



9CFE-1878

Actas del Noveno Congreso Forestal Español
Edita: **Sociedad Española de Ciencias Forestales. 2025.**
ISBN: 978-84-941695-7-1

Organiza





El aprendizaje forestal a partir de demostraciones prácticas sobre el terreno: aulas forestales y red de parcelas demostrativas.

PALERO MORENO, N. (1), BAIGES ZAPATER, T. (1) y CERVERA ZARAGOZA, T. (1)

1. Centre de la Propietat Forestal de Catalunya

Resumen

Ante los retos que supone el cambio climático para nuestros bosques, cada vez se hace más necesario mejorar y compartir los últimos conocimientos, basados en la ciencia, sobre la gestión forestal sostenible multifuncional. Las Aulas Forestales (AF) son amplias áreas forestales de las que se posee una información precisa de su estado silvícola. Pueden incluir zonas con árboles numerados (o marteloscopos), actuaciones antiguas y/o recientes, itinerarios de biodiversidad, etc. Y su objetivo es generar espacios de discusión que permitan abordar los compromisos y sinergias entre diferentes objetivos de gestión teniendo en cuenta la integridad ambiental, la aceptabilidad social y la viabilidad económica, así como la integración de servicios ecosistémicos como la conservación de los reservorios de carbono, la diversidad genética, la conservación de la biodiversidad y la preservación de los recursos hídricos.

El Centre de la Propietat Forestal posee una amplia red de parcelas demostrativas (rodales donde se aplican tratamientos silvícolas y se realiza un seguimiento a medio-largo plazo) y está trabajando en el establecimiento de 4 AF sobre diferentes especies (coníferas y frondosas) con el fin de ampliar las infraestructuras educativas actuales. Estas infraestructuras de aprendizaje integran la utilización de datos más tradicionales (inventarios periciales o por parcelas fijas) con el uso de las nuevas tecnologías (toma de datos con dron).

Palabras clave

Educación, marteloscop, silvicultura, gestión integrativa, recopilación de datos dasométricos

1. Introducción

A medida que avance el siglo XXI se prevé que los efectos ligados al cambio global, que ya se están observando sobre nuestros bosques, se intensifiquen. Cabe esperar cambios en la distribución de las formaciones forestales, modificaciones estructurales y funcionales, alteraciones en la sanidad forestal, mayor vulnerabilidad frente a eventos extremos (viento, incendios, tempestades, etc.), modificación en el flujo de bienes y servicios ambientales que proporcionan los bosques, etc. (HERRERO y ZAVALA, 2015).

Para comprender este tipo de cambios es imprescindible realizar un seguimiento científico de la evolución de nuestros bosques, la valoración técnica del efecto que la silvicultura ejerce sobre las masas y la adaptación de los modelos silvícolas a las



nuevas situaciones.

Pero la generación de nuevo conocimiento científico debe ir acompañada de demostraciones prácticas que permitan que, tanto gestores forestales, como estudiantes u otro tipo de trabajadores del sector forestal, puedan acceder de forma fácil y efectiva a las nuevas propuestas de gestión.

Para ello, una herramienta de gran utilidad son las Aula Forestales (AF) o masas forestales en las que poder realizar actividades de didáctica forestal de diferentes índoles. Este tipo de aulas pueden instalarse tanto en bosques públicos como privados y su función principal es la de facilitar la discusión y la formación práctica dentro del sector forestal. La estructura de un AF puede ser muy variada, pero, en Catalunya, todas incluyen como elementos básicos un marteloscopy parcelas demostrativas.

El concepto de *marteloscopy* se desarrolló originalmente en Francia. El término se deriva de la palabra francesa para selección de árboles ('*martelage*') y el término griego "*skopein*" (mirar), que significa literalmente "echar un vistazo más de cerca" a una selección de árboles (SOUZY *et al*, 2016). Al principio, el concepto se aplicó principalmente en bosques privados, pero pronto se reconoció su potencial para la formación sobre el terreno y la educación de profesionales y estudiantes forestales. Los marteloscopy son rodales arbolados, de alrededor de una hectárea, en los que todos los árboles están numerados y medidos y sus ubicaciones identificadas. Sirven como espacios abiertos para el debate entre profesionales del sector o estudiantes y para la realización de prácticas de señalamiento de cortas con diferentes criterios y objetivos de gestión, con la ayuda de un software específico.

Las parcelas demostrativas son rodales donde se ha aplicado una gestión concreta, siguiendo un modelo e itinerario de gestión definido, y en los que se realizan mediciones dasométricas (y de vulnerabilidad al fuego, biodiversidad, etc. en función del objetivo de seguimientos) que permitan valorar el efecto de la actuación a medio-largo plazo. Estas parcelas sirven como puntos de encuentro de profesionales forestales donde poder ver, de forma real, y discutir, con datos fiables, el resultado de aplicar un tratamiento silvícola, en una masa concreta.

Lo ideal es tener varias parcelas demostrativas en la misma AF que nos permitan comparar diferentes tipos de gestión (por ejemplo, un tratamiento regular frente a uno irregular) o tener diferentes tratamientos a lo largo del tiempo (por ejemplo, un rodal control en el que no se ha realizado ningún tratamiento silvícola en los últimos 50 años, un rodal en el que se ha actuado recientemente y un rodal en el que se actuó hace 15 o 20 años).

Otras estructuras que pueden formar parte de un AF son los itinerarios de biodiversidad, que permiten identificar aquellos elementos existentes en un bosque que están aportando mayor capacidad para acoger biodiversidad. Una vez identificados estos elementos se podrá discutir sobre la manera de integrar la



conservación de la biodiversidad en la gestión productiva o la necesidad de establecer un objetivo prioritario de conservación de biodiversidad en determinados rodales.

También se pueden implementar rodales con señalamientos físicos de cortas ideales (según modelos de referencia) para discutir sobre los criterios de selección de los pies de futuro o pies objetivo y de los árboles competidores.

Todos estos elementos deben servir para generar discusión sobre gestión forestal adaptada a las condiciones actuales y futuras de nuestros bosques. Por este motivo, los datos de partida deben ser lo más amplios posibles. En el caso de los marteloscops, la recogida de datos se realiza pie a pie con lo que se obtienen valores dasométricos, de calidad de la madera, de presencia de dendromicrohábitats, etc. muy precisos (árbol a árbol). Pero también son de gran ayuda las nuevas tecnologías como la obtención de información mediante drones que permiten tener información precisa de algunas variables dasométricas como la altura de los árboles o la amplitud de la copa, y de índices del estado sanitario de la masa (falta de nutrientes, estrés hídrico o enfermedades foliares).

2. Objetivos

No se puede entender la labor de un profesional forestal sin una interacción constante con el monte. Por tanto, las visitas en grupo a bosques (jornadas forestales) han sido siempre una forma de ampliar los conocimientos tanto de estudiantes como de trabajadores del sector. Las AF pretenden continuar con esta tradición, pero ampliando sus funciones (divulgación científica, formación práctica, contraste de diferentes fuentes de inventario, generación de conocimiento, etc.)

En este artículo se pretende:

- Presentar el concepto de Aulas Forestales (AF) y dar a conocer las 4 AF que el Centre de la Propietat Forestal (CPF) ha instalado en Catalunya.
- Poner en valor los marteloscops y la Red de Parcelas Demostrativas como elementos clave para la transferencia de conocimiento.
- Demostrar las múltiples funciones que este tipo de infraestructuras permiten (formación, intercambio de conocimiento, avance científico, divulgación, etc.)

3. Metodología

El CPF lleva muchos años apostando por la generación de conocimiento a través de su PITC (Plan de Innovación y Transferencia de Conocimiento). En la última revisión de este plan (IV Plan de ITC; 2024-2029) se incluyen las parcelas demostrativas y los marteloscops (junto a los Living Labs y a los proyectos multiactor) como estructuras de generación y transferencia de conocimiento. Siempre se han buscado sinergias entre ambos elementos, pero recientemente se está trabajando por su integración en los que hemos denominado AF.

3.1 Marteloscop

En 2014 se estableció el primer marteloscop en un pinar de pino carrasco en el

marco del proyecto LIFE DEMORGEST. Los principales temas de discusión que se establecieron en este marteloscop fueron la discusión la silvicultura adaptativa al cambio climático, y, en concreto, la resistencia y resiliencia a incendios forestales y la provisión de servicios ecosistémicos, como la fijación de carbono. En los siguientes años se establecieron 3 marteloscops más en bosques de pino laricio, roble (hibridación entre *Quercus pubescens* y *Quercus petraea*) y una masa de pino silvestre con encina (figura 1).

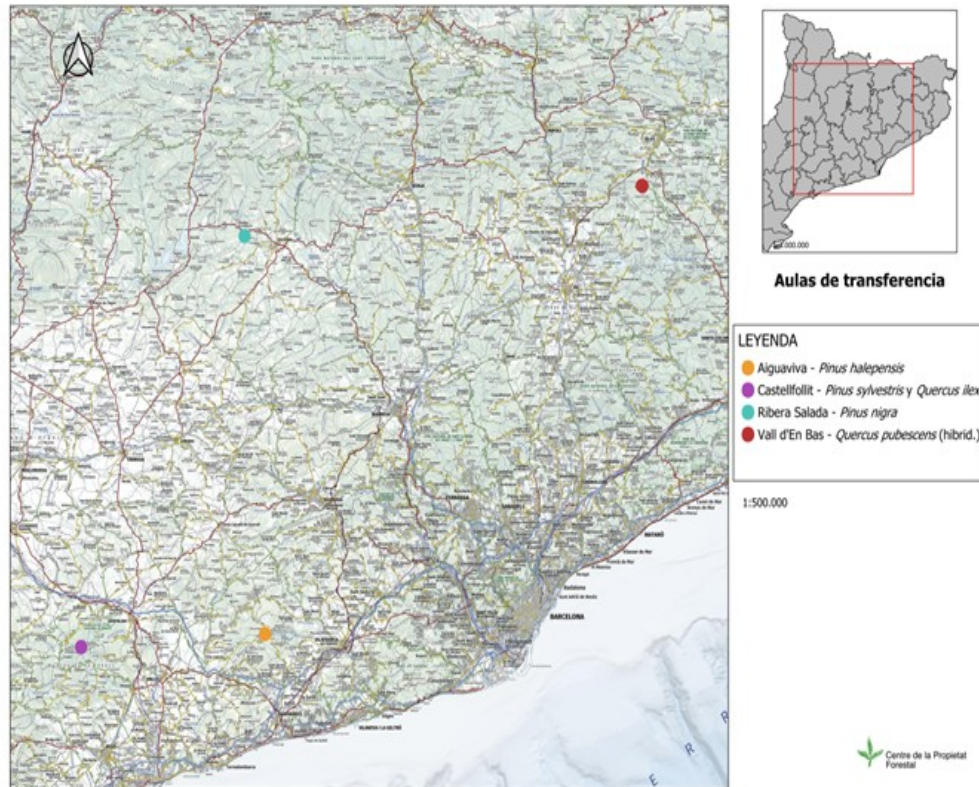


Figura 1. Ubicación de los 4 marteloscops del CPF en Catalunya.

La caracterización de cada marteloscop se ha realizado mediante la toma de datos pie a pie, lo que da una información muy precisa de la masa. En los últimos años, en algunos casos se ha tenido la posibilidad de realizar vuelos de dron que han aportado información complementaria a los datos obtenidos en los inventarios pie a pie.

Con el fin de dotar de mayor entidad al proyecto de instalación de marteloscops en Catalunya se integraron en la Red Integrate (red europea de marteloscops) que actualmente consta de más de 100 en toda Europa (figura 2). En el marco de esta Red (dinamizada por el European Forest Institute) se desarrolló el software Integrate, disponible en español y catalán desde 2021. Este software permite realizar marcajes simulados, presentar los resultados del impacto de las cortas simuladas (datos numéricos y gráficos) (figura 3), especificar los motivos que llevan a la decisión de cortar o conservar cada pie, guardar ejercicios de simulación de cortas para poder compararlos y exportar los resultados a Excel o PDF.



Figura 2. Distribución los masteloscops de la Red Integrate (mapa extraído de la web de la Red Integrate: <https://integratenetwork.org/demo-sites/>)



Figura 3. Imágenes extraídas del software para simular marcajes en los marteloscops (Izquierda: ubicación de los árboles en el bosque indicando su número, diámetro relativo, especie y si está marcado para corta o no; Derecha: resultado de la corta (arboles extraídos y estado final de la masa) y mapa con el valor económico de

los pies presentes en el marteloscop)

Las siguientes fichas describen las características de cada marteloscop:

FICHA 1: RIBERA SALADA



Figura 4. Imagen del marteloscop de la Ribera Salada

Este marteloscop (figura 4) de 0,5 hectáreas está situado en la finca privada de El Solà, de 149 hectáreas en el municipio de Castellar de la Ribera (comarca del Solsonès, Lleida). Toda la finca se encuentra dentro del Espacio de Interés Natural de la Ribera Salada (Red Natura 2000) y del Perímetro de Protección Prioritaria frente a incendios Biosca-Bassella-Pinell del Solsonès.

La orografía del marteloscop es suave. El clima es mediterráneo, con una pluviometría anual de 640 mm. Se encuentra ubicado a 790 metros de altitud y está conformado por 500 árboles referenciados, con un área basal de 27 m²/ha.

El marteloscop se ubica en medio de un extenso pinar adulto de pino laricio (*Pinus nigra* subsp. *salzmannii*), con pies de roble (*Quercus pubescens*) dispersos y de grandes dimensiones, procedentes de antiguos márgenes de pastos. El pino laricio es la segunda especie en cuanto a contribución al mercado de la madera catalán, detrás del pino silvestre, al tiempo que es el único pinar considerado como hábitat de interés para la conservación a escala europea. El sotobosque está dominado por zarzas y boj. La regeneración dominante es de pino y rebrote de roble. Un rebaño ovino pasta en la finca durante 3 meses, lo que ayuda a la transitabilidad en el marteloscop.

Este marteloscop es adecuado para introducir el concepto de microhábitats, en coníferas y frondosas, y el de integración-segregación, trabajar con las calidades tecnológicas de la madera de conífera y con la gestión irregular por bosquetes o próxima a la naturaleza de pinares. Alrededor del marteloscop hay masas de pinar

en distintas fases silvogenéticas, gestionadas con criterios de integración de la biodiversidad, donde se puede visualizar actuaciones de selección de competidores, anillado, corta con tocones altos o madera muerta de grandes dimensiones. La finca incluye un rodal de pinos monumentales.

FICHA 2: VALL D'EN BAS



Figura 5. Imagen del marteloscop de la Vall d'en Bas

Este marteloscop (figura 5) ocupa 0,75 hectáreas y está situado en la finca privada de La Clavera y La Casica en el municipio de Vall d'en Bas (comarca de la Garrotxa, Girona). Se trata de una finca en la zona de pre-parque del Parque Natural de la Zona Volcánica de la Garrotxa (Red Natura 2000).

La orografía del marteloscop es de pendiente suave en un fondo de valle típico de los valles más productivos de la zona supra-mediterránea húmeda catalana. Se ha subdividido en 4 subrodas que facilitan el recorrido siguiendo las curvas de nivel. Los suelos son profundos y con alta cantidad de materia orgánica. La altitud es de 550 m. La precipitación anual media supera los 1.000 mm y la estival, los 200.

El marteloscop está formado por un robledal adulto de *Quercus pubescens* hibridado con roble albar (*Q. petraea*) regenerado naturalmente en una antigua zona de pastos. Contiene 589 pies referenciados con un diámetro medio de 22,5 cm. Además del roble, aparecen esporádicamente pies de arce (*Acer* sp.), tilo (*Tilia*), castaño (*Castanea sativa*) y espinos blanco (*Crataegus monogyna*). No hay sotobosque.

Este marteloscop es adecuado para trabajar el concepto de árbol de valor económico, a partir de la clasificación de la madera de frondosas según su calidad tecnológica y de árbol de valor ecológico, introduciendo el concepto de microhábitats. También la identificación de competidores en claras selectivas y la

aproximación a la silvicultura próxima a la naturaleza. Cerca del marteloscop hay actuaciones ya realizadas en este sentido, que lo complementan. La zona del marteloscop está pastoreada intensamente por caballos lo que favorece la transitabilidad por el mismo además de la introducción de la temática silvopastoral, muy presente en la zona, incluyendo criterios para identificar el sobrepastoreo.

FICHA 3: CASTELLFOLLIT



Figura 6. Imagen del marteloscop de Castellfollit

El marteloscop de Castellfollit (figura 6) ocupa 0,8 hectáreas y se encuentra ubicado en el Paraje Natural de interés Nacional (PNIN) del Bosque de Poblet (en la comarca de la Conca de Barberà, Tarragona), finca pública de la Generalitat de Catalunya perteneciente a la Red Natura 2000.

Este marteloscop se ubica en una masa de pino silvestre (*Pinus sylvestris*) con acompañamiento de encina (*Quercus ilex*) y otros planifolios, resultado de la colonización natural de un antiguo campo de cultivo, a principios del siglo XX. El pino silvestre en Cataluña es especialmente vulnerable al cambio climático, ya que se encuentra en el límite sur de su distribución europea, sin embargo, es el pino que más contribuye al mercado de la madera catalán y, en las últimas décadas, se ha visto favorecido frente a los planifolios.

El clima es mediterráneo montano, con una precipitación anual de 700 mm y estival de 150. Su orografía es muy suave, al tratarse de un antiguo campo de cultivo y el suelo es profundo. Este marteloscop es adecuado para trabajar la silvicultura de adaptación al cambio climático, el avance hacia el bosque mixto y la sustitución de especies. De camino a pie hacia el marteloscop se atraviesa un

bosque maduro que puede utilizarse como itinerario para la identificación de elementos clave en la integración de criterios de biodiversidad en las cortas.

En la primavera de 2017, un año después de su instalación, se realizó una corta sanitaria para retirar los árboles tumbados por la nieve. En 2021 el marteloscop sufrió una importante afectación por viento que generó un alto porcentaje de árboles rotos o tumbados, que se han mantenido en el rodal, para permitir profundizar en el tema de la madera muerta y las particularidades de los pinares en el nuevo contexto climático. Por todo ello, este marteloscop está en proceso de remediación e integración en la red europea.

FICHA 4: AIGUAVIVA



Figura 7. Imagen del marteloscop de Aiguaviva

Este marteloscop (figura 7) de 1 hectarea (0,3 numeradas), fue creado en 2016 y está situado en la finca privada de Aiguaviva en el municipio de El Montmell (comarca del Baix Penedés, en Tarragona). Colinda con el espacio de interés natural de El Montmell-Marmellar en una zona con alta recurrencia de incendios forestales.

Está ubicado en una masa de pino carrasco (*Pinus halepensis*) a 500 m de altitud en la sierra pre-litoral catalana, resultado de la colonización natural de un antiguo viñedo arrancado a principios del siglo XX. Las especies secundarias que aparecen



son la encina (*Quercus ilex*) y el roble pubescente (*Q. humilis*), con un sotobosque dominado por coscoja (*Q. coccifera*), tojo (*Ulex* sp.) y brezo (*Erica*). El clima es mediterráneo, con una precipitación anual de 600 mm y estival de 150. Su orografía es muy suave, al tratarse de un antiguo campo de cultivo y el suelo es profundo.

Este marteloscop es adecuado para trabajar la silvicultura de adaptación al cambio climático, y, en concreto, la resistencia y resiliencia a incendios forestales y la provisión de servicios ecosistémicos, como la fijación de carbono. La práctica en el marteloscop puede completarse con una visita a zonas colindantes correspondientes a rodales de regenerado post-incendio de diferente edad y con diferentes tratamientos de clareo.

3.2 Parcelas demostrativas (PD)

El 1995 el CPF inició el establecimiento de una red de parcelas demostrativas (XPD) destinadas a reforzar la divulgación y el desarrollo forestal. La red incluía parcelas con experiencias y actuaciones ya implementadas y otras parcelas de nueva creación en base a las necesidades del momento. Al cabo de 10 años, la XPD contaba con 51 parcelas demostrativas ubicadas en bosques privados de diferentes ámbitos y especies, con el seguimiento de diferentes tratamientos y pruebas. Y a los 25 años, la XPD ya constituía una herramienta básica para el PITC con 105 parcelas activas (CERVERA, 2021).

Hoy en día, se mantiene el seguimiento y ampliación de las parcelas demostrativas con los siguientes objetivos:

- Velar por la continuidad de la experimentación forestal promovida por el CPF y potenciar su vertiente experimental, de transferencia y de formación.
- Poner a prueba en condiciones reales de campo las prácticas silvícolas innovadoras, evaluarlas desde un punto de vista técnico, económico y ambiental, y transferir el conocimiento generado.
- Documentar, a partir de un seguimiento periódico, las experiencias de éxito de los silvicultores catalanes e integrar el conocimiento generado por su experiencia.
- Disponer de una plataforma de intercambio, colaboración y generación de ideas entre Administración, propiedad, profesionales forestales y centros de investigación.

La XPD se estructura en 3 redes temáticas divididas en diferentes subredes:

- Red temática 1: Modelos e itinerarios silvícolas innovadores.
 - Gestión para reducir la vulnerabilidad a los grandes incendios forestales (GIF).
 - Regeneración y recuperación de masa arboladas.
 - Tratamientos de adaptación a modelos silvícolas de referencia.
 - Valoración de productos forestales y no forestales.
 - Silvicultura de adaptación al cambio climático.

- Impacto de la gestión forestal en los servicios ecosistémicos.
- Silvicultura naturalística.
- Red temática 2: Plantaciones forestales y agroforestales
 - Itinerarios en plantaciones puras y mixtas.
 - Plantaciones agroforestales.
 - Plantaciones de enriquecimiento.
- Red temática 3: Gestión silvopastoral
 - Caracterización de los modelos de Gestión Silvopastoral.
 - Dehesas e itinerarios para el adehesamiento.

La XPD consta en estos momentos de 253 PD (157 activa y 96 con su seguimiento finalizado) repartidas por la geografía catalana. La figura 8 muestra la distribución de las 253 PD.

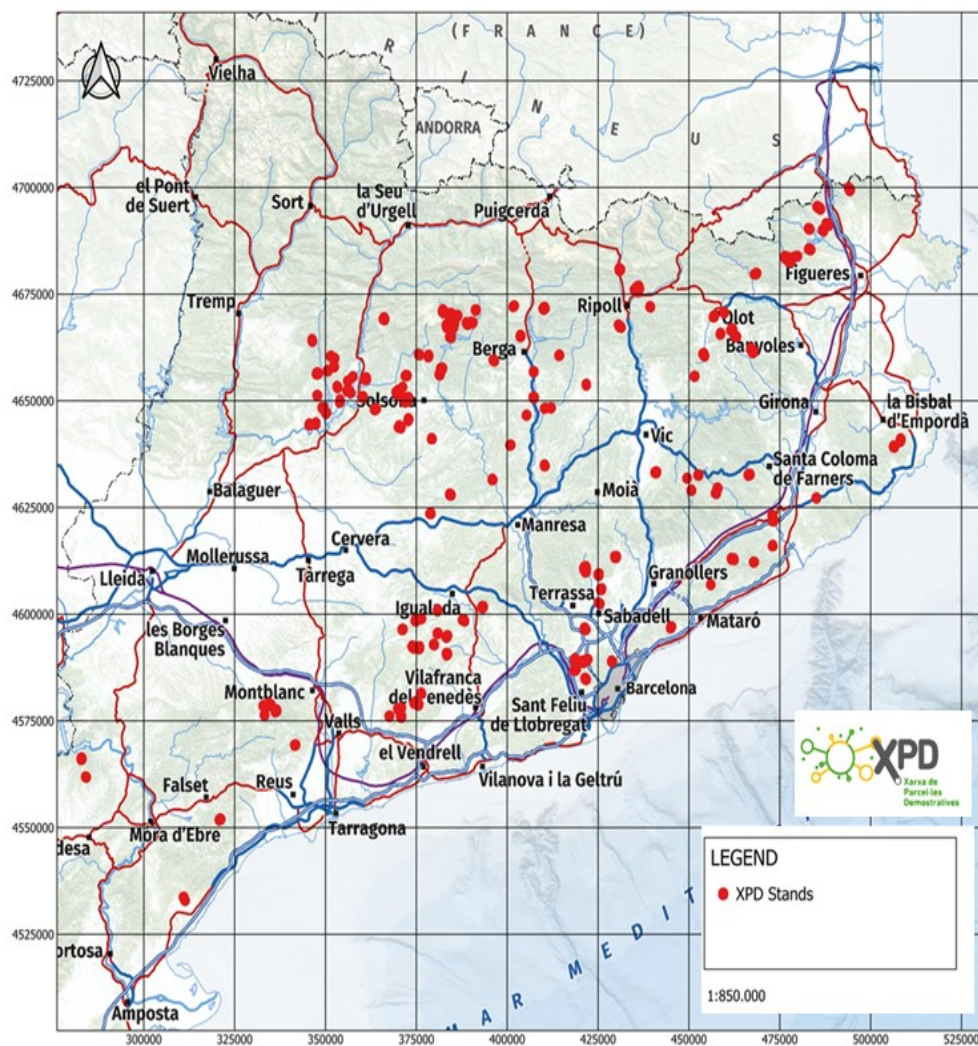


Figura 8. Distribución de las 253 PD que constituyen la XPD.

La inclusión de parcelas en la red se suele hacer a propuesta del CPF firmando un convenio de colaboración con la propiedad. En función del objetivo fijado para cada parcela y red temática, se aplica un protocolo de seguimiento que incluye la



caracterización de la actuación y el establecimiento de parcelas permanentes de inventario (en general el seguimiento se realiza cada 2 o 5 años). Cada año se suelen seguir alrededor de unas 20 PD y en ocasiones se realizan estudios paralelos por parte de centros de investigación cuando se considera necesario profundizar en algún aspecto que requiere conocimientos específicos (BAIGES y PALERO, 2021).

Los datos dasométricos, de regeneración, vulnerabilidad al fuego, biodiversidad, etc. de cada una de las PD se recopilan en una base de datos que permite el tratamiento de la información a nivel de parcela demostrativa o realizar agrupaciones por grupos de parcelas con tratamientos similares, por especies, por subredes de la XPD, etc. concretamente, la base se estructura en 4 módulos: variables dasométricas (crecimiento y fijación de CO₂), regenerado (presencia, vitalidad, desarrollo), vulnerabilidad al fuego (recubrimiento y distancia entre combustibles) y capacidad para acoger biodiversidad (índice IBP).

3.3 Diseño de las aulas forestales (AF)

Actualmente, en el marco de los proyectos INFORMA HORIZON-CL6-2021-CLIMATE-01 y LIFE GOPROFOR MED LIFE-21-SAP-NAT se está trabajando en la definición de las AF a implantar. Cada AF está asociada a un marteloscop e incluyen las PD próximas y rodales en los que se prevé actuar este año 2025.

Para cada uno de los 4 marteloscop se ha diseñado un conjunto de actuaciones para actualizar la información disponible y generar nuevas zonas de estudio y discusión. Con ello se pretende dotar a las AF resultantes de las infraestructuras más adecuadas para cumplir con su función de generación y transferencia de conocimiento.

Utilizando como ejemplo el AF de la Ribera Salada, a continuación, se especifican los elementos que la constituirán:

- Marteloscop: recientemente se ha realizado una modificación en la superficie del marteloscop de la Ribera Salada y se ha repetido el inventario pie a pie. También se han redefinido los 4 sectores en que se divide el marteloscop y se ha actualizado la información relativa a los dendromicrohábitats y otros elementos que aportan biodiversidades.
- PD: se pretende continuar con el seguimiento de las PD próximas al marteloscop valorando la posibilidad de volver a actuar en algunas de ellas.
- Nueva PD: en el bosque contiguo al marteloscop se pretende implementar una nueva corta siguiendo un modelo silvícola de referencia de estructura irregular por bosquetes pequeños (aprovechando la distribución actual de la masa).
- Controles: actualización de la información dasométrica, de biodiversidad, vulnerabilidad al fuego, etc. de los controles existentes.

El siguiente mapa (figura 9) muestra la propuesta de actualización de la AF de la Ribera Salada:

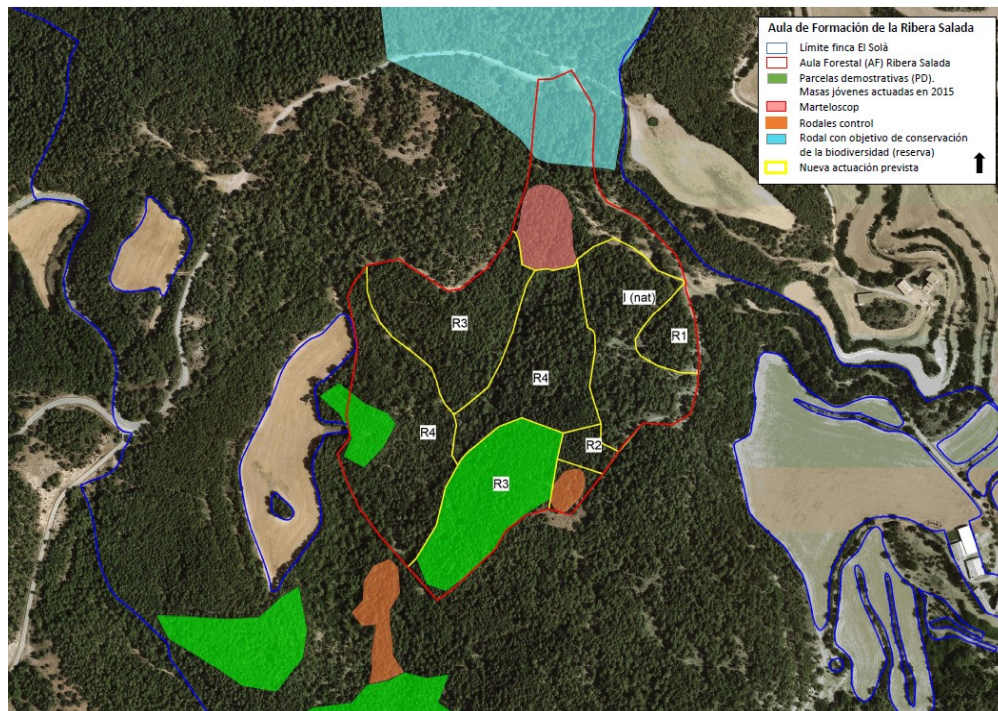


Figura 9. Propuesta de actualización del AF de la Ribera salada.

A lo largo del 2025 se espera implementar las actuaciones previstas en cada una de las 4 AF.

4. Resultados y discusión

La transformación de los 4 marteloscop iniciales en aulas de formación integrales que incluyen rodales actuados, señalamientos de muestra, itinerarios de biodiversidad, etc. dotará al CPF de una potente infraestructura de recopilación de conocimiento y difusión de los resultados.

Hasta el momento, la XPD ha sido una herramienta clave en la investigación y en la transferencia de conocimiento en base a tres ejes básicos: la continuidad (el trabajo en red garantiza el establecimiento de una estructura para el seguimiento de un número tan amplio de parcelas a medio-largo plazo y para el registro de la información obtenida), la coherencia estratégica (trabajar a través de redes temáticas permite agrupar actuaciones con objetivos comunes para tener resultados) y la robustez experimental que aporta el diseño experimental de cada una de las actuaciones. Dentro del PITC del CPF se ha fijado una acción transformadora que, en los próximos años, pretende potenciar la XPD como red de referencia sobre la gestión forestal ampliándola y reestructurándola.



Así mismo, la base de datos que incluye toda la información recopilada en las PD durante más de 20 años es un referente de la gestión forestal en Catalunya. Esta base permite estandarizar el tratamiento de los datos y la obtención de indicadores ambientales y forestales de interés para la toma de decisiones en la gestión forestal. Actualmente se está trabajando en el estudio detallado de estos datos en el marco del proyecto Interreg Sudoe Cooptree (eSudoe 2021-2027) y se prevé que parte de la información existente en la base se pondrá a disposición pública, para el desarrollo de proyectos de investigación, previo acuerdo con el CPF.

La inclusión de los marteloscops como una herramienta a adjuntar a la XPD permite mejorar la transferencia de conocimientos, ya que los marteloscop presentan las características ideales para realizar actuaciones de formación y demostración (se sitúan en zonas accesibles donde se puede dar respuesta a retos generales de la gestión forestal, se posee una información forestal detallada, presentan diferentes posibilidades de gestión, etc.).

La inclusión de los marteloscops en la Red Integrate también ha sido un avance en la difusión de estas infraestructuras y ha permitido adoptar un software más completo que el que se había generado inicialmente y facilita el desarrollo de mejoras y nuevos indicadores conjuntamente con otros usuarios del software.

La gestión de 4 marteloscop durante los últimos 10 años ha permitido al CPF la realización de prácticas formativas con alumnos de módulos forestales y estudiantes de grado y de master; generar encuentros de técnicos en activo (tanto del sector público como privado), formar a trabajadores forestales, establecer sinergias con otras instituciones interesadas en el uso de estas infraestructuras didácticas y formar a formadores. También se ha asesorado a otros organismos en la implantación de marteloscops (por ejemplo, al Gobierno de Andorra). A partir de ahora, se pretende potenciar el uso de los marteloscops (y las AF en su conjunto) para su uso por parte de centros de investigación y de formación, potenciando así el aprendizaje entre iguales y explorando nuevas formas de relación con el resto de los agentes del sector (públicos y privados).

El análisis de los datos dasométricos obtenidos pie a pie a lo largo de los años, en cada marteloscop, permitirá conocer de forma detallada la evolución de las masas en la actual situación de cambio climático. Además, en algunos casos se ha tenido la oportunidad de testar nuevas tecnologías para la realización de inventarios como el uso de drones o la comparación con datos LiDAR. El análisis de esta información permitirá calibrar los datos LiDAR para la zona y los parámetros obtenidos mediante dron (relación altura-amplitud de copa e índices del estado sanitario) pueden complementar la información de los inventarios tradicionales.

Toda la información recopilada será de gran utilidad para la revisión de los modelos silvícolas que se promueven actualmente en Catalunya (modelos ORGEST) (PIQUÉ *et al*, 2014).



Finalmente, otro resultado derivado la XPD y los marteloscops es la generación de publicaciones técnicas y científicas. Un ejemplo son las fichas prácticas que consisten en unas fichas coleccionables que se publican en la revista Silvicultura y que detallan la ejecución de un tratamiento, así como la valoración de los resultados obtenidos.

5. Conclusiones

En los más de 20 años de implementación de parcelas demostrativas y tras la instalación de 4 marteloscops en Catalunya se puede concluir que:

- La instalación de una Red de Parcelas Demostrativas (XPD) permite testar prácticas innovadoras, mantener un seguimiento regular a largo plazo (lo que ayuda a entender las variaciones derivadas del cambio climático), agrupar la información (redes temáticas) dando mayor robustez a los datos, homogeneizar datos y comparar resultados mediante bases de datos, así como compartir parte de la información con otras instituciones facilitando la investigación colaborativa.
- Los marteloscops son infraestructuras de formación que permiten el debate sobre gestión forestal multifuncional. La inclusión de los marteloscops del CPF en la Red Integrate les ha dotado de mayor alcance y visibilidad, así como de infraestructura de red y herramientas como el nuevo software que permite realizar prácticas de inventario y marcaje.
- Las Aulas Forestales (AF) proponen un modelo de formación de referencia que es transferible a otras masas y regiones. Al mismo tiempo, permiten mejorar la conservación de los hábitats al ampliar su conocimiento y testar nuevas tecnologías (por ejemplo, los datos LiDAR).
- Gracias a la XPD y a los marteloscops, el CPF ha realizado innumerables jornadas técnica, prácticas formativa y publicaciones. Cabe esperar que la implementación de las AF completas permita avanzar tanto en la obtención de conocimiento como en su transferencia.

6. Agradecimientos

La instalación y seguimiento de las AF no hubiera sido posible sin la participación en los proyectos LIFE DEMORGEST, INFORMA HORIZON, LIFE GOPROFOR MED e INTERREG SUDOE COOPTREE.

También hay que agradecer especialmente a la propiedad de las fincas en que se encuentran las AF por prestar sus bosques para el avance de la ciencia y la transferencia del conocimiento.

7. Bibliografía

BAIGES, T; PALERO, N; 2021. Transferència de coneixement a la Xarxa de Parcel·les Demostratives del CPF. Silvicultura 83., p. 14-16.

CERVERA, T; 2021. 25 anys de la Xarxa de Parcel·les Demostratives del Centre de la Propietat Forestal. Silvicultura 83., p. 6-10.



HERRERO, A; ZAVALA, MA, editores (2015). Los Bosques y la Biodiversidad frente al Cambio Climático: Impactos, Vulnerabilidad y Adaptación en España. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid.

PIQUÉ, M; VERICAT, P; CERVERA, T; BAIGES, T; FARRIOL, R; 2014. Tipologies forestals arbrades. Serie: Orientacions de gestió forestal sostenible per a Catalunya (ORGEST). Centre de la Propietat Forestal. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. Generalitat de Catalunya.

SOUCY, M; GUY, H; SPINELLI, R; BÉLAND, M; 2016. Increasing the effectiveness of knowledge transfer activities and training of the forestry workforce with marteloscopes. The Forest Chronicle, vol 92, number 04.