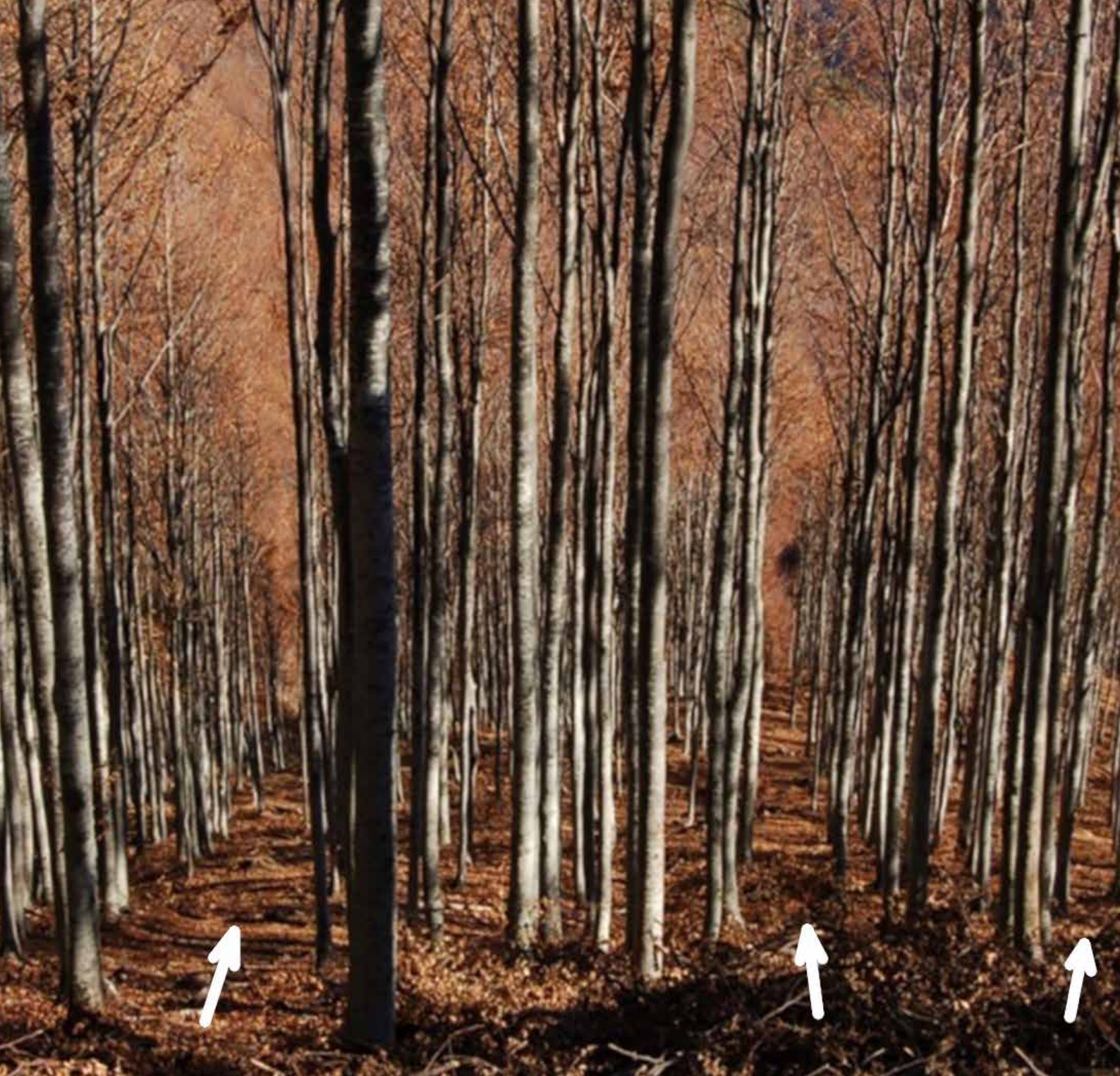
**Fotografies 11 i 12.** Carrer de desembosc (esquerra) i maquinària emprada en l'operació (dreta).

El cable aeri tenia un cost de 93 €/hora (amb 3 persones) i l'excavadora de suport de 46 €/hora (amb 1 persona). Com a resultat, el cost total del desembosc de la fusta va ser de 29 €/t, incloent l'apilament dels troncs amb excavadora, però no el seu trossejat que es va fer posteriorment amb motoserreta i el suport d'una excavadora amb grapa forestal. El cost en aquest cas no inclou el temps d'instal·lació de les línies, que va ser sempre inferior a les dues hores d'instal·lació i desbrancat per línia.

La productivitat i cost final d'aquesta operació van ser semblants a les descrites anteriorment, tot i que les condicions de treball a una aclariada siguin més difícils que a una tallada arreu. Això segurament és degut a la professionalitat i experiència del personal operari. No obstant això, l'aspecte més rellevant és la capacitat de minimitzar l'impacte mediambiental i visual de l'aprofitament. A la *Fotografia 13* es poden observar dos dels carrers d'aquesta mateixa operació 4 mesos després. El seu impacte resulta mínim i passaria desapercbut de no ser per les branques amuntegades al peu de pista.







**Fotografia 13.** Carrers en forma de ventall per al desembosc amb cable aeri en una fageda de la Toscana.

La capacitat de treballar en boscos de forts pendents, difícilment accessibles amb altres sistemes de desembosc, és segurament la raó de la difusió dels cables aeris a Itàlia. No obstant això, el fet de treballar amb un mínim impacte mediambiental fa que la tècnica del cable aeri sigui molt interessant en boscos de tipus protector ja sigui pels seus grans pendents o per motius de biodiversitat.

## Potencial del cable aeri a Catalunya. Conclusions

L'experiència italiana del cable grua és interessant perquè abasta la zona de bons boscos alpins i les zones de muntanyes intermèdies mediterrànies. També és cert que aquestes zones mediterrànies compten amb un major potencial de creixement i pluviometries més elevades.

En qualsevol cas, les zones d'acumulació de fusta grossa i un relleu difícil de Catalunya es concentren majoritàriament a l'Alt Pirineu i la Vall d'Aran. La superfície amb bones existències d'aquesta vegueria i sense accessibilitat la podem estimar en 100.000 ha amb creixements anuals de més de 200.000 t (Codina i Koua, 2015 i Pla d'Ordenació dels Recursos Forestals de l'Alt Pirineu, 2017 –no publicat-).

També s'han de tenir en compte les més de 150.000 ha de superfície forestal a la resta de Catalunya amb quantitat suficient d'existències i sense accessibilitat que complementaria el treball hivernal dels cables telefèrics als Pirineus.

Algunes de les conclusions que extraiem de l'experiència italiana en aquest tema són:

- Existeix un espai reservat per a la utilització d'aquesta interessant eina a Catalunya que no poden cobrir les empreses amb els actuals mitjans.
- Les empreses que utilitzen el cable grua tenen una major especialització en producte de dimensions i millors rendiments, en general superiors a les empreses tradicionals. Sol utilitzar personal altament qualificat i motivat.
- L'ús del cable redueix enormement la necessitat de pistes forestals, però exigeix que les utilitzades estiguin en condicions immillorables per al pas de camions de majors dimensions.
- A les nostres condicions, especialment al Pirineu que les pistes discorren pel fons de vall, és més versàtil la utilització d'un tricable que permeti baixar els troncs, a més de pujar-los quan les pistes se situen a la part superior del vessant.
- No es requereixen cables de molta longitud, 500 metres són suficients per a cobrir un ampli ventall de situacions, i suposen un cost econòmic més baix i menys temps d'instal·lació.
- La utilització d'una eruga giratòria, amb capçal prensor i processador de baix cabal hidràulic, a la zona d'apilament del cable és un magnífic complement del cable grua. Permet distribuir al llarg de la pista tot el producte classificat per a l'òptima càrrega dels camions i també millora considerable-

ment la productivitat del cable i l'òptima utilització del temps del personal situat a la torre.

L'experiència que inicia el Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya (CTFC) amb un conjunt de tricable grua de 500 m i giratòria amb braç processador treballant en els boscos catalans, és única al panorama estatal i suposa una oportunitat per demostrar l'efectivitat i necessitat d'aquestes eines en els nostres boscos, com ja ho són a la resta de centre-Europa.

Es pretén així facilitar el camí a les empreses emprenedores i altament qualificades que vulguin complementar la seva maquinària i àmbit de treball a les zones de millor qualitat de fusta del país. La disponibilitat d'extenses superfícies capitalitzades a Catalunya sense accessibilitat per als sistemes convencionals permet l'existència de diverses eines com l'experimentada pel CTFC.

## Referències

- Codina, M. Koua, O. 2015. Disponibilitat de fusta i biomassa a Catalunya. *Catalunya Forestal*, 124: 16-18.
- Proto, A.R., Zimbalatti, G. 2016. Firewood cable extraction in the southern Mediterranean area of Italy. *Forest Sci. Technol.* 12(1): 16-23. doi:10.1080/21580103.2015.1018961.
- Spinelli, R., Magagnotti, N., Facchinetti, D. 2013. Logging companies in the European mountains: an example from the Italian Alps. *Int. J. For. Eng.* 24(2): 109.120.
- Visser, R., NZ School of Forestry. 2016. Timber Harvesting in New Zealand: A guide for Small Scale Forest Landowners. *Tree Grower*. ([www.nzffa.org.nz](http://www.nzffa.org.nz)).







# 8

JORNADA 8



# Canvi d'espècie: el cas de castanyedes amb decaïment i la reconversió en plantacions de coníferes de valor

Josep M. Tusell i Armengol. Enginyer de forests, cooperativa Serveis Forestals.

Diego Almenar Subirats. Enginyer de forests, cooperativa Serveis Forestals.

Jordi Galofré Gras. Enginyer de forests, cooperativa Serveis Forestals.

Xavier Llosa Cufí. Enginyer de forests, cooperativa Serveis Forestals.

Cita bibliogràfica: Tusell, J. M., Almenar, D., Galofré, J., Llosa, X. 2021. Canvi d'espècie: el cas de castanyedes amb decaïment i la reconversió en plantacions de coníferes de valor. A: Tusell, J. M., Beltrán, M., Monserrate, A. (eds). XXXVIII Jornades Tècniques Silvícules Emili Garolera. Pp: 98-111. ISBN: 978-84-09-31652-6

**Resum** \_ El castanyer és una espècie forestal de la què es van fer extenses plantacions des del segle XVIII fins ben entrar el segle XX, sobretot al sector de les Guilleries, a més d'altres indrets com el Montseny, el Montnegre, les Alberes o les Gavarres. Se'n va treure un gran profit econòmic fins a les darreries del segle XX, quan l'extensió del xancre (*Criphonectria parasitica*), i la tinta (*Phytophthora cinnamomi*) en menor mesura, va devastar la majoria de les castanyedes del país. Una alternativa és substituir el castanyer per coníferes per tal d'aprofitar les excel·lents estacions forestals on l'espècie hi viu. La substitució s'enfronta, però, a diverses problemàtiques: l'elevada inversió que requereix, la possibilitat de fracàs i pèrdua de la inversió o l'exigència d'avaluació d'impacte ambiental dins dels espais del PEIN.

## Per què ens veiem en l'obligació de substituir el castanyer?

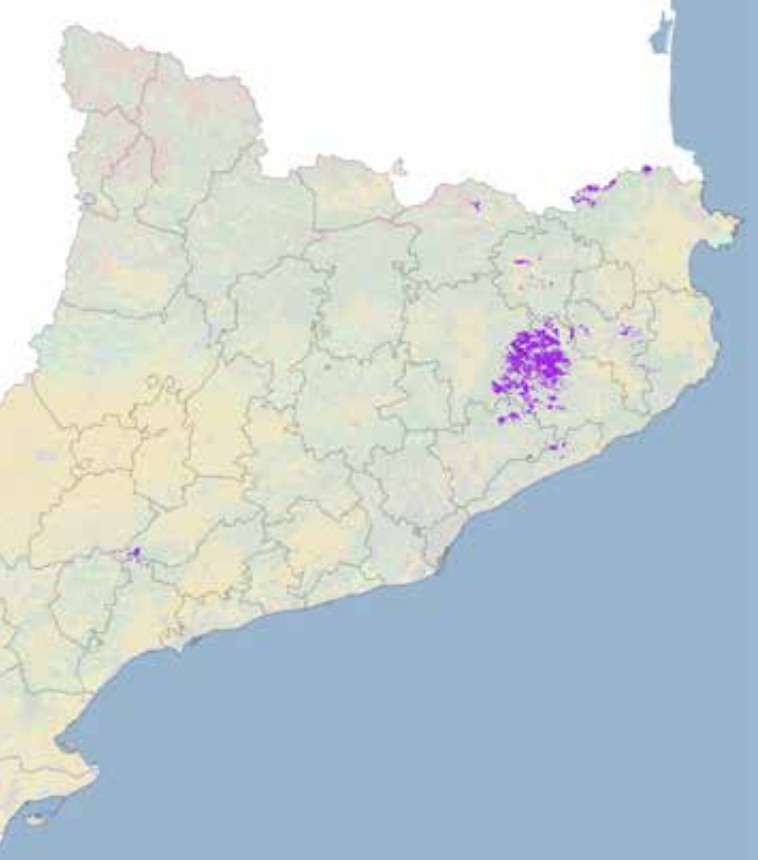
### Les plantacions de castanyer: revisió històrica

El castanyer (*Castanea sativa*) s'inclou dins del gènere *Castanea*, de la família de les fagàcies i comprèn tretze espècies de la zona temperada

d'Euràsia i nord Amèrica. La distribució general del castanyer és la regió mediterrània septentrional, amb extensions cap a centreeuropa, nord d'Àfrica i la regió del Caucas. A Catalunya es pot trobar principalment a la comarca de la Selva, més localitzat a Osona, Vallès Oriental i Alt Empordà i amb representacions molt puntuals al Gironès, la Garrotxa, el Baix Empordà, el Maresme i a les muntanyes de Prades (Figura 1).







**Figura 1.** Localització del castanyer a Catalunya segons el Mapa Forestal d'Espanya 1:25.000 (2016).

Cultivat des de l'antiguitat, ha estat plantat extensivament pel seu fruit i fusta i s'ha naturalitzat en diverses regions de l'oest, centre i nord d'Europa. A conseqüència de l'acció humana, afavorit des de temps antics pels productes que es treien, avui dia és difícil precisar l'àrea de distribució primitiva de l'espècie, de manera que alguns estudis estimen que és una espècie d'origen oriental (zona dels Balcans, Àsia Menor i Caucas) i d'altres ho concreten més i el situen a Anatòlia (Boada i Gómez, 2012). Pel que sembla els romans van estendre el seu cultiu per diverses zones de l'imperi.

La primera referència de presència de castanyer a les terres catalanes es remunta als estudis sobre l'assentament ibèric de l'Illa d'en Reixac, a l'àrea d'Ullastret (segles VII-III aC), on sembla que a la plana predominaven els boscos de roures i alguns castanyers (Boada, 2003). Els treballs d'història de la coberta vegetal que cobreixen períodes anteriors no esmenten aquesta espècie entre les que formaven part de les masses forestals catalanes, tot i que això pot ser degut a la manca d'estudis palinològics. Posteriorment s'esmenta les castanyes en un document del segle XV per la importància que en tenien en l'alimentació de la població; recordem que abans de l'arribada i extensió de les espècies vegetals americanes (patata, tomata, pebrot, blat de moro), la castanya era un recurs alimentari importantíssim per a la població

europea, especialment a les zones de muntanya. El castanyer torna a aparèixer en un document de l'any 1600 del jesuïta Pere Gil, que l'esmenta entre les espècies que disten del mar entre vuit i dotze llegües, quan diu que "en algunes zones hi ha castanyer i avellaner", sens dubte per la importància que devia tenir per a la construcció de vaixells (Boada, 2003).

A partir de mitjans del segle XVIII l'obertura del comerç ultramarí afavoreix l'expansió del castanyer a les obagues de les Guillerries, el Montseny, la Selva i la Garrotxa. Aquests castanyers ja no es cultiven pel fruit, sinó per a la construcció de botes i cèrcols, recipients essencials per poder comerciar amb tota mena de productes. Així, la nova demanadissa de castanyer afavoreix la seva introducció en indrets on era desconegut, així com l'expansió en detriment del roure de fulla gran (Boada, 2003). D'aleshores fins a finals del segle XX el castanyer ha representat una font econòmica molt important per al sector primari (Rovira i Tusell, 2006).

Des de començaments del segle XIX el castanyer s'ha plantat especialment en terres que havien servit de conreu (artigues) i s'utilitzava el seu fruit per a ús ramader i domèstic (Rovira i Tusell, 2006). L'època daurada del castanyer, però, cal situar-la entre finals del segle XIX fins ben entrat el segle XX (Rovira i Tusell, 2006; Vericat *et al.*, 2012). El castanyer es planta en obagues, a vegades substituint boscos d'alzina, roure o faig i en altres ocasions sobre artigues abandonades (Vericat *et al.*, 2012). Cap als anys 1940-1950 torna a haver-hi un fort increment de la superfície de castanyer per repoblació, a conseqüència de la forta demanda de fusta per dogues (se'n feien botes per transportar olives i productes líquids), rodells (per fer els cèrcols de les dogues) i caixes d'arengada (Rovira i Tusell, 2006). És en aquesta època daurada quan s'han de situar les grans plantacions de castanyer que ocuparen bona part de les obagues humides de les nostres muntanyes (*Fotografia 1*). Durant aquests anys la fusta de castanyer dona rendibilitats extraordinàries, pel que es van introduir en estacions fora de l'òptim i molt poc propícies per a l'espècie (Gavarres, Empordà, Gironès, zones rocoses i solells de la Selva...).

Finalment, a finals del segle XX i començaments del XXI el castanyer ha patit una acusada davallada per tot un conjunt de causes, entre les quals destaca l'atac del xancre (*Criphonectria parasitica*). Actualment les aplicacions fusteres se centren en estaques o tutors d'hortalisses,



**Fotografia 1.** Piquetes de castanyer per a fabricar tutors de vinya. Foto de Xavier Llosa Cufí

puntals d'ús agrícola (emprats, per exemple, per a la vinya, *Fotografia 1*) o mobiliari urbà com taules, bancs o papereres que interessa que tinguin un aspecte rústic (Rovira i Tusell, 2006). Han sorgit iniciatives recents per intentar revitalitzar l'aprofitament de castanyes a casa nostra, al Massís del Montseny.

D'acord amb les dades de la *Taula 1*, la superfície de castanyer a Catalunya se situaria al voltant de les 12.000-13.000 hectàrees des dels anys 1970.

## Gestió de les castanyedes

Del castanyer se'n poden obtenir gran quantitat de productes de diversa índole, des de tanins fins a castanya per alimentació humana o animal, passant per una amplíssima gamma de productes fusters, i àdhuc per l'aprofitament de terres de castanyer, considerades excel·lents per a jardineria. Les llenyes de castanyer, però, no han estat mai gaire apreciades (Vericat *et al.*, 2012).

Els tres productes principals que fins fa poc s'extreien del castanyer eren els bastons, les

**Taula 1.** Superfícies de castanyer estimades segons diverses fonts.

Font de dades	Any de referència	Superfície estimada (ha)
Primer Inventari Forestal Nacional	1970	12.193
1er Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya	1993	12.238
Mapa Forestal d'Espanya 1:50.000	2001	13.153
3er Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya	2005	12.272
4rt Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya	2009	12.314
Mapa Forestal d'Espanya 1:25.000	2016	13.468





**Fotografia 2.** Castanyeda aclarida on s'han tret barres. S'observa que s'ha deixat un o dos peus per soca i que els arbres tallats no arribaven a 15 cm de diàmetre. Foto d'Albert Bosch i Puig

barres i les perxes, amb una gestió diferenciada per cadascun d'ells.

En cas de voler bastons, l'objectiu era un producte d'entre 2 i 6 metres de llarg i de 3 a 10 cm de diàmetre que es feien servir per a la fabricació de rodells (botes i caixes d'arengada), caixes de fusta, cadires d'estiu i bastons per caminar.

- Es tallava arreu cada 3-4 anys; als 1-2 anys de la tallada es feia una selecció de tanys i es deixava uns 10 rebrots per soca.
- Actualment l'aprofitament exclusiu per bastons és molt residual. Per estalviar costos ja no es fa la selecció de tanys i es talla arreu cada 3-4 anys per treure bastons per caminar, culleres de fusta i puntals. La producció varia entre 60.000 i 100.000 bastons/ha cada quatre anys (Rovira i Tusell, 2006).

En cas de voler barres, l'objectiu són troncs de diàmetre com a mínim 6 cm en punta prima i entre 14-20 cm en punta gruixuda i de llargada variable, però sempre superiors a 1,5 m. Les barres es poden destinar a puntals (agricultura, tanques...) o roll tornejat. El torn se situava al voltant dels 15-20 anys d'edat.

En cas de cercar perxes, l'objectiu eren diàmetres d'almenys 16 cm, que en les estacions òptimes, i abans de l'extensió del xancre, s'aconseguia amb 18-22 anys. En aquest cas es feia una selecció de tanys als 3 anys per deixar de 3 a 5 tanys/soca i als 10 anys es feia una intervenció per eliminar l'anomenat retany, que sortia després de la posada en llum de les soques en la primera intervenció.

Darrerament, atesa la incidència del xancre, que va minvar considerablement el creixement de les masses de castanyer, s'havia contemplat la possibilitat d'allargar el torn, fer diàmetres més grans per fusta de serra i obtenir els tres productes al llarg del torn:



- Als tres anys es fa una selecció de tanys en què es treuen bastons i es deixa de dos a quatre tanys per soca.
- Als 15-20 anys es fa una aclarida en la qual es treuen barres i es deixa 1-2 rebrots per soca (Fotografia 2).
- Als 25-30 anys es fa la tallada final (Fotografia 3), en què es treuen peus de 25 cm de diàmetre per fusta de serra.

## Malalties, plagues i defectes del castanyer

El castanyer pot ser atacat per diversos agents biològics que deprecien el producte, tant sigui la fusta com el fruit. En aquest article no ens ocuparem dels insectes que minven la producció de castanya, atès que les plantacions per fruit són molt minoritàries a casa nostra. Les principals patologies de la fusta de castanyer són el cor roig, el cor rodat, la tinta (*Phytophthora cinnamomi*), el xancre (*Cryphonectria parasitica*) i la vespeta (*Dryocosmus kuriphilus*).

**El cor roig** consisteix en la podridura de la part interna de l'arbre. No està gaire clara la causa d'aquest defecte, però tot indica que és degut a l'estrès de l'arbre o l'envelliment de la fusta per l'avançada edat de la soca de l'arbre. Sembla



**Fotografia 3.** Massa de castanyer abans de fer la tallada final. Foto de Xavier Llosa Cufí

clar també que apareix amb més freqüència en les zones careneres, pel que es recomana no allargar el torn en aquestes condicions (Rovira i Tusell, 2006).

**El cor rodat** (o llètol) apareix quan la crescuda d'un any se separa de la de l'any anterior, tren-



**Fotografia 4.** Cor rodat del castanyer. Foto d'Albert Bosch i Puig





cant-se l'homogeneïtat de la fusta i devaluant-la notablement (*Fotografia 4*). Les causes són diverses:

- Fred o calor extrems o fora de temps.
- Sequeres.
- Envel·liment de les soques.
- Terrenys pobres.
- Tractaments silvícoles inadequats.

S'ha observat que els peus més afectats pel cor rodat són els situats prop de masses d'aigua grans i tancades, on s'acumula l'aire fred.

**La tinta del castanyer** és deguda a un fong (*Phytophthora cinnamomi*) detectat per primer cop a Espanya l'any 1726; a finals del segle XIX s'havia estès per tot Espanya i l'any 1940 ja es trobava per tot Europa. Pot viure en el sòl fins que infecta les arrels de l'hoste, moment en què infecta els teixits subcorticals i s'estén en totes direccions, deixant les zones afectades i amb aspecte gomós. Generalment entra per les arrels, tot i que també ho pot fer pel coll de l'arrel o la tija (Rovira i Tusell, 2006).

El fong provoca l'assecat de la punta de les fulles i en redueix la mida, cauen prematurament i es podreixen les arrels. En general, l'aspecte de l'arbre sembla com si patís de sequera. Actualment la tinta no provoca grans afectacions a Catalunya, però a mitjans del segle XX sí que va provocar grans pèrdues. A Galícia representa encara un problema d'importància.

**Xancre del castanyer** és degut a un fong (*Cryphonectria parasitica*) i és la raó principal per a la substitució del castanyer a casa nostra. Es va detectar per primer cop a Europa l'any 1938 a Itàlia i l'any 1967 ja s'havia estès per gairebé tot el continent. Es pensa que l'entrada va ser anterior a 1938, però potser va passar per alt perquè l'atenció estava centrada en la tinta.

L'origen del fong se situa en el Japó, on parasita les espècies de castanyer d'allà sense que arribi al nivell de plaga que provoca aquí. Fou descobert com a fong virulent per primera vegada a Nova York l'any 1904; en pocs anys es va estendre per nord Amèrica i cap a 1940 havia destruït pràcticament totes les castanyedes americanes, abans molt abundants a la meitat est del país. A Europa la introducció s'atribueix a la importació de castanyers orientals (*Castanea crenata*) per obtenir híbrids resistents a la tinta, junt amb la importació de nord Amèrica cap a Itàlia de castanyer nordamericà (*Castanea dentata*) infectat per la malaltia.

Ja l'any 1993 el Consorci Forestal de Catalunya advertia del potencial devastador del xancre sobre les nostres perxades i inclús del risc de desaparició. L'espècie no ha desaparegut, però el perjudici econòmic ha resultat devastador i actualment hi ha moltes zones de castanyer on tots els peus estan completament morts. Avui dia el castanyer només sobreviurà en unes poques localitzacions de les millors estacions, on l'atac del xancre no és tan intens com en les subòptimes.

L'atac es produeix quan l'inòcul entra per alguna ferida. El fong pot resistir, però, sobre l'escorça fins que s'obre una via d'entrada. Un cop dintre el miceli s'estén pel càmbium i la conducció del xilema s'interromp. Quan el fong infecta tots els teixits del xilema, que volten el tronc (*Fotografia 5*), mor la part distal de l'arbre, que habitualment rebrota per sota del xancre. Quan aquests rebrots assoleixen certa mida tornen a ser infectats pel fong, pel que s'estableix una dinàmica en què mai no s'arriba a formar castanyers adults.

La difusió del fong pot ser mitjançant diferents vectors: insectes, aus, mamífers, cargols i inclús la pluja el poden estendre; també es pot disseminar pel vent. El factor humà també té la seva importància en transportar plantes de castanyer i fusta contaminada.

**La vespeta del castanyer** (*Dryocosmus kuriphilus*) és un himenòpter d'origen xinès que ja va provocar importants danys al Japó als anys seixanta. A Europa va ser detectat primerament a Itàlia l'any 2002 i a Catalunya l'any 2012. L'insecte produeix unes gal·les que impedeixen que les fulles es desenvolupin amb normalitat, el que pot provocar una important defoliació i reducció o pèrdua de la fructificació de l'arbre.

## Raons per a la substitució

Com és possible que es recomani la substitució d'una espècie que ha donat un rendiment econòmic tan extraordinari com és el castanyer? Doncs bé, la raó principal es troba en la devastació provocada pel xancre del castanyer. Amb la resta de les patologies els silvicultors s'havien aconseguit avenir, lògicament assumint algunes pèrdues, com amb el cor roig o el cor rodat; o bé no havien atacat amb gaire intensitat, com va passar amb la tinta. Ara bé, l'extensió del xancre



**Fotografia 5.** Massa de castanyer on s'ha fet una selecció de tanys tardana. Es poden apreciar alguns peus afectats pel xancre, per exemple aquell sobre el que recolzen els bastons i barres o el castanyer del centre de la imatge, amb un xancre a 1-2 metres d'altura. Foto d'Albert Bosch i Puig

ha resultat nefast per a la gran majoria de les plantacions de castanyer.

Des de mitjans-finals del segle XIX el castanyer s'ha plantat profusament per les comarques del nord-est de Catalunya, moltes vegades en terrenys que amb feines arribaven als requeriments mínims de l'espècie, que són:

- Precipitació d'hivern mínima de 180 mm.
- Precipitació d'estiu mínima de 40 mm.
- Precipitació anual d'almenys 780 mm.
- Durada de la sequera com a màxim de 3,5 mesos.
- Permeabilitat del sòl que no sigui elevada (cal evitar sòls sorrencs).

En algunes de les zones on s'ha plantat castanyer hi havia algun dels paràmetres anteriors que no s'acomplia, la qual cosa fa que l'espècie

amb prou feines hi sobrevisqués, sempre amb molta precarietat. Aquestes zones subòptimes, més les estacions desfavorables dins de l'òptim de l'espècie, com poden ser les orientacions sud o les zones molt pedregoses, és on el xancre s'ha encebat amb el castanyer.

Mantenir avui dia perxades atacades pel xancre significa desaprofitar estacions bones o molt bones des del punt de vista forestal, que poden ser ocupades per altres espècies interessants des del punt de vista econòmic. Particularment en el cas del Massís de les Guilleries el pi insignis pot ser introduït en altituds per sota dels 700 msnm i l'avet Douglas per sobre d'aquesta cota.



## Fases de la substitució

### Preparació del terreny

La preparació del sòl és una fase determinant en l'èxit de la plantació. En 2018 es fa ver una Jornada Tècnica Silvícola específica sobre aquest tema. Al seu article (Tusell, 2018) es detallen les criteris i punts claus de les tasques a realitzar, que en general són d'aplicació en la preparació i realització d'una plantació per a la substitució de castanyer. En aquest cas, però, cal tenir en compte la presència de les soques de castanyer.

L'objectiu principal de la preparació del terreny és posar a disposició de les noves plantes un volum generós de terra descompactada, disgregada i airejada de manera. Així, les plantes podran satisfer les seves necessitats de sòl lliure d'arrels d'altres espècies ja instal·lades, que en els primers anys de plantació competiran amb avantatge pels nutrients i pels recursos hídrics davant les noves plantes introduïdes, especialment en el cas de les soques vives de castanyer.

En funció de les condicions del terreny (bàsicament del pendent i la densitat i distribució de soques i restes de brancada de l'anterior massa forestal) es pot realitzar una preparació del terreny de forma localitzada als punts o línies on aniran les noves plantes o bé una preparació total de la zona de plantació. Remoure mecànicament volums de  $>0,5 \text{ m}^3$  de sòl és suficient per afavorir el desenvolupament de les noves plantes.

En aquest sentit, el sistema tradicional de clot manual s'ha vist àmpliament superat pels resultats dels clot mecanitzats fets amb pala de retroexcavadora que remou el volum de sòl del forat i el torna a tapar amb la mateixa terra. En zones amb forts pendents, s'empra la maquinària adaptada, com la retroaranya, que pot treballar en pendents superiors al 50%.

Els costos unitaris estimats per a diferents mètodes de preparació del sòl de manera mecanitzada varien entre 0,40 €/clot en un subsolat lineal en zona plana fins a 1,43 €/clot per a l'ús de retroaranya en pendents elevats. El cost de la barrina manual, apta en tot tipus de pendents, s'enfila a 1,60 €/clot, amb l'afegit de la dificultat

de remoure un volum de terra equivalent al a màquina. Cal tenir present que aquestes dades s'extrapolen de diferents experiències executades a la comarca de la Selva i Vallès Oriental, en base al cost total de la reforestació i el nombre total de forats preparats.

### Qualitat de la planta i realització de la plantació

Un cop tenim preparat el terreny passem a fer la plantació. Cal seguir en tot moment la regulació sobre el material forestal de reproducció (llavors, pinyes, parts de plantes i plantes senceres). El MFR es classifica segons la tècnica d'obtenció en material **identificat (etiqueta groga)**, **seleccionat (etiqueta verda)**, **qualificat (etiqueta rosa)** i **controlat (etiqueta blava)**, de menys a més intensitat en la preparació i en el control de les característiques d'aquest material vegetal. A més a més, cal tenir present els diferents tipus de planta que produeixen els viviers, que poden ser **plantes a arrel nua, amb pa de terra o en contenidor**. Cada sistema de producció i comercialització de planta aporta factors positius o certs inconvenients a l'hora de fer una plantació per a la substitució de castanyer, per la qual cosa cal analitzar les opcions i valorar l'efectivitat final.

El cost final de la planta, incloent el preu del plançó, la seva distribució i la implantació al terreny, s'ha de valorar respecte a l'eficiència en la plantació (èxit a curt termini) i també respecte a la productivitat global esperada (resultat a llarg termini).

La qualitat de la planta és un aspecte molt important per determinar si el material vegetal escollit és apte o no per a la reforestació. Cal tenir en compte aspectes quantitius i qualitius, com ara l'edat (màxim 2 anys, amb bona capacitat de generar sistemes radiculars) la mida en altura i en diàmetre del coll de l'arrel (sempre és preferible utilitzar les plantes més vigoroses per a capacitat d'escapar de la vegetació competidora, de diferenciar-se millor per a les tasques de manteniment i, en general, per tenir més productivitat) i l'estat físic de les arrels (han de ser abundants, ben formades i concentrades en el coll més que no pas les arrels pivotants de grans dimensions) i de la part aèria (que siguin plantes equilibrades entre part aèria i radical).

La importància de la part aèria radica en la futura conformació del tronc de l'arbre. La tija ha de ser recta sense bifurcacions, sense ferides ni necrosis i ha de presentar una lignificació correcta amb una guia terminal en bon estat que garanteixi un bon creixement futur.

Un cop executada la plantació cal preveure la instal·lació de protectors per evitar els danys per animals (domèstics o salvatges). És un fet que la introducció de planta tendra en una zona recentment oberta per la tallada del castanyer atreu exageradament la fauna salvatge que produeix danys que poden hipotecar l'èxit de la plantació.

Actualment hi ha una gama de tubs protectors molt àmplia que moltes vegades fa difícil de triar el model òptim per a protegir la planta i que alhora no afecti el seu desenvolupament equilibrat (part aèria i part subterrània). La principal diferència és la quantitat de llum que deixa passar i la capacitat de provocar en major o menor mesura el que es coneix com "efecte hivernacle". Els protectors amb millors resultats són els **tubs de malla plàstica de grans forats** (per frondoses i coníferes adultes), els **tubs de malla plàstica de petits forats** (es poden utilitzar en totes les espècies) i els **tubs hivernacle** (es pot utilitzar en frondoses amb forta dominància apical).

## Manteniment de les plantacions

Un cop feta la plantació de la nova espècie en substitució del castanyer, que representa un cost molt elevat per a la propietat, és essencial actuar-hi periòdicament per tal de garantir que l'espècie introduïda s'implanta amb èxit en el terreny. Tot i estar afectat pel xancre, el castanyer conserva tota la capacitat de rebrotada, ja que els tanys que surten per sota de la zona nafrada no estan afectats pel xancre mentre són joves. Per tant, l'any següent a la tallada i plantació podem trobar-nos amb rebrotades de castanyer de fins a dos metres d'altura que cobreixen totalment els plançons de coníferes i n'amenacen la supervivència. La inversió feta en la plantació, molt elevada com s'ha dit abans, pot anar-se'n en orris fàcilment si no es fan les feines de manteniment.

Un cop feta la plantació hi ha dues opcions per evitar que sigui dominada pel castanyer:

- a Tallar la rebrotada del castanyer amb molta freqüència. S'haurà de tallar almenys un cop a l'any els primers anys després de la plantació. En el cas del pi insignis, amb cinc o sis anys ja pot haver superat en altura als rebrots de castanyer i per tant es pot considerar que la plantació s'ha "escapat". En cas que s'hagin plantat avets Douglas, en vuit o deu anys aquests hauran superat els rebrots de castanyer i per tant es podran deixar de fer estassades. Val a dir que en algunes finques s'han fet tallades de manteniment d'una plantació amb vuit anys, pel que es podien aprofitar els rebrots de castanyer per bastons. Probablement la plantació hauria sobreviscut igualment sense aquesta actuació de manteniment.
- b Aplicar glifosat en les soques de castanyer per tal d'evitar la rebrotada, de manera que s'eviten les tallades de manteniment anuals posteriors a la plantació. Hi ha qui defèn que la millor època d'aplicació és a la tardor, i altres en canvi sostenen que convé aplicar-lo al començament de la primavera per tal que sigui absorbit per la soca amb més eficàcia.

## Problemàtica de la substitució

La substitució del castanyer per qualsevol altra espècie està sotmesa a una sèrie de riscos i entrebancs. Alguns d'aquests inconvenients són la baixa rendibilitat i el fracàs en la substitució, com també altres obstacles derivats de la normativa ambiental.

### La baixa rendibilitat

Presentem a continuació una simulació de rendibilitat amb i sense l'aplicació de glifosat.

#### Balanç econòmic sense aplicar glifosat

Suposem que tenim una hectàrea de pi insignis a punt de tallar i al costat una hectàrea de castanyer que es vol transformar a pi insignis. Una massa de pi insignis desenvolupada pot tenir les següents característiques:

- Edat al voltant de 35 anys.
- Densitat d'uns 250-300 peus/ha.





**Taula 2.** Despeses de tallada i transport i ingressos per fusta d'una hectàrea de pi insignis.

Conceptes		Preu (€/t)	Quantitat (t/ha)	TOTAL (€/ha)
<b>Despeses</b>				
Tallada i desembosc a carregador		17	300	5.100
Transport a serradora		13	300	3.900
Total Despeses		<b>30</b>	<b>300</b>	<b>9.000</b>
<b>Ingressos</b>				
Fusta de trituració	20%	34	60	2.040
Fusta per palets	80%	60	240	14.400
Total Ingressos	<b>100%</b>		<b>300</b>	<b>16.440</b>
<b>Balanç</b>				<b>7.440</b>

- Diàmetre al voltant de 40 cm.
- Volum de fusta al voltant de 300 m<sup>3</sup>/ha.
- Densitat de la fusta estimada en 1 t/m<sup>3</sup>.
- Pes de la fusta de 300 t/ha.

En aquestes condicions, les despeses de tallada i transport i els ingressos de la fusta de pi insignis serien els de la *Taula 2*, i el balanç econòmic de la tallada d'una hectàrea de pi insignis a final de torn seria d'uns 7.440 €/ha (ingressos – despeses). En aquest balanç, però, no s'han considerat despeses d'estassada prèvia ni tampoc d'arranjament de camins.

Per altra banda calcularem les despeses de plantació i manteniment d'una hectàrea de castanyer situada al costat de l'hectàrea de pi insignis, amb les següents característiques:

- Marc de plantació de 3x4 metres.
- Amb protectors contra la fauna silvestre.
- S'hi posen tres canyes a cada plançó.
- Es compta amb unes fallades del 20% dels plançons els dos primers anys.
- Tallada anual del rebrot de castanyer fins el quart any i tallada bianual fins el vuitè.

En aquestes condicions les despeses de plantació i manteniment de l'hectàrea de pi insignis serien els de la *Taula 3*. Es considera que no hi ha despesa per la tallada del castanyer ja que el preu de venda de la fusta de trituració compensa el cost de la tallada.

Es considera que hi ha un 20% de fallades i que es fan dues reposicions en els primers anys després de la plantació. Es considera també que es talla la rebrotada del castanyer anualment en els primers quatre anys i cada dos anys fins

el vuitè any, pel que hi ha sis repeticions de la tallada del rebrot de castanyer.

Les despeses totals de la substitució del castanyer serien d'uns 7.901 €/ha.

Considerant que el benefici de la propietat per la tallada d'insignis és de 7.440 €/ha i les despeses de 7.901 €/ha, resulta que la inversió per substituir una hectàrea de castanyer s'enduria el 105% del benefici de tallar una hectàrea de pi insignis. És a dir, que s'hauria d'afegir diners per fer la substitució del castanyer per pi insignis. Val a dir, però, que l'alternativa si no es fa la substitució pot ser encara pitjor, ja que llavors tindrem permanentment un terreny sense cap productivitat.

#### **Balanç econòmic en cas d'aplicar glifosat en la substitució**

En aquest cas tindríem les mateixes despeses de plantació i reposició de fallades (1.917 € + 668 €), però variaria la despesa de manteniment, que es detalla a la *Taula 4*.

En aquest cas la inversió per substituir el castanyer seria de 4.375,5 euros i el benefici de tallar una hectàrea de pi insignis de 7.740 €/ha, pel que la substitució suposaria el 56% del benefici de tallar la pineda. És evident l'avantatge econòmic que això suposa respecte de l'alternativa sense glifosat. Cal dir que l'aplicació del glifosat cal fer-la de manera responsable i amb totes les precaucions necessàries, i per personal amb formació específica i experiència en el maneig de productes tòxics.

**Taula 3.** Despeses de plantació d'una hectàrea de pi insignis en substitució de castanyer.

Concepte		Quantitat	Preu	TOTAL (€/ha)	
<b>Plantació de pi insignis</b>					
Obrir clots i posar-hi els plançons		10 jornals/ha	125 €/jornal	1250	
Cost del planter		833 plançons/ha	0,50 €/plançó	416	
Cost de les canyes (tres canyes per plançó)		2500 canyes/ha	0,06 €/canya	150	
Cost del protector contra la fauna		833 protectors/ha	0,2 €/protector	167	
Total Plantació				<b>1.983</b>	
<b>Manteniment posterior</b>		<b>Repeticions</b>			
Reposició de fallades	Planter	2	167 plançons/ha	0,50 €/plançó	168
	Ma d'obra	2	2 jornals/ha	125 €/jornal	500
Manteniment de plantacions		6	7 jornal/ha	125 €/jornal	5.250
Total Manteniment				<b>5.918</b>	
<b>Total Despeses</b>				<b>7.901</b>	

**Taula 4.** Despeses de substitució del castanyer en cas d'emprar glifosat.

Concepte		Preu	Quantitat	Repeticions	TOTAL (€/ha)
Plantació de coníferes		1.917 €/ha		1	1917 €/ha
Reposició de fallades		334 €/ha		2	668 €/ha
Manteniment de plantació	Cost del glifosat	35 €/ha		1	35 €/ha
	Aplicació del glifosat	125 €/jornal	1,5 jornals/ha	1	187,50 €/ha
	Estassada de matoll	125 €/jornal	6 jornals/ha	2	1.500 €/ha
<b>Total Despeses</b>					<b>4.373,50 €/ha</b>

## Fracàs en la substitució

Ja s'ha dit en altre apartat d'aquest article que el castanyer rebrota amb força després de la talle, inclús els afectats pel xancre (si no estan morts), amb tanyes que poden arribar a 1,5-2 metres d'altura. Per tant, fins que les coníferes no hagin superat aquesta altura hi ha el risc que siguin ofegades pels rebrotos de castanyer.

De la importància del manteniment de les plantacions és un bon exemple una finca d'Osor (*Fotografia 7*), on en alguns punts de la propietat la manca d'actuacions posteriors a la plantació ha tirat per terra la inversió feta. Hi trobem zones on es van plantar que actualment tornen a ser masses de castanyer on només resten els protectors com a testimoni de la plantació. Així mateix hi ha altres zones on no es va castigar prou al castanyer i la massa és una barreja, amb claps on dominen les coníferes i d'altres on és el castanyer qui finalment s'hi ha imposat.



**Fotografia 7.** Exemple de fracàs en la substitució del castanyer. Entre els castanyers encara es poden observar els protectors que es van fer servir en la plantació.



## Obstacles d'altra mena

### L'exigència d'avaluació d'impacte ambiental dins d'espais del PEIN

Recentment s'ha donat el cas que en el moment d'aprovar un pla de gestió dins d'un Espai d'Interès Natural inclòs en la Xarxa Natura 2000, com ara el de les Guilleries, la Sub-direcció General de Biodiversitat i Medi Natural posa una sèrie de condicionants de gestió.

En aquest espai és d'aplicació l'instrument de gestió de les zones especials de conservació de la regió biogeogràfica corresponent, que en el cas de Les Guilleries consideren les castanyedes com a elements claus de l'espai. Segons indica la Sub-direcció, les Directrius de gestió dels espais Natura 2000 corresponents als espais de muntanya interior consideren incompatibles les replantacions amb espècies forestals al·lòctones en espais de la Xarxa Natura 2000 quan aquestes suposin la desaparició d'hàbitats forestals d'interès comunitari. Arrel d'aquestes consideracions, la Sub-direcció conclou que s'han de sotmetre al procediment d'avaluació d'impacte ambiental la transformació de les formacions forestals de castanyeda a plantació d'abet de Douglas (*Fotografia 8*).

**Fotografia 8.** Castanyeda de les Guilleries on s'exigeix el procediment d'avaluació d'impacte ambiental favorable previ a la substitució per avet Douglas. L'estat fitosanitari de la massa és lamentable, amb gran quantitat de peus morts a causa del xancre.



## Una possible alternativa?

Finalment, en algunes finques on el castanyer es troba en el seu òptim i no està gaire afectat pel xancre, com El Mataró d'Arbúcies i Espinelves, s'ha optat per un model de gestió flexible que deixi llibertat per tallar el castanyer d'acord amb les necessitats del mercat, de manera que l'itinerari silvícola, basat en les ORGEST, seria:

- a Als quatre anys d'edat es pot fer una selecció de tanys i treure bastons si el mercat així ho demana i deixar entre tres i quatre rebrots per soca.
- b Als 25-26 anys d'edat, quan el castanyer ha arribat almenys a 14 cm de diàmetre, es pot fer bé una aclarida i deixar un o dos peus per soca, o bé una tallada arreu, depenent de la necessitat de barres del mercat.
- c Si s'ha aclarit als 25 anys, llavors es deixa créixer una mica més i als 35 anys es fa la tallada final, quan el castanyer fa 25 cm de diàmetre i es pot destinar a fusta de serra, molt apreciada per la indústria.

## Conclusions

- El castanyer és una espècie de gran tradició forestal en el nostre país i de la que se n'ha tret un gran profit econòmic des del segle XVIII fins a finals del XX.
- Les plantacions extensives de castanyer per les nostres muntanyes, però, comencen a principis del segle XVIII i s'estenen especialment entre mitjans del segle XIX i mitjans del XX.
- A finals del segle XX s'estén la plaga del xancre, que devasta la gran majoria de les plantacions de castanyer i obliga a substituir el castanyer per altres espècies.
- La substitució presenta un gran problema: la gran inversió necessària fins aconseguir l'èxit, i en té d'altres administratius: entrebancs de diversos tipus relacionats amb la percepció conservacionista respecte dels boscos de l'opinió pública.

## Agraïments

Volem agrair la col·laboració en aquest article als amics Xavier Vila Roura, gestor de les finques de Joan Garolera, i Albert Bosch Puig, gestor de diverses finques forestals, així com als propietaris que han aportat informació fonamental: Jordi Boix Llinàs, Jordi Puigdevall Miralpeix, Eduard de Ribot Porta, Josep Mataró Clopès i Carles Corominas Soler.

## Referències

- Boada, M. 2003. Boscos de Catalunya. Història i actualitat del món forestal. Brau Edicions. Consorci Forestal de Catalunya. 188 p.
- Boada, M., Gómez, F. 2012. Boscos de Catalunya. Editorial Planeta. 259 p.
- Rovira, N., Tusell, JM. 2006. La situació actual del castanyer (*Castanea sativa*) a Catalunya. Consorci Forestal de Catalunya. 154 p.
- Tusell, JM. 2018. Diferents mètodes de preparació del sòl en les reforestacions. Passos a seguir per a l'èxit. A: Tusell, JM., Beltrán, M. (eds). XXXV Jornades Tècniques Silvícoles Emili Garolera. Consorci Forestal de Catalunya. Pp: 16-25.
- Vericat, P., Navarro, P., Correal, E., Castaño, C., Piqué, M., Beltrán, M., Obón, B., Rodríguez, J., Colinas, C., García, M., Argemí, JM., Rovira, J. 2012. El castanyer a Catalunya. Manual de gestió, conservació i valorització. Diputació de Barcelona i Obra Social "la Caixa". 143 p.





**Organitza:**



**Col·laboren:**



Col·legi Oficial d'Enginyers  
de Forests a Catalunya



**Patrocinen:**

 Generalitat de Catalunya  
Departament d'Acció Climàtica,  
Alimentació i Agenda Rural

 Centre de la Propietat  
Forestal

 Diputació de Lleida

PLA ANUAL 2021  
DE TRANSFERÈNCIA TECNOLÒGICA



FUSTES JANÉ, SL  
www.fustesjane.com



 PALETS J. MARTORELL, S.A.  
CTRA. DE GIRONA, KM 10 - APARAT DE CORREUS 30  
17420 SANTA COLOMA DE PARTERS (GIRONA)

