

Cross-Forest: plataforma abierta de información forestal peninsular



cross forest

Montaje elaborado por el Grupo Tragsa sobre fotografía del Castañar de El Tiemblo, Ávila (Adobe Stock)

Asunción Roldán Zamarrón¹

Ingeniera de Montes
aroldan@tragsa.es

Marta Lerner Cuzzi¹

Ingeniera Técnico Forestal

Belén Fierro García¹

Ingeniera de Montes

Felipe Aguirre Briones¹

Ingeniero de Montes

Víctor Gonzalvo Morales¹

Ingeniero Técnico Forestal

Ramón Baiget Llompart¹

Ingeniero Agrónomo,

Felipe Bravo Oviedo²

Dr. Ingeniero de Montes

Cristóbal Ordóñez Alonso²

Ingeniero de Montes

Guillermo Vega-Gorgojo²

Dr. Ingeniero de Telecomunicación

José Miguel Giménez-García²

Ingeniero Informático

Alexandra Fonseca³

Dra. Ingeniera Medioambiental

Ana Luísa Gomes³

Dra. Ingeniera Medioambiental

Álvaro Fanego Lobo⁴

Ingeniero Informático

Jesús Lorenzana Campillo⁴

Dr. Ingeniero Informático

Vicente Matellán Olivera⁴

Dr. Ingeniero Informático

¹ Grupo Tragsa

² Universidad de Valladolid (UVA)

³ Direção-Geral do Território (DGT - Portugal)

⁴ Fundación Centro de Supercomputación Castilla y León (SCAYLE)

Cross-Forest está desarrollando una plataforma común de información abierta forestal y un modelo de datos (ontología) compartido entre España y Portugal para la publicación de inventarios y cartografía forestal en formato abierto y enlazado (*Linked Open Data* - LOD). El objetivo principal del proyecto es que dicha información esté siempre disponible y actualizada, para facilitar su explotación por parte de todos los agentes implicados en la gestión e investigación forestal. Se están desarrollando dos casos de uso empleando computación de alto rendimiento: CAMBRIC para estimar la evolución de las masas forestales y FRAME para predecir el comportamiento de incendios forestales.

Palabras clave: CAMBRIC, computación de alto rendimiento, FRAME, Linked Open Data (LOD), modelización forestal, ontología.

Introducción

La importancia de los ecosistemas forestales se hace cada vez más evidente, dada su relevancia como fuente de recursos renovables y proveedores de servicios esenciales, además de su importancia estratégica como sumidero natural en el objetivo de neutralidad climática a 2050 de España y la UE (MITECO, 2020). Sin embargo, nuestras masas forestales se encuentran sometidas a serios riesgos y amenazas, principalmente derivados de los efectos del cambio climático y de la presión antrópica, lo cual hace necesario impulsar medidas de protección y gestión con el fin de asegurar su permanencia y estabilidad y, en consecuencia, la provisión de esos bienes y servicios tan necesarios y demandados.

Los responsables de la gestión y la política forestal se enfrentan, por tanto, a grandes retos, y deben tener a su alcance modelos robustos, nutridos con datos de calidad, que reflejen las condiciones y evolución de nuestras masas, y que permitan simular distintas alternativas y escenarios, en los cuales poder fundamentar la toma de decisiones.

En España y Portugal disponemos de datos públicos forestales de gran calidad (inventarios, mapas, información sobre el suelo e incendios...), pero el acceso y la explotación entrañan bastante complejidad, lo que limita en gran medida el desarrollo de servicios y aplicaciones a partir de ellos. En esta línea, es considerable el impulso que se está dando a nivel europeo a la reutilización y apertura de datos del sector público (Directivas 2019/1024/UE, 2013/37/UE, 2019/1024/UE), con el correspondiente reflejo a nivel nacional.

En este contexto, Cross-Forest surge con el objetivo principal de facilitar e incrementar el uso de las bases de datos forestales disponibles, mediante la publicación de los datos en formato abierto y enlazado. De esta forma, la información se ofrece integrada y se mejora su accesibilidad, permitiendo no sólo la descarga de ficheros sino también el uso de servicios de consulta e incluso herramientas de visualización y de simulación. Se pretende así impulsar una explotación coherente de las fuentes de datos existentes y que permita el desarrollo de herramientas de utilidad para todos los agentes implicados en el ámbito de la gestión e investigación forestal.

Cross-Forest está cofinanciado por el programa CEF (*Connecting Europe Facility*), que coordina INEA (*Innovation & Networks Executive Agency*), y desarrollado en consorcio entre el Grupo Tragsa (coordinadores), la Universidad de Valladolid (UVA), el Centro de Supercomputación de Castilla

y León (SCAYLE) y la Direção Geral do Território de Portugal (DGT). Cuenta con el apoyo del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO - SG de Política Forestal y Lucha contra la Desertificación) y del Instituto da Conservação da Natureza e Florestas (ICNF) de Portugal, que actúan como proveedores de datos y forman parte del Comité Asesor.

Metodología y datos

Conjuntos de datos

Las principales bases de datos en las que se basa Cross-Forest son los Inventarios y la cartografía forestal de España y Portugal, todas ellas de publicación periódica y de cobertura nacional.

El **Inventario Forestal Nacional de España (IFN)**, elaborado por MITECO, es un proyecto continuo, homogéneo para todo el territorio español y de base provincial. Las mediciones se repiten cada 10 años, recorriéndose todo el territorio nacional en cada ciclo decenal. Se basa en la toma de datos con parcelas de un muestreo sistemático realizado en la superficie forestal arbolada a nivel provincial. Los datos obtenidos en campo llevan un proceso que proporciona información exhaustiva en forma de tablas, mapas y bases de datos alfanuméricas y cartográficas. Actualmente se encuentra disponible para descarga el Tercer IFN (1997-2007), y el 4º IFN está en proceso de elaboración, con más de la mitad del territorio nacional muestreado. El IFN se ofrece para descarga como una base de datos SQL en formato Microsoft Access descompuesta en dos ficheros por provincia (comprimidos en ZIP).

El **Mapa Forestal de España (MFE)**, elaborado por MITECO, recoge la distribución de los ecosistemas forestales a nivel estatal. Su objetivo principal es ser la cartografía base del IFN. Por ello, análogamente al IFN, la unidad básica de trabajo es la provincia y su periodicidad es decenal, recorriéndose todo el territorio nacional en cada ciclo de diez años. La metodología se basa en fotointerpretación sobre imagen digital, donde se identifican polígonos homogéneos (teselas) y sus características (especies, estructura, fracción de cabida cubierta...). Posteriormente, se comprueba en campo un porcentaje de las teselas fotointerpretadas. Actualmente, se encuentran en descarga el MFE50 (escala 1:50.000) desarrollado entre 1998 y 2007, y el MFE de máxima actualidad, donde conviven provincias del MFE25 (escala 1:25.000) y MFE50 para aquellas provincias donde no se ha finalizado la versión 1:25.000. Los datos recopilados se dividen en archivos GIS, donde cada tesela está caracterizada por un polígono.

A. Roldán, M. Lerner, B. Fierro, F. Aguirre, V. Gonzalvo, R. Baiget, F. Bravo, C. Ordóñez, G. Vega, J. M. Giménez, A. Fonseca, A. L. Gomes, Á. Fanego, J. Lorenzana y V. Matellán

Hasta ahora, el MFE se ofrece para descarga como un conjunto de ficheros shapefile, uno por provincia y comprimido en ZIP.

Carta de Uso y Ocupación del Suelo (COS), elaborada por DGT, es una cartografía de la ocupación del suelo en Portugal con una unidad cartográfica mínima de 1 ha, basada en fotointerpretación y con una nomenclatura con más de 80 clases. Existen cinco versiones de COS (1995, 2007, 2010, 2015, 2018), con una periodicidad de actualización de unos tres años. Todas las versiones de COS están disponibles en SNIG (Sistema Nacional de Informação Geográfica) mediante servicios WMS y ATOM.

El **Inventario Forestal Nacional (IFN) de Portugal**, elaborado por el ICNF, es un proyecto continuo, periódico y homogéneo para todo el territorio portugués. La metodología consta de una fase de fotointerpretación y otra de mediciones en campo, que recorre todo el territorio nacional cada 10 años aproximadamente, desde 1965. Los resultados se obtienen en base a la Nomenclatura de las Unidades Territoriales Estadísticas (NUTS), a nivel NUT-I (Portugal continental, Azores y Madeira), regional (NUTS-II) y, a partir del IFN 6, a nivel subregional (NUTS-III) para los principales indicadores. El IFN6 (año de referencia 2015) se ofrece ahora para descarga en tablas de Microsoft Excel (ficheros ZIP).

Cross-Forest va a publicar también una selección de datos del Inventario Nacional de Erosión de Suelos de España (INES), y de las Bases de Datos de Incendios Forestales de España y Portugal.

Publicación como datos abiertos enlazados

Las bases de datos forestales públicas mencionadas son de un gran valor y calidad, pero su uso es a menudo complejo, dado el gran volumen de datos a manejar, la falta de homogeneidad de las distintas fuentes, la necesidad de descargas múltiples, el uso de formatos sujetos al pago de licencias... Cross-Forest busca facilitar e incrementar la explotación de dichas bases de datos mediante su publicación en formato abierto y enlazado.

El término "datos abiertos enlazados" (*Linked Open Data — LOD*) se refiere a un conjunto de buenas prácticas para la publicación de datos en la Web de manera estructurada (BIZER *et al.*, 2009) siguiendo estándares abiertos, de manera que están siempre accesibles en un repositorio público (*endpoint*) que permite realizar consultas y procesos en línea, y pueden además combinarse y explotarse de forma integrada con otros datos publicados de forma análoga (web semántica), lo cual añade gran valor a la información y aumenta enormemente las posibles aplicaciones.

Para llevar a cabo la publicación es necesario generar modelos de datos (llamados ontologías) que conceptualicen el dominio de manera formal (es decir, procesable computacionalmente) y permitan organizar la información de acuerdo con los principios de los LOD, utilizando términos comprensibles por los usuarios finales.



Figura 1. Esquema y ventajas de la publicación de datos abiertos y enlazados

En Cross-Forest, se ha desarrollado un conjunto de ontologías para el dominio forestal mediante el trabajo conjunto de ingenieros de ontologías y expertos para entender los conceptos y relaciones existentes en los datos. El diseño de estas ontologías es modular, consistiendo en una ontología de posiciones, otra de medidas, una de mallas geográficas, una de inventarios y otra de mapas forestales. Se han definido módulos ibéricos que homogeneizan la terminología y permiten el manejo de datos de forma transfronteriza.

Una vez elaboradas las ontologías, se desarrollan procesos para convertir las fuentes de datos originales a formato RDF (*Resource Description Framework* - principal lenguaje para la anotación de datos abiertos enlazados, estandarizado por el W3C - *World Wide Web Consortium*), utilizando los términos de la ontología definida y enlazando con otras fuentes de datos abiertos.

Los datos en formato RDF se publican en un repositorio abierto y, desde ese momento, quedan disponibles para su consulta y explotación. Las consultas se realizan usando el lenguaje estandarizado *SPARQL Protocol and RDF Query Language*. La publicación se

acompaña de una documentación que ayuda a interpretar los datos y las relaciones entre ellos.

Herramientas para la explotación de los datos

Dado que el uso o “consumo” de datos LOD requiere de conocimientos técnicos bastante específicos, se han desarrollado dos aplicaciones web para facilitar el acceso a los datos publicados. Concebidas inicialmente con un fin básicamente demostrativo, están probando ser en sí mismas herramientas muy útiles.

✦ El **Explorador Forestal** (VEGA *et al.*, 2021) permite navegar de forma ágil por los contenidos de la cartografía forestal ibérica (MFE50 y COS2018) y el inventario forestal español (IFN3). La herramienta ofrece un mapa interactivo y permite incluir filtros de especie, ajustar la información a mostrar y buscar localizaciones. Dependiendo del nivel de zoom (fig. 2), se muestra información forestal de provincias (2a), teselas (2b), parcelas (2c) o árboles (2d), incluyendo especie, principales medidas y localización de todos los pies inventariados. Próximamente se incorporarán datos del

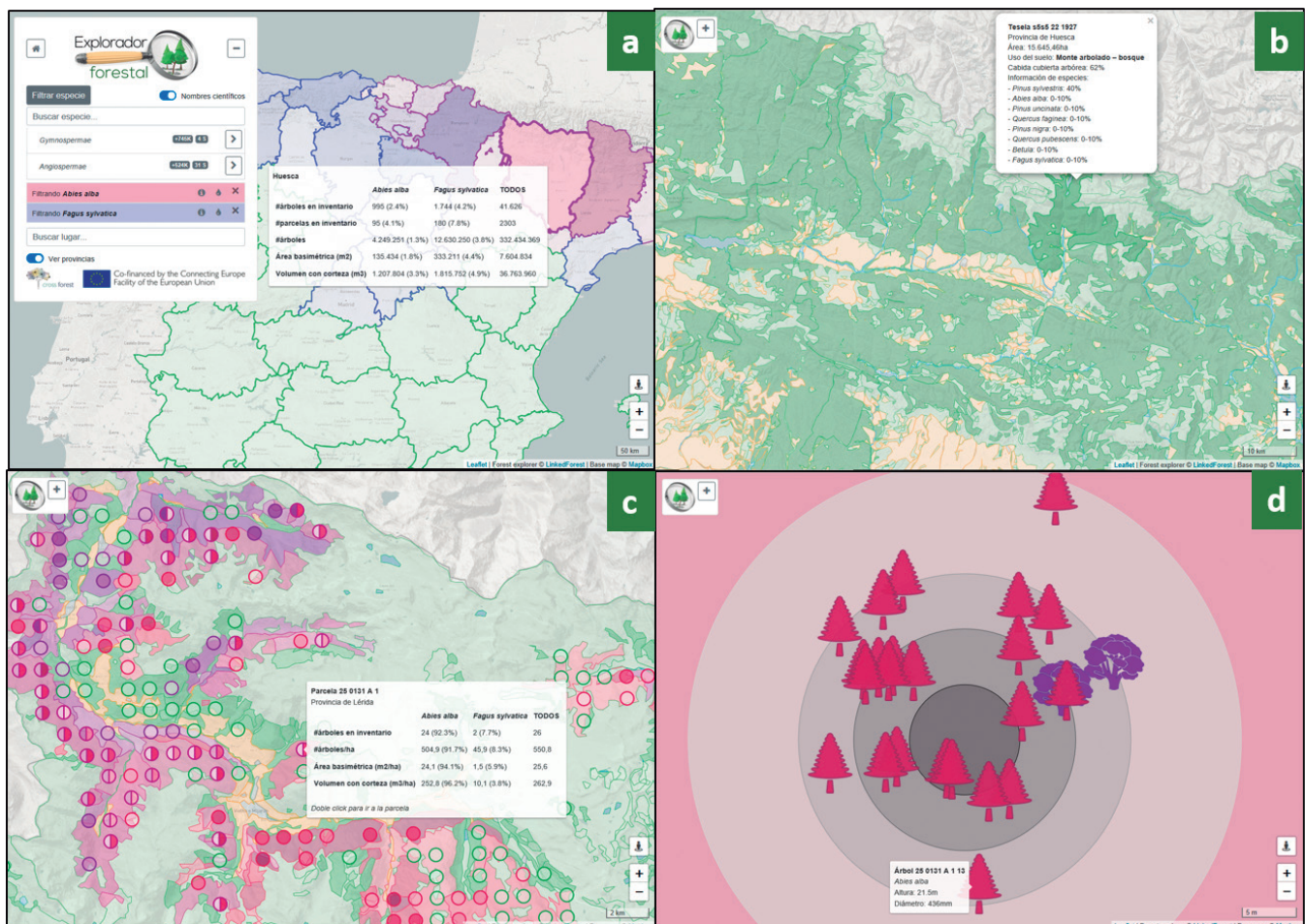


Figura 2. Distintos niveles de visualización del Explorador Forestal. Dependiendo del nivel de zoom, se muestra información forestal de provincias (2a), teselas (2b), parcelas (2c) o árboles (2d), incluyendo especie, principales medidas y localización de todos los pies inventariados

A. Roldán, M. Lerner, B. Fierro, F. Aguirre, V. Gonzalvo, R. Baiget, F. Bravo, C. Ordóñez, G. Vega, J. M. Giménez, A. Fonseca, A. L. Gomes, Á. Fanego, J. Lorenzana y V. Matellán

IFN6 de Portugal, así como de las nuevas ediciones del MFE e IFN españoles.

La **mall**a geográfica permite acceder a las mallas terrestres desarrolladas, con tamaño de celda 25 m², 1 km² y 10 km², para la publicación de datos espaciales de manera multipropósito. Estas mallas dividen el territorio español en celdas cuadradas, cada una de ellas con un identificador único (*IRI- Internationalized Resource Identifier*), que hace posible que cualquier capa de información temática publicada como LOD pueda vincularse con sus celdas y hacer referencia a la localización de sus elementos.

Es importante destacar que estas herramientas son ejemplos concretos de posibles aplicaciones desarrolladas a partir de los datos publicados; es decir, nos enseñan la parte de la información que hemos elegido, y nos la enseñan de la forma que hemos diseñado.

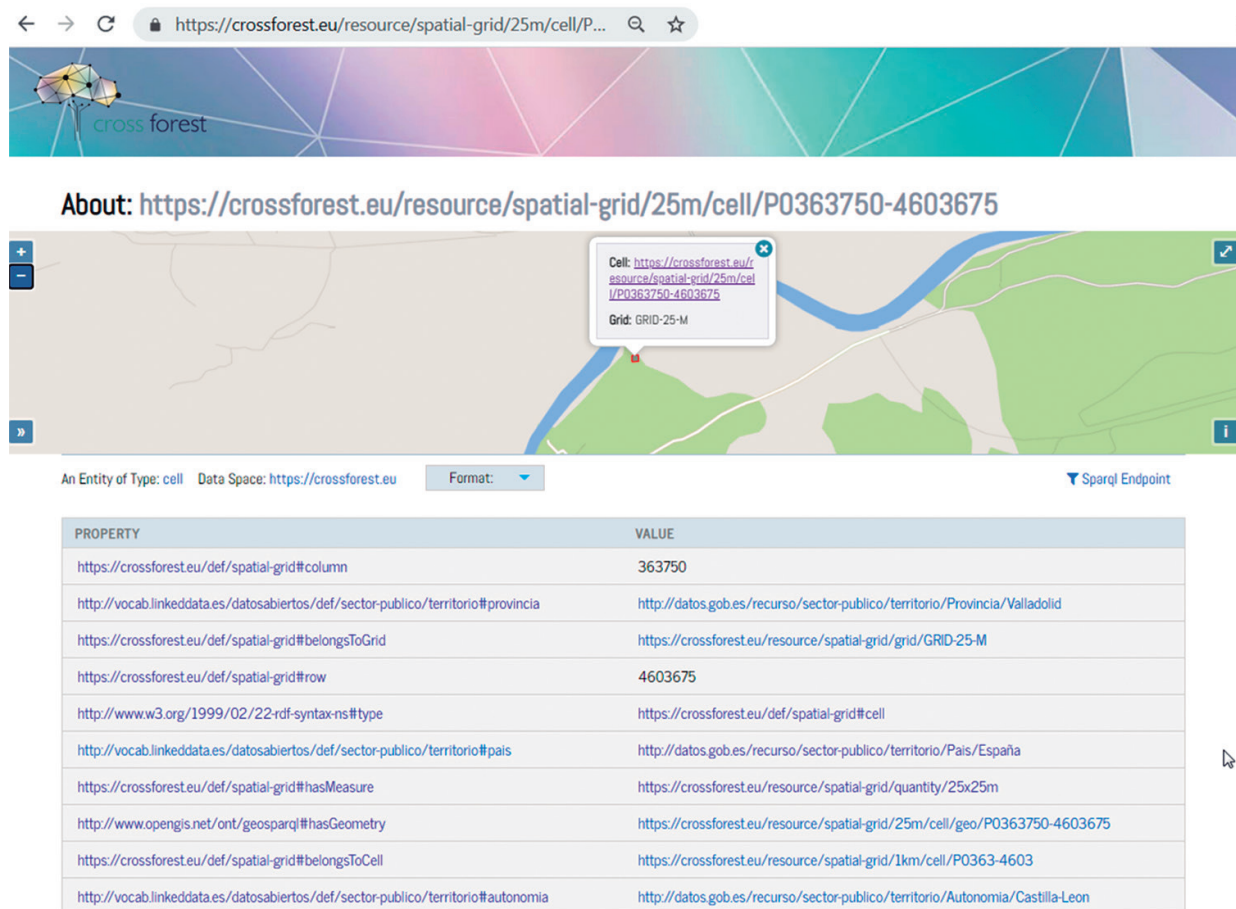
El conjunto de datos publicados en formato abierto y enlazado es lo que ofrece realmente potencial, ya que cada usuario, según sus necesidades e intereses (y con las competencias técnicas adecuadas), puede elegir qué datos le interesan y desarrollar las aplicaciones que necesite para visualizar, analizar, calcular y apoyar sus tomas de decisiones.

Simulaciones basadas en los datos publicados: pilotos CAMBRIC y FRAME

Cross-Forest incluye dos casos prácticos, centrados en el desarrollo de simulaciones orientadas a avanzar en dos aspectos de gran importancia para la gestión forestal:

El **Piloto CAMBRIC** (CALidad de la Madera en Bosques mixtos) parte del simulador SIMANFOR (BRAVO *et al.*, 2012) y tiene como objetivo modelizar la evolución de masas forestales en condiciones estables y su consecuencia en la calidad de la madera resultante. Los modelos desarrollados permitirán estimar la situación actual de la calidad de la madera de las principales especies forestales de un área, y simular cuál sería su evolución en diferentes escenarios silvícolas con diferentes intensidades de manejo, basados en los definidos por DUNKER *et al.* (2012). Las especies contempladas son las más representativas en España, contemplando masas puras y mixtas: *Pinus sylvestris*, *Pinus pinaster*, *Pinus nigra*, *Fagus sylvatica*, *Quercus pyrenaica*, *Quercus robur* y *Quercus petraea*.

El **Piloto FRAME** (Forest fiRes Advanced ModE-lization) tiene como objetivo simular el comportamiento y propagación de un incendio forestal so-



Cell: <https://crossforest.eu/resource/spatial-grid/25m/cell/P0363750-4603675>
Grid: GRID-25-M

PROPERTY	VALUE
https://crossforest.eu/def/spatial-grid#column	363750
http://vocab.linkeddata.es/datosabiertos/def/sector-publico/territorio#provincia	http://datos.gob.es/recurso/sector-publico/territorio/Provincia/Valladolid
https://crossforest.eu/def/spatial-grid#belongsToGrid	https://crossforest.eu/resource/spatial-grid/grid/GRID-25-M
https://crossforest.eu/def/spatial-grid#row	4603675
http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type	https://crossforest.eu/def/spatial-grid#cell
http://vocab.linkeddata.es/datosabiertos/def/sector-publico/territorio#pais	http://datos.gob.es/recurso/sector-publico/territorio/Pais/España
https://crossforest.eu/def/spatial-grid#hasMeasure	https://crossforest.eu/resource/spatial-grid/quantity/25x25m
http://www.opengis.net/ont/geosparql#hasGeometry	https://crossforest.eu/resource/spatial-grid/25m/cell/geo/P0363750-4603675
https://crossforest.eu/def/spatial-grid#belongsToCell	https://crossforest.eu/resource/spatial-grid/1km/cell/P0363-4603
http://vocab.linkeddata.es/datosabiertos/def/sector-publico/territorio#autonomia	http://datos.gob.es/recurso/sector-publico/territorio/Autonomia/Castilla-Leon

Figura 3. Representación en formato html del identificador (IRI) de una de las celdas de 25 m²

bre celdas de propagación de 1 m², obteniendo los valores de entrada relativos a elevaciones, viales e infraestructuras, modelos de combustible y datos meteorológicos, a partir de los datos publicados en abierto de las distintas Administraciones. Las simulaciones contemplan la posibilidad de modificar las condiciones de partida, y de ejecutar acciones de combate sobre el escenario operativo propuesto. FRAME utiliza una modificación del motor de propagación desarrollado para el entrenador virtual de incendios forestales ERVIN (AGUIRRE *et al.*, 2017), empleando como interfaz de acceso la plataforma de gestión de combate y planificación EMERCARTO.

Ambos pilotos están cimentados sobre los conjuntos de datos LOD forestales geográficos publicados, ya que las simulaciones requieren de datos de calidad, accesibles, integrados y enlazados.

Supercomputación de Alto Rendimiento (High Performance Computing – HPC)

En Cross-Forest se están empleando recursos HPC, que resultan necesarios tanto para albergar y gestionar los grandes volúmenes de datos publicados en abierto y las herramientas que funcionan sobre ellos, como para ejecutar las simulaciones de CAMBRIC y FRAME, muy exigentes en recursos informáticos debido a la complejidad de los modelos, al volumen de datos manejado y a la necesidad de realizar numerosas simulaciones con distintas configuraciones.

La infraestructura HPC la proporciona el superordenador Caléndula, gestionados por SCAYLE, con

310 servidores que aportan una capacidad de cálculo total de 388 TFlops (Rpeak), una capacidad agregada de memoria de 16.7 TB y 650 TB de almacenamiento disponible para cálculo científico.

Resumen de resultados

Los resultados obtenidos hasta el momento se recogen en la tabla 1, junto con los enlaces de acceso. Actualmente, los datos y ontologías están en fase de desarrollo y se encuentran publicados en el entorno de Cross-Forest bajo licencia CC BY 4.0 (*Creative Commons Attribution 4.0 International*). Cuando termine el proyecto, todo quedará publicado oficialmente y serán las Administraciones públicas responsables las encargadas de su mantenimiento y actualización.

Próximamente estará disponible también el IFN 6 de Portugal.

Los nuevos resultados y actualizaciones que se produzcan hasta el final del proyecto (julio de 2021), se compartirán en redes sociales (@_CrossForest) y en la web (crossforest.eu), donde también hay disponible información técnica detallada de las actividades realizadas, que excede el alcance de este artículo.

Conclusiones

Los datos de inventario y cartografía forestal publicados en formato abierto y enlazado dentro del proyecto Cross-Forest facilitan el acceso y la explo-

Tabla 1. Resumen de resultados y rutas de acceso

Ontologías (en fase de trabajo)	Capas ibéricas de Inventario y Mapa Forestal https://crossforest.gsic.uva.es/ontologies/
	Malla geográfica https://crossforest.eu/def/spatial-grid
	INES Bases de datos de Incendios Forestales de Portugal y España MFE25
Datos publicados como LOD	IFN3 MFE50 COS2018 - Datos convertidos a RDF: https://github.com/Cross-Forest/Data - Punto SPARQL: https://forestexplorer.gsic.uva.es/sparql/
Herramientas para la explotación de los datos	Explorador Forestal https://forestexplorer.gsic.uva.es
	Malla geográfica https://crossforest.eu/sparql/
Simulaciones (en desarrollo y pruebas, no se pueden ofrecer aún resultados)	CAMBRIC proporcionará una cuantificación de las existencias actuales de madera y su calidad para las especies seleccionadas, así como su evolución en distintos escenarios silvícolas. https://crossforest.eu/pilots/cambric/
	FRAME proporcionará gráficamente el comportamiento y propagación de un incendio forestal, sobre el que puedan ejecutarse acciones de extinción y modificaciones de las condiciones de partida. https://crossforest.eu/pilots/frame/

tación de la gran cantidad de datos producidos por España y Portugal a todos los agentes implicados en la gestión forestal. La información publicada permite que cualquier usuario con el perfil adecuado pueda lanzar consultas y desarrollar herramientas adaptadas a sus necesidades, para la gestión y el apoyo a la toma de decisiones.

La tecnología LOD permite ir construyendo de forma modular e interconectada una infraestructura de información abierta, pública y de calidad. Dar continuidad a este tipo de publicación permite a las Administraciones públicas cumplir con sus obligaciones de transparencia, optimizar recursos y llevar un control estadístico del uso que se hace de la información.

Como contrapartida, "consumir datos abiertos" no es fácil, por lo que resulta necesario crear eslabones intermedios y equipos multidisciplinares que permitan acercar las nuevas tecnologías a los usuarios, para poder diseñar soluciones útiles a los problemas del sector forestal, haciendo uso de la excelente y abundante información disponible. El Explorador Forestal es un ejemplo de cómo puede mejorarse la accesibilidad de los datos abiertos en-

lazados al usuario final, sin necesidad de conocimientos de las tecnologías subyacentes. Por otro lado, las mallas geográficas desarrolladas ofrecen la posibilidad de vincular distintos tipos de datos temáticos publicados como LOD, dándoles así localización geográfica.

El empleo de la supercomputación supone un importante salto cualitativo y cuantitativo en la resolución de problemas del ámbito forestal, ya que permite gestionar grandes volúmenes de datos y abordar cálculos de gran complejidad.

Poder modelizar la evolución de las masas y la calidad de la madera (piloto CAMBRIC), y el comportamiento de incendios incluyendo acciones de extinción y variación de las condiciones de partida (piloto FRAME), constituirán herramientas de gran utilidad para la planificación y gestión forestal.

Agradecimientos

Cross-Forest está cofinanciado por CEF-INEA. Cuenta con apoyo de MITECO en España y del ICNF en Portugal, y en su Comité Asesor también participan investigadores de CIFOR- INIA y UPM. 🌳

Bibliografía

- AGUIRRE, F.; BENITO, I.; CARRILLO, A.; DÍAZ, M.; GONZÁLEZ, D.; GONZALVO, V.; LÓPEZ, J.; 2017. *El Grupo Tragsa y los Incendios Forestales. Proyecto AF3, Integración de tecnologías de apoyo en la gestión de incendios. Revista Montes* 127: 29-35.
- AGUIRRE, F.; CARRILLO, A.; GONZALVO, V.; HOMBRADOS, E.; 2017. *ERVIN instruye de forma virtual en incendios forestales. Revista Montes* 130: 37-40.
- BIZER, C.; HEATH, T.; BERNERS-LEE, T.; 2009. *Linked Data: The Story So Far. International Journal on Semantic Web and Information Systems*, 5(3):1-22.
- BRAVO, F.; RODRÍGUEZ, F.; ORDÓÑEZ, A. C.; 2012. *A web-based application to simulate alternatives for sustainable forest management: SIMANFOR. For. Syst.* 2012, 21, 4-8.
- DUNKER, P.; BARREIRO, S.; HENGEVELS, G.; LIND, T.; MASON, W.; AMBROZY, S.; SPIECKER, H.; 2012. *Classification of forest management approaches: A new conceptual framework and its applicability to European forestry. Ecology and Society*, 17(4), 51.
- MITECO; 2020. *Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo*. https://www.miteco.gob.es/es/prensa/documentoelp_tcm30-516109.pdf (2021).
- VEGA GORGOJO, G.; GIMÉNEZ-GARCÍA, J. M.; ORDÓÑEZ, C.; BRAVO, F.; 2021. *Pioneering Easy-to-Use Forestry Data with Forest Explorer. Semantic Web Journal*. <http://www.semantic-web-journal.net/system/files/swj2682.pdf> (2021).

Otras referencias

- Carta de Uso y Ocupación del Suelo de Portugal (COS2018): <https://www.dgterritorio.gov.pt/Carta-de-Uso-e-Ocupacao-do-Solo-para-2018> (2021)
- Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0). <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>
- Directiva 2003/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de noviembre de 2003, relativa a la reutilización de la información del sector público. http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2003.345.01.0090.01.SPA&toc=OJ:L:2003:345:TOC.
- Directiva 2013/37/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de junio de 2013, por la que se modifica la Directiva 2003/98/CE relativa a la reutilización de la información en el sector público. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2013.175.01.0001.01.SPA&toc=OJ:L:2013:175:TOC
- Directiva (UE) 2019/1024 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de junio de 2019, relativa a los datos abiertos y la reutilización de la información del sector público. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2019/1024/oj?locale=es>.
- Estadísticas de Incendios Forestales de España: https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/estadisticas/Incendios_default.aspx (2021).
- Estadísticas de Incendios Forestales de Portugal: <http://www2.icnf.pt/portal/florestas/dfci> (2021).
- Inventario Forestal Nacional de España (IFN): <https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/ifn3.aspx> (2021)
- Inventario Forestal Nacional (IFN) de Portugal: <http://www2.icnf.pt/portal/florestas/ifn> (2021).
- Inventario Nacional de Erosión de Suelos (INES): <https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/politica-forestal/inventario-cartografia/inventario-nacional-erosion-suelos> (2021).
- Mapa Forestal de España (MFE): https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/mfe50_descargas_ccaa.aspx (2021).