



2025 | **16-20**
GIJÓN | **JUNIO**

9º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

9CFE-1537

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

Organiza





Detección automatizada de oportunidades de proyectos de absorción en los MUP como instrumento de colaboración público-privada. Caso de Aragón.

MARTÍN COLLADO, L. (1), MARTINEZ SANZ, F. (1), SANZ GIL, M. (1), GARCIA GOYENCHEA, A. (1), ENCISO ENCINAS, E. (1)

(1) Departamento técnico. GRUPO SYLVESTRIS.

Resumen

El Catálogo de Montes de Utilidad Pública representa un recurso estratégico clave en la lucha contra el cambio climático y en la promoción del bienestar colectivo. La gestión de estos montes debe enfocarse en mantener o repoblar con vegetación arbórea forestal, garantizando los importantes beneficios indirectos que proporcionan, como la protección del suelo, la biodiversidad y la captura de CO₂. Sin embargo, estos montes aún enfrentan un notable desconocimiento social y una falta de recursos para su gestión.

El presente trabajo propone la puesta en valor de los datos abiertos mediante el desarrollo de un análisis espacial automatizado con funciones de PostGIS, aplicado como caso de estudio en la región de Aragón y ajustado a los criterios de la OECC-MITECO, para identificar oportunidades de desarrollo de proyectos de absorción de carbono.

Como resultado, se obtiene información geoespacial y una categorización del potencial de la región y de cada MUP para el desarrollo de proyectos de absorción, que sirve como una aproximación o mesa de trabajo entre los diferentes actores. Estos proyectos facilitan la captación de fondos privados, fomentan una mayor vinculación ciudadana con estos espacios naturales y aumentan tanto los beneficios directos como los indirectos que los montes proporcionan.

Palabras clave

datos abiertos, PostGIS, CO₂, gestión.

1. Introducción

Los Montes de Utilidad Pública (MUP) en Aragón representan un componente esencial en la gestión territorial y ambiental de la región, no solo por su extensión, con 1.467 montes que abarcan aproximadamente 1.112.315 hectáreas, sino por su estrecha vinculación con las comunidades locales. De hecho, el 75,05% de estos montes pertenece a ayuntamientos, lo que refuerza su conexión directa con el ámbito municipal, siendo una herramienta clave en el desarrollo rural y en la conservación del entorno natural.

La Ley 15/2006, de Montes de Aragón, y su posterior texto refundido en el Decreto Legislativo 1/2017, regulan la gestión y conservación de estos espacios. Aunque la gestión forestal de los montes catalogados corresponde principalmente a la Administración de la Comunidad Autónoma, los ayuntamientos, como principales propietarios, juegan un papel crucial al involucrar a la ciudadanía y contribuir en



la toma de decisiones mediante la emisión de informes preceptivos. Esta gobernanza compartida es un aspecto fundamental, ya que permite que la gestión de los MUP esté alineada con las necesidades locales, promoviendo una relación más directa y activa entre las comunidades y su entorno natural.

Sin embargo, la gestión forestal de estos montes enfrenta importantes desafíos, entre los que destacan la escasez de recursos financieros y humanos, así como la complejidad derivada de la heterogeneidad de usos y de la estructura de la cobertura forestal. Esta última presenta suelos en distintos estados de evolución, resultado tanto de condiciones ecológicas como de una larga historia de aprovechamientos (Pérez-Soba, 2003).

Esta diversidad, más que un obstáculo, puede ofrecer oportunidades concretas en el ámbito de las reforestaciones con fines de secuestro de carbono. Buena parte de los terrenos que hoy integran los montes públicos tienen su origen en tierras previamente cultivadas o explotadas mediante usos tradicionales que, tras su abandono, fueron incorporadas al catálogo público para su restauración (Pérez-Soba, 2023). En estos espacios, las condiciones edáficas y el menor grado de competencia vegetal inicial favorecen una rápida acumulación de biomasa durante las fases tempranas de sucesión ecológica (Silver et al., 2000), lo que incrementa su interés para este tipo de intervenciones. Tal como ha documentado Pérez-Soba (2023), muchas repoblaciones impulsadas en Aragón durante el siglo XX respondían ya a necesidades de protección frente a la degradación, generando beneficios adicionales sobre la estabilidad del suelo y la regulación hídrica —dos procesos íntimamente ligados al almacenamiento y mantenimiento del carbono en los ecosistemas forestales.

El primer elemento para asegurar que estos proyectos sean efectivos, es disponer de información precisa y consensuada. Las iniciativas de repoblación forestal deben estar alineadas con los objetivos de gestión forestal de cada monte y que cumplan con los requisitos establecidos por la Oficina Española de Cambio Climático del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (OECC-MITECO) y de acuerdo con el Real Decreto 163/2014, de 14 de marzo, por el que se crea el registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono. Dicho decreto establece los siguientes requisitos:

1. Ser una actuación que se ajuste a uno de estos dos tipos de proyectos:
 - Tipo A: Repoblación forestal en zonas donde no ha habido un bosque desde el 31 de diciembre de 1989.
 - Tipo B: Actuaciones en zonas forestales incendiadas para el restablecimiento de la masa forestal existente.
2. Unidad mínima de actuación una hectárea.
3. Al fin del proyecto se debe conseguir una cubierta de copas (FCC) de los árboles superior al 20 % en madurez y la altura potencial de los árboles de 3m.

El presente proyecto propone un esquema de ajuste y automatización de los



requisitos de registro para la detección de áreas elegibles, así como los posteriores procesos de análisis del terreno que permitan valorar posibles proyectos de absorción. Para ello, se plantea la creación un sistema de gestión de base de datos espaciales basado en PostgreSQL y su extensión espacial PostGIS, integrando información relevante de diversas fuentes y formatos y en un flujo de procesamiento basado en los mencionados requisitos de la OECC.

El binomio elegido, PostgreSQL junto a PostGIS, transforma significativamente la gestión y análisis de datos espaciales, superando ampliamente las limitaciones de los métodos anteriores. Este nuevo enfoque, frente a la utilización de capas geográficas formato shape (.shp) u otros formatos basados en ficheros, permite almacenar, consultar y analizar datos geoespaciales directamente dentro de una base de datos relacional y modulable, con las evidentes ventajas que esto supone y eliminando la necesidad de herramientas externas para la realización de operaciones complejas. PostGIS proporciona funciones avanzadas de análisis espacial y procesamiento tanto de información vectorial como ráster. Soporta operaciones de todo tipo como cálculo de proximidad, análisis topológicos y permite realizar consultas espaciales mucho más eficientes que otras herramientas. Además, la integración con otras tecnologías facilita el desarrollo de aplicaciones web de sistemas de información geográfica, dinámicas y escalables, lo que amplía las posibilidades para soluciones geoespaciales personalizadas como es el caso.

Estas herramientas y el flujo de procesamiento de la información propuesto facilitan una primera aproximación para la identificación de áreas con alto potencial para la captura de carbono y la repoblación forestal, optimizando la toma de decisiones sobre la ubicación y priorización de las intervenciones.

Además, este enfoque tecnológico permite estructurar un marco que fomenta la participación del sector privado en la financiación de proyectos de conservación y absorción de carbono. La colaboración público-privada no solo atraerá fondos para la mejora de la gestión forestal en los MUP, sino que también incrementará su valor ecológico y social. En última instancia, esta estrategia promueve una gestión sostenible de los MUP, maximizando los beneficios ambientales y creando oportunidades para el desarrollo económico local. Al mismo tiempo, refuerza el vínculo entre la ciudadanía y su entorno natural, consolidando la percepción de los MUP como bienes de todos.

2. Objetivos

El objetivo general del trabajo es desarrollar una solución integral de procesamiento de datos que combine el uso de datos abiertos y los requisitos de inscripción establecidos por los organismos competentes, mediante la implementación de una base de datos PostgreSQL junto a PostGIS para identificar y cuantificar oportunidades para proyectos de absorción de CO₂ en los Montes de Utilidad Pública de Aragón.



Los objetivos específicos se detallan a continuación:

- Analizar las áreas óptimas para proyectos de captura de carbono en los MUP escala regional (Aragón) y para cada monte con información de coberturas de usos estructura de la vegetación, y otros parámetros relevantes en la gestión y restauración forestal, en cumplimiento con los requerimientos de registro de la OECC.
- Ofrecer información de utilidad para la toma decisiones y una adecuada gestión forestal.

3. Metodología

El desarrollo del proyecto sigue una secuencia lógica de procesamiento de datos y producción de cartografía derivada. Comienza con la recopilación de información espacial y su posterior tratamiento y homogenización para integrarla en una base de datos espacial. A continuación, se diseñan consultas avanzadas para explotar la información tanto a nivel regional como de monte individual. Finalmente, los resultados se visualizan mediante un visor cartográfico interactivo, que facilita su consulta y sirve como base para la valoración inicial de proyectos de absorción de carbono.

A continuación, se detallan cada una de las fases de desarrollo:

Fase 1. Recopilación de datos

En esta fase, se realiza la recolección y catalogación de la información clave desde diversas fuentes cartográficas y sistemas de información relacionados con la gestión de los montes, la ocupación del suelo y los incendios forestales.

Los datos de partida se detallan a continuación:

- Cartografía de montes de Aragón (INAGA): el servicio SIG INAGA, nodo IDE Medio Ambiente, publica un catálogo de montes de Aragón que incluye información geográfica sobre las figuras de montes, consorcios, piquetes, mojones y vías pecuarias. En este proyecto se ha utilizado la capa de montes para identificar espacialmente cada unidad y delimitar su superficie. Estos registros han sido enriquecidos con la tabla del Catálogo de Montes de Utilidad Pública de Aragón (2022), obtenida del servicio de estadísticas del medio forestal del Gobierno de Aragón, que ha permitido incorporar datos generales como el número, nombre, titularidad y tipo de monte.
- El CORINE Land Cover (CLC) es un programa gestionado por la Agencia Europea de Medio Ambiente (European Environment Agency, EEA, también conocida como AEMA en español) que proporciona información geográfica detallada sobre la cobertura y el uso del suelo en Europa. Este



programa recopila datos a través de la fotointerpretación de imágenes satelitales, permitiendo la elaboración de mapas de ocupación del suelo. La cartografía del CORINE Land Cover incluye varias series temporales (1990, 2000, 2006, 2012 y 2018), que se utilizan en este proyecto para analizar la presencia de superficies forestales y su evolución.

- Mapa Forestal de España (MFE25): El mapa forestal de España se elabora a escala 1:25.000 es la cartografía base del Cuarto Inventario Forestal Nacional.

El mapa forestal más reciente de la Comunidad Autónoma de Aragón se publicó en 2023, proporcionando información actualizada sobre la estructura y los tipos de masas forestales. Esta información se procesó para identificar distintos usos de suelo y caracterizar la estructura forestal a escala de monte, tal como tipo de masa, estado, especie principal, cabida cubierta, entre otras características de la masa.

- La foto fija del Mapa Forestal de España (MFE18 y MFE21) es una representación actualizada de la superficie forestal en todo el territorio nacional en una fecha de referencia común. A diferencia del MFE clásico, que se elabora de forma decenal revisando la totalidad de las provincias, la foto fija se enfoca en detectar cambios rápidos en las áreas que han sido afectadas por acciones antrópicas (como incendios, cortas o cambios de uso del suelo) o naturales. Este enfoque más ágil permite monitorizar alteraciones recientes y significativas en los ecosistemas forestales, ofreciendo una capa actualizada que integra datos de diferentes fuentes, incluyendo comunidades autónomas y técnicas de teledetección. Con esto, se logra una visión más precisa y actual de los bosques españoles, facilitando la toma de decisiones para su gestión y conservación. Las fotos fijas disponibles corresponden a los años 2018 y 2021. En el presente proyecto se ha utilizado la foto fija del 2018 como año de referencia para la evaluación de los incendios forestales en los MUP.
- Base de datos de áreas del Sistema Europeo de Información sobre Incendios Forestales (European Forest Fire Information System, EFFIS, por sus siglas en inglés) que proporciona información espacial histórica y en tiempo real sobre incendios forestales en Europa. Se ha utilizado en la base de datos de áreas forestales incendiadas, información crítica para la evaluación de proyectos de restauración post-incendio.
- Modelo digital del Terreno (MDT), desde el centro de descargas del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) es posible descargarse diferentes modelos digitales de elevaciones. En el proyecto se ha utilizado el MDT con paso de malla de 25 metros (MDT25) para obtener diferentes variables del terreno como pendientes y orientaciones. Asimismo, los rangos de altitud resultan esenciales para la selección de especies, influyendo de manera determinante en el cálculo de la capacidad de absorción de carbono, un aspecto clave en el desarrollo de futuros proyectos de carbono. Además, se incorpora cartografía base, como las capas vectoriales de caminos y accesos provenientes de OpenStreetMap (OSM), así como la red hidrográfica, entre otras. Estas capas proporcionan información crucial para el análisis de la accesibilidad y la conectividad en el territorio, permitiendo una evaluación más precisa de las condiciones de los montes y facilitando la planificación y evaluación de costes en el



desarrollo de proyectos.

Fase 2. Almacenamiento en Base de datos PostgreSQL

Una vez recolectados, los datos se almacenan en una base de datos PostgreSQL, siguiendo una estructura de esquemas temáticos:

- Administrativo (Límites administrativos)
- Infraestructura (Caminos, accesos)
- Forestal (Montes de UP, MFE25 y cartografía derivada)
- Coberturas CLC (CLC90, CLC00, CL06, CLC12 y CLC18, cartografía derivada)
- Terreno (MDT, Pendientes, cartografía derivada)
- Ambiental (Áreas protegidas, red hidrográfica)
- Elegibilidad (tablas resultado sobre áreas potenciales para proyectos de absorción)

Además, se realiza un tratamiento inicial para garantizar su calidad y relevancia:

- Selección de información relevante: Se selecciona solo la información pertinente mediante renombrado de campos y homogenización de tablas.
- Corrección topológica: Se asegura que los datos no contienen errores de geometría como solapes, geometrías nulas o huecos, ajuste de vértices entre polígonos colindantes. Creación de listas de códigos para estandarizar la información y facilitar su interpretación, procesamiento y análisis relacional.

Fase 3. Explotación de la información

Una vez los datos de partida se encuentran integrados, tratados y estructurados en la misma base de datos se procede a su puesta en valor. El siguiente diagrama de flujo ilustra el proceso de tratamiento y análisis de estos datos para identificar las zonas con mayor potencial para la implementación de proyectos de repoblación forestal (Figura 1: Diagrama de flujo). A continuación, se detallan los distintos pasos del proceso.

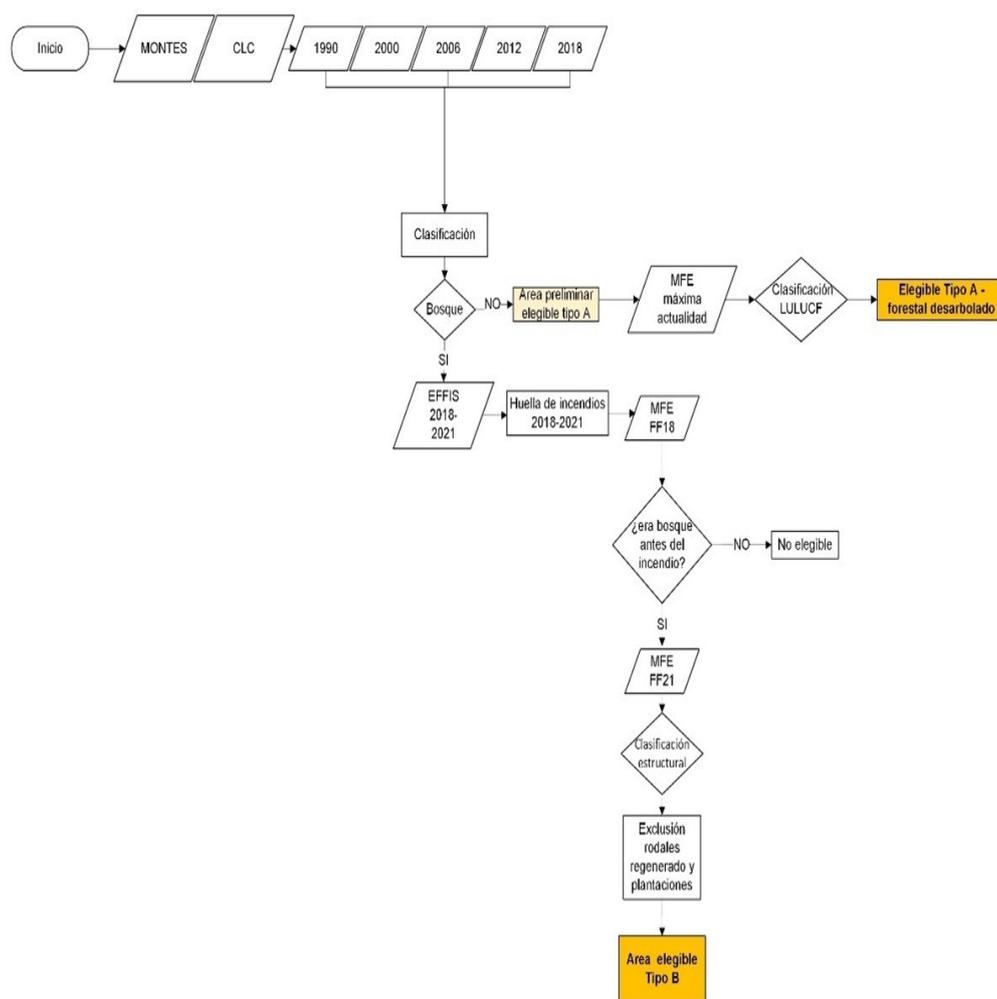


Figura 1. Diagrama del flujo de datos que ilustra el proceso de tratamiento y análisis de la información del Mapa Forestal de España (MFE) y Corine Land Cover (CLC) para la identificación de áreas elegibles para proyectos de absorción de CO₂.

El esquema de procesamiento de datos comienza con la incorporación de la capa de información proveniente del CLC correspondientes a las series históricas de los años 1990, 2000, 2006, 2012 y 2018. El objetivo es aplicar los criterios de elegibilidad para los proyectos de Tipo A, que consisten en identificar terrenos que no han sido arbolados desde 1990, como establece el Real Decreto 163/2014.

Para ello, mediante la función ST_Intersect de PostGIS se genera una nueva capa de polígonos que combina las clases de uso del suelo de cada una de las series cartográficas (Tabla.1. Clases de uso suelo del CLC). Esta función permite encontrar las áreas donde se produce intersección espacial entre los diferentes periodos, ayudando a identificar los cambios en el uso del suelo.

Tabla 1. Segundo nivel de clasificación de los usos de suelo del Corine Land Cover almacenado como lista de códigos en la base de datos.

codigo	nivel	nombre
11	1	Tejido urbano
12	1	Zonas industriales, comerciales y de transportes
13	1	Zonas de extracción minera, vertederos y de construcción
14	1	Zonas verdes artificiales, no agrícolas
21	2	Tierras de labor
22	2	Cultivos permanentes
23	2	Praderas
24	2	Zonas agrícolas heterogéneas
31	3	Bosques
32	3	Espacios de vegetación arbustivas y/o herbácea
33	3	Espacios abiertos con poca o sin vegetación
41	4	Zonas húmedas continentales
42	4	Zonas húmedas litorales
51	5	Aguas continentales
52	5	Aguas marinas

A continuación, se filtran en primera instancia las áreas que no han sido bosque históricamente y que tienen carácter forestal y se clasifica como terreno elegible Tipo A- Cambio de Uso de Suelo.

Con los terrenos que han sido bosque en alguno de los periodos se estudia su progresión en los periodos sucesivos y se caracterizan en las siguientes categorías:

- Terreno con tendencia a la naturalización o forestación: Si en 1990 el terreno era no arbolado y posteriormente tiende a áreas naturalizadas en categorías de bosque, se clasifica como naturalizadas, lo que sugiere un cambio hacia áreas forestales o bien trabajo de reforestación.
- Terreno Arbolado Perdido: Si en 1990 era terreno arbolado, pero ha cambiado a usos no arbolados en series posteriores sugiere una deforestación o pérdida de cobertura forestal.
- En cualquier otro caso que no coincida con las condiciones anteriores, se clasifica como Uso de Suelo No Clasificado, lo que refleja una categoría no forestal para terrenos cuyo uso no encaja en las categorías anteriores.



Con esta metodología, se asegura que las áreas seleccionadas cumplen con los requisitos de no haber sido arboladas desde 1990, y se establecen categorías que permiten una mejor planificación y gestión forestal en función de los cambios de uso de suelo detectados.

Es importante apuntar que este primer análisis estamos trabajando a escala 1:100.000 y una unidad mínima de 25 hectáreas, y en el caso de polígonos de cambio 5ha, derivada de las especificaciones del Corine Land Cover, una escala suficiente para discernir zonas amplias para la propuesta de actuaciones de reforestación.

El segundo tipo de proyectos contemplado por la OECC-MITECO es la reforestación de terrenos incendiados, los cuales requieren una atención prioritaria dentro de la gestión forestal. Estos proyectos tienen un impacto directo en la restauración de la masa forestal y la resiliencia de los ecosistemas. Para llevar a cabo este tipo de análisis, se ha determinado un periodo de estudio comprendido entre el 2018 y 2021, ya que se dispone de una foto fija del mapa forestal de esos años, lo que permite hacer comparativas claras y precisas sobre el estado de los terrenos antes y después de los incendios.

Para la detección de los terrenos forestales arbolados pertenecientes a los MUP, se genera mediante la función ST_UNION la huella de los incendios registrados en EFFIS desde el año 2018 al 2021. Posteriormente, se cruza (*ST_Intersect*) con la superficie forestal arbolada de la foto fija del MFE del año 2018 para obtener las áreas incendiadas. Por último, se excluyen las superficies que en el año 2021 presentan arbolado (FCC del arbolado $\geq 20\%$).

Las dos tablas geográficas generadas a partir del análisis de elegibilidad pueden integrarse con las capas de otros esquemas de la base de datos, como modelo digital del terreno, en formato ráster y vectorizado y diferente detalle según escala de estudio, las capas de pendientes, áreas protegidas y otras, a través de análisis espacial.

El siguiente paso en el proceso consiste en la creación de máscaras para excluir áreas improductivas o no operables, que se aplican a las tablas geográficas obtenidas del análisis de elegibilidad (Tipo A y Tipo B). Estas máscaras limitan la intervención a zonas situadas por debajo del límite altitudinal del bosque en la región y eliminan los terrenos con pendientes excesivas, ya que estos son incompatibles con la operatividad de la maquinaria forestal. Para llevar a cabo esta tarea, se ha reclasificado el MDT con un paso de malla de 25 metros del CNIG, junto con el ráster de pendientes, que ha sido dividido en dos rangos: operable (valor 1) y no operable.

Por último, la cartografía generada es sometida a un proceso de limpieza y validación de geometrías. Este paso es esencial para garantizar la consistencia y precisión de los datos, asegurando que las consultas y análisis espaciales

posteriores sean efectivos y confiables. De esta manera, se optimiza la calidad de la información geográfica, lo que garantiza que las operaciones de consulta y procesamiento se realicen de manera eficiente y precisa.

Fase 4: Desarrollo de plataforma SIG colaborativa

Para facilitar la toma de decisiones, se ha desarrollado una herramienta un visor SIG en entorno web (Figura 2. Y 3. Pantallas del Visor cartográfico visor cartográfico de los Montes de Utilidad Pública de Aragón, desarrollado en Leaflet, que permite la visualización cartográfica y la información de elegibilidad de cada monte. Esta plataforma es modulable y está diseñada para apoyar la labor de los gestores forestales, las administraciones públicas y posibles inversores privados, brindando acceso a información clave para la gestión de proyectos de absorción de carbono.



Figura 2. Pantalla de inicio del visor cartográfico de los Montes de Utilidad Pública (MUP) de Aragón, que facilita la visualización y el análisis espacial de la información geoespacial de los montes, optimizando la toma de decisiones para la gestión forestal y los proyectos de absorción de carbono.

4. Resultados

El principal resultado de este trabajo es la creación de una base de datos geoespacial estructurada en PostgreSQL/PostGIS, diseñada para apoyar el análisis y la toma de decisiones en los Montes de Utilidad Pública de Aragón. Esta base integra datos abiertos de diversas fuentes —como el Mapa Forestal de España (MFE), registros de incendios y coberturas del suelo—, organizándolos de forma coherente para su uso en proyectos de absorción de carbono.

La reutilización de estos datos ha permitido identificar zonas elegibles para intervenciones forestales y facilitar la planificación de acciones de restauración. La base de datos es escalable y permite consultas espaciales avanzadas a diferentes escalas, lo que mejora la capacidad de diagnóstico y priorización de áreas con mayor potencial de secuestro de carbono.

Además, se han generado capas temáticas que permiten visualizar información clave, como el uso del suelo, áreas afectadas por incendios y zonas prioritarias para la reforestación. Esta información puede explorarse a través de un visor cartográfico interactivo que apoya la comunicación con técnicos y gestores.

En conjunto, la herramienta desarrollada ofrece una visión integrada y multifactorial del territorio, contribuye a una gestión forestal más informada, facilitando análisis precisos y orientando las decisiones hacia intervenciones más eficaces desde el punto de vista ambiental y estratégico.

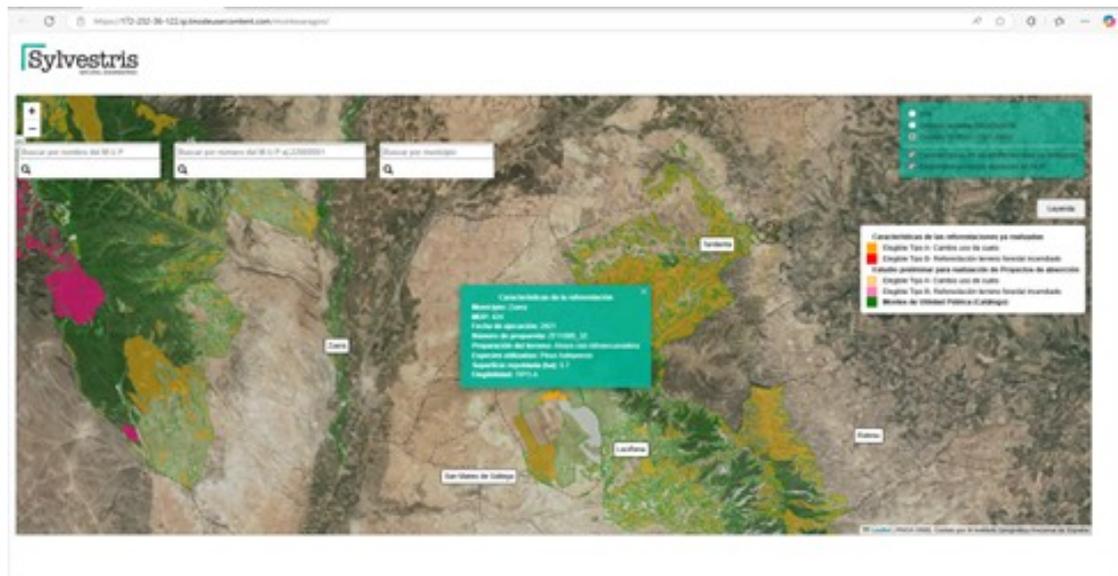


Figura 3. Captura de pantalla del visor cartográfico mostrando el cuadro de información sobre una de las plantaciones ya ejecutadas en el MUP Vedado Bajo del Horno (Zuera, Zaragoza), destacando los datos clave sobre la extensión del área afectada y su viabilidad para futuros proyectos de absorción de carbono.

5. Discusión

La reforestación en Aragón, tal como recoge Pérez-Soba Díez del Corral, ha tenido históricamente un papel estratégico en la recuperación de terrenos baldíos o degradados, especialmente en zonas montañosas afectadas por la sobreexplotación tradicional. Esta visión pionera, orientada a frenar la erosión y regular el régimen



hidrológico, constituye el precedente local de una lógica restauradora que hoy se enmarca en un contexto más amplio: la lucha global contra el cambio climático y la gestión sostenible del territorio.

En este trabajo, se propone una metodología que recupera ese espíritu restaurador, pero lo actualiza mediante el uso de datos abiertos y herramientas avanzadas de análisis geoespacial. La integración de fuentes como el Mapa Forestal y CORINE permite una caracterización precisa y comparable de los montes, ajustada tanto a la escala local del monte como a los criterios de elegibilidad definidos por organismos estatales y europeos. Este enfoque se alinea con trabajos como el de Pilli (2012), que defienden la convergencia entre datos nacionales y europeos para implementar una contabilidad de carbono robusta y armonizada.

Por otra parte, la literatura internacional sobre tierras marginales refuerza esta perspectiva integradora. La mayoría de las metodologías revisadas (Nalepa & Bauer, 2012; Gibbs & Salmon, 2015) utilizan variables similares a las empleadas en este trabajo: uso/cobertura del suelo, pendiente, calidad del suelo, e impacto antrópico, con el objetivo de identificar terrenos abandonados o infrautilizados con potencial de restauración. Aunque muchos estudios internacionales aplican enfoques multicriterio, el presente proyecto opta por una metodología clara y normativa basada en la identificación de áreas elegibles según los criterios del Real Decreto 163/2014, a través de un procesamiento sistemático de capas históricas CORINE y del Mapa Forestal de España. Esta aproximación permite automatizar la clasificación de terrenos, garantizando la reproducibilidad y transparencia del proceso, sin agregar en esta primera aproximación técnicas complejas de teledetección, al tiempo que se adapta a las particularidades del contexto aragonés y de los montes de utilidad pública.

El sistema implementado en PostgreSQL/PostGIS está diseñado para ser adaptable y escalable, lo que permite incorporar en futuras fases tanto nuevas variables (climáticas, socioeconómicas, topográficas) como técnicas más avanzadas de análisis multitemporal. Así, se abre la puerta a identificar dinámicamente zonas prioritarias para la reforestación, no solo por su elegibilidad normativa, sino por su valor estratégico dentro de un enfoque territorial multifuncional.

Además, es importante subrayar que la identificación geoespacial de oportunidades debe complementarse con conocimiento local y verificación en campo. Tal como destacan Verburg et al. (2011), un mismo tipo de cobertura puede tener funciones y potencial muy distintos según su contexto de uso y gestión. Esta variabilidad es especialmente crítica en intervenciones orientadas a la ayuda al regenerado o a la reforestación, donde la selección adecuada de especies forestales debe responder no solo a criterios ecológicos, sino también a los usos históricos del monte, las expectativas locales y la resiliencia frente al cambio climático. Por ello, se propone una herramienta de apoyo a la decisión que integre los datos técnicos con procesos participativos, donde los municipios y agentes locales definan, a partir de criterios eco-sociales, las prioridades de restauración.



6. Conclusiones

El trabajo desarrollado ofrece una base sólida y replicable para la identificación y caracterización de estas áreas forestales como áreas prioritarias en el desarrollo de proyectos de absorción de carbono y restauración forestal. La creación de una base de datos geoespacial estructurada y accesible permite un análisis territorial riguroso sin necesidad de técnicas avanzadas de teledetección, facilitando su uso por parte de técnicos, gestores y responsables públicos.

Este sistema no solo integra información clave —como uso del suelo, incendios, pendientes o tipo de vegetación—, sino que se presenta como una herramienta abierta, dinámica y escalable que puede adaptarse a nuevas fuentes de información y necesidades de gestión. Además, actúa como una mesa de trabajo compartida, que fomenta la colaboración entre tecnología, conocimiento local y toma de decisiones estratégicas.

A largo plazo, el éxito de este enfoque dependerá de consolidar esa colaboración entre administraciones, técnicos y comunidades locales, asegurando que las acciones de restauración respondan tanto a los retos ecológicos como a los objetivos sociales y económicos del territorio.

7. Agradecimientos

Manifestamos nuestro agradecimiento a D^a. Ana Cecilia Oliván Villobas, Directora General de Gestión Forestal del Gobierno de Aragón y a D. Enrique Arrechea Veramendi, Jefe de Servicio de Gestión Forestal del Gobierno de Aragón, por facilitarnos los datos necesarios para la elaboración de este visor y por su apoyo continuo en el desarrollo de este trabajo.

8. Bibliografía

COPERNICUS LAND MONITORING SERVICE; 2018. Land Cover and Land Use Mapping. CORINE Land Cover (CLC). [Datos geográficos]. Recuperado en septiembre del 2024 de: <https://land.copernicus.eu/>

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y MEDIO AMBIENTE DEL GOBIERNO DE ARAGÓN; 2022. Estadísticas del medio forestal. Catálogo de montes de utilidad pública de Aragón; 2022. Recuperado en septiembre del 2024 de: <https://www.aragon.es/-/estadisticas-del-medio-forestal>

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y MEDIO AMBIENTE DEL GOBIERNO DE ARAGÓN; 2020. Estadísticas del medio forestal. Repoblaciones forestales por titularidad de los montes y grupos de especies. Recuperado en septiembre del 2024 de: <https://servicios3.aragon.es>



EFFIS - European Forest Fire Information System; 2025. Data and services. Real-time updated Burnt Areas database. [Servicio de cartografía]. Recuperado en septiembre del 2024 de: <https://forest-fire.emergency.copernicus.eu/>

GIBBS, H. K., & Salmon, J. M. (2015). Mapping the world's degraded lands. *Applied Geography*, 57, 12–21. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.11.024>

IDEARAGON; 2022. ArcGIS REST Montes. [Servicio de cartografía]. Gobierno de Aragón. Recuperado en septiembre del 2024 de: <https://idearagon.aragon.es>

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE; 2023. Mapa Forestal de España a escala 1:25.000. [Servicio de cartografía]. Recuperado en septiembre del 2024 de: <https://www.miteco.gob.es>

NALEPA, R. A. Y BAUER, D. M.; 2012. Marginal lands: the role of remote sensing in constructing landscapes for agrofuel development. *Journal of Peasant Studies*, 39(2), 403–422. <https://doi.org/10.1080/03066150.2012.665890>

PÉREZ-SOBA DÍEZ DEL CORRAL, I; 2003. Aproximación a la evolución de los aprovechamientos forestales de Malanquilla (Zaragoza) entre 1875 y 2001. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, (16), 193-199.

PILLI, R.; 2012. Calibrating CORINE Land Cover 2000 on forest inventories and climatic data: An example for Italy. Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, Forest Resources and Climate Unit. Recuperado en enero del 2025 de: <https://www.sciencedirect.com/>

SILVER, W. L., OSTERTAG, R., and LUGO, A. E.; 2000. The potential for carbon sequestration through reforestation of abandoned tropical agricultural and pasture lands. *Restoration ecology*, 8, pp. 394–407.

VERBURG, P.H.; NEUMANN, K.; NOL, L. 2011. Challenges in using land use and land cover data for global change studies. *Global Change Biology*, 17(2), 974-989. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2010.02307.x>