



CTFC 



Generalitat de Catalunya
**Departament d'Agricultura,
Ramaderia, Pesca i Alimentació**

Co-disseny de paisatges agroforestals resilients i provisió de serveis ecosistèmics al pilot de Vall de Camprodon

Novembre 2025

Aquest document forma part del projecte de Paisatges Resilients desenvolupat en el marc de l'Estratègia de la Bioeconomia de Catalunya 2030 impulsada pel Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació.

Coordinació:

Gabinet Tècnic del Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació i Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya

Equip científic-tècnic redactor CTFC:

Núria Aquilué

Joana Camps

Quim Zaldo-Aubanell

José Salgado

Giuseppe Capizzi

Francesc Cano

Contingut

1.	Àrea d'estudi i situació actual.....	6
1.1.	Àrea d'estudi	6
1.2.	Caracterització del paisatge	9
1.3.	Provisió actual de serveis ecosistèmics	15
2.	Situació i provisió de serveis ecosistèmics futurs si es manté la tendència socioeconòmica i la gestió forestal de les darreres dècades.....	20
2.1.	Canvis de cobertes del sòl en l'escenari tendencial	22
2.2.	Provisió de serveis ecosistèmics en l'escenari tendencial	24
3.	Propostes de paisatges agroforestals resilients.....	25
3.1.	Zones prioritàries segons criteri tècnic	26
3.1.1.	Zones per la prevenció de grans incendis forestals.....	26
3.1.2.	Zones per la conservació de la biodiversitat	29
3.1.3.	Zones per l'activitat agroramadera	31
3.1.4.	Zones de solapament de prioritats.....	33
3.2.	Propostes de paisatges agroforestals resilients a 2050	35
3.2.1.	Priorització "Prevenció incendis forestals"	36
3.2.2.	Priorització "Conservació de la Biodiversitat"	37
3.2.3.	Priorització "Producció agroramadera"	38
3.2.4.	Priorització proposada per assolir un futur resilient acordat	39
4.	Conclusions	45
5.	Apèndix.....	47

Taules

Taula 1.	Àrea i percentatge de les cobertes del sòl actuals.....	10
Taula 2.	Distribució de les cobertes del sòl segons la digitalització de l'ortofoto de 1956 i comparativa amb la distribució actual (veure Taula 1).	15
Taula 3.	Distribució dels criteris dels atributs de l'índex de biodiversitat potencials en l'àrea pilot. LDW és el nombre d'arbres de grans dimensions morts, MDW és el nombre d'arbres de dimensions mitjanes morts, VLT és el nombre d'arbres molt grans i LT és el nombre d'arbres grans. Per veure'n la definició dels llindars consultar el document "Marc conceptual i metodològic".	17
Taula 4.	Càrrega ramadera segons espècie i Unitats Ramaderes Majors (URM) totals.	19
Taula 5.	Producció agrícola per grup de cultius a l'àrea d'estudi segons les dades de Superfícies, rendiments i produccions comarcals dels conreus agrícoles de Catalunya (2023) d'on es consulta el rendiment teòric. La superfície teòrica es calcula com el percentatge de zona agrícola de la comarca del Ripollès (segons aquest mateix informe) respecte l'àrea de la Vall de Camprodon.	20

Taula 6. Taxes de canvi de les cobertes del sòl dels darrers 35 anys (1987 – 2022).	21
Taula 7. Prescripcions silvícoles per a les espècies principals de l'àrea pilot aplicades a l'escenari tendencial.....	21
Taula 8. Canvis en les cobertes del sòl en l'escenari tendencial i comparativa amb la situació actual a l'àrea pilot.....	23
Taula 10. Comparativa de les cobertes del sòl entre els diferents escenaris futurs i la situació actual.....	43
Taula 11. Comparativa dels itineraris de gestió forestal aplicats en els diferents escenaris futurs. El camp “Pct. bosc” indica el percentatge de bosc que està gestionat segons cada itinerari respecte l'àrea futura de bosc. El camp “Pct. total” indica el percentatge de bosc que està gestionat segons cada itinerari respecte l'àrea total del pilot.	43
Taula 12. Comparativa de la provisió de serveis ecosistèmics entre els diferents escenaris futurs i la situació actual.	44
Taula A1. Caracterització forestal dels rodals. Es mostra la mitjana ± la desviació estàndard i [mínim i màxim]	47
Taula A2. Prescripcions silvícoles per a les espècies principals de l'àrea pilot segons el criteri de multifuncionalitat	48
Taula A3. Prescripcions silvícoles per a les espècies principals de l'àrea pilot seguint un criteri d'adevesament	49
Taula A4. Prescripcions silvícoles per a les espècies principals de l'àrea pilot seguint un model de silvicultura propera a la natura.	49

Figures

Figura 1. Àrea d'estudi i límits municipals sobre de l'ortofoto actual (2023).	6
Figura 2. Paisatges de l'àrea d'estudi de Vall de Camprodon.	8
Figura 3. Representació de l'elevació a l'àrea d'estudi.	9
Figura 4. Cobertes del sòl actuals a l'àrea pilot.....	10
Figura 5. Espècies forestals dominants.....	11
Figura 6. Espècies forestals codominants.....	11
Figura 7. Distribució actual de les variables forestals diàmetre mig, alçada, nombre de peus, àrea basal, biomassa total, i volum en escorça dels rodals forestals.	12
Figura 8. Distribució de l'àrea basal (m ² /ha) dels rodals forestals de l'àrea pilot.....	13
Figura 9. Espais naturals protegits (esquerra) i forests públiques i forests privades amb instruments d'ordenació forestals aprovats a l'àrea d'estudi.....	13
Figura 10. Digitalització de les zones de bosc dens, zones artificials, de sòl nu, cultius, o la matriu de l'ortofoto del vol americà de 1956.....	14
Figura 11. Provisió actual d'aigua blava (mm) en les zones de cobertes naturals de l'àrea pilot.	16
Figura 12. Relació entre la producció d'aigua blava anual i la densitat d'arbres als rodals forestals de l'àrea pilot.	16
Figura 13. Distribució actual de la càrrega de combustible (t/ha) en les zones productives segons els models de combustible de Krinsk et al. 2020.	17
Figura 14. Índex de biodiversitat potencial dels boscos (escala de 0-baixa a 5-molt alta). 18	
Figura 15. Estoc de carboni (t C/ha) actual total (acumulat en la biomassa aèria i en la subterrània) dels boscos l'àrea pilot.	19

Figura 16. Evolució de les cobertes del sòl al 2050 si es manté la tendència socioeconòmica de les darreres dècades, “escenari tendencial” (dreta) i cobertes del sòl actual (esquerra).	22
Figura 17. Producció futura d’aigua blava (mm) en un escenari tendencial (esquerra) i diferència absoluta amb la producció actual (dreta).....	24
Figura 18. Càrrega futura de combustible en superfície (t/ha) en un escenari tendencial (esquerra) i diferència absoluta amb la producció actual (dreta).....	25
Figura 19. Índex de biodiversitat potencial futur en un escenari tendencial (esquerra) i diferència absoluta amb la producció actual (dreta), en un rang de 1-baixa a 5-molt alta.	25
Figura 20. Estoc futur de carboni als boscos (t C/ha) en un escenari tendencial (esquerra) i diferència absoluta amb la producció actual (dreta).....	25
Figura 21. Eixos de contenció estratègics dels GRAF.....	27
Figura 22. Priorització de zones de gestió forestal per a la prevenció d’incendis forestals segons el programa PREVINCAT.....	28
Figura 23. Hàbitats d’interès comunitari a l’àrea pilot segons el Mapa d’Hàbitats Terrestres de Catalunya 1:25.000 (versió 3).....	30
Figura 24. Àrees d’interès faunístic i florístic del pilot.	31
Figura 25. Zones proposades pels tècnics del territori per ser gestionades en el marc del finançament europeu Next Generation.	32
Figura 26. Àrees agroramaderes viables.	32
Figura 27. Solapament de totes les zones prioritàries a l’àrea pilot.	34
Figura 28. Número de prioritzacions per cada rodal de l’àrea d’estudi.	34
Figura 29. Solapaments entre parelles de prioritzacions a l’àrea pilot.....	35
Figura 30. Cobertes del sòl al 2020 i al 2050 en els escenaris de prioritzzació: “Prevenció incendis forestals”, “Conservació de la biodiversitat” i “Producció agroramadera”.	36
Figura 31. Cobertes del sòl al 2050 en l’escenari de “Futur resilient acordat” on s’han prioritzat, en aquest ordre: rodals NG, instruments d’ordenació forestal, prevenció d’incendi forestals, conservació de la biodiversitat i producció agroramadera.	41
Figura 32. Gestió forestal al 2050 en l’escenari de “Futur resilient acordat” on s’han prioritzat, en aquest ordre: rodals NG, instruments d’ordenació forestal, prevenció d’incendi forestals, conservació de la biodiversitat i producció agroramadera.	42
Figura A1. Projectió de la precipitació per dècada i anual (superior esquerra i dreta) i l’evapotranspiració potencial (inferior esquerra i dreta) segons l’escenari climàtic RCP 4.5 a l’àrea d’estudi per a les properes 3 dècades.	48

1. Àrea d'estudi i situació actual

1.1. Àrea d'estudi

L'àrea d'estudi de Vall de Camprodon compta amb 293.2 km² i està conformada per sis termes municipals (Figura 1): Camprodon (103.4 km²), Vilallonga de Ter (64.2 km²), Setcases (49.1 km²), Molló (43.1 km²), Llanars (24.7 km²) i Sant Pau de Segúries (8.7 km²), amb una densitat de població mitja de 16.1 hab./ km² segons dades de l'IDESCAT.

L'àrea pilot està dominada per la conca del riu Ter i el seu principal afluent pel seu marge esquerre, el Ritort, que desemboca en el Ter a Camprodon, així com per les cotes més altes dels Pirineus Orientals de Catalunya. L'àrea d'estudi està doncs caracteritzada per una elevació que va d'entre els 409 i els 2800 m i un pendent d'entre 0 i 63°, denotant una orografia complexa que dona lloc a diferents ecosistemes, hàbitats i masses forestals (Figura 2, Figura 3).

La Vall de Camprodon presenta una distribució heterogènia de les cobertes del sòl (Figura 4, Taula 1). Els boscos són la coberta predominant, especialment a les zones més elevades i en els vessants de la vall. A les parts intermèdies i en zones amb major pendent, es desenvolupen matollars i prats i herbassars, formant una transició entre les zones forestals i les àrees de menor altitud. Les terres agrícoles es localitzen principalment a les fondalades i prop dels nuclis habitats, mentre que les àrees artificials es concentren en nuclis urbans concrets. Els cursos fluvials travessen la vall, contribuint a la diversitat paisatgística de la regió. Les àrees de bosc amb pendent superior al 55% representen el 35.2% del bosc, mentre que, considerant tota l'àrea d'estudi, el 27.3% del territori presenta pendent superior a aquest llindar.

Les zones forestals de la Vall de Camprodon estan dominades principalment pel pi roig i pels roures, especialment en les zones de mitja muntanya i vessants sud-orientals (Figura 5, Figura 6). A les parts més elevades, el pi negre és l'espècie predominant, mentre que en les àrees baixes i en antics terrenys agrícoles, l'alzina i altres frondoses tenen una presència destacada. La distribució de la vegetació mostra una marcada diversitat, amb moltes masses forestals en condició de confluència d'espècies, on la presència de frondoses com el faig i el freixe complementa la dominància de les coníferes.

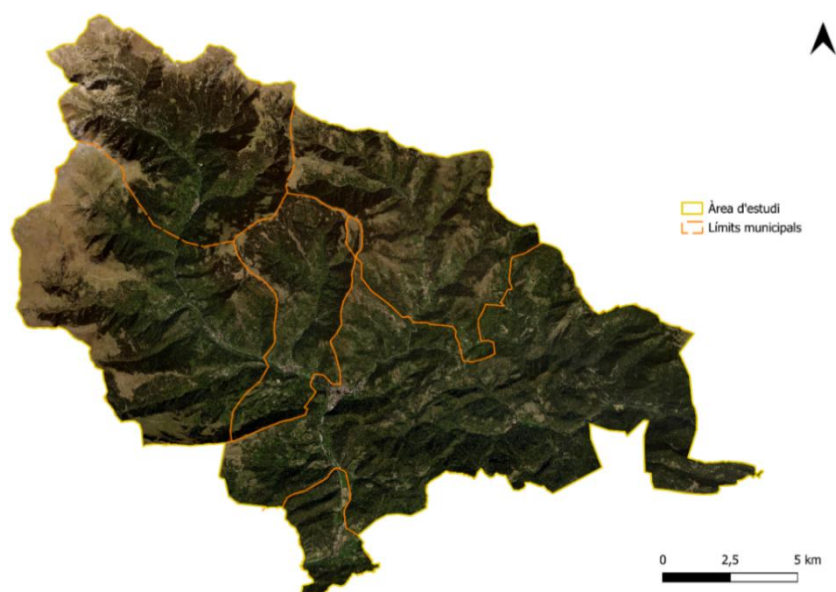


Figura 1. Àrea d'estudi i límits municipals sobre de l'ortofoto actual (2023).





Figura 2. Paisatges de l'àrea d'estudi de Vall de Camprodon.

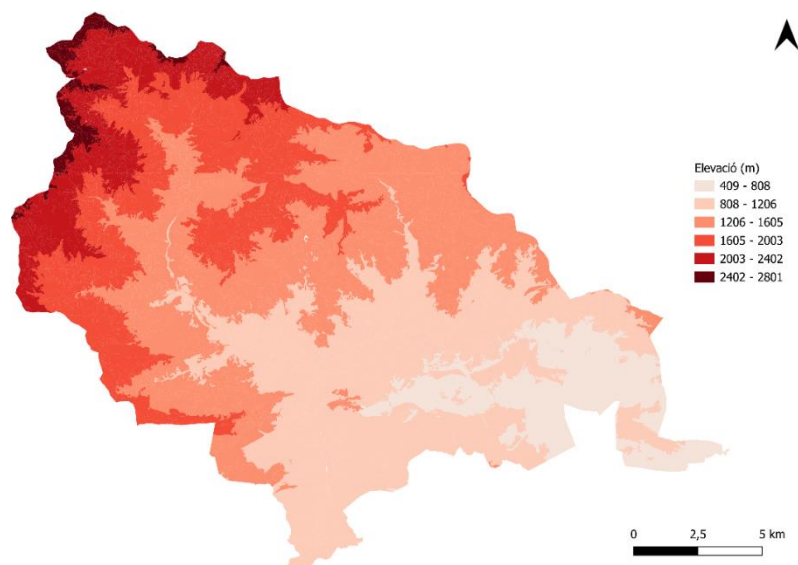


Figura 3. Representació de l'elevació a l'àrea d'estudi.

1.2. Caracterització del paisatge

Per la planificació territorial orientada a promoure paisatges agroforestals resilents i garantir la provisió sostenible de serveis ecosistèmics en el context de la bioeconomia circular catalana, és imprescindible disposar d'una caracterització acurada del paisatge actual. Aquesta caracterització inclou tant la distribució de les cobertes del sòl com la composició i estructura dels rodals forestals dins de l'àrea d'estudi. Pel pilot de Vall de Camprodon, s'ha anat un pas més enllà a l'hora de caracteritzar el paisatge, utilitzant cartografia de referència més actualitzada i detallada (que inclou més informació sobre els usos i cobertes del sòl, no només forestals) i treballant amb unitats espacials més petites i amb major informació associada. Aquest pas permet generar escenaris de futurs més precisos i complexos, i per tant més adaptats a la realitat del paisatge.

S'ha treballat doncs amb les cartografies del Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya versió 2022 (MCSC22) i el Mapa d'Hàbitats Terrestres de Catalunya 2024 (MHTC_v3), per obtenir una caracterització més actual del paisatge i amb una resolució espacial més elevada. El MCSC22 correspon a l'actualització de la versió anterior del Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya (<https://www.icgc.cat/ca/Territori-sostenible/Cobertes-del-sol>). El MHTC_v3 és una cartografia a escala 1:25.000 que descriu els hàbitats terrestres i en fa una correspondència exhaustiva amb esquemes d'hàbitats europeus com ho són el CORINE, EUNIS i els Hàbitats d'Interès Comunitari a més d'oferir el grau d'amenaça de cada hàbitat, l'estat de conservació, la raresa, la fragilitat i la maduresa (https://mediambient.gencat.cat/ca/05_ambits_dactuacio/patrimoni_natural/senp_catalunya/xarxa_natura_2000/conceptes_clau/hic/index.html).

En base al MCSC22 i al MHTC_v3, s'ha creat una cartografia de referència amb unitats espacials (polígons) que són homogènies en composició i estructura i s'utilitzen com a base pel càlcul i l'anàlisi dels serveis ecosistèmics. Primer, s'ha realitzat una reclassificació de les cobertes del sòl del MCSC22 en set categories principals: Agrícola, Aigua, Artificial, Bosc, Matollar, Prat i Herbassar i Sòl nu, que permeten entendre la distribució i presència dels diferents usos del sòl a l'àrea d'estudi (Figura 4). En segon lloc, s'ha dut a terme una segmentació dels polígons del MCSC22 amb l'objectiu de treballar amb unitats espacials més petites i detallades, anomenades Polígons Mínims Viabls

(PMV). Aquests PMV s'han creat a partir de la intersecció del MCSC22 i el MHTC_v3. Aquesta segmentació ha permès obtenir rodals més fragmentats, oferint una millor representació de la variabilitat del paisatge i fent possible una planificació més ajustada a les diferents realitats ecològiques i territorials, doncs es facilita l'aplicació d'estratègies de gestió més precises, ja que permet recollir informacions detallades a nivell de biodiversitat, com és el grau d'amenaça o els llistats d'espècies predominants.

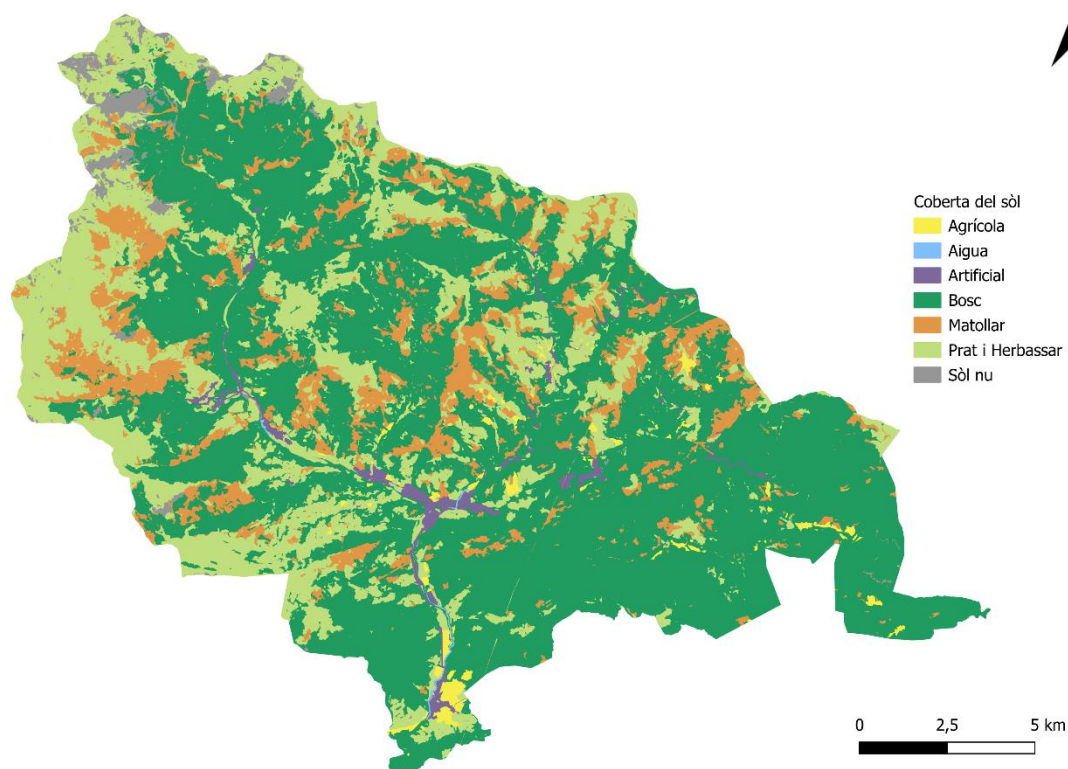


Figura 4. Cobertes del sòl actuals a l'àrea pilot.

Taula 1. Àrea i percentatge de les cobertes del sòl actuals.

Coberta	Àrea (ha)	%
Bosc	17277	58.8
Prat i Herbassar	6843	23.3
Matollar	3830.2	13.1
Sòl nu	654.7	2.2
Agrícola	371	1.3
Artificial	370.1	1.3
Aigua	21.6	0.1
Total	29321.1	

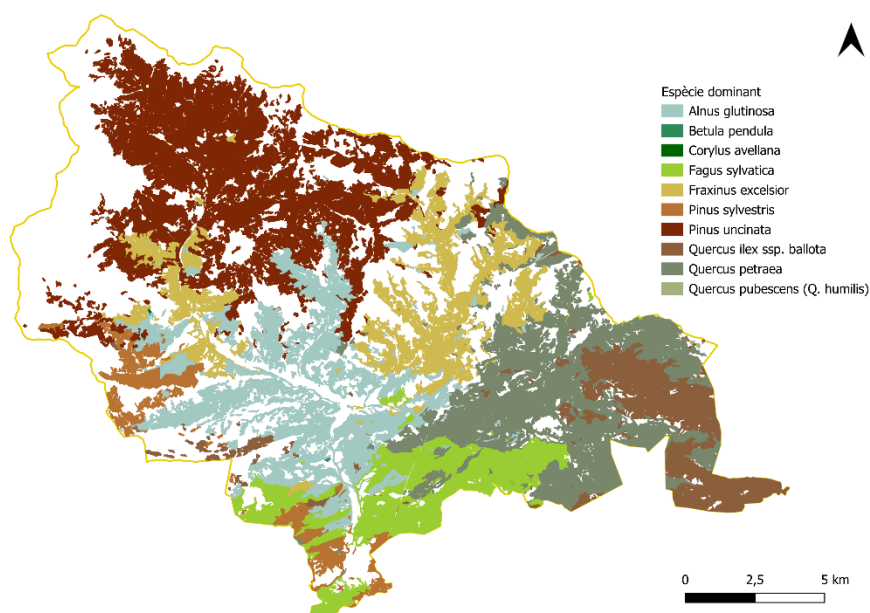


Figura 5. Espècies forestals dominants.

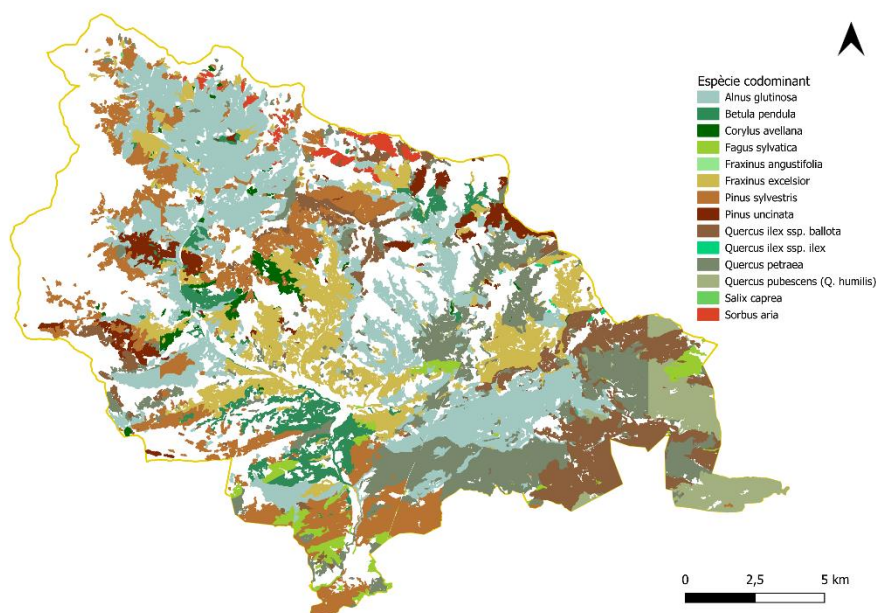


Figura 6. Espècies forestals codominants.

Les masses forestals de pi negre són relativament denses, amb arbres de mida moderada, tot i que hi ha força heterogeneïtat en les distribucions del diàmetre mig i l'alçada (Figura 7). L'àrea basal es distribueix entre 8.6 i 43.5 m²/ha, amb una mitjana de 20.7 m²/ha, valors similars als observats en les frondoses (20.2 m²/ha) i el freixe (19.4 m²/ha), mentre que les rouredes presenten valors lleugerament inferiors (17.2 m²/ha) (Taula A1, Figura 8). Pel que fa a la densitat, els rodals de pi negre presenten una mitjana de 966.2 peus/ha, un valor proper als de freixe (994.6 peus/ha) i roure (894.3 peus/ha), però inferior als boscos de frondoses, que són els més denses (1113.3 peus/ha). En

termes de biomassa, els rodals de pi negre acumulen una mitjana de 149.4 Mg/ha, mentre que els boscos dominats per freixes registren els valors més alts (186.2 Mg/ha). Quant a l'estructura, el diàmetre mig dels boscos de pi negre és de 15.0 cm, amb valors similars als de freixe (14.3 cm) i roure (14.1 cm). En canvi, els boscos de frondoses mostren arbres de menor diàmetre (14 cm). L'alçada mitjana dels pins és de 10.2 m, mentre que les freixenedes són lleugerament més altes (10.9 m). En conjunt, aquestes dades mostren que les masses de pi negre tenen una estructura semblant als boscos de frondoses en termes d'àrea basal i densitat, però amb una acumulació de biomassa lleugerament inferior.

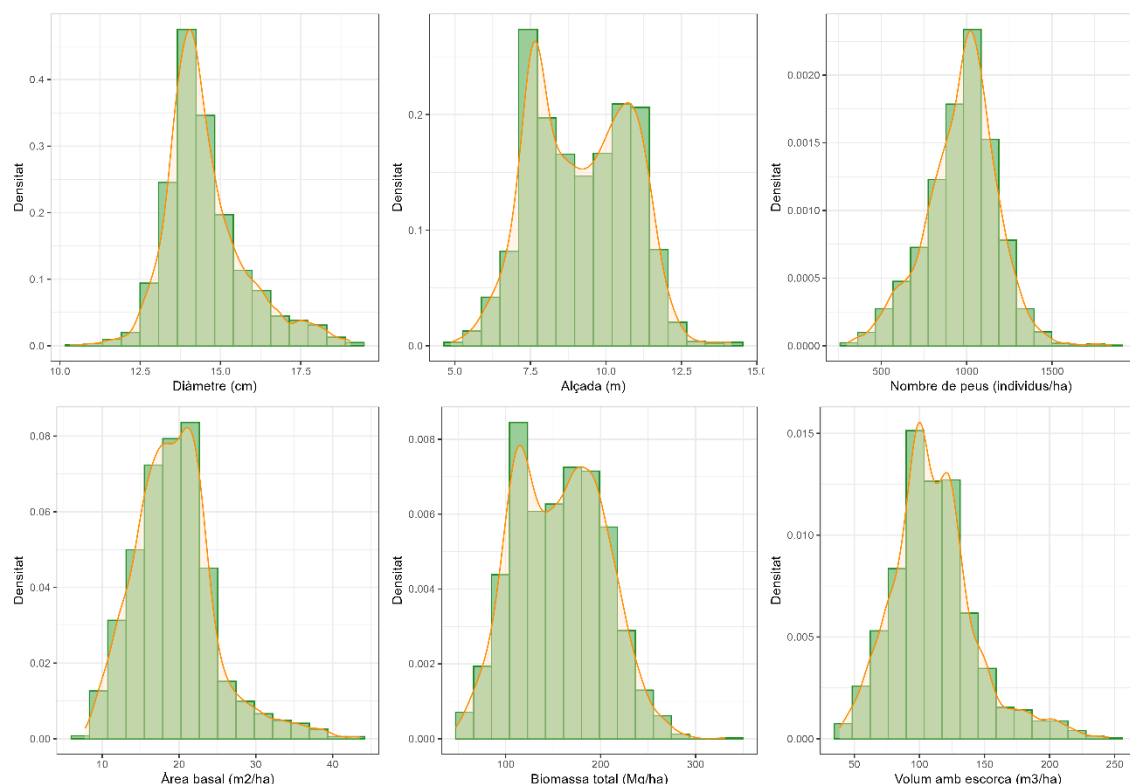


Figura 7. Distribució actual de les variables forestals diàmetre mig, alçada, nombre de peus, àrea basal, biomassa total, i volum en escorça dels rodals forestals.

L'àrea pilot de la Vall de Camprodon inclou 12015 hectàrees que es troben dins de la xarxa europea Natura 2000, fet que representa un 41% del total de l'àrea d'estudi (Figura 9). Dins d'aquest espai protegit, destaquen les següents figures de protecció: l'Alta Garrotxa–Massís de les Salines amb 5744 ha (19.6%) que forma part de la Reserva Natural Parcial de la Muga - Albanyà, el Parc Natural de les Capçaleres del Ter i del Freser amb 5709 ha (19.5%), l'espai protegit de la xarxa Natura 2000 les Riberes de l'Alt Ter amb 126 ha (0.4%) declarat com a zona d'especial conservació segons la Directiva d'Hàbitats i l'espai d'interès natural de la Serra Cavallera amb 434 ha (1.5%).

Pel que fa a la superfície que consta d'instruments d'ordenació forestal, aquesta suma un total de 7547 hectàrees, equivalents al 25.7% de l'àrea d'estudi. En relació a la tipologia de la propietat dels boscos, es disposa de dades per a 10781 ha: d'aquestes, 5759 ha són propietat de la Generalitat de Catalunya i 5022 ha corresponen a propietats d'entitats municipals (Figura 9).

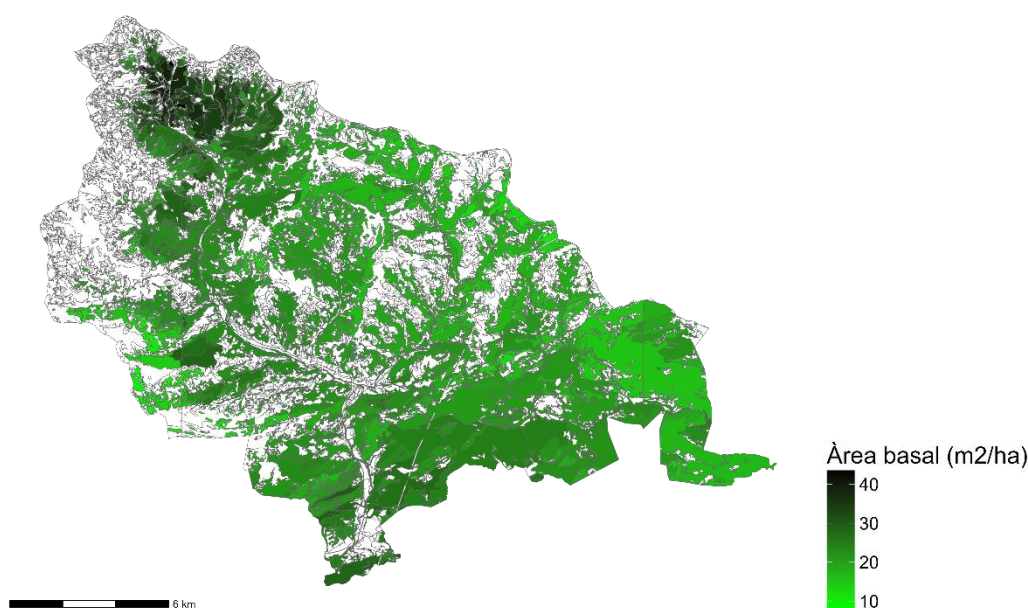


Figura 8. Distribució de l'àrea basal (m^2/ha) dels rodals forestals de l'àrea pilot.

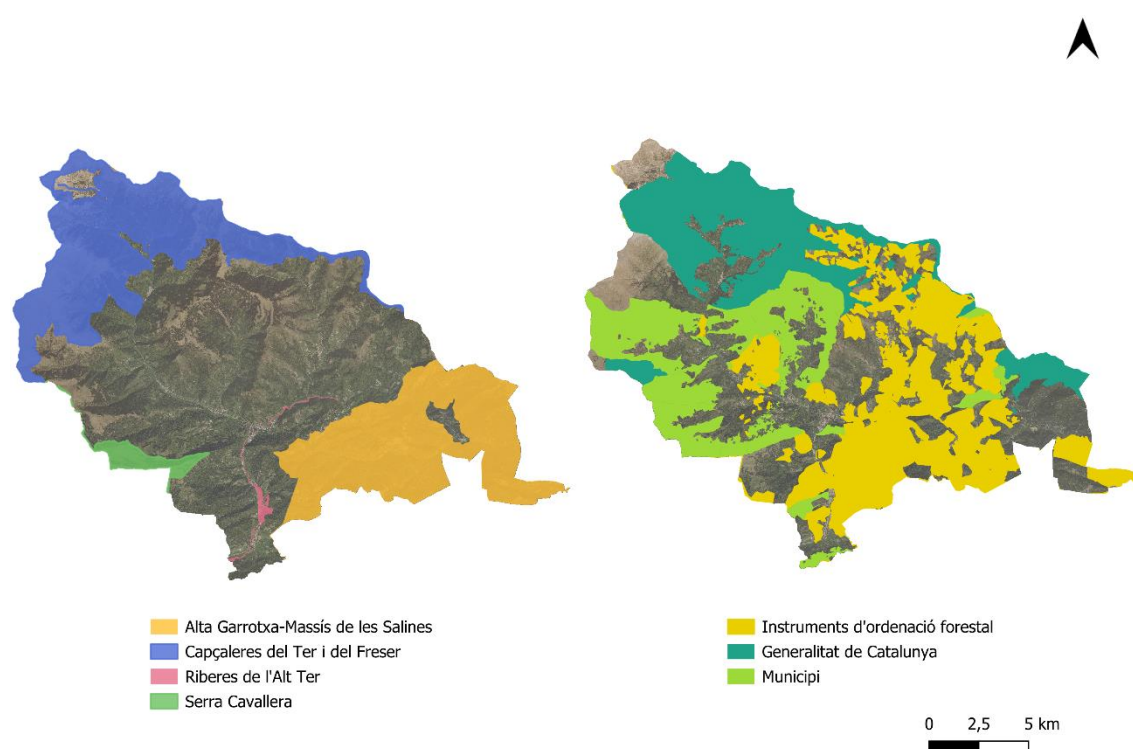


Figura 9. Espais naturals protegits (esquerra) i forestes públiques i forestes privades amb instruments d'ordenació forestals aprovats a l'àrea d'estudi.

El paisatge de la Vall de Camprodon a mitjans segle XX reflectia clarament una activitat agroforestal molt més intensa que l'actual (Figura 10). Bona part del territori estava destinat als conreus, amb un total de 6.113 ha, que representaven el 20.8% de l'àrea d'estudi, i evidenciaven l'extens ús agrícola del sòl, especialment a les valls i zones planeres més accessibles (Figura 10, Taula 2). El bosc dens ocupava llavors 3664 ha (12.5%), sent més fragmentat i amb menor densitat que avui, resultat d'una activitat

silvícola i ramadera constant que n'impedia el tancament. Així mateix, hi havia poca presència de sòls nus (832 ha, 2.8%) i la matriu, formada per bosc clar, matollar, i prat i herbassar dominava el paisatge amb 18707 ha, el 63.8% del total, configurant una matriu oberta, heterogènia i en mosaic, amb forts valors tant ecològics i productius presents a tota la vall. Les àrees artificials eren pràcticament anecdòtiques, amb només 33.6 ha (0.1%), la qual cosa posa de manifest l'escassa presència d'infraestructures o urbanització en aquell moment. En conjunt, aquesta configuració del paisatge respon a un ús intensiu però diversificat del territori, amb una forta dependència de l'activitat primària i un aprofitament altament vinculat a les condicions topogràfiques. El mapa elaborat a partir de la digitalització de l'ortofoto de 1956 permet reconstruir amb detall aquest escenari històric i identificar quines àrees han patit més transformacions en les darreres dècades, fet clau per a orientar estratègies de gestió i restauració del mosaic agroforestal tradicional.

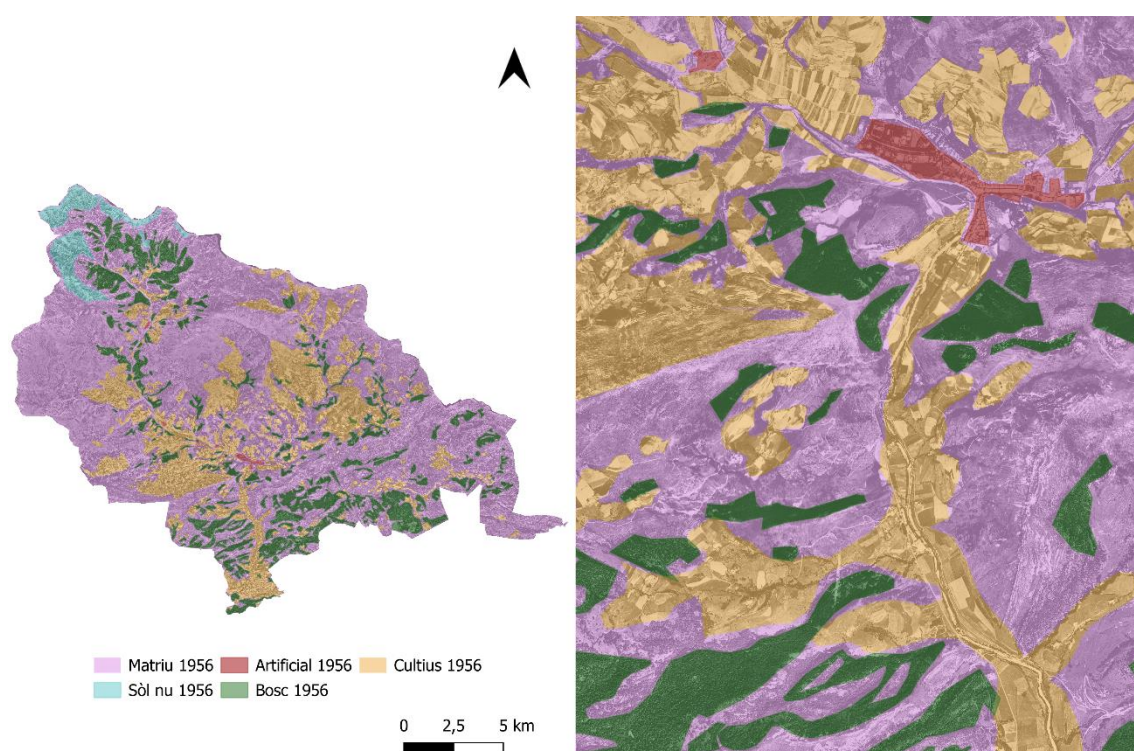


Figura 10. Digitalització de les zones de bosc dens, zones artificials, de sòl nu, cultius, o la matriu de l'ortofoto del vol americà de 1956.

Entre 1956 i l'actualitat, la Vall de Camprodon ha experimentat transformacions molt significatives en la configuració del paisatge i les cobertes del sòl (Taula 2). El canvi més destacable és l'expansió del bosc, que ha passat de 3664 ha de bosc dens a més de 17277 ha: un increment de 13613 ha, equivalent a un augment del 371.5%. Aquesta evolució s'explica pel progressiu abandonament de les activitats agrícoles i silvopastorals tradicionals, que ha afavorit l'expansió forestal de moltes àrees abans gestionades activament.

Aquesta dinàmica va de la mà amb una davallada molt pronunciada dels cultius, que han passat de representar el 20.8% de l'àrea d'estudi a només l'1,3% actual, amb una pèrdua de 5742 ha (-93.9%). També s'ha detectat una lleugera reducció dels sòls nus (-178 ha, -21.4%) i un augment molt notable del sòl artificial, que ha passat de ser pràcticament

testimonial (33 ha) a ocupar 370 ha, un increment de més del 1000%, atribuïble al creixement urbanístic i d'infraestructures.

Aquest conjunt de canvis apunta a una pèrdua del mosaic agroforestal tradicional i a una major homogeneïtzació del paisatge, amb implicacions importants tant per a la biodiversitat com per a la gestió futura del territori.

Taula 2. Distribució de les cobertes del sòl segons la digitalització de l'ortofoto de 1956 i comparativa amb la distribució actual (veure Taula 1).

Coberta 1956	Àrea (ha)	Percentatge (%)	Δ (ha)	Δ (%)
Matriu (bosc clar, matollar, prat i herbassar)	18706.9	63.8	-8033.7	-42.9
Cultius	6113.3	20.8	-5742.3	-93.9
Bosc dens	3664.6	12.5	+13566	+370.2
Sòl nu	832.9	2.8	-178.2	-21.4
Artificial	33.6	0.1	+336.5	+1001.5

1.3. Provisió actual de serveis ecosistèmics

En funció de la distribució actual de les cobertes del sòl i la composició i estructura de les forests és possible estimar la provisió de serveis ecosistèmics claus que ofereixen els paisatges agroforestals Mediterranis. La metodologia per estimar-los està detallada al document “Creació de paisatges agroforestals resilents a Catalunya i provisió sostenible de serveis ecosistèmics. Marc conceptual i metodològic”.

A l'àrea pilot de Vall de Camprodon, la provisió actual d'aigua blava a les cobertes naturals oscil·la entre els 273.8 mm i els 889.1 mm anuals (Figura 11), agafant com a referència el període 2011 - 2020. El valor mitjà se situa als 468 mm/any, indicant una disponibilitat d'aigua relativament alta en una part important del territori. Aquesta provisió d'aigua blava, que inclou tant l'escorrentia superficial com l'aigua infiltrada que pot alimentar les aigües subterrànies, es troba fortament condicionada per la precipitació anual i pel tipus de cobertura del sòl. Aquesta producció és més elevada en els boscos menys densos (Figura 12). Zones forestals menys denses tendeixen a presentar una eficiència major en la producció d'aigua blava en comparació amb boscos densos, degut a una menor evapotranspiració.

La càrrega de combustible en superfície (t/ha) s'ha derivat segons la classificació dels models de combustible de Scott & Burgan 2005 (veure document “Marc conceptual i metodològic”). Els combustibles en superfície són un dels elements determinants a l'hora de caracteritzar el comportament dels incendis forestals, juntament amb els combustibles de capçada, que caldria caracteritzar detalladament per completar la descripció del risc d'incendi a la regió.

A l'àrea d'estudi, la càrrega de combustible en superfície presenta una elevada variabilitat, amb valors que oscil·len entre 2.5 i 34.9 t/ha (Figura 13), reflectint l'heterogeneïtat de cobertes i boscos de la zona. El valor mitjà se situa en 13.9 t/ha, mentre que el 50% central de les dades es troba dins l'interval entre 5.6 i 19.6 t/ha, indicant que la distribució de la càrrega de combustible presenta certa asimetria cap a

valors més alts. Aquest patró suggereix la presència de zones amb acumulacions significatives de combustible en zones boscoses de l'est de l'àrea pilot.

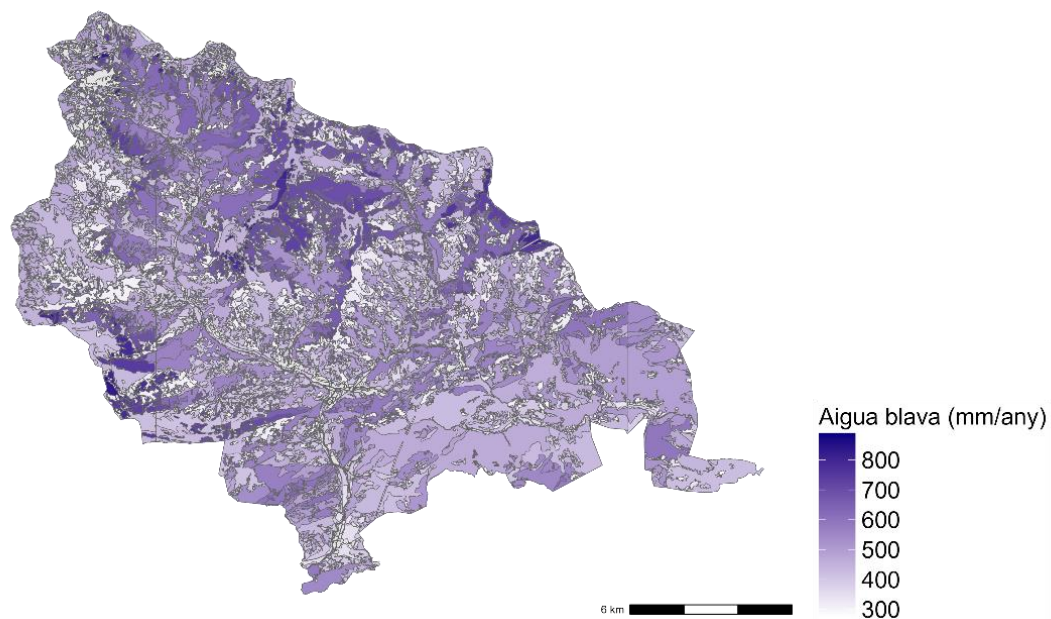


Figura 11. Provisió actual d'aigua blava (mm) en les zones de cobertes naturals de l'àrea pilot.

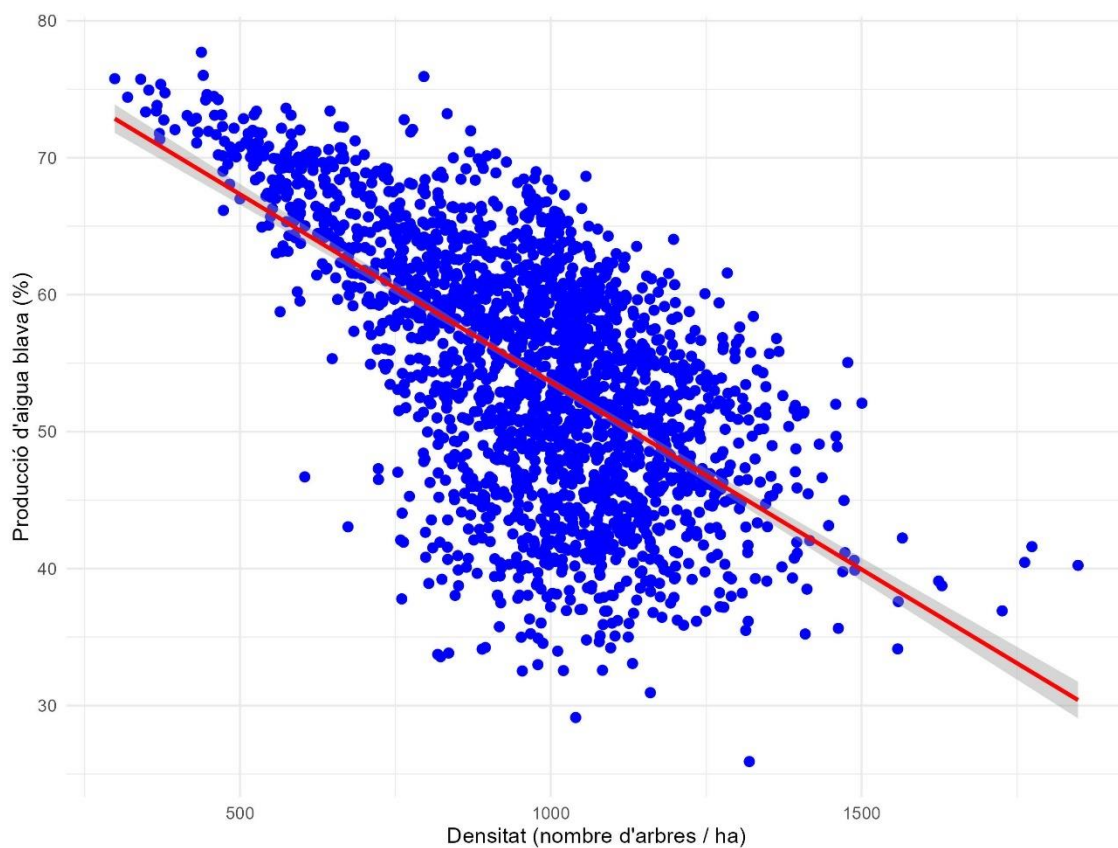


Figura 12. Relació entre la producció d'aigua blava anual i la densitat d'arbres als rodals forestals de l'àrea pilot.

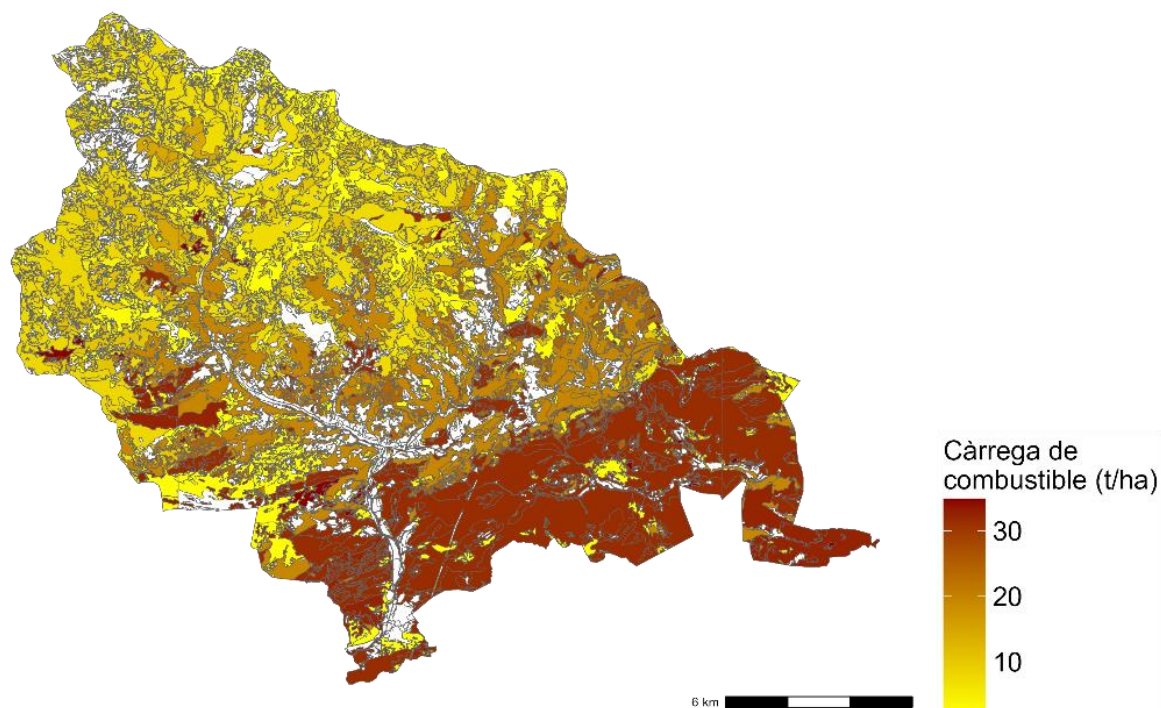


Figura 13. Distribució actual de la càrrega de combustible (t/ha) en les zones productives segons els models de combustible de Krinsk et al. 2020.

Taula 3. Distribució dels criteris dels atributs de l'índex de biodiversitat potencials en l'àrea pilot. LDW és el nombre d'arbres de grans dimensions morts, MDW és el nombre d'arbres de dimensions mitjanes morts, VLT és el nombre d'arbres molt grans i LT és el nombre d'arbres grans. Per veure'n la definició dels llindars consultar el document "Marc conceptual i metodològic".

Diversitat espècies autòctones	Criteri	0 o 1 gènere	2 gèneres	3 o 4 gèneres	5 o més gèneres
	N. rodals	1	117	108	1931
	Àrea (ha)	1.0	219.1	238.9	16771.5
Estructura vertical de la vegetació	Criteri	0 o 1 estrat amb > 20% de cobertura	2 estrats amb > 20% de cobertura	3 o 4 estrats amb > 20% de cobertura	5 estrats amb > 20% de cobertura
	N. rodals	10	1708	418	21
	Àrea (ha)	81.0	11717.5	5048.2	383.9
Presència de fusta morta	Criteri	1 < LDW/ha & 1 < MDW/ha	1 < LDW/ha & 1 >= MDW/ha	1 a 3 LDW/ha	Més de 3 LDW/ha
	N. rodals	5	277	497	1378
	Àrea (ha)	15.4	2072.7	2449.5	12693.1
Presència arbres grans	Criteri	1 < VLT/ha & 1 < LT/ha	1 < VLT/ha & 1 >= LT/ha	1 a 5 VLT/ha	Més de 5 VLT/ha
	N. rodals	111	1660	385	1
	Àrea (ha)	324.1	10581.4	6323.0	2.2

La biodiversitat de les zones forestals, descrita i caracteritzada a partir d'alguns elements de l'índex de biodiversitat potencial (la diversitat d'espècies autòctones, l'estructura

vertical de la vegetació, la presència de fusta morta i la presència d'arbres grans) es distribueix de forma heterogènia entre els diferents ecosistemes forestals que trobem a l'àrea d'estudi (Figura 14). A l'àrea pilot de Vall de Camprodon, els boscos són relativament diversos en quant a composició i amb estructures que cobreixen diferents estrats vegetatius però sense arribar a ser boscos madurs i complexos (Taula 3). La presència estimada de fusta morta és força elevada, no essent-ho tant però la presència d'arbres vius grans (Taula 3).

Per últim, l'estoc de carboni es troba estretament relacionat amb la quantitat i el tipus de biomassa present a les zones forestals de l'àrea d'estudi. El carboni total acumulat als boscos, tant en la biomassa aèria com en la subterrània, presenta valors que varien entre 94.5 t C/ha i 579.5 t C/ha (Figura 15). El valor mitjà estimat és de 289.6 t C/ha, amb una mediana pràcticament idèntica indicant una distribució força simètrica. El 50% central de les observacions es mou entre 229.9 t C/ha i 345.2 t C/ha, evidenciant una capacitat d'emmagatzematge de carboni considerable a bona part dels boscos. Aquestes xifres suggereixen la presència de masses forestals madures o de creixement mitjà, amb una bona aportació a la mitigació del canvi climàtic a través de la fixació de carboni atmosfèric.

Pel que fa als serveis ecosistèmics relacionats amb l'activitat agroramadera de la zona, s'ha estimat per una banda la càrrega ramadera segons l'espècie a partir del registre d'explotacions ramaderes més recent (<https://agricultura.gencat.cat/ca/serveis/registres-oficials/ramaderia-sanitat-animal/registre-explotacions-ramaderes/index.html>). S'ha filtrat aquest registre en base a les coordenades de les explotacions actives presents a l'àrea, amb un total de 207 destinades a la producció i reproducció, sent 203 d'espècies de bestiar major, és a dir, boví, cabrum, oví i èquid, que en total representen 11590.3 URM (Taula 4).

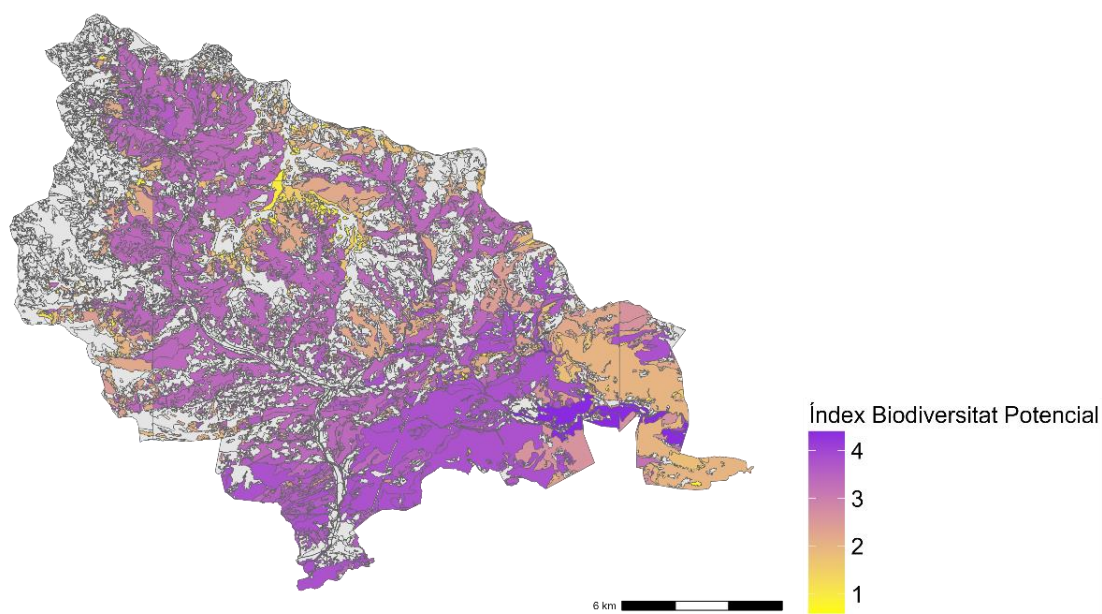


Figura 14. Índex de biodiversitat potencial dels boscos (escala de 0-baixa a 5-molt alta).

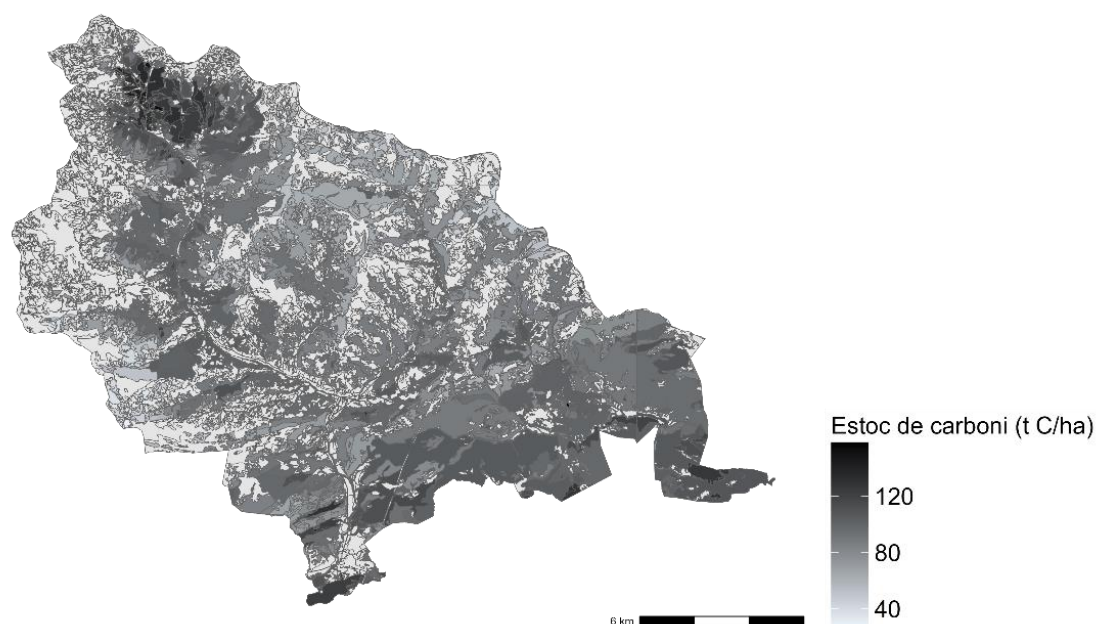


Figura 15. Estoc de carboni (t C/ha) actual total (acumulat en la biomassa aèria i en la subterrània) dels boscos l'àrea pilot.

Taula 4. Càrrega ramadera segons espècie i Unitats Ramaderes Majors (URM) totals.

Espècie	Total URM
Boví	9580.40
Cabrum	35.80
Èquid	1726
Oví	248.12

Segons la Declaració agrària del Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació, <https://agricultura.gencat.cat/ca/ambits/desenvolupament-rural/declaracio-unica-agraria/index.html>, i l'estimació de rendiments teòrics per a cada cultiu, la producció agrícola teòrica total a l'àrea pilot ascendeix a 1655816 kg, destacant-se clarament la presència de cultius farratgers com a principals contribuents (Taula 5). Dins aquest grup, sobresurt la barreja de farratgers, amb una producció estimada de 978640 kg, seguida del raigràs amb 526370 kg i l'alfals amb 96195 kg. Aquests cultius són habituals en zones on la producció de farratge per a alimentació ramadera té un pes rellevant. Els cultius destinats al consum humà són molt més modestos, amb la patata com a únic representant significatiu i una producció teòrica de 37200 kg. Finalment, la producció de cereals per gra, representada en aquest cas pel mill i la melca, és testimonial, amb només 3020 kg, indicant una baixa presència d'aquest tipus de conreus a l'àrea. El perfil d'aquesta d'aquest pilot s'orienta marcadament cap a la producció farratgera, probablement com a suport a l'activitat ramadera de la zona i adaptant-se a les condicions orogràfiques i climàtiques actuals.

Taula 5. Producció agrícola per grup de cultius a l'àrea d'estudi segons les dades de Superfícies, rendiments i produccions comarcals dels conreus agrícoles de Catalunya (2023) d'on es consulta el rendiment teòric. La superfície teòrica es calcula com el percentatge de zona agrícola de la comarca del Ripollès (segons aquest mateix informe) respecte l'àrea de la Vall de Camprodon.

Grup	Cultiu	Rendiment teòric (kg/ha)	Superfície teòrica (ha)	Producció total (kg)
Cereals gra	Blat, ordi, sègol, mill, triticale, ...	2940	7.4	21627
Tubercles consum humà	Patata tardana i d'estació mitjana	8750	7.7	67047
Cultius farratgers	Raigràs o margall	13000	35.6	462205
	Sorgo farratger	18000	20.2	364125
	Barreja farratgers	10950	38.9	426237
	Alfals	16500	16.9	278151
	Praderes polifites	10400	255	2652102
Total			381.6	4271494

2. Situació i provisió de serveis ecosistèmics futurs si es manté la tendència socioeconòmica i la gestió forestal de les darreres dècades

Per estimar quin potencial de transformació tenen els paisatges agroforestals resilents no només és vàlid comparar la situació i provisió de serveis ecosistèmics actuals amb un estat futur desitjable, sinó també estimar quin seria l'estat del paisatge si es manté la dinàmica de les darreres dècades, el que s'anomena un "escenari tendencial". Això és, que en un context ambiental i/o socioeconòmic l'escenari tendencial es tradueix en que les coses continuaran com fins ara sense massa intervenció addicional. Així, si s'assumeix que se segueix la tendència socioeconòmica de les darreres dècades, que influeix directament en la distribució de les cobertes del sòl, i s'assumeix també que la gestió forestal (quant a superfície i espècies gestionades) no presenta grans canvis, és possible fer una projecció a futur (fins a 2050) per comparar l'estat i provisió actuals amb aquest futur tendencial. Per a fer tal projecció s'apliquen les taxes de canvi de les cobertes del sòl observades en els darrers 35 anys (1987 – 2022) segons el mapes d'usos i cobertes del sòl (Taula 6). El resultat d'aquest procés, evidencia una disminució de l'activitat agroramadera que ha comportat un abandonament dels conreus i dels prats/pastures. Paral·lelament, la gestió forestal també representa un factor de canvi en el paisatge, en aquest cas no de les cobertes del sòl, però sí de l'estructura de les masses arbrades. En base a les estadístiques dels aprofitaments forestals per comarca (<https://www.observatoriforestal.cat/produccio-de-fusta/>), a l'àrea d'estudi, la gestió forestal produeix en mitjana 2471.2 m³/any de fusta (valor mig observat entre 2011 i 2020 ponderat per la superfície de bosc a la Vall de Camprodon amb pendent inferior o igual al 30%), extraient percentatges bastant elevats d'àrea basal i tallant peus amb valor comercial alt en el moment de l'extracció. Les prescripcions silvícoles per espècie dominant que s'han establert com a referència per a tota l'àrea pilot per a l'escenari tendencial estan descrites a la Taula 7. S'han realitzat les projeccions de canvis de

cobertes i de gestió forestal amb el sistema de projecció FORMES (veure document “Marc conceptual i metodològic”) per un marc temporal de 30 anys.

Aquest escenari, doncs, s’assumeix com una línia de base per a l’anàlisi comparativa amb escenaris de gestió orientats a la resiliència. No incorpora cap prioritització estratègica ni modificacions deliberades en la gestió del territori, sinó que reflecteix la continuïtat de les dinàmiques territorials recents. El resultat és una representació plausible d’un futur on predomina la inacció planificada, útil per identificar els impactes associats a una absència d’intervenció i posar en valor les diferències amb trajectòries de transformació activa (Figura 16).

Taula 6. Taxes de canvi de les cobertes del sòl dels darrers 35 anys (1987 – 2022).

Coberta	Taxa de canvi absoluta (ha)	Taxa de canvi relativa (%)
Bosc	2803	16.8
Matollar	528	37.0
Agrícola	-55	-26.7
Sòl nu	-162	-34.9
Prat i Herbassar	-3259	-31
Artificial	129	58.5

Taula 7. Prescripcions silvícoles per a les espècies principals de l’àrea pilot aplicades a l’escenari tendencial.

Espècie	Sistema de gestió	Tipus aclarides	Llindar AB per l’aclarida	% AB a extreure en l’aclarida	DBH mitjà	% AB a extreure en les tallades de regeneració
Altres frondoses	Irregular	Intermitja	32	35	-	-
Roure	Regular	Alta	25	25	40	40 – 60 - 100
Freixe	Regular	Intermitja	20	30	25	40 – 60 - 100
Alzina	Irregular	Alta	22	35	-	-
Faig	Regular	Alta	30	25	40	40 – 60 - 100
Pi roig	Regular	Alta	33	50	35	60 - 100
Pi negre	Regular	Alta	33	50	35	60 - 100

Assumint un canvi climàtic moderat per les properes tres dècades (que se sol representar per la projecció de canvi global *Representative Concentration Pathway 4.5*) i sense tenir en compte el possible impacte que perturbacions de caire natural puguin exercir sobre les masses forestals (com ara incendis, plagues o malalties) els boscos de l’àrea pilot tendiran a créixer i acumular biomassa.

2.1. Canvis de cobertes del sòl en l'escenari tendencial

L'escenari tendencial dibuixa un paisatge fortament marcat per la continuïtat de les dinàmiques de canvi observades les darreres dècades, especialment l'abandonament de les activitats agroramaderes i la successiva transformació dels usos del sòl. Aquestes transformacions es tradueixen principalment en una pèrdua sostinguda d'espais oberts i en una expansió progressiva de la vegetació llenyosa, que esdevé el tret dominant del paisatge futur (Figura 16).

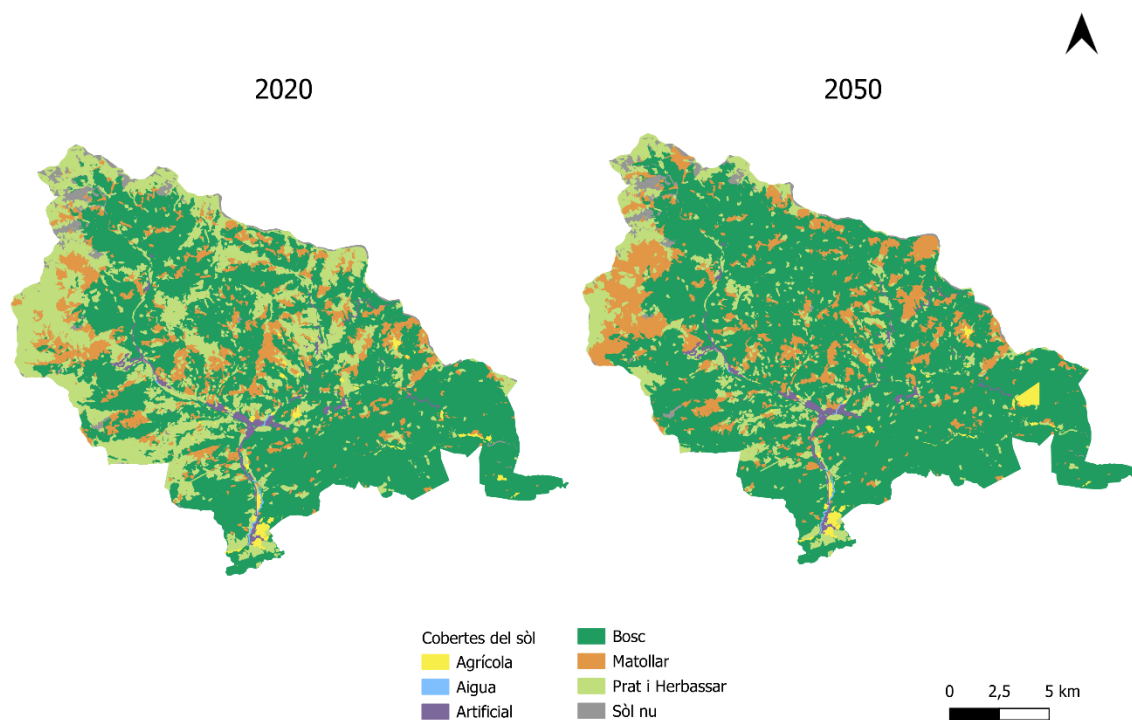


Figura 16. Evolució de les cobertes del sòl al 2050 si es manté la tendència socioeconòmica de les darreres dècades, "escenari tendencial" (dreta) i cobertes del sòl actual (esquerra).

En termes quantitatius, la reducció més accentuada afecta els prats i herbassars, que experimenten una davallada molt significativa, reduint-se a la meitat. Aquest retrocés s'associa a l'abandonament de la gestió ramadera extensiva i a la colonització espontània per matollars o bosc. Les àrees agrícoles també disminueixen, tot i que de manera més moderada, reflectint la continuació del declivi del sector primari. En paral·lel, es detecta una reducció del sòl nu, especialment a les zones més marginals, probablement com a resultat d'un recobriment natural per vegetació (Taula 8).

D'altra banda, el matollar incrementa la seva presència i es consolida com a cobertura dominant en àrees antigament gestionades. Aquesta transició, habitualment observada en franges intermèdies entre zones forestals i espais oberts, pot interpretar-se tant com un estadi de successió cap al bosc, com una degradació de sistemes prèviament més estructurats. Un altre creixement rellevant és el de les cobertes forestals, que experimenten un augment respecte a la situació actual. Aquesta expansió del bosc és especialment visible a les zones centrals i orientals de l'àrea pilot, on substitueix de forma clara antics prats i superfícies agrícoles.

Aquest patró de densificació forestal no respon tant a una acció planificada sinó a una successió ecològica espontània, conseqüència directa de l'abandonament rural. Tot i que

aquest procés pot contribuir al segrest de carboni o a la conservació de certs valors naturals, també pot comportar riscos associats a la manca de gestió: augment de la càrrega combustible, homogeneïtzació estructural i una major exposició als grans incendis. Alhora, aquesta evolució paisatgística evidencia una desconexió creixent entre el territori i les estratègies de planificació, posant en qüestió la seva capacitat d'adaptació als reptes ecològics i socioeconòmics del futur.

Taula 8. Canvis en les cobertes del sòl en l'escenari tendencial i comparativa amb la situació actual a l'àrea pilot.

Coberta del sòl	Àrea actual (ha)	Àrea actual (%)	Àrea futur tendencial (ha)	Àrea futur tendencial (%)	Canvi absolut (ha)	Canvi relatiu (%)
Agrícola	371	1.3	341.9	1.2	-29.1	-7.9
Aigua	21.6	0.1	21.6	0.1	0	0
Artificial	370.1	1.3	370.1	1.3	0	0
Bosc	17277	58.8	20201.4	68.8	2924.4	16.9
Matollar	3830.2	13.1	4460	15.2	629.8	16.4
Prat i Herbassar	6843	23.3	3420.9	11.7	-3422.1	-50
Sòl nu	654.7	2.2	505.4	1.7	-149.3	-22.8

Pel que fa a la gestió forestal, l'escenari tendencial incorpora una aproximació basada en l'existència d'Instrumentos d'Ordenació Forestal (IOF). Per identificar quins boscos podrien considerar-se com a gestionats, s'ha creuat la capa de cobertes forestals amb una base de dades geogràfica d'IOF, la qual diferencia entre planificació pública i privada. A partir d'aquest creuament, s'han identificat els boscos que disposen de planificació, i dins d'aquests, només s'ha assignat gestió activa (seguint una estratègia de tipus *business as usual*) a una part del total: concretament, al 60.4% dels boscos amb IOF públic i al 50.3% dels amb IOF privat, prenent aquests llindars de la superfície planificada vigent pel Ripollès de l'Observatori Forestal de Catalunya (<https://www.observatoriforestal.cat/planificacio-forestal/>). La resta, tant els boscos amb IOF no seleccionats com aquells que directament no es troben dins d'àrees amb ordenació forestal, s'han considerat com a no gestionats. A més, per garantir la compatibilitat amb altres valors territorials, s'han exclòs de la classificació com a gestionats aquells polígons forestals que se solapaven en més d'un 20% amb espais protegits o hàbitats d'interès comunitari, prioritzant així la preservació d'aquests àmbits.

Finalment, les cobertes Artificial i Aigua es mantenen estables en l'escenari tendencial, sense canvis significatius. Aquesta estabilitat no reflecteix necessàriament una absència de dinàmiques en aquests entorns, sinó que respon a una manca de dades específiques sobre planificació urbanística i hidrològica a escala de l'àrea d'estudi. En conseqüència, s'han simulat els canvis en el sòl urbanitzat ni plantejat accions de restauració o de creació de noves zones humides.

2.2. Provisió de serveis ecosistèmics en l'escenari tendencial

La lectura dels serveis ecosistèmics (Taula 11) posa de manifest els contrastos d'aquest escenari de futur tendencial, que projecta una continuïtat dels patrons actuals d'ocupació del sòl i gestió forestal, caracteritzada principalment per la inacció i la falta d'intervencions actives. Aquestes dinàmiques comporten canvis substancials en la configuració del territori i en la provisió dels serveis ecosistèmics clau (Figura 17 a 20).

En aquest context, el paisatge de la vall tendeix a una pèrdua notable de la superfície de prats i herbassars, que són substituïts progressivament per matollars i boscos en expansió. Tot i que els conreus es mantenen relativament estables, es constata una pèrdua de diversitat en el mosaic agroforestal, especialment a causa de la regressió dels espais oberts. Aquesta transformació es produeix sense una planificació coherent, afavorint processos d'abandonament que comprometen la funcionalitat ecològica del territori.

Els espais forestals augmenten la seva extensió, però la gran majoria del bosc evoluciona sense intervenció, fet que afavoreix l'acumulació de biomassa i combustible, incrementant el risc d'incendis i reduint la capacitat de resposta davant pertorbacions. Aquesta situació suposa una pèrdua d'oportunitats per al desenvolupament d'un aprofitament sostenible dels recursos forestals.

Pel que fa als serveis ecosistèmics, l'escenari tendencial mostra una evolució desigual. L'estoc de carboni augmenta considerablement, fruit de l'expansió i maduració dels boscos, però no es tradueix necessàriament en una millora funcional del sistema. La disponibilitat i regulació de l'aigua empitjoren, fet que pot tenir implicacions rellevants per als ecosistemes aquàtics i per a les activitats agrícoles i ramaderes. La producció agrícola es manté estable, però la càrrega ramadera disminueix notablement, reflectint la davallada de l'activitat en pastures i prats de dall. També augmenta la càrrega de combustible, un indicador preocupant pel que fa a la vulnerabilitat del territori als incendis forestals.

En conjunt, l'escenari tendencial es decanta cap a una naturalització aparent, però amb una funcionalitat decreixent. Sense una acció planificada, l'estructura agroforestal perd coherència i esdevenen més difícils tant la conservació de la biodiversitat com el manteniment dels serveis ecosistèmics. Aquest escenari genera un sistema desequilibrat i més vulnerable, evidencia els límits d'una evolució paisatgística guiada únicament per les inèrcies actuals i posa de manifest la necessitat de propostes de gestió integradora, multifuncional i adaptativa per garantir la resiliència de la vall.

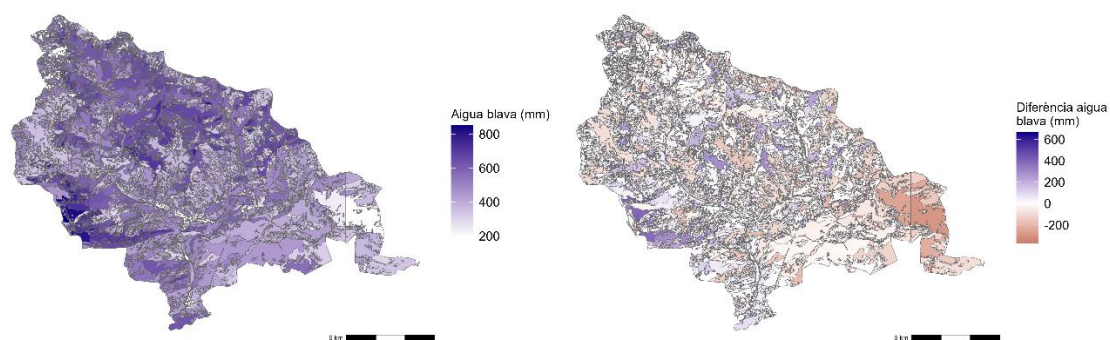


Figura 17. Producció futura d'aigua blava (mm) en un escenari tendencial (esquerra) i diferència absoluta amb la producció actual (dreta).

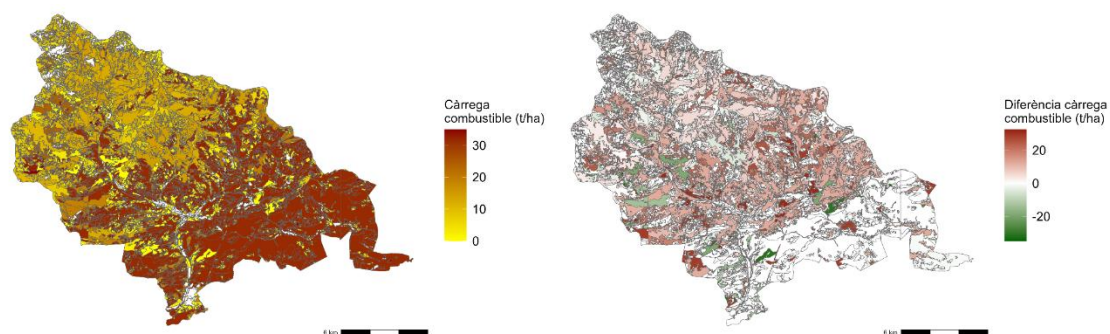


Figura 18. Càrrega futura de combustible en superfície (t/ha) en un escenari tendencial (esquerra) i diferència absoluta amb la producció actual (dreta).

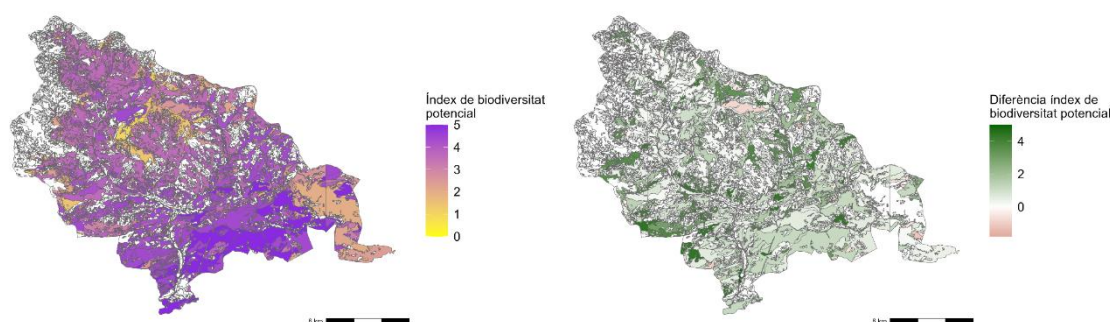


Figura 19. Índex de biodiversitat potencial futur en un escenari tendencial (esquerra) i diferència absoluta amb la producció actual (dreta), en un rang de 1-baixa a 5-molt alta.

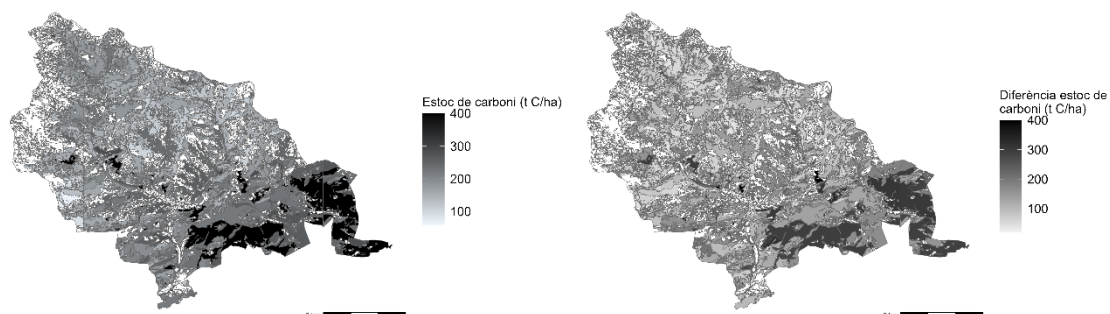


Figura 20. Estoc futur de carboni als boscos (t C/ha) en un escenari tendencial (esquerra) i diferència absoluta amb la producció actual (dreta).

3. Propostes de paisatges agroforestals resilents

En un context mediterrani, la resiliència socioecològica dels paisatges agroforestals de muntanya passa, en gran part, per mantenir viu el vincle entre l'activitat primària i la conservació dels valors naturals intrínsecs als diferents ecosistemes que hi conflueixen. Els sistemes agroforestals tradicionals, formats per un mosaic d'usos que combina prats i herbassars, conreus i masses forestals, han contribuït històricament a la multifuncionalitat del territori, oferint serveis ecosistèmics essencials al mateix temps que han contribuït a un estat de conservació favorable de gran part dels hàbitats d'aquests paisatges. No obstant això, les darreres dècades han estat marcades per un procés sostingut d'abandonament rural amb la conseqüent pèrdua de funcionalitat

d'aquests sistemes al mateix temps que certs hàbitats s'han degradat. En aquest escenari, es fa necessari un replantejament actiu de les dinàmiques paisatgístiques, amb una mirada integradora que posi en valor la gestió adaptativa, la multifuncionalitat i la coherència ecològica del mosaic agroforestal.

En aquest marc, es proposa un exercici preliminar de disseny de paisatge agroforestal resilient. D'una banda, s'identifiquen i defineixen diversos itineraris de gestió forestal alternatius als actuals, que puguin contribuir favorablement a assolir els objectius de resiliència global del territori (Taules A2, A3 i A4). De l'altra, per cadascuna de les prioritats estratègiques identificades ("Prevenició incendis forestals", "Conservació de la biodiversitat" i "Producció agroramadera") es plantegen canvis específics en les cobertes del sòl i en els models de gestió forestal, en funció de la seva capacitat per donar resposta a cada combinació "priorització – coberta del sòl". Així cada priorització opera sota uns principis o uns altres, i acaba dictant quines són les transicions possibles (tant de canvis d'usos del sòl com de gestió forestal) per cada coberta del sòl. Les prioritats de caire "Agroramader" optaran per convertir zones naturals a camps agrícoles o a pastures sempre que la orografia ho permeti. La prioritat de "Prevenició incendis forestals" també apostarà per la ruptura de la continuïtat de les masses forestals ja sigui amb prats i herbassars o amb conreus i una gestió forestal més clàssica o multifuncional per descarregar de combustible el bosc. Per altra banda, les prioritzacions lligades a la "Conservació de la Biodiversitat" són més modestes quant als canvis proposats, s'intenta que no hi hagi ni canvi de coberta del sòl ni canvi en l'estructura del bosc, proposant només com a itineraris de gestió forestal possibles o una silvicultura propera a la natura o la no intervenció. A més a més, certes transicions com el pas a Prats i Herbassars o certs itineraris silvícoles (com l'Adeveçament) tenen vinculades unes restriccions orogràfiques (de pendent i orientació) per ajustar-se a la viabilitat d'aquests models.

3.1. Zones prioritàries segons criteri tècnic

S'ha recopilat i elaborat informació cartografia per tal de caracteritzar les zones prioritàries i específiques que segons criteri tècnic mereixen una gestió diferenciada, ja sigui per assegurar la prevenció d'incendis forestals (Figura 21 i Figura 22), per contribuir a la conservació de la biodiversitat (Figura 23 i Figura 24) i per afavorir activitats relacionades amb el sector primari (Figura 25, Figura 26). Aquestes zones prioritàries obeeixen a criteris de sostenibilitat, conservació i resiliència. La gestió associada a aquestes zones és la que dictaran gran part dels canvis proposats per assolir un paisatge agroforestal socioecològicament més resilient davant possibles perturbacions o fluctuacions en les demandes de recursos naturals.

3.1.1. Zones per la prevenció de grans incendis forestals

El Grup de Recolzament d'Actuacions Forestals (GRAF), del Cos de Bombers de la Generalitat, van proporcionar els eixos de contenció estratègics de l'àrea pilot, així com els eixos perimetrals per aquesta àrea (Figura 21). Els eixos de contenció estratègics responen a adoptar una nova estratègia d'extinció davant grans incendis forestals que superen la capacitat d'extinció del cos de bombers. Aquesta resposta tendeix cada cop més cap al confinament dels incendis, posant altres valors com ara proporcionar major certesa i seguretat, reduir la probabilitat de col·lapse del sistema d'emergències, i prioritzar el bé comú per davant de la superfície total cremada. Així, la planificació de l'estratègia d'extinció a escala de tot Catalunya passa per limitar una sèrie d'eixos de

contenció estratègics contenint polígons d'unes 5000 ha. Per a contenir el foc s'aprofiten grans discontinuïtats agrícoles o naturals, i grans eixos on el foc perd alineació a gran escala (amb diagonal positiva de l'eix respecte a l'eix de propagació). Es basen en infraestructures tipus carreteres, pistes primàries, camps de cultiu, rius, grans roqueres, grans infraestructures urbanes, etc.

Per tal de fer operativa aquesta informació en el marc de la planificació de paisatges resilients, es va crear un buffer de 500 m al voltant de cada un dels eixos. Aquests polígons (juntament amb altres que s'especifiquen a continuació) seran els que conformaran l'entrellat de zones que tenen la prioritització "prevenció d'incendis forestals" en l'exercici d'associar un requeriment fonamental als polígons i rodals de l'àrea d'estudi (Figura 21).

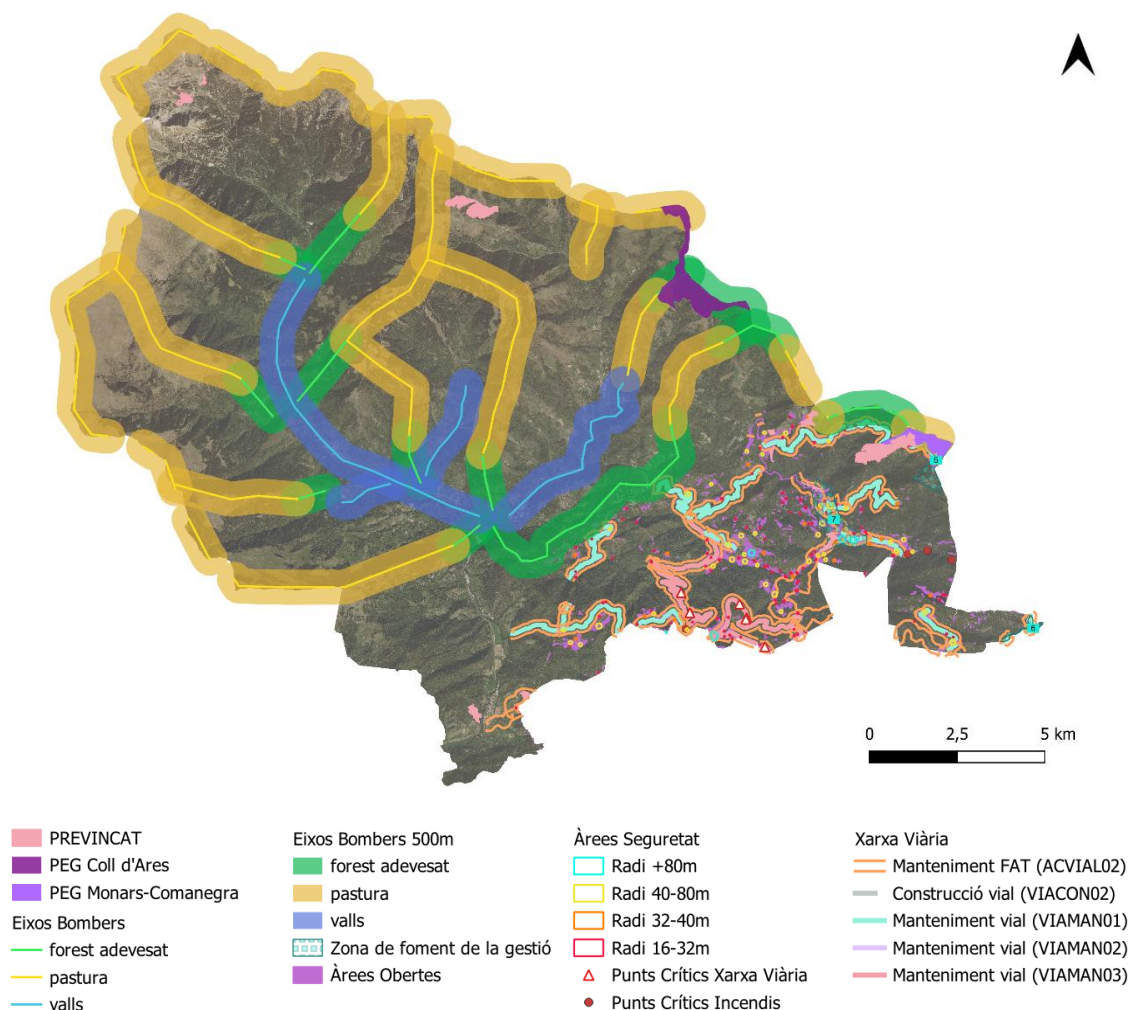


Figura 21. Eixos de contenció estratègics dels GRAF.

L'àrea d'estudi també compta amb dos Punts Estratègics de Gestió (PEGs), que són infraestructures d'extinció planificada, associada a una estratègia concreta davant un incendi de disseny. Es recorda que un incendi de disseny representa l'incendi de referència màxim o amb capacitat d'esdevenir un gran incendi forestal d'un determinat massís, i aporta informació i criteris per argumentar i localitzar les mesures que s'implementin per donar suport a les tasques de gestió i extinció de l'incendi. Aquestes

eines per integrar el risc de Grans Incendis Forestals en la planificació territorial es descriuen al Pla d'Infraestructures d'Incendis de l'Alta Garrotxa, i són el PEG Coll d'Ares i el PEG Monars-Comanegra (Figura 21).

A la zona situada al sud-est de l'àrea d'estudi també hi entren les figures del Pla d'Infraestructures Estratègiques de Prevenció d'Incendis Forestals de l'ENP de l'Alta Garrotxa (Figura 21). Aquest pla estableix una sèrie de figures clau pensades per reforçar la resiliència del territori davant del risc d'incendi. Aquestes figures, que inclouen zones de foment de la gestió, àrees obertes, àrees de seguretat, punts crítics vinculats tant a la xarxa viària com a la dinàmica dels incendis, i la pròpia xarxa viària estratègica, configuren un entramat territorial orientat a facilitar tant la gestió activa del paisatge com la intervenció operativa en cas d'emergència. La seva distribució espacial respon a una lògica de mosaic funcional, que combina la prevenció estructural amb la millora de la connectivitat i l'accessibilitat, afavorint així una resposta més eficaç i segura davant dels grans incendis forestals.

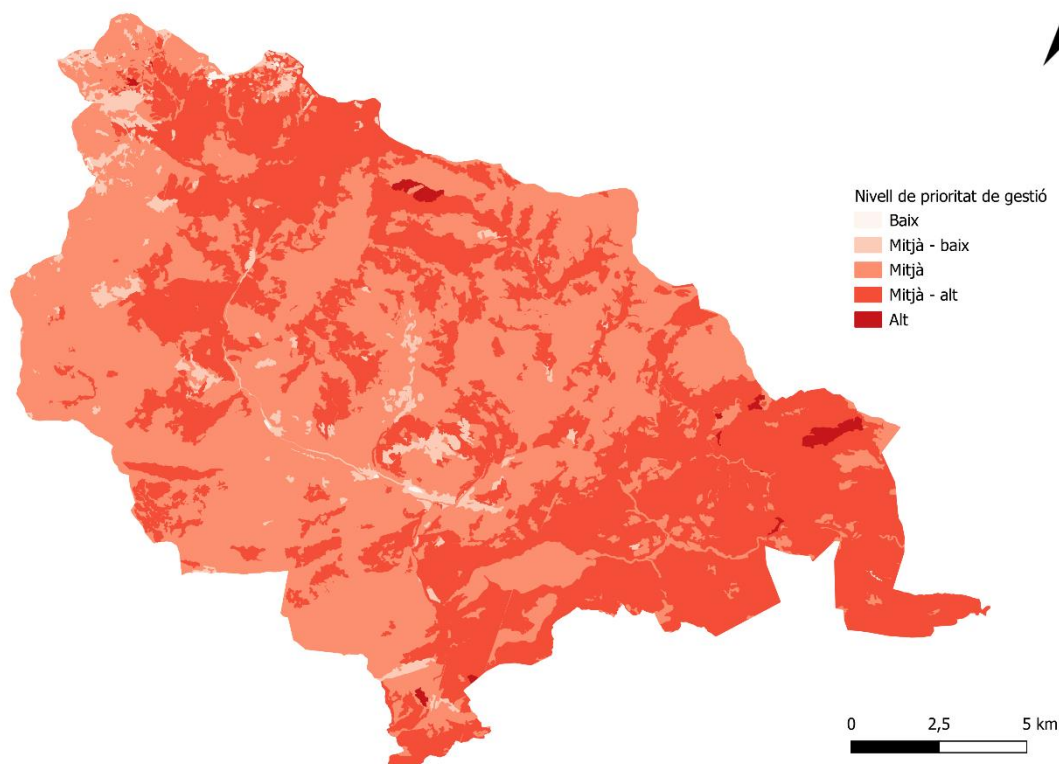


Figura 22. Priorització de zones de gestió forestal per a la prevenció d'incendis forestals segons el programa PREVINCAT.

Complementàriament, es disposa de la cartografia del programa PREVINCAT (<https://previncat.ctfc.cat/en/index.html>), un servidor que aporta dades necessàries per dur a terme simulacions al llarg de les zones homogènies de règim d'incendis del territori català tenint en compte les dades topogràfiques i climatològiques. En el marc d'aquest programa, es fa realitzar l'exercici de prioritzar zones de gestió forestal per a la prevenció d'incendis forestals. Així, es van identificar les àrees prioritàries de gestió forestal per a la prevenció de grans incendis forestals utilitzant simuladors de comportament del foc, processos de participació per a la definició de criteris (comptant amb la col·laboració del

Cos de Bombers), indicadors associats i els seus pesos, i eines d'ajuda a la presa de decisió basades en mètodes d'anàlisi multicriteri. El resultat es una cartografia que indica en funció del combustible disponible, el comportament potencial del foc, l'accessibilitat, l'exposició i la continuïtat les zones que haurien de ser gestionades amb major prioritat per a la reducció del risc i afectació dels grans incendis forestals (Figura 22). S'han seleccionat les àrees classificades com a nivell de prioritat "Alt" per ser incorporades a la cartografia de zones específiques segons criteri tècnic per a la prevenció d'incendis forestals.

Idealment, hagués estat encara més pertinent disposar d'una cartografia ad-hoc elaborada per experts del Cos de Bombers que indiquessin àrees (relativament extenses) que s'haurien de gestionar a escala de paisatge per contribuir a la prevenció d'incendis forestals. Tanmateix, la informació de la que es disposa juntament amb el treball del PREVINCAT proporcionen una descripció prou ampla en el conjunt de tot el pilot per poder identificar les zones que mereixen una gestió especial per contribuir a la prevenció d'incendis forestals.

3.1.2. Zones per la conservació de la biodiversitat

Al pilot de la Vall de Camprodon, el 41% de l'àrea pilot (12.015 ha) es troba sota la protecció de la Xarxa Natura 2000, una eina clau per a la conservació de la biodiversitat a nivell europeu. A l'àrea d'estudi, aquesta xarxa inclou els espais d'Alta Garrotxa-Massís de les Salines, Capçaleres del Ter i del Freser, Riberes de l'Alt Ter i Serra Cavallera (Figura 9).

A banda d'aquestes figures, a l'àrea pilot també hi són representats una sèrie d'Hàbitats d'Interès Comunitari (HIC; Figura 23). Els HIC són una selecció dels hàbitats naturals de la Unió Europea (UE) i la seva conservació dins el territori de la UE s'ha de garantir mitjançant la creació d'una xarxa d'espais protegits, en general continguts a la xarxa Natura 2000. La Directiva d'hàbitats defineix els hàbitats com "aquelles zones terrestres o aquàtiques diferenciades per les seves característiques geogràfiques, abiòtiques i biòtiques, tant si són totalment naturals com si són seminaturals". Els HIC són hàbitats naturals que o bé estan amenaçats de desaparició en la seva àrea de distribució natural a la Unió Europea, o bé tenen una àrea de distribució reduïda a causa de la seva regressió o a causa de tenir una àrea reduïda per pròpia naturalesa, o bé són exemples representatius d'una o diverses de les sis regions biogeogràfiques de la UE, és a dir l'alpina, l'atlàntica, la boreal, la continental, la macaronèsica i la mediterrània. A més, per cada regió biogeogràfica s'estableixen els HIC prioritaris que són aquells que necessiten una atenció particular per a la seva conservació i protecció, en aplicació de la directiva europea del 1997 sobre la conservació dels hàbitats naturals i la flora i fauna salvatges.

A l'àrea pilot de la Vall de Camprodon compta amb 10977 ha d'Hàbitats d'Interès Comunitari, el 37.4% del territori. Hi ha 26 HICs representats, que s'agrupen en: Boscos, amb 5789 ha (19.74% de l'àrea d'estudi), Roques, tarteres, glaceres, coves, amb 343.16 ha (1.17% de l'àrea d'estudi) i Vegetació arbustiva i herbàcia, amb 4844.98 ha (16.52% de l'àrea d'estudi).

D'aquests 26 HICs quatre d'ells són prioritaris, i ocupen 1060 ha. Els hàbitats prioritaris són: 6230* Prats de pèl caní - (*Nardus stricta*) dels terrenys silícis dels Pirineus, 9180* Boscos de vessants rostos, tarteres o barrancs, del Tilio-Acerion, 9430* Boscos de pi negre (*Pinus uncinata*) calcícoles, 91E0* Vernedes i altres boscos de ribera afins (Alno-Padion). Aquests ocupen el 2.5%, 0.01%, 0.8% i 0.3% de l'àrea d'estudi respectivament.

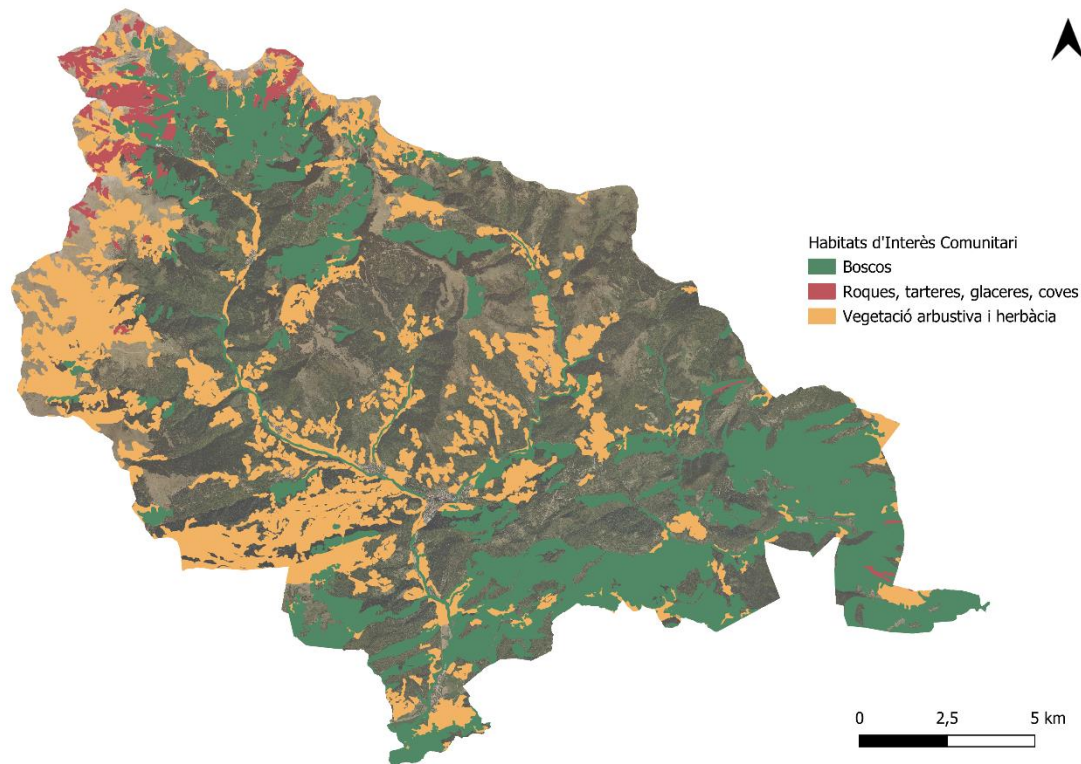


Figura 23. Hàbitats d'interès comunitari a l'àrea pilot segons el Mapa d'Hàbitats Terrestres de Catalunya 1:25.000 (versió 3).

Per últim també s'ha recopilat la cartografia de les àrees d'interès faunístic i florístic que representa les àrees més crítiques de totes les espècies de fauna i flora amenaçades de les quals es té informació prou detallada i precisa (Figura 24). En aquest mapa apareixen doncs les zones crítiques, de risc o d'interès per la fauna i flora amenaçada, que cal tenir en compte per qualsevol actuació o gestió que s'hagi de fer al territori. Així, abans de qualsevol actuació, obra, pla o projecte sobre el territori, els tràmits es facilitaran si es consulta aquesta cartografia per tal de comprovar si pot afectar a alguna espècie amenaçada, i poder modificar en consonància el projecte.

Amb tot, el projecte de paisatges resilient a Vall de Camprodon s'hagués vist fortament beneficiat si s'hagués disposat de la Cartografia del Valor de Biodiversitat. Aquesta és una cartografia elaborada per la Direcció General de Polítiques Ambientals i Medi Natural del Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació de la Generalitat de Catalunya. La Cartografia del Valor de Biodiversitat s'elabora amb la informació més actual i completa de biodiversitat de la que disposa aquest organisme i l'Observatori del patrimoni natural i la biodiversitat (creat com una acció de l'Estratègia del patrimoni natural i la biodiversitat de Catalunya 2030) amb la finalitat d'acompanyar els processos de presa de decisions en àrees on la conservació de la biodiversitat té un pes fonamental. La Cartografia del Valor de Biodiversitat identifica àrees on a grans trets seria convenient promoure hàbitats d'espais oberts i altres zones on mantenir estructures forestals madures. Aquesta informació seria rellevant per informar les propostes de planificació que s'estan discutint i elaborant.

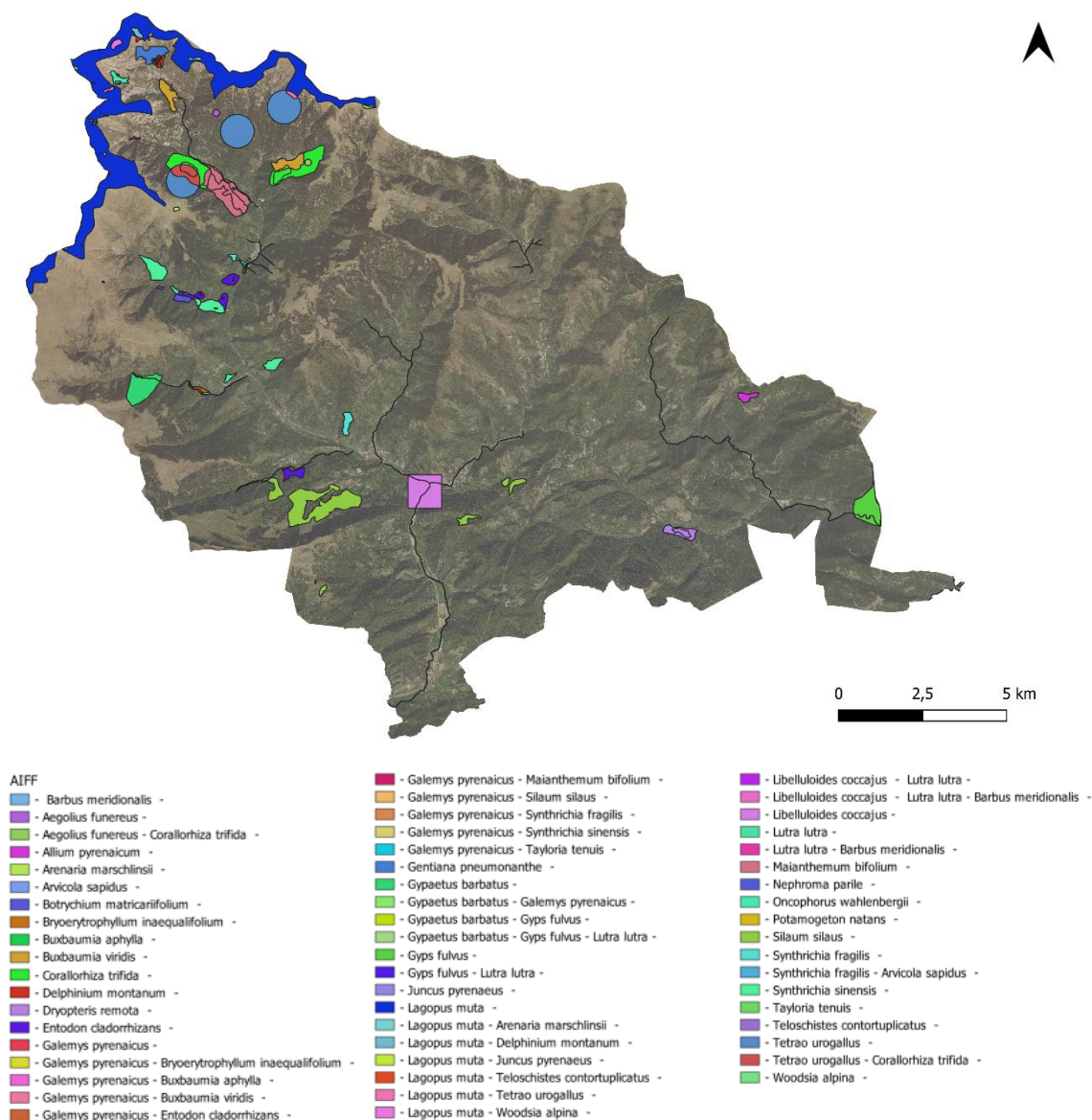


Figura 24. Àrees d'interès faunístic i florístic del pilot.

3.1.3. Zones per l'activitat agroramadera

Els tècnics del territori van identificar un conjunt de rodals on es voldrien impulsar actuacions en el marc del finançament europeu *Next Generation*. Les tipologies de gestió proposades inclouen la gestió naturalística, el foment de la pastura i les tallades de regeneració, que representen 47.3 ha, 49.9 ha i 98.3 ha respectivament.

Per altra banda, a partir de la digitalització de l'ortofoto del vol americà de 1956 (Figura 10) es van identificar zones que fos viable establir de nou cultius o noves pastures, o bé adevesar el bosc per fomentar activitats silvopastorals (Figura 26). Primer es van identificar les zones que potencialment es podrien transformar a alguna d'aquestes tres categories (cultiu, pastura o bosc adevesat), essent aquestes les que no eren bosc dens al 1956 (per tant, que eren o bé antics cultius o formaven part de la matriu forestal) i que actualment no són ja zones agrícoles, prats i herbassars o zones no productives (és a dir, les cobertes representades com a artificial, sòl nu i aigua). D'aquestes zones potencials

es van separar aquelles que actualment coincideixen amb matollars i les que actualment coincideixen amb bosc. Si el bosc així seleccionat té un pendent igual o inferior al 30% i orientació sud o oest, és un bosc que és viable adevesar (3148.7 ha, 10.7%). En canvi, quan el matollar així seleccionat té un pendent igual o inferior al 55%, una elevació igual o menor a 1650 m i es troba a una distància de com a màxim 1000 m de les zones urbanitzades, és apte per albergar algun tipus de conreu (372.7 ha, 1.3%) i si té un pendent del 30% o menor i una orientació al sud o oest, es podria destinar a la pastura (3023.7 ha, 10.3%). La Figura 26 mostra la distribució en el territori d'aquestes zones viables per a la transformació a alguna d'aquestes cobertes.

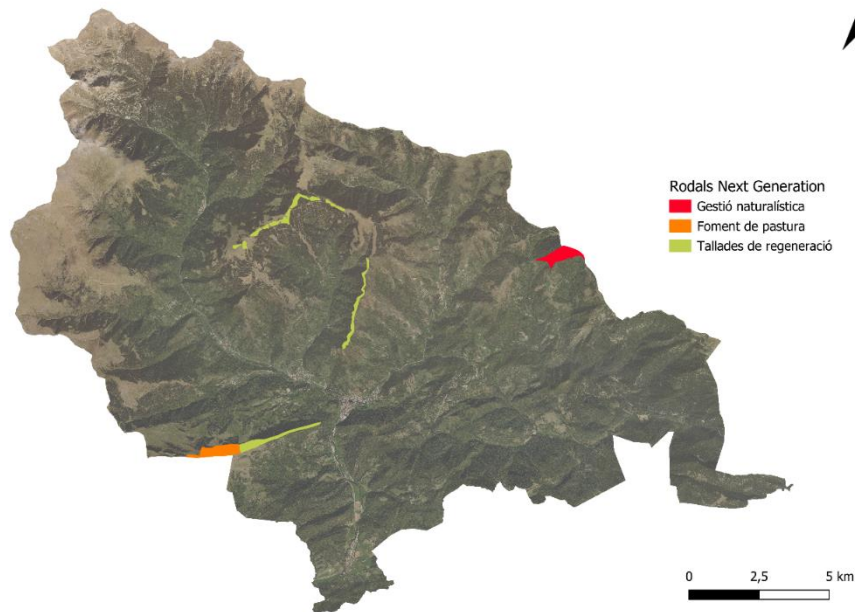


Figura 25. Zones proposades pels tècnics del territori per ser gestionades en el marc del finançament europeu Next Generation.

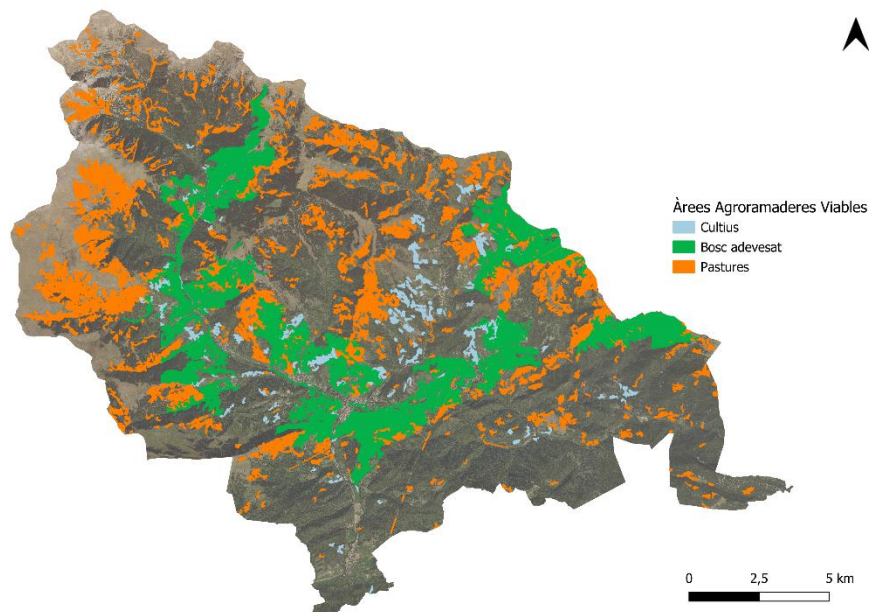


Figura 26. Àrees agroramaderes viables.

3.1.4. Zones de solapament de prioritats

Un cop recopilades totes les prioritzacions (Figura 27), a cada un dels polígons se li ha associat les prioritzacions corresponents sempre i quan un determinat percentatge de la superfície del polígon estigui recoberta per la prioritziació corresponent. Aquest percentatge de recobriment és més elevat quan l'alternativa suposa un canvi de coberta (per exemple si la prioritziació implica transformar un matollar a zona agrícola). Per la prioritziació “Prevenió incendis forestals” s’han considerat tant els eixos de contenció estratègics (Figura 21) com les zones amb un nivell de gestió ‘Alt’ del PREVINCAT (Figura 22) i les àrees PEG. Per la prioritziació “Conservació de la Biodiversitat” s’han agregat les zones de la Xarxa Natura 2000 i els hàbitats d’interès comunitari (Figura 9). Per la prioritziació “Producció agroramadera” s’han tingut en compte tant les zones proposades pels tècnics del territori (Figura 25) com les àrees viables per a cultius, pastures i bosc adevesat (Figura 26). Així, 15971.4 ha (un 54.5%) de l'àrea pilot té algun tipus de prioritziació, 4291.1 ha (un 14.6%) en tenen dues i 30.3 ha (0.1%) fins a tres prioritzacions (Figura 28).

Les dues prioritzacions que més es solapen entre elles són les corresponents a “Prevenió incendis forestals” i a “Conservació de la biodiversitat” (Figura 29). Aquestes dues prioritzacions conflueixen en 4203 ha, que equival a un 14.3% del territori. La prioritziació “Producció agroramadera”, en canvi, té un solapament molt menor, sobreposant-se amb “Prevenió incendis forestals” en 81 ha i amb “Conservació de la biodiversitat” en 98 ha, al votant del 0.3% del territori en ambdós casos. Cada una d’aquestes prioritzacions comporta que, per una coberta del sòl donada, una sèrie d’accions o transicions es puguin efectuar o no. Així, fer prevaldre una per sobre de l’altra dona lloc a una configuració de paisatge i escenaris de gestió forestals diferents. La següent secció analitza quina és la configuració de paisatge, la gestió forestal i els serveis ecosistèmics que se’n deriven quan es dona preferència a:

1. La prioritziació de “Prevenió Incendis Forestals”
2. La prioritziació de “Conservació de la Biodiversitat”
3. La prioritziació de “Producció Agroramadera”

En cada un d’aquests exercicis, no només es donarà preferència a una o altra prioritziació en cas de solapament, sinó que a aquells polígons que no tenen cap prioritziació assignada se’ls assignarà de forma automàtica totes les alternatives de canvi possibles (ja sigui un canvi d’ús o un itinerari de gestió forestal per als boscos). Això permet completar la configuració territorial amb actuacions que, tot i no estar vinculades a una prioritziació directa, contribueixen igualment als objectius generals de resiliència socioecològica.

Aquest enfocament integral contribueix a reforçar la resiliència socioecològica del territori, afavorint, segons el context, la millora de la disponibilitat d’aigua, la reducció del risc d’incendi, la conservació de la biodiversitat o el manteniment d’activitats tradicionals com la gestió forestal i agroramadera.

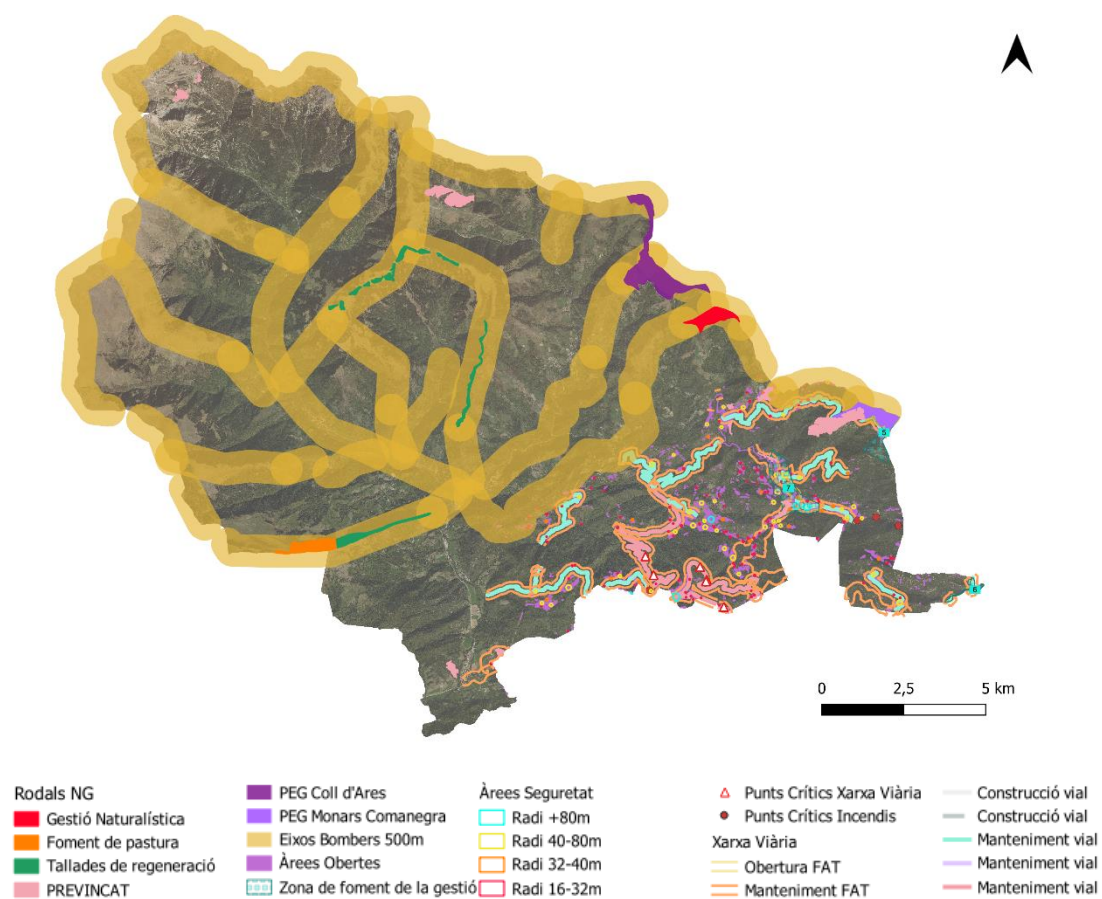


Figura 27. Solapament de totes les zones prioritàries a l'àrea pilot.

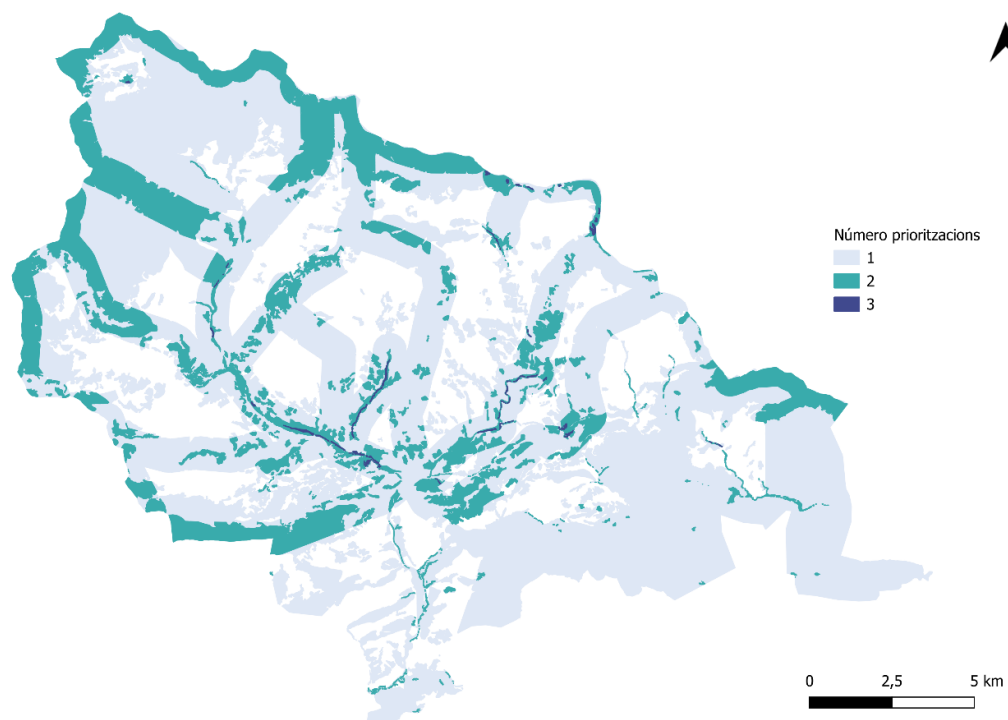


Figura 28. Número de prioritizacions per cada rodal de l'àrea d'estudi.

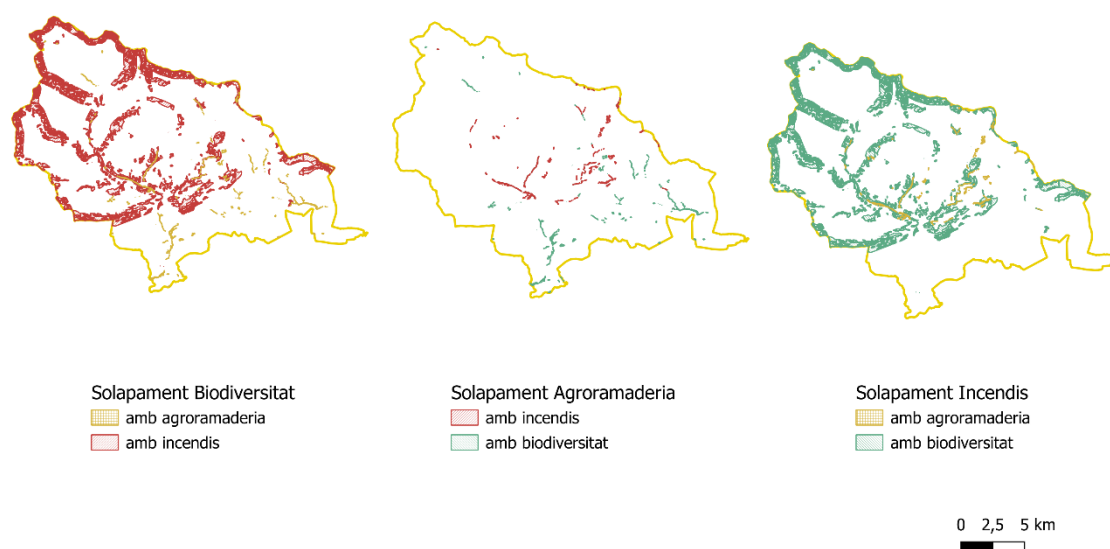


Figura 29. Solapaments entre parelles de prioritacions a l'àrea pilot.

3.2. Propostes de paisatges agroforestals resilents a 2050

L'àrea pilot de la Vall de Camprodon té la particularitat que 69.2% de la seva superfície està influenciada per una o més prioritats sectorials. Només en el 30.8% restant seria possible assignar o proposar lliurement una o altra transformació per assolir les premisses globals de resiliència que s'han acordat ser essencials per a la resiliència socio-ecològica del paisatges agroforestals Mediterranis. Aquests quatre premisses globals són la reducció del risc d'incendis forestals, la conservació de la biodiversitat, la producció d'aigua blava i la promoció d'activitats agroramaderes. Per intentar complir-les, la metodologia que es proposa es basa en eines d'optimització multicriteri. Aquest procés d'optimització té per objectiu assignar un estat futur potencial a aquelles zones que no tenen cap prioritat associada de manera a complir les premisses globals. Així, per tots els escenaris i propostes següents s'ha acordat aplicar l'optimització per tal de maximitzar serveis com l'aigua blava i la càrrega ramadera i minimitzar la càrrega de combustible.

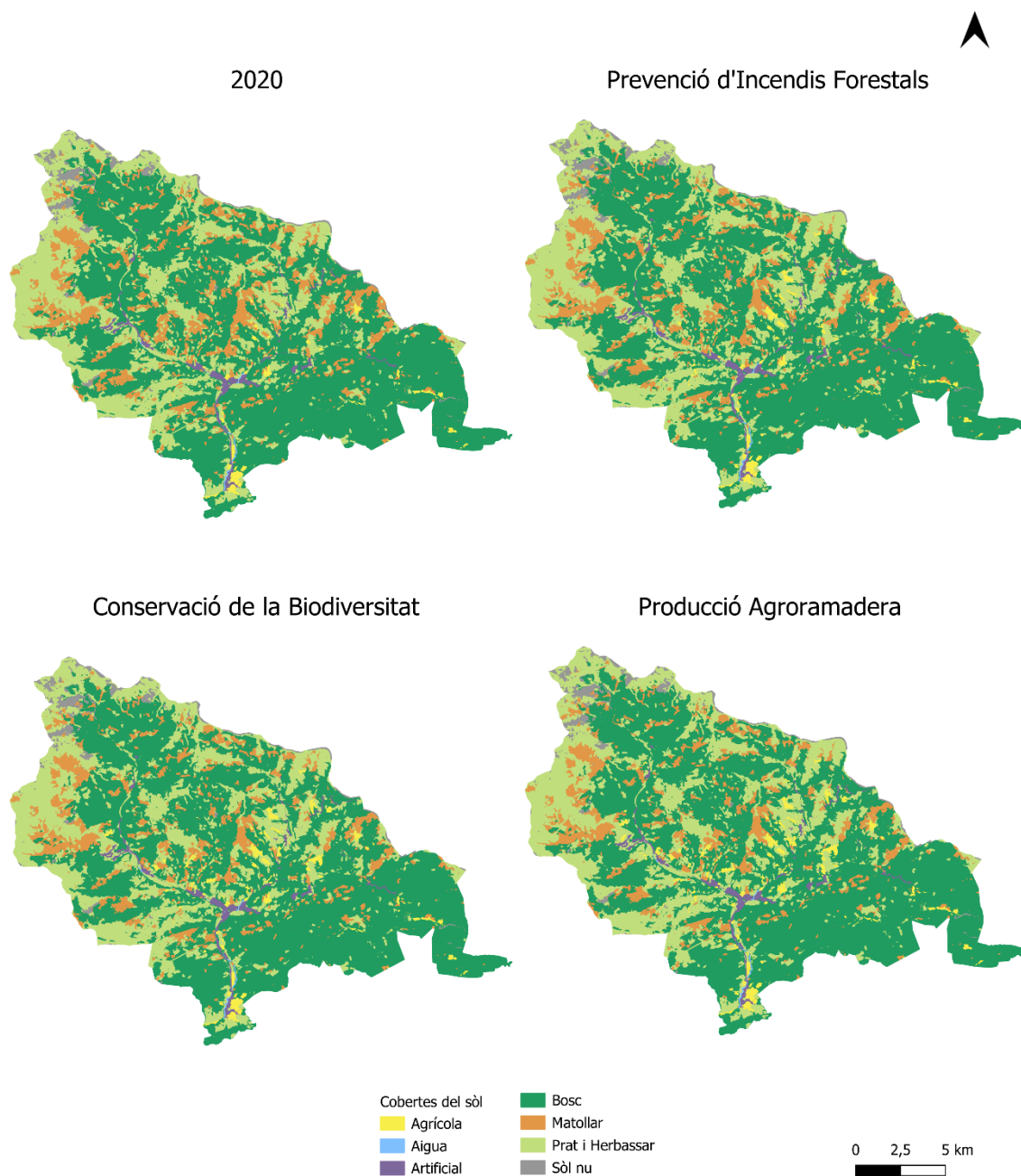


Figura 30. Cobertes del sòl al 2020 i al 2050 en els escenaris de priorització: “Prevenió incendis forestals”, “Conservació de la biodiversitat” i “Producció agroramadera”.

3.2.1. Priorització “Prevenió incendis forestals”

A través d'aquesta priorització es posa de manifest la definició estratègica de les àrees que, per la seva configuració biofísica i socioecològica, han de rebre especial atenció en la gestió a escala de paisatge dels grans incendis forestals. El resultat d'aquesta priorització es tradueix en una reconfiguració de la distribució de les cobertes del sòl entre l'escenari actual (2020) i l'escenari projectat per al 2050 (Figura 30). En aquest cas, l'ordenació territorial es fonamenta principalment en els criteris de gestió del risc d'incendis, utilitzant com a vertebradors els eixos per a la contenció dels grans incendis forestals definits pel GRAF. Aquesta priorització no exclou cap de les altres prioritats

existents al territori, sinó que estableix un ordre de prevalença en aquells espais on conflueixen múltiples valors, assegurant una resolució clara on predomina la prevenció d'incendis quan apareixen solapaments.

Pel que fa a la cobertura del sòl, l'escenari comporta una recuperació dels espais oberts. Augmenten de manera destacada tant les superfícies agrícoles com els prats i herbassars, fet que contribueix a crear discontinuïtats al paisatge forestal i redueix la continuïtat dels combustibles. Aquest increment es produeix principalment a costa d'una reducció dels matollars, els quals tenen un paper clau com a combustible de propagació en cas d'incendi. Els boscos, en canvi, mantenen una extensió gairebé estable, fet que indica que la intervenció no es basa en una reducció dràstica de la massa forestal, sinó en una millora qualitativa de la seva estructura i gestió.

Pel que fa a la gestió forestal, gairebé tres quartes parts de la superfície boscosa rep algun tipus d'intervenció. Una part important del bosc continua sense actuacions, però augmenta notablement la superfície gestionada sota criteris específics. Destaquen especialment les àrees destinades a l'adevesament i a la gestió naturalística, que contribueixen a reduir la càrrega de combustible i afavorir estructures forestals més resistents al foc. També s'incorporen gestions multifuncionals i de tipus BAU (business-as-usual), orientades a l'aprofitament sostenible i la diversificació funcional.

En termes de serveis ecosistèmics, l'escenari mostra una evolució ambivalent. La càrrega de combustible augmenta, fet que pot respondre a una major acumulació de biomassa derivada d'una gestió que aposta per boscos més estructurats i multifuncionals. Aquest enfocament es reflecteix també en la millora de l'índex de biodiversitat potencial (BPI), indicador d'un increment en la qualitat ecològica dels hàbitats. A més, destaca l'increment de l'estoc de carboni i del volum d'extracció forestal, senyals d'una gestió més eficient i d'una millor contribució a la mitigació climàtica.

D'altra banda, l'escenari també afavoreix la dinamització dels espais oberts, amb un augment notable tant de la producció agrícola com de la càrrega ramadera, en línia amb una orientació cap a sistemes agroforestals integrats. En contrapartida, els serveis hídrics mostren una lleu disminució, probablement a conseqüència d'una major evapotranspiració associada a l'increment de la cobertura vegetal.

En conjunt, l'escenari de "Prevenció incendis forestals" mostra un paisatge més heterogeni, gestionat i funcional. Tot i que es detecten algunes tensions entre serveis —com l'equilibri entre estoc de carboni i disponibilitat d'aigua—, la intervenció contribueix clarament a la resiliència davant el foc i a una millor articulació del mosaic agroforestal. És un escenari que combina la seguretat territorial amb la viabilitat econòmica i ecològica del sistema.

3.2.2. Priorització "Conservació de la Biodiversitat"

Quan la biodiversitat esdevé el criteri principal en l'ordenació del paisatge, el marc de decisió es transforma. En aquest escenari, s'han prioritzat les àrees associades a figures de conservació amb un grau de restricció elevat pel que fa al tipus de mesures i accions que es poden dur a terme: els Hàbitats d'Interès Comunitari (HIC) i les àrees emmarcades a la Xarxa Natura 2000. Aquest conjunt de zones concentra un alt valor ecològic i institucional, i la seva gestió ve determinada per l'objectiu de preservar la seva integritat biològica, limitant significativament tant els canvis d'usos com les pràctiques forestals intensives. És en aquest context on la planificació del paisatge es regeix per una lògica de mínims impactes i de màxima conservació (Figura 30). Aquest enfocament reflecteix un

compromís amb la preservació de la funcionalitat ecològica i l'estructura natural dels boscos, tot afavorint la maduresa dels ecosistemes, la diversitat d'hàbitats i la continuïtat dels processos ecològics.

A escala de paisatge, es produeix una clara recuperació d'espais oberts, especialment agrícoles, fet que suggereix una obertura del mosaic agroforestal compatible amb la conservació de la biodiversitat. Aquest augment dels espais agrícoles i la lleugera ampliació dels prats i herbassars va acompanyat d'una reducció del matollar, indicant una reorganització del territori que potencia els usos tradicionals i les condicions per al manteniment d'espècies vinculades a ambients oberts. Al mateix temps, la superfície forestal es manté estable, consolidant-se com a matriu del paisatge i reservori de biodiversitat.

Pel que fa als serveis ecosistèmics, l'escenari presenta una evolució clarament orientada a la millora dels valors naturals. Augmenta l'índex de biodiversitat potencial, senyal que la qualitat estructural dels hàbitats forestals s'enriqueix i que la gestió afavoreix la diversitat biològica. L'estoc de carboni també augmenta notablement, indicant un avanç en la capacitat de segrest de carboni dels ecosistemes forestals, alhora que s'observa una millora significativa en el volum d'extracció forestal, suggerint una compatibilitat entre conservació i producció sostenible de recursos.

D'altra banda, s'identifica una davallada en els serveis hídrics, tant pel que fa a la disponibilitat d'aigua blava com a la producció d'aigua. Aquesta reducció pot estar relacionada amb l'increment de la cobertura vegetal i l'augment de l'evapotranspiració associada a la maduració dels boscos i la millora ecològica de les masses forestals. Malgrat això, la integració d'espais agrícoles i ramaders en el paisatge afavoreix un augment en la producció agrícola i en la càrrega ramadera, indicadors d'un ús multifuncional del territori que pot contribuir al manteniment de la biodiversitat i a la resiliència dels ecosistemes agrícoles.

En conjunt, l'escenari "Conservació de la Biodiversitat" mostra com una gestió enfocada a la conservació de la biodiversitat pot generar múltiples beneficis, no només ecològics sinó també productius, mantenint l'equilibri entre la preservació dels valors naturals i l'aprofitament sostenible dels recursos del territori.

3.2.3. Priorització "Producció agroramadera"

L'escenari vinculat a l'activitat agroramadera parteix d'un enfocament clar: recuperar la funcionalitat productiva del territori, reforçar les superfícies amb viabilitat per a conreus i pastures, i fomentar una matriu agroforestal capaç de generar serveis ecosistèmics en paral·lel a usos econòmics sostenibles. Les capes de "Cultius viables", "Pastures viables" i "Bosc adevesat" actuen com a pilar per a aquesta priorització, proposant una reorientació de gran part del mosaic territorial cap a una gestió activa del sòl. En aquest escenari, l'objectiu no és tant mantenir l'estructura forestal existent com diversificar els usos i potenciar la producció compatible amb el manteniment de la biodiversitat i la reducció del risc d'incendis (Figura 30).

En l'àmbit territorial, s'observa un augment clar de la superfície agrícola i dels prats i herbassars, acompanyat per una reducció important del matollar. Aquesta transformació del paisatge suposa una obertura del mosaic territorial, amb més presència d'espais oberts i una reorganització del territori que facilita les activitats agroforestals i ramaderes. Tot i aquesta dinàmica, la superfície forestal es manté estable, garantint la continuïtat dels processos ecològics i la preservació de la matriu forestal.

Quant als serveis ecosistèmics, aquest escenari presenta una evolució destacada de diversos indicadors relacionats amb la productivitat. L'estoc de carboni augmenta de manera notable, senyal que la gestió aplicada permet una acumulació efectiva de biomassa. Així mateix, es registra una millora significativa en el volum d'extracció forestal, evidenciant un aprofitament més intensiu i eficient dels recursos forestals. Paral·lelament, l'increment de l'índex de biodiversitat potencial indica que, malgrat la prioritització de la producció, la qualitat estructural dels hàbitats es manté o fins i tot millora en determinades zones.

Els serveis vinculats a la producció alimentària experimenten un creixement molt important, tant pel que fa a la càrrega ramadera com a la producció agrícola, en resposta directa a l'increment d'espais aptes per a l'explotació agropecuària i a les condicions creades per la gestió aplicada. Aquesta intensificació s'acompanya, però, d'una lleugera reducció en els serveis hídrics, probablement deguda a l'augment de la cobertura vegetal i de l'evapotranspiració en les zones forestals i agroforestals.

La prioritització de la producció agrícola representa una aposta clara per l'activació econòmica del sòl, amb una reducció del matollar i un augment de les superfícies cultivades i gestionades de manera compatible amb els valors ecològics. La proposta no només persegueix un major rendiment econòmic, sinó que també promou una millor integració entre producció, gestió del paisatge i reducció de riscos com els incendis, consolidant una nova relació entre activitat humana i entorn natural. Tot plegat posa de manifest una tensió entre la intensificació productiva i la conservació de determinats serveis reguladors clau, com la capacitat de producció d'aigua o el control de la càrrega de combustible.

3.2.4. Priorització proposada per assolir un futur resilient acordat

Es planteja una proposta de paisatge futur resilient per la Vall de Camprodon en la que conflueixen i es fan prevaldre les tres prioritats sectorials considerades en els exercicis anteriors (la prevenció d'incendis forestals, la conservació de la biodiversitat i la promoció de les activitats agroramaderes) al mateix temps que s'intenten assolir uns objectius a escala de tota l'àrea d'estudi. Així, per una banda, es tenen en compte les tres prioritacions jerarquitzades per rellevància (és a dir, endreçades per ordre de prevalença) i, per una altra banda, s'estableixen uns objectius globals que es tradueixen en forma d'indicadors per tal de ser assolits de forma col·lectiva a tot el paisatge. En aquest sentit, la proposta busca maximitzar la producció d'aigua blava i la càrrega ramadera al mateix temps que es vol reduir el combustible disponible. Pel que fa a les zones de l'àrea d'estudi que tenen una prioritació assignada (Figura 27), s'han fet prevaldre per sobre de tot les propostes aportades pels grups territorials (Figura 25). Així doncs, en primer lloc, s'ha apostat per fomentar la gestió que respongui a la prioritació "Prevenció d'incendis forestals" basada en la capa d'eixos de contenció estratègics del GRAF i les àrees identificades pel PREVINCAT (Figura 22). Aquesta decisió respon a la necessitat de preparar els paisatges de muntanya a escenaris futurs de condicions climàtiques adverses que puguin donar lloc a incendis extrems, amb comportaments que escapin de la capacitat de control dels cossos de bombers i puguin arribar a afectar grans superfícies a alta intensitat, afectant greument els recursos naturals de la Vall. En segon lloc, donat que la Vall de Camprodon és un espai amb una confluència d'hàbitats molt rica i que gran part de la seva superfície (41%) està protegida per algun tipus de figura de conservació, en aquelles àrees HICs que no tenien assignada la prioritat de prevenció d'incendis forestals, s'ha promogut una gestió que no altera la coberta del sòl i que promou o bé l'evolució

natural o bé la silvicultura naturalística en les zones boscoses. Finalment, s'incorpora la promoció dels cultius i de la pastura com a eina de gestió activa del territori (Figura 25). Per acabar de complementar la proposta, i fer-la tan ajustada com sigui possible a la distribució de la propietat actual (Figura 9), s'ha considerat que tant en les finques privades amb un instrument d'ordenació forestal vigent com en les forests públiques amb pla d'ordenació, s'assignaria algun itinerari de gestió (el més adient per complir amb els objectius globals o amb les prioritzacions corresponents si s'escau) en contraposició a mantenir aquestes zones a evolució natural (itinerari "Sense intervenció").

Un dels canvis més significatius de l'escenari proposat (Figura 31) és l'augment de la superfície destinada a activitats agrícoles i de pastura, que esdevé una eina clau de gestió preventiva. Aquests usos s'expandeixen majoritàriament sobre àrees que actualment ocupen matollars i, en menor mesura, prats abandonats, recuperant així terres que havien estat tradicionalment productives i que avui dia podrien jugar un paper central en l'economia local. Aquesta reconversió no només millora la capacitat productiva del territori, sinó que contribueix també a la fragmentació del continu forestal, un element fonamental en l'estratègia de prevenció d'incendis.

Aquesta nova configuració del mosaic rural reforça el paper del sector primari com a peça clau de la gestió del territori. La presència de conreus i pastures ben distribuïdes, especialment en zones estratègiques com les parts baixes de les valls o els punts de transició entre masses forestals, actua com a tallafoc natural i incrementa la capacitat del paisatge per esmorteir els grans incendis. Alhora, aquesta presència reforçada d'activitat agropecuària millora la viabilitat econòmica i social de les explotacions, afavorint el relleu generacional i la consolidació d'un model de gestió actiu.

El bosc, tot i perdre lleugerament extensió respecte a l'escenari tendencial, manté un paper central i esdevé objecte d'una gestió més acurada i diferenciada (Figura 32). Es posa fi a la uniformització i es despleguen una varietat d'estratègies adaptades a les característiques i funcions de cada massa forestal. En zones de valor ecològic singular o amb condicions ambientals que ho permetin, es promou la no-intervenció per afavorir la maduració dels ecosistemes i la conservació de la biodiversitat. En canvi, en àrees més accessibles o amb valor estratègic per a la prevenció d'incendis o l'aprofitament, s'aplica una gestió multifuncional o naturalística que combina objectius productius amb la millora estructural del bosc.

Aquest canvi de paradigma en la gestió forestal també comporta una millora notable en l'emmagatzematge de carboni, gràcies a la consolidació d'estructures madures i a la disminució de l'abandonament indiscriminat. El paisatge resilient acordat aposta per mantenir una càrrega de combustible més equilibrada, no tant reduint-la per defecte, sinó distribuint-la de manera intel·ligent en funció del risc i la capacitat de resposta. Així, les zones amb ordenació forestal vigent o interès per part del GRAF o el PREVINCAT esdevenen prioritàries per a una gestió activa, adaptada a escenaris de canvi climàtic.

Pel que fa als serveis ecosistèmics, aquest escenari presenta una millora generalitzada en aquells més vinculats a la gestió activa i a la producció local. La capacitat de suport de la ramaderia extensiva augmenta clarament, en part gràcies a l'ampliació de les pastures, però també pel reforç del mosaic que facilita els moviments i la càrrega ramadera. També milloren la producció agrícola i l'aprofitament forestal, dins d'un model que no busca maximitzar rendiments puntuals sinó garantir la sostenibilitat a llarg termini. L'estoc de carboni del sistema augmenta, indicant un millor funcionament ecològic global del paisatge. Només alguns serveis, com la producció d'aigua blava o la seva disponibilitat en superfície, mostren una lleugera reducció, coherent amb l'increment de metabolisme dels sistemes productius i la major transpiració associada a la vegetació activa.

En conjunt, aquest escenari resilient acordat representa un model de convivència entre activitats humanes i sistemes naturals, fonamentat en la diversificació funcional, la jerarquització espacial i l'eficiència territorial. Més que una simple suma de polítiques sectorials, proposa una visió integrada on les funcions preventives, productives i ecològiques es distribueixen segons les potencialitats i vocacions del territori. És un paisatge que no renuncia a cap ús, però que els combina de manera estratègica per incrementar la seva capacitat de resistència, adaptació i transformació davant de crisis futures. Es tracta, en definitiva, d'una nova manera d'habitar el territori, més ajustada als reptes ambientals i socioeconòmics actuals, que entén la resiliència no com un estat fix, sinó com una capacitat de resposta dinàmica davant de pertorbacions i canvis.

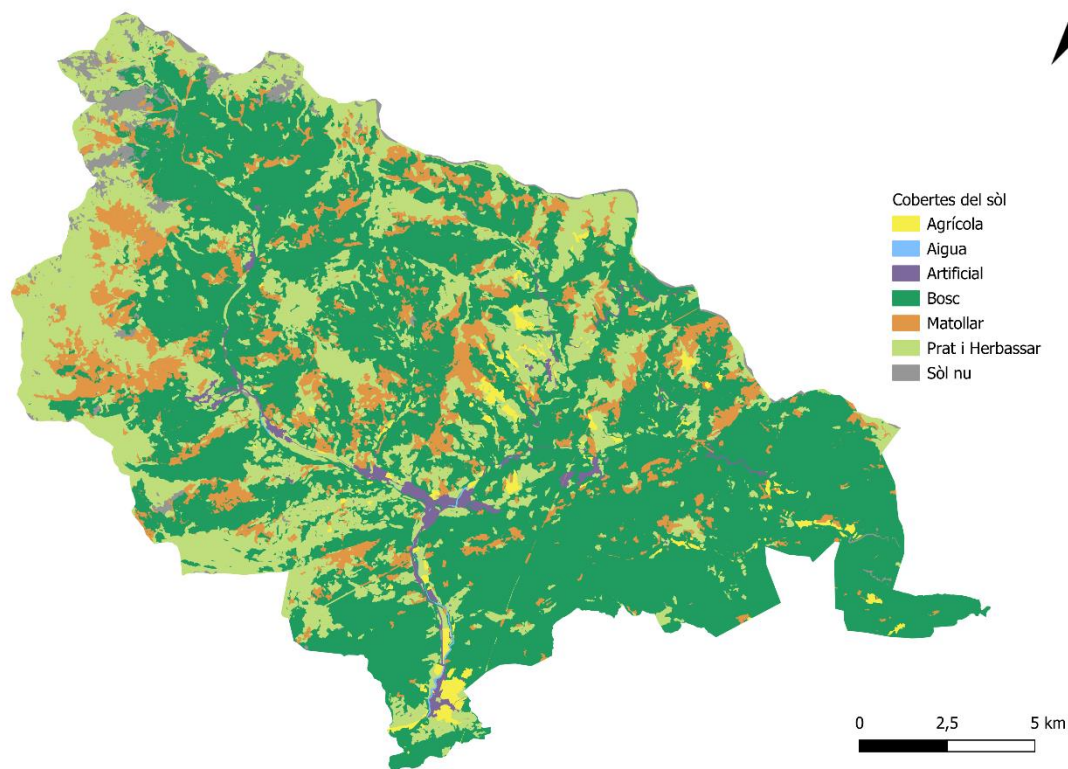


Figura 31. Cobertes del sòl al 2050 en l'escenari de "Futur resilient acordat" on s'han prioritzat, en aquest ordre: rodals NG, instruments d'ordenació forestal, prevenció d'incendi forestals, conservació de la biodiversitat i producció agroramadera.

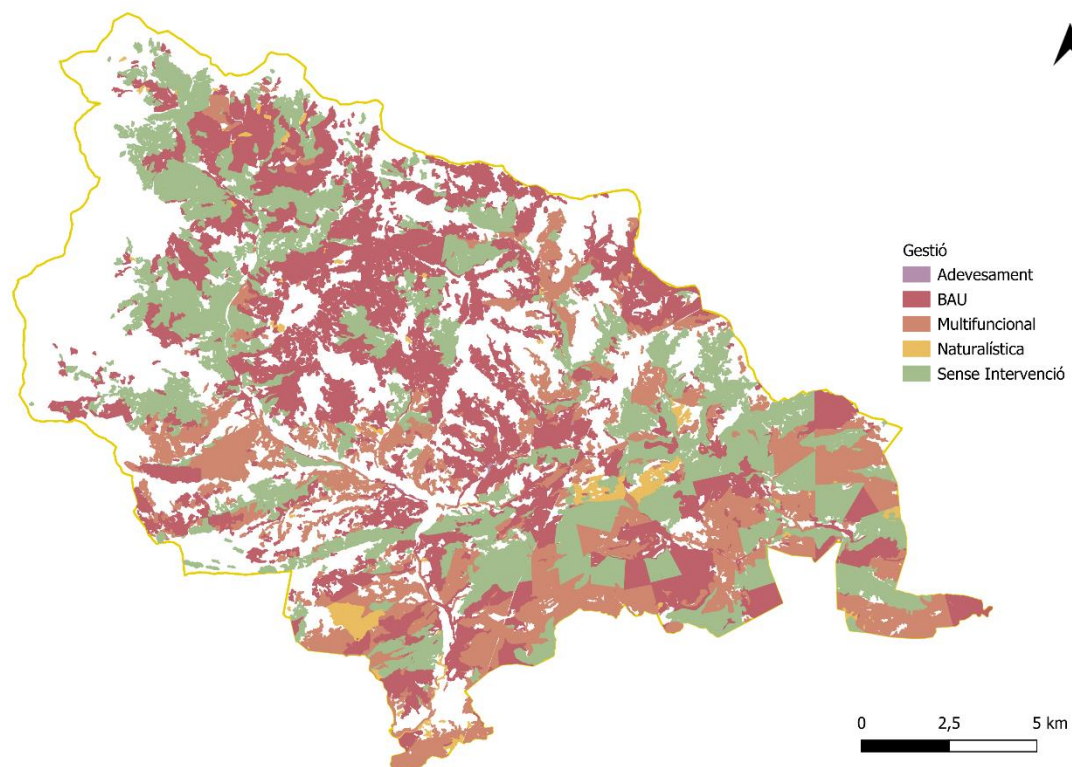


Figura 32. Gestió forestal al 2050 en l'escenari de "Futur resilient acordat" on s'han prioritzat, en aquest ordre: rodals NG, instruments d'ordenació forestal, prevenció d'incendi forestals, conservació de la biodiversitat i producció agroramadera.

Taula 9. Comparativa de les cobertes del sòl entre els diferents escenaris futurs i la situació actual.

	Actual	Futur tendencial			Futur “Prevenció incendis forestals”			Futur “Conservació de la Biodiversitat”			Futur “Producció agroramadera”			Futur resilient acordat		
Coberta del sòl	Àrea (ha)	Àrea (ha)	Δ (ha)	Δ(%)	Àrea (ha)	Δ (ha)	Δ(%)	Àrea (ha)	Δ (ha)	Δ(%)	Àrea (ha)	Δ (ha)	Δ(%)	Àrea (ha)	Δ (ha)	Δ(%)
Agrícola	371	376.9	5.9	1.6	410.3	39.3	10.6	387.4	16.4	4.4	419	48	12.9	386	15	4
Aigua	21.6	21.6	0	0	21.6	0	0	21.6	0	0	21.6	0	0	21.6	0	0
Artificial	370.1	370.1	0	0	370.1	0	0	370.1	0	0	370.1	0	0	370.1	0	0
Bosc	17277	20221.2	2944.2	17	17277.1	0.1	0	17277	0	0	17277	0	0	17277	0	0
Matollar	3830.2	4434.5	604.3	15.8	3719.9	-110.3	-2.9	3795.8	-34.4	-0.9	3712.7	-117.5	-3.1	3795	-35.2	-0.9
Prat i H.	6843	3438.1	-3404.9	-49.8	6914.1	71.1	1	6861	18	0.3	6912.6	69.5	1	6863.3	20.2	0.3
Sòl nu	654.7	505.4	-149.3	-22.8	654.7	0	0	654.7	0	0	654.7	0	0	654.7	0	0

Taula 10. Comparativa dels itineraris de gestió forestal aplicats en els diferents escenaris futurs. El camp “Pct. bosc” indica el percentatge de bosc que està gestionat segons cada itinerari respecte l'àrea futura de bosc. El camp “Pct. total” indica el percentatge de bosc que està gestionat segons cada itinerari respecte l'àrea total del pilot.

	Futur tendencial			Futur “Prevenció incendis forestals”			Futur “Conservació de la Biodiversitat”			Futur “Producció agroramadera”			Futur resilient acordat		
Gestió	Àrea (ha)	Pct. bosc	Pct. total	Àrea (ha)	Pct. bosc	Pct. total	Àrea (ha)	Pct. bosc	Pct. total	Àrea (ha)	Pct. bosc	Pct. total	Àrea (ha)	Pct. bosc	Pct. total
Sense intervenció	14731.3	72.9	50.2	6102.5	35.3	20.8	6102.5	35.3	20.8	6102.5	35.3	20.8	6102.5	35.3	20.8
BAU	5489.8	27.1	18.7	6625.9	38.4	22.6	6274	36.3	21.4	6623.6	38.3	22.6	6624.6	38.3	22.6
Multifuncional	0	0	0	4213.4	24.4	14.3	3985.6	23.1	13.6	4212.1	24.4	14.3	4210.1	24.4	14.3
Naturalística	0	0	0	328.7	1.9	1.1	912.5	5.3	3.1	334.7	1.9	1.1	334.3	1.9	1.1

Adevesament	0	0	0	6.6	0	0	2.4	0	0	4.1	0	0	5.5	0	0
-------------	---	---	---	-----	---	---	-----	---	---	-----	---	---	-----	---	---

Taula 11. Comparativa de la provisió de serveis ecosistèmics entre els diferents escenaris futurs i la situació actual.

	Actual	Futur tendencial			Futur “Prevenció incendis forestals”			Futur “Conservació de la Biodiversitat”			Futur “Producció agroramadera”			Futur resilient acordat		
Servei ecosistèmic	Valor	Valor	Δ (u)	Δ(%)	Valor	Δ (u)	Δ(%)	Valor	Δ (u)	Δ(%)	Valor	Δ (u)	Δ(%)	Valor	Δ (u)	Δ(%)
Aigua blava (mm/any)	439.2	425	-14.2	-3.2	441.8	2.6	0.5	438.7	-0.5	-0.1	441.9	2.7	0.6	441	1.8	0.4
Producció aigua (%)	40.9	34.3	-6.6	-16.1	37.8	-3.1	-7.5	37.9	-3	-7.3	37.8	-3.1	-7.5	38.1	-2.8	-6.8
Càrrega combust. (t/ha)	11.5	15.7	4.2	36.5	15.2	3.7	32.1	15.2	3.7	32.1	15.2	3.7	32.1	15.2	3.7	32.1
Alçada de la base de la capçada (m)	2.1	2.6	0.5	23.8	2.4	0.3	14.2	2.3	0.2	9.5	2.4	0.3	14.2	2.4	0.3	14.2
BPI (-)	2.9	3.4	0.5	17.2	3.5	0.6	20.6	3.5	0.6	20.6	3.5	0.6	20.6	3.5	0.6	20.6
Estoc carboni (Mg C/ha)	79.6	177.3	97.7	122.7	163.7	84.1	105.6	166.1	86.5	108.6	163.8	84.2	105.7	163.9	84.3	105.9
Volum d'extracció [milers m³/any]	2.47	2.09	-0.38	-15.4	4.67	2.20	89.0	5.14	2.67	107.8	4.67	2.20	89.0	4.67	2.20	89.0
Càrrega ramadera (URM)	3661.8	1855.8	-1806	-49.3	3700.2	38.4	1	3671.5	9.7	0.2	3698.3	36.5	0.9	3674	1095.7	29.9
Producció agrícola (t/any)	4153	4218.8	65.8	1.5	4592.5	439.5	10.5	4336.4	183.4	4.4	4689.9	536.9	12.9	4320.9	1389.6	33.4

4. Conclusions

Per l'àrea pilot de Vall de Camprodon s'ha adoptat un procés de co-disseny orientat a fomentar paisatges agroforestals més resilients davant múltiples reptes globals. Aquest procés s'ha basat en una metodologia de planificació territorial innovadora que ha combinat dades biofísiques de diferents fonts i naturalesa, modelització de la dinàmica del paisatge i del bosc, anàlisi de serveis ecosistèmics, optimització espacial, així com consideracions socioeconòmiques per tal d'explorar escenaris de paisatges futurs més sostenibles i resilients. A diferència de les aproximacions més habituals de planificació territorial, que solen estar més sectoritzades i, per tant, orientades a una sola estratègia sectorial, en aquest exercici s'hi han integrat de manera conjunta aspectes de gestió forestal alternativa, recuperació d'usos agroramaders i la conservació de la biodiversitat, contribuint a una comprensió pluridimensional del territori. D'aquest treball, se'n poden extreure tres lliçons principals:

1. Els escenaris futurs milloren significativament la majoria dels serveis ecosistèmics productius respecte al futur tendencial. Tant l'estoc de carboni, la fusta extreta com la producció agrícola i la càrrega ramadera augmenten de manera notable en qualsevol dels escenaris de futur respecte al tendencial. L'escenari resilient acordat, que combina múltiples objectius, mostra un augment molt destacat de l'estoc de carboni, així com una millora de la producció agrícola i de la càrrega ramadera. Alhora, la càrrega de combustible disminueix lleugerament respecte al futur tendencial, i l'índex de biodiversitat potencial experimenta una millora generalitzada. Aquest conjunt de resultats mostra l'ampli marge de maniobra existent per combinar objectius econòmics, ecològics i de resiliència.

2. La provisió d'aigua blava es manté estable i no es detecten millores rellevants en la relació entre disponibilitat hídrica i dinàmica forestal. Cap escenari aconsegueix augmentar substancialment la generació d'aigua blava respecte a la situació actual. Tot i les estratègies de gestió aplicades, el fort increment del creixement forestal i de l'estoc de carboni limita la capacitat de generar més escorrentia. Aquesta tendència és coherent amb el que s'ha observat en altres pilots: l'expansió i maduració del bosc millora el segrest de carboni, però tendeix a reduir la disponibilitat d'aigua blava. La càrrega de combustible elevada en tots els escenaris futurs reforça aquesta dinàmica, ja que implica una major demanda hídrica de la vegetació.

3. L'escenari resilient acordat representa una via d'equilibri entre producció, conservació i prevenció d'incendis, tot i mantenir certs riscos. En aquest escenari, la gestió forestal s'intensifica lleugerament i es promou una major diversificació d'usos del sòl: la superfície agrícola augmenta mentre que els prats i herbassars pràcticament es mantenen. Aquesta combinació permet millorar diversos serveis ecosistèmics sense comprometre'n altres, i redueix parcialment la vulnerabilitat global del territori. Tanmateix, l'acumulació de biomassa i la manca de fragmentació clara de les masses forestals fan que el risc potencial d'incendi continuï sent elevat. L'escenari resilient acordat, per tant, apunta cap a un equilibri funcional, però requereix una gestió adaptativa constant per consolidar la seva eficàcia a llarg termini.

Limitacions i perspectives de futur

La metodologia aplicada ha permès explorar opcions de paisatge adaptatives des d'una òptica de provisió sostenible de múltiples serveis ecosistèmics. L'ús de models de dinàmica del paisatge i forestal, d'aplicació d'eines d'optimització multicriteri,

combinades amb escenaris de canvi climàtic i usos del sòl, ha demostrat ser una eina potent per a la presa de decisions informada. Aquest enfocament pot ser reproducible i escalable a altres territoris, oferint una base sòlida per a un procés de presa de decisions que inclogui múltiples visions sectorials i que permeti doncs el futur desplegament de polítiques públiques amb vocació transformadora.

Tot i l'ambició i robustesa de la metodologia emprada, el procés ha estat condicionat per dues limitacions estructurals que cal tenir en compte per a futures aplicacions. En primer lloc, la gran extensió d'àrees amb figures de protecció estricta - com els HIC - ha reduït significativament el marge efectiu d'optimització. En molts casos, només una fracció del territori podia ser realment modificada, fet que ha limitat la capacitat de les simulacions per explorar canvis profunds en l'estructura del paisatge. És per això que resultaria fonamental incloure informació més detallada relacionada amb la biodiversitat i la seva distribució, com la que es recull en la Cartografia del Valor de Biodiversitat, per tal de garantir la conservació i restauració de zones amb alt valor ecològic sense comprometre altres activitats multifuncionals al territori. De la mateixa manera, seria fonamental disposar d'una planificació a escala de paisatge per prevenir els grans incendis forestals, i no tan pensada i dissenyada des del vessant de l'extinció (com els actuals plans d'infraestructures estratègiques per a la prevenció d'incendis forestals) i que, per tant, identifiqui zones claus on implementant un seguit d'actuacions puguin contribuir a reduir el risc d'incendi forestal, trencant la continuïtat de les grans masses de combustible disponible i evitant que els incendis futurs traspassin d'un vessant a un altre dels diferents massissos o inclús que traspassin a altres valls.

En segon lloc, la resolució espacial utilitzada - basada en polígons amb una mida mínima determinada - ha restringit la possibilitat de fer una caracterització fina i precisa del mosaic territorial. És previsible que una resolució més acurada, basada en una segmentació de les zones forestals segons dades LiDAR, hauria permès visualitzar amb més claredat els canvis d'escala local, les transicions graduals i l'emergència de patrons de gestió més dinàmics.

Aquestes limitacions no resten valor a l'enfocament aplicat, sinó que assenyalen camins de millora: una futura versió del model podria integrar una resolució més fina i una diferenciació més precisa de règims de gestió, reforçant així la capacitat del sistema per generar propostes adaptatives encara més ajustades a la realitat territorial. En definitiva, aquest exercici ha permès identificar una proposta de futur que inclou oportunitats estratègiques per un model territorial que pretén ser més resilient, just i sostenible.

5. Apèndix

Taula A1. Caracterització forestal dels rodals. Es mostra la mitjana $\pm$ la desviació estàndard i [mínim i màxim].

Variables forestals	Total	Pi negre (<i>Pinus uncinata</i>)	Altres frondoses	Roure (<i>Quercus petraea</i>)	Freixe (<i>Fraxinus excelsior</i>)	Alzina (<i>Quercus ilex</i> ssp. <i>Bellota</i>)	Faig (<i>Fagus sylvatica</i>)	Pi roig (<i>Pinus sylvestris</i>)
Àrea (ha)	17231	4864	2709	3426	2136	1594	1743	749
Àrea basal (m ² /ha)	19.4 $\pm$ 5.3 [7.8, 43.5]	20.7 $\pm$ 6.2 [8.6, 43.5]	20.2 $\pm$ 2.7 [11.7, 26.8]	17.2 $\pm$ 4.0 [7.8, 24.9]	19.4 $\pm$ 3.0 [12.9, 25.7]	14.2 $\pm$ 2.7 [8.8, 24.3]	24.6 $\pm$ 2.5 [19.2, 33.2]	17.0 $\pm$ 6.3 [8.1, 30.5]
Volum (m ³ /ha)	111.1 $\pm$ 32.2 [38.5, 245.8]	131.0 $\pm$ 34.3 [59.3, 263.1]	112.5 $\pm$ 14.8 [68.1, 157.1]	106.3 $\pm$ 24.1 [50.1, 160.9]	109.9 $\pm$ 15.5 [74.3, 147.5]	98.4 $\pm$ 20.1 [59.9, 164.5]	149.4 $\pm$ 21.1 [108.9, 220.4]	104.7 $\pm$ 37.7 [52.7, 198.5]
Biomassa (Mg/ha)	156.7 $\pm$ 46.5 [47.5, 331.4]	149.4 $\pm$ 44.8 [50.7, 296.6]	166.8 $\pm$ 27.4 [83.2, 224.8]	162.8 $\pm$ 41.1 [62.7, 245.7]	186.2 $\pm$ 27.0 [115.3, 237.7]	175.2 $\pm$ 44.0 [98.2, 330.4]	205.8 $\pm$ 27.2 [147.0, 277.3]	127.2 $\pm$ 50.1 [56.1, 243.3]
Densitat (peus/ha)	970.6 $\pm$ 206.2 [298.4, 1848.3]	966.2 $\pm$ 179.6 [437.9, 1629.3]	1113.3 $\pm$ 167.4 [628.0, 1762.5]	894.3 $\pm$ 194.5 [365.4, 1329.1]	994.6 $\pm$ 149.1 [604.1, 1432.0]	952.5 $\pm$ 227.3 [509.2, 1848.3]	978.1 $\pm$ 128.1 [648.4, 1318.5]	789.6 $\pm$ 277.6 [298.4, 1500.6]
Diàmetre mig (cm)	14.5 $\pm$ 1.3 [10.3, 19.0]	15.0 $\pm$ 1.4 [11.9, 19.0]	14.0 $\pm$ 0.5 [12.3, 15.6]	14.1 $\pm$ 0.7 [12.7, 16.5]	14.3 $\pm$ 0.7 [13.0, 18.6]	12.8 $\pm$ 0.9 [10.3, 14.8]	15.9 $\pm$ 1.3 [14.0, 19.0]	14.9 $\pm$ 1.1 [13.2, 18.0]
Alçada mitja (m)	9,2 $\pm$ 1.6 [4.9, 14.1]	10.2 $\pm$ 0.7 [7.9, 12.4]	10.4 $\pm$ 0.6 [8.7, 11.7]	10.2 $\pm$ 0.8 [8.0, 12.3]	10.9 $\pm$ 0.6 [9.2, 13.1]	8.2 $\pm$ 0.7 [6.3, 9.9]	11.8 $\pm$ 0.8 [9.6, 13.9]	10.4 $\pm$ 0.8 [8.3, 12.6]

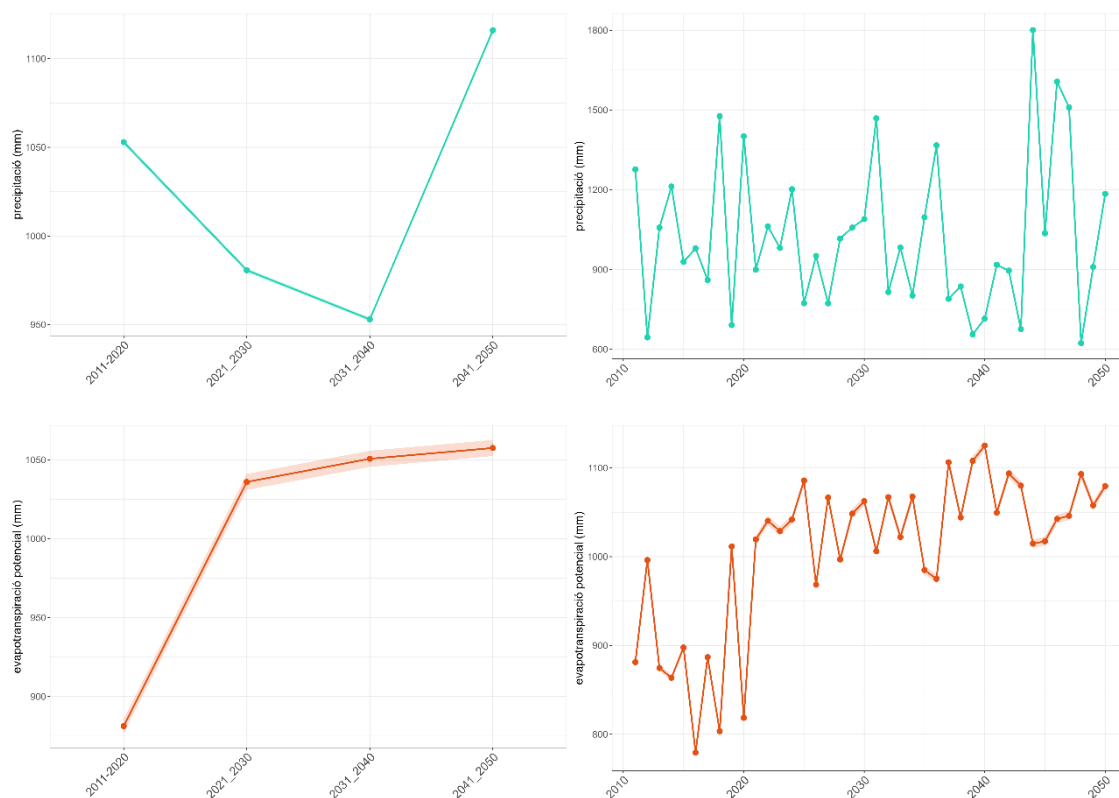


Figura A1. Projectió de la precipitació per dècada i anual (superior esquerra i dreta) i l'evapotranspiració potencial (inferior esquerra i dreta) segons l'escenari climàtic RCP 4.5 a l'àrea d'estudi per a les properes 3 dècades.

Taula A2. Prescripcions silvícoles per a les espècies principals de l'àrea pilot segons el criteri de multifuncionalitat.

Espècie	Sistema de gestió	Tipus aclarides	Llindar AB per l'aclarida	% AB a extreure en l'aclarida	DBH mitjà	% AB a extreure en les tallades de regeneració
Altres frondoses	Irregular	Intermitja	32	35	-	-
Roure	Regular	Baixa	30	25	60	30 - 65 - 95
Freixe	Regular	Baixa	25	30	25	30 - 65 - 95
Alzina	Irregular	Intermitja	27	35	-	-
Faig	Regular	Intermitja	35	25	50	40 - 60 - 95
Pi roig	Regular	Intermitja	33	35	45	45 - 55 - 100
Pi negre	Irregular	Alta	33	30	-	-

Taula A3. Prescripcions silvícoles per a les espècies principals de l'àrea pilot seguint un criteri d'adevesament.

Espècie	Sistema de gestió	Tipus aclarides	Llindar AB per l'aclarida	% AB a extreure en l'aclarida	% AB a extreure per classe diamètrica
Altres frondoses	Irregular	Intermitja	32	35	-
Roure	Irregular	Baixa	30	40	-
Freixe	Irregular	Baixa	25	45	-
Alzina	Irregular	Intermitja	27	50	-
Faig	Irregular	Intermitja	35	40	-
Pi roig	Irregular	Selectiva	30	50	CD 10 – 20: 35% CD 20 – 30: 45% CD >30: 20%
Pi negre	Irregular	Selectiva	25	40	CD 10 – 20: 40% CD 20 – 30: 40% CD >30: 20%

Taula A4. Prescripcions silvícoles per a les espècies principals de l'àrea pilot seguint un model de silvicultura propera a la natura.

Espècie	Sistema de gestió	Tipus aclarides	Llindar AB per l'aclarida	% AB a extreure en l'aclarida
Altres frondoses	Irregular	Intermitja	32	35
Roure	Irregular	Intermitja	25	30
Freixe	Irregular	Intermitja	20	30
Alzina	Irregular	Intermitja	22	30
Faig	Irregular	Intermitja	30	30
Pi roig	Irregular	Intermitja	33	35
Pi negre	Irregular	Intermitja	33	25

Referències

- Krsnik, G., Busquets Olivé, E., Piqué Nicolau, M., Larrañaga, A., Cardil, A., García-Gonzalo, J., & González Olabarria, J. R. 2020. Regional level data server for fire hazard evaluation and fuel treatments planning. *Remote Sensing*, 12(24), 4124.
- Scott, J.H.; Burgan, R.E. Standard Fire Behavior Fuel Models: A Comprehensive Set for Use with Rothermel's Surface Fire Spread Model. 2005. USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station: Fort Collins, CO, USA.