



2025 | **16-20**
GIJÓN | JUNIO

9º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

9CFE-1920

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

Estimación de Existencias Forestales por Municipio a partir de Inventarios Nacionales y Mapas de Usos del Suelo

CRESPO-LERA, N. (1,2), VEGA-GORGOJO, G. (1,2), GIMÉNEZ-GARCÍA, J.M. (1,2), BRAVO, F. (2) y RUANO, I. (2)

(1) Grupo de Sistemas Inteligentes y Cooperativos (GSIC) ETSI de Telecomunicación, Universidad de Valladolid, Valladolid, España.

(2) SMART ecosystems research group, Instituto de Investigación en Gestión Forestal Sostenible (iuFOR), Universidad de Valladolid, Palencia, España.

Resumen

El Inventario Forestal Nacional (IFN) y los mapas de usos del suelo publicados por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico se presentan a nivel provincial. Sin embargo, disponer de información sobre los ecosistemas forestales a nivel local facilita la toma de decisiones y una planificación más eficiente de la gestión de los recursos. El propósito de este trabajo es ofrecer información forestal a escala municipal para las distintas ediciones del inventario, localizando las parcelas dentro de sus términos municipales y calculando las existencias forestales por municipio. Así, nos basamos en un repositorio de datos abiertos enlazados en el que hemos integrado los inventarios forestales y las geometrías de los municipios con los datos disponibles del Mapa Forestal Español a escala 1:50.000 (MFE50). A partir de esta base de datos unificada, realizamos operaciones espaciales para identificar las parcelas correspondientes a cada municipio en la segunda edición del IFN, empleando una metodología basada en trabajos previos para asignar las parcelas a sus municipios de manera efectiva. Además, calculamos las existencias forestales municipales utilizando los datos del IFN3. Esta información se podrá visualizar y descargar próximamente a través del Explorador Forestal (<https://forestexplorer.gsic.uva.es/>).

Palabras clave

Gestión forestal local, datos abiertos enlazados, parcelas IFN, estratos

1. Introducción

El Inventario Forestal Nacional (IFN) es una herramienta clave para evaluar el estado de los montes españoles, proporcionando datos sistemáticos desde la segunda edición (IFN2), llevada a cabo entre 1986 y 1996. Los inventarios incluyen información de aproximadamente 90.000 parcelas distribuidas por toda España en una malla de 1 km x 1 km (ALBERDI et al., 2010). Aunque actualmente se están terminando de publicar los datos de la cuarta edición (IFN4), las ediciones anteriores, como el IFN2 y el IFN3 (1997-2007) publicadas por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), son fuentes fundamentales para estudios históricos y comparativos.

A partir de los datos de las parcelas del inventario, se dispone de información sobre existencias forestales, como área basimétrica (m^2/ha), densidad de pies por hectárea y volumen (m^3/ha), calculadas a nivel provincial por especie y clase diamétrica. Estas estimaciones utilizan como base los estratos, definidos a partir de las teselas del Mapa Forestal Español a escala 1:50.000 (MFE50). Los estratos son unidades homogéneas en términos de vegetación arbórea, diseñadas para facilitar agrupaciones estadísticas consistentes (VALLEJO, 2005).

Sin embargo, los datos forestales a menudo se presentan a escalas generales, como la provincial, lo que dificulta su uso para análisis detallados. En España, los municipios constituyen las unidades básicas de gestión territorial, sobre las cuales se estructuran entidades superiores como las comarcas. El municipio tiene una relevancia particular en la gestión de los ecosistemas forestales, ya que permite una planificación y manejo más específicos y adaptados a las necesidades locales (LAZDINIS et al., 2019).

En trabajos anteriores (CRESPO-LERA et al., 2025) asignamos las parcelas del IFN3, la versión más actual completa de toda España hasta el momento, a sus términos municipales comparando diferentes procedimientos para realizar una asignación que corregía los errores y las omisiones de información de los datos fuente. Tras esto publicamos esta información en el conjunto de datos semántico *Cross-Forest* (FIERRO et al., 2022; GIMÉNEZ-GARCÍA et al., 2024) donde se encuentran integrados los datos del IFN3 y el MFE50 en formato de datos abiertos enlazados. La posibilidad de filtrar la información recogida en el inventario a partir de los términos municipales facilita realizar análisis y/o estudios a nivel local para diferentes propósitos.

Con el presente trabajo buscamos (1) Asignar los códigos municipales a las parcelas del IFN2 garantizando la consistencia de la asignación, ya que resulta útil disponer de esta información para análisis locales. (2) Calcular las existencias forestales por especie y clase diamétrica a nivel municipal para toda España de la edición del inventario más reciente (IFN3), para lo que es necesario conocer la superficie que ocupa cada estrato en el municipio.

2. Objetivos

El objetivo principal de este trabajo es facilitar el análisis de los ecosistemas forestales a nivel local utilizando los datos de las distintas ediciones del IFN. Para alcanzar este propósito general, se plantean los siguientes objetivos específicos:

- **Asignar las parcelas del IFN2 a sus respectivos términos municipales**, permitiendo una vinculación geográfica precisa de los datos siguiendo la metodología aplicada en trabajos anteriores.
- a partir de los datos del IFN3 y del MFE50, diferenciando por especie y clase diamétrica, como base para análisis más detallados.
- **Validar la información generada**, asegurando su consistencia y calidad para futuros estudios.

- **Publicar los datos procesados en nuestra base de datos semántica**, conectándolos con el resto de la información forestal disponible para promover su interoperabilidad y uso en diversos contextos.

3. Metodología

3.1. Descripción de los Datos Fuente

En este trabajo se partía de la información integrada en *SemanticForest*. Se trata de un conjunto de datos semántico que tiene de base el mencionado *Cross-Forest*, mejorándolo con una revisión del Mapa Forestal Español a escala 1:50.000 (MFE50) y del IFN3, y añadiendo el IFN2 y las geometrías de los municipios del IGN. Todos estos datos están integrados en el punto SPARQL <https://semanticforest.gsic.uva.es/sparql> en el que pueden realizarse consultas semánticas (CRESPO-LERA et al., 2025).

Para asignar las parcelas del IFN2 a sus municipios correspondientes, se descargaron las coordenadas de las 91.972 parcelas en formato CSV, representadas en el sistema de referencia WGS84 (EPSG:4326), de *SemanticForest*. Por otro lado, los recintos municipales están disponibles en formato *shapefile* a través del [Centro Nacional de Información Geográfica](#) (CNIG), del Instituto Geográfico Nacional (IGN). Sin embargo, las geometrías de los municipios correspondientes al periodo del IFN2 (1986-1996) y el IFN3 (1997-2007) no están digitalizadas. Por ello, se utilizaron las geometrías municipales más recientes, como se hizo para el IFN3, bajo la suposición de que los cambios han sido mínimos y que cualquier afectación a las parcelas del inventario por cambios en las geometrías o códigos INE sería marginal.

Para calcular las existencias forestales por especie y clase diamétrica a nivel municipal, se emplearon los datos publicados a nivel provincial en el IFN3. Estos incluyen métricas para cada especie y clase diamétrica como área basimétrica por hectárea (m^2/ha), número de pies por hectárea, volumen con y sin corteza por hectárea (m^3/ha), volumen de leñas por hectárea (m^3/ha), y la superficie que ocupa cada estrato en la provincia (ha).

En , las existencias provinciales se calcularon multiplicando los valores de existencias por hectárea de cada estrato por la superficie total que ocupa dicho estrato en la provincia. Sin embargo, actualmente no disponemos de las geometrías de los estratos, lo que nos impidió calcular directamente su superficie dentro de cada municipio. Para resolver esta limitación, utilizamos los datos del MFE50 publicados por el MITECO. Este mapa proporciona teselas que representan áreas homogéneas en términos de uso del suelo y están asociadas a los códigos de los estratos en el IFN3.

3.2. Asignación de Parcelas del IFN2 a Municipios

Para la asignación de municipios a las parcelas del IFN2 aplicamos la metodología previamente utilizada con las parcelas del IFN3 (CRESPO-LERA et al., 2024). Así, empleamos QGIS (QGIS.org, 2024), con el que efectuamos una unión espacial utilizando el predicado *within*. Este enfoque nos permitió asociar el código INE de cada municipio a

las parcelas del IFN2 ubicadas dentro de sus límites administrativos.

El proceso generó una capa *shapefile* de tipo punto, en la que cada parcela se vincula a su respectivo código municipal. Posteriormente, convertimos este *shapefile* al formato GeoJSON y luego a RDF con una consulta SPARQL-Generate (LEFRANÇOIS et al., 2017). Los datos en RDF ya pueden publicarse en integrándose con el resto de información existente.

3.3. Cálculo de Existencias a Nivel Municipal para el IFN3

Para calcular las existencias a nivel municipal, fue necesario determinar la superficie que ocupa cada estrato dentro de cada municipio. Cuando llevamos a cabo este trabajo no disponíamos de la capa geográfica de los estratos utilizados en el IFN3 (la hemos solicitado al MITECO). Para solucionar este problema, relacionamos la información de estratos existente en el IFN3 (la tabla *Poligon* con el listado de los códigos de los polígonos o teselas del MFE50 que corresponden a cada estrato) con los polígonos correspondientes en el MFE50, reconstruyendo así las geometrías de los estratos. Con los estratos así conseguidos, pudimos calcular las existencias a nivel municipal, realizando intersecciones con la capa de geometrías municipales.

Una vez obtenida la superficie que ocupa cada estrato dentro del municipio, este dato se multiplicó por las existencias por hectárea del estrato en la provincia (que se calculan en el IFN3 a partir de las mediciones de las parcelas), lo que permitió calcular las existencias forestales a nivel municipal por especie y clase diamétrica.

3.4. Validación de los Resultados

Para validar la asignación de las parcelas del IFN2 a sus respectivos municipios, realizamos una inspección visual de una muestra aleatoria del 0,5% de las parcelas (45 parcelas), utilizando QGIS con mapas base de los límites municipales oficiales.

En cuanto a la validación del cálculo de la superficie ocupada por los estratos en cada municipio, comparamos la superficie de los estratos publicada en el IFN3 a nivel provincial. Dado que la superficie de los municipios coincide perfectamente con la de las provincias, puede calcularse la superficie de cada estrato en la provincia a partir de las geometrías de las teselas del MFE50. Mediante el software R (R CORE TEAM, 2020) comparamos la superficie calculada con la superficie de los estratos publicada a nivel provincial en el IFN3. A partir de esta comparación, estimamos el error relativo entre las superficies publicadas y las calculadas en este trabajo para todas las provincias españolas.

4. Resultados

4.1. Localización de las Parcelas del IFN2 en sus Municipios

La asignación con el método descrito en la Sección 3.2, dio como resultado 85.871 parcelas asociadas a sus respectivos términos municipales de las 91.972 parcelas del IFN2. Es decir, el 6,63% de las parcelas no se asociaron a ningún término municipal. Al

representar estas parcelas en QGIS, se observó la existencia de huecos en el mapa, lo que indica que en algunas provincias no hay ninguna parcela del IFN2. Este problema afectó especialmente a las comunidades autónomas uniprovinciales de Asturias (33), Cantabria (39), Navarra (31) y Baleares (07) (Figura 1). Así, 5.987 parcelas de las 6.101 no asignadas pertenecían a estas comunidades uniprovinciales. Esto es debido a que en estas comunidades se utilizó el mismo método de muestreo que se empleó en el primer Inventario Forestal Nacional, lo que implica que las coordenadas de las parcelas publicadas son relativas a un punto central, el cual está representado en las fotografías aéreas originales que aún no ha sido digitalizado. Por lo que no se encuentran publicadas las coordenadas absolutas del centro de las parcelas en estas zonas lo que nos impidió ubicarlas en sus términos municipales. Para el resto de los casos no hubo problemas en la generación de los datos en RDF con las asignaciones de municipios.

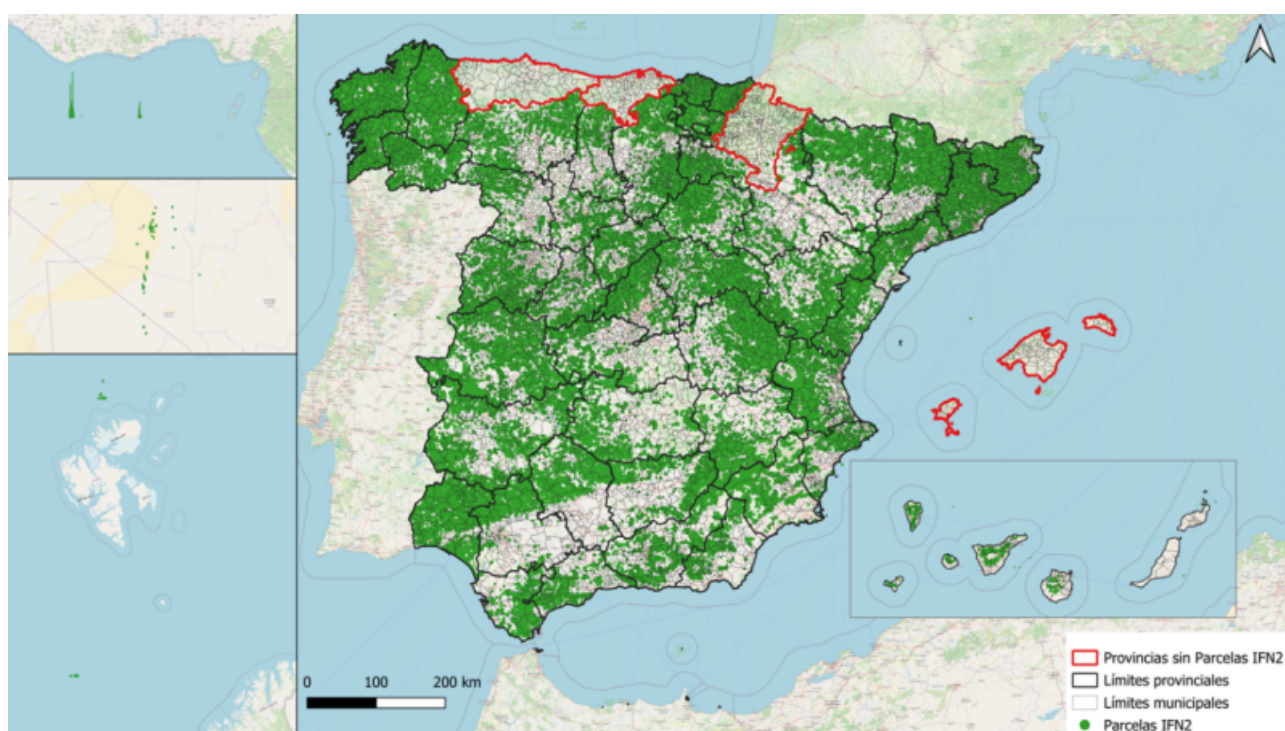


Figura 1. Localización de las parcelas del IFN2 (en verde).

4.2. Cálculo de Existencias a Nivel Municipal

Siguiendo el método propuesto en la Sección 3.3, se calculó para cada municipio la superficie que ocupa cada estrato. Tener la superficie de los estratos en cada municipio facilitó el cálculo de las existencias a nivel municipal. Por ejemplo, para el municipio de Somiedo (33068) los estratos se representan en la Figura 2. La Tabla 1 refleja las existencias de las 10 especies principales del municipio de Somiedo teniendo en cuenta la estimación del número de árboles de cada especie, su área basimétrica y volumen.

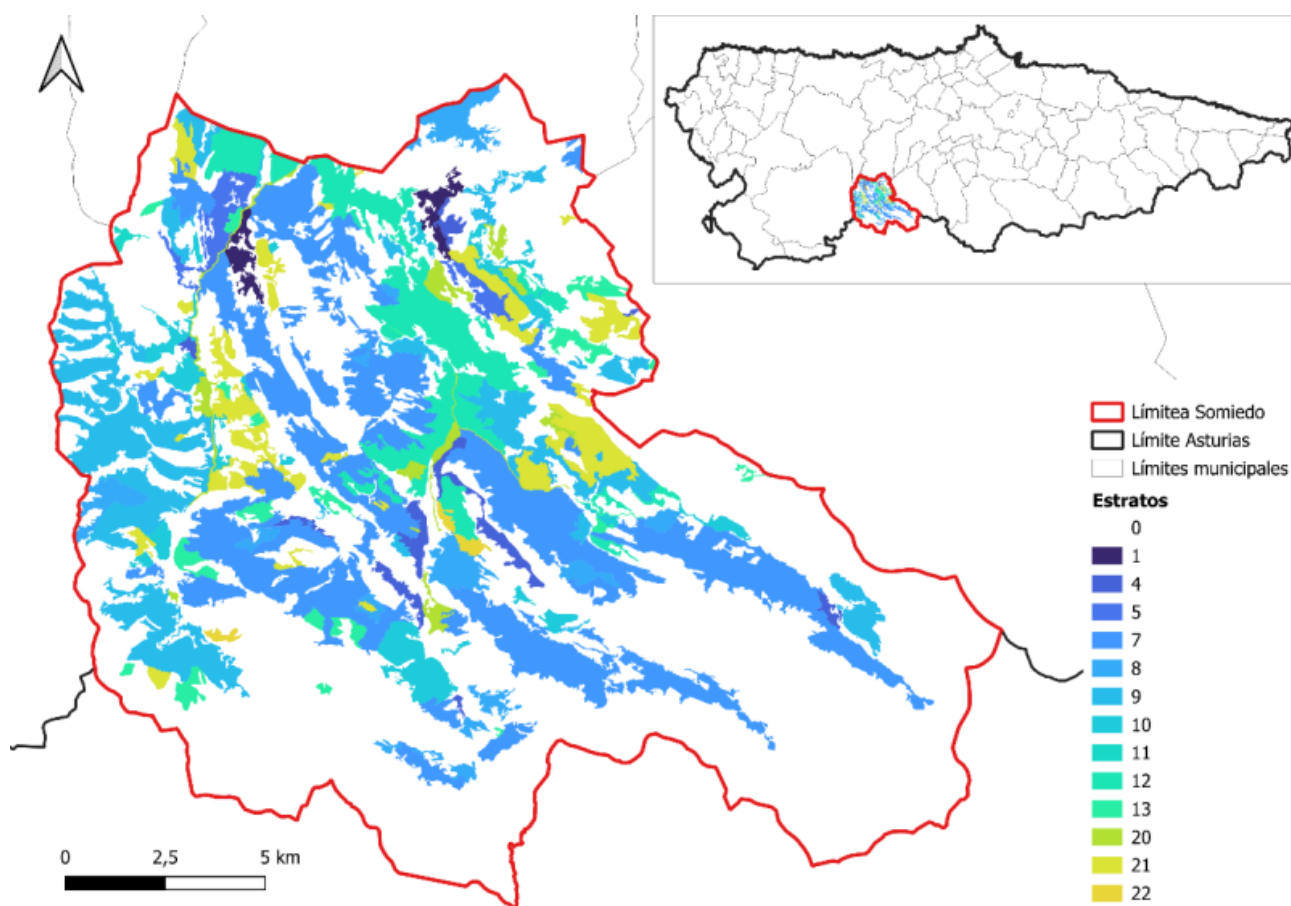


Figura 2. Superficie ocupada por los distinto estratos en el municipio de Somiedo (Asturias).

Tabla 1. Existencias por especie de las 10 especies principales del municipio de Somiedo (Asturias)

Especie	Nº de pies	Área basimétrica (m ²)	Volumen con corteza (m ³)	Volumen sin corteza (m ³)
<i>Fagus sylvatica</i>	2.477.171,39	142.259,68	839.453,03	769.285,35
<i>Quercus pyrenaica</i>	439.403,14	12.555,48	60.752,96	44.044,69
<i>Corylus avellana</i>	423.064,61	3.177,47	12.004,52	10.042,48
<i>Ilex aquifolium</i>	356.439,95	4.377,00	11.225,12	9.469,45
<i>Castanea sativa</i>	338.639,61	12.678,26	61.593,28	5.2179,41
<i>Quercus robur</i>	253.766,86	11.180,43	63.199,95	51.023,92
<i>Betula spp.</i>	213.296,35	5.589,82	26.463,58	23.821,42
<i>Quercus petraea</i>	189.041,78	12.051,35	73.598,49	61.705,58
<i>Crataegus spp.</i>	141.710,74	1.820,71	12.049,25	8.240,93
<i>Sorbus spp.</i>	141.593,90	2.023,20	8.769,28	7.722,93

4.3. Validación de los Resultados

Al revisar las parcelas del IFN2 localizadas fuera de los límites municipales, se observó que el 98,13% de estas parcelas pertenecen a las comunidades uniprovinciales de las que no podemos obtener su coordenada absoluta, como se explica en la Sección 4.1, mientras que el resto se encontraban mal ubicadas. Estas últimas estaban muy cerca de las fronteras del territorio español, pero su punto central se localizaba en el mar o en países vecinos. Esto parece ser debido a un error en las coordenadas publicadas en la base de datos del inventario. Estas parcelas no se reasignaron a ningún municipio al representar menos del 0,15% sobre el total de parcelas del IFN2.

Para validar el cálculo de la superficie de los estratos, se calculó la superficie a nivel provincial sumando la superficie de los estratos a nivel municipal, obtenida a partir de las teselas del MFE50. Al comparar la superficie de los estratos publicada por el MITECO (considerada como la referencia) con los datos calculados en este trabajo, se observó que en el 96% de los casos, los errores relativos en el cálculo de la superficie eran menores al 5%. Sin embargo, en el 0,2% de los casos los errores relativos eran muy altos, superiores al 50%. Además, el 0,7% de la superficie de España no tiene estrato asignado debido a la discrepancia entre los identificadores de los polígonos del MFE50 y los publicados en el IFN3. También se encontraron inconsistencias entre dos tablas del IFN3, la tabla *Estratos* que expresa la superficie de cada estrato en la provincia y *Poligon* que identifica los polígonos del MFE50 con sus estratos. En esta última, se hallaron más códigos de estratos que en la primera tabla, donde se expresan las superficies. Estos problemas fueron especialmente evidentes en la provincia de Barcelona.

4.4. Publicación de los resultados

La asignación de las parcelas del IFN2 a sus respectivos términos municipales fue publicada en *SemanticForest* junto con el resto de la información disponible. Esto permitió realizar consultas a nivel municipal y, mediante la agregación de municipios, obtener datos a nivel comarcal del IFN2. Los códigos municipales están asociados con las propiedades de cada municipio (nombre, provincia, geometría, etc.), que ya estaban integradas en el conjunto de datos. Sin embargo, las parcelas correspondientes a las comunidades uniprovinciales de Asturias, Cantabria, Navarra y Baleares no tienen asignado un municipio debido a la falta de coordenadas absolutas del centro de las parcelas, como se explicó anteriormente, tampoco el 0,15% de parcelas que tenían una ubicación incorrecta de su coordenada central.

En cuanto al cálculo de las existencias del IFN3 a nivel municipal, hemos decidido no publicar esta información en *SemanticForest* debido a las altas discrepancias observadas en el cálculo de la superficie en algunas provincias. Aunque obtuvimos datos preliminares sobre las existencias por municipio, estamos a la espera de la publicación oficial por parte del MITECO de la capa de estratos utilizada en el cálculo de las existencias en el IFN3, para poder realizar una estimación más precisa de la superficie ocupada por cada estrato

en los municipios.

5. Discusión

La propuesta de vincular los datos del IFN2 con las geometrías municipales mediante tecnologías de datos abiertos enlazados (BIZER et al., 2023) representa un avance en la gestión de los recursos forestales a nivel local. Este enfoque permite superar la tradicional limitación de los datos presentados a nivel provincial, facilitando un análisis más detallado y adaptado a las necesidades específicas de los municipios (LAZDINIS et al., 2019).

Por otro lado, el cálculo preliminar de las existencias forestales a nivel municipal plantea una primera solución para obtener información de la composición de las zonas arboladas de los municipios españoles. Aunque la falta de geometrías específicas de los estratos y el desalineamiento de los polígonos entre el IFN3 y el MFE50 representa una limitación, el empleo de la información disponible (IFN3, MFE50 y límites municipales) permitió superar parcialmente este obstáculo.

Los límites municipales son ampliamente utilizados para realizar análisis de las bases de datos forestales públicas, como los inventarios o los mapas forestales nacionales (PLÁ y ROBREDO, 2018; LORENZO-SÁEZ et al., 2022; RODRÍGUEZ et al., 2022). Este hecho demuestra que los datos relativos a esta escala geográfica, que también se pueden agregar para realizar análisis a nivel comarcal, son valiosos en distintos contextos de gestión, educación y/o investigación. Integrar la información obtenida en una base de datos semántica como es hace posible la reutilización de esta información y su puesta en valor gracias al análisis en conjunto con otros datos disponibles.

6. Conclusiones

Este estudio ofrece una localización precisa de las parcelas del IFN2 dentro de sus respectivos términos municipales y su integración con otras bases de datos forestales en el conjunto de datos unificado lo que permite un análisis detallado de la evolución de las masas forestales en España a escala local. Además, se ha llevado a cabo un cálculo preliminar de las existencias forestales a nivel municipal a partir de los datos del IFN3.

A futuro, se prevé mejorar estos datos cuando se encuentren disponible las coordenadas absolutas de las parcelas del IFN2 en las comunidades uniprovinciales de Asturias, Cantabria, Navarra y Baleares. Además, esperamos optimizar la precisión en el cálculo de existencias a nivel municipal una vez dispongamos de la capa de estratos empleada, la cual no se encuentra actualmente disponible.

7. Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada por el proyecto nacional LOD.For.Trees (TED2021-130667B-I00), por el proyecto europeo Small4Good (101135517) y la Consejería de Educación, Junta de Castilla y León (ORDEN EDU/1009/2024).

8. Bibliografía

ALBERDI, I.; VALLEJO, R.; ÁLVAREZ-GONZÁLEZ, J. G.; CONDÉS, S.; GONZÁLEZ-FERREIRO, E.; GUERRERO, S.; HERNÁNDEZ, L.; MARTÍNEZ-JAUREGUI, M.; MONTES, F.; OLIVEIRA, N.; PASALODOS-TATO, M.; ROBLA, E.; RUIZ-GONZÁLEZ, A. D.; SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, M.; SANDOVAL, V.; SAN MIGUEL, A.; SIXTO, H.; y CAÑELLAS, I. 2017. The multi-objective Spanish National Forest Inventory. *Forest Systems*, 26(2), e04S. <https://doi.org/10.5424/fs/2017262-10577>

BIZER, C.; HEATH, T.; BERNERS-LEE, T. 2023. Linked Data - The Story So Far. Linking the World's Information: Essays on Tim Berners-Lee's Invention of the World Wide Web (1st ed.). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 115–143. <https://doi.org/10.1145/3591366.3591378>

CRESPO-LERA, N.; VEGA-GORGOJO, G.; GIMÉNEZ-GARCÍA, J. M.; MAYO SARMIENTO, C.; BRAVO, F.; RUANO, I. 2025. Integrating forestry and local administrative data using semantic and GIS technologies. *Transactions in GIS*. 29: e13299. <https://doi.org/10.1111/tgis.13299>.

FIERRO, B.; ROLDÁN-ZAMARRÓN, A.; LERNER, M.; BAIGET, R.; AGUIRRE, F.; GONZALVO, V.; VEGA-GORGOJO, G.; GIMÉNEZ, J. M.; ORDÓÑEZ, C.; BRAVO, F.; FONSECA, A.; GOMES, A.; FANEGO, A.; LORENZANA, J.; PORTOLÉS, D. 2022. Cross-Forest, un proyecto de datos forestales abiertos de España y Portugal. En: *Actas del 8º Congreso Forestal Español* (Lérida, España), p. 13.

GIMÉNEZ-GARCÍA, J.M., VEGA-GORGOJO, G., ORDÓÑEZ, C., CRESPO-LERA, N., BRAVO, F., 2024. Improving availability and utilization of forest inventory and land use map data using Linked Open Data. *Frontiers in Forests and Global Change*. 7, 1329812

LAZDINIS, M.; ANGELSTAM, P.; PÜLZL, H. 2019. Towards sustainable forest management in the European Union through polycentric forest governance and an integrated landscape approach. *Landscape Ecol* 34, 1737–1749. <https://doi.org/10.1007/s10980-019-00864-1>

LEFRANÇOIS, M.; ZIMMERMANN, A.; BAKERALLY, N. 2017. A sparql extension for generating rdf from heterogeneous formats. *Proc. extended semantic web conference (ESWC'17)*, p. 35–50. Portoroz, Slovenia.

LORENZO-SÁEZ, E.; OLIVER-VILLANUEVA, J.-V.; LEMUS-ZÚÑIGA, L.-G.; URCHUEGUÍA, J. F.; LERMA-ARCE, V. 2022. Development of sectorial and territorial information system to monitor GHG emissions as local and regional climate governance tool: Case study in Valencia (Spain). *Urban Climate*, 42, 101125. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2022.101125>.

PLÁ, J. L. C.; ROBREDO, F. G. 2018. Software de teledetección de uso libre como complemento del IFN: aplicación al eucalipto en la provincia de Lugo. *Revista Montes*, (132), 16-21

QGIS.org. 2024. QGIS Geographic Information System. QGIS Association.
<http://www.qgis.org>

R Core Team 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

RODRÍGUEZ, G. L.; VICENTE, V. R.; PÉREZ, M. F. M. 2022. Influence of the Declaration of Protected Natural Areas on the Evolution of Forest Fires in Collective Lands in Galicia (Spain). *Forests*, 13(8), 1161. <https://doi.org/10.3390/f13081161>.

VALLEJO, R. 2005. El Mapa Forestal de España escala 1:50.000 (MFE50) como base del Tercer Inventario Forestal Nacional. En: *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, Nº 19 (Actas de la I Reunión Inventario y Teledetección), pp. 205-210. ISSN 1575-2410, ISSN-e 2386-8368.