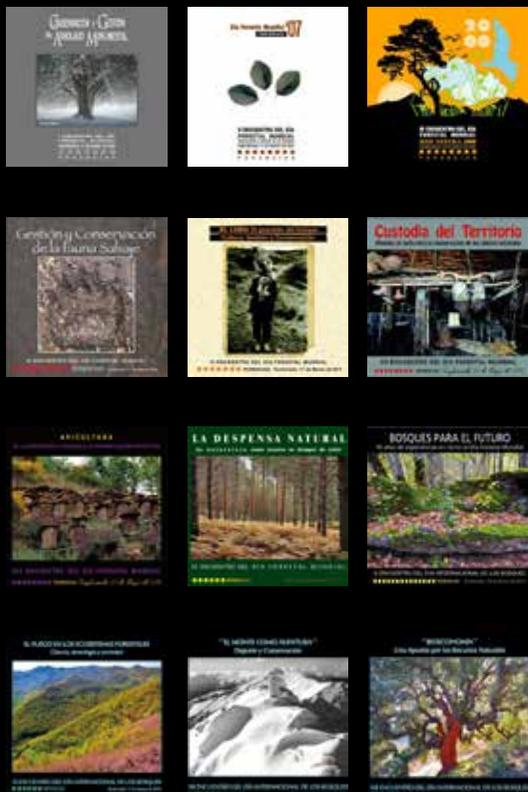


Ponferrada



ORGANIZA:



AYUNTAMIENTO DE PONFERRADA  
Concejalía de Sostenibilidad Medioambiental

COLABORA:



universidad  
de león



# “BOSQUES 4.0” Innovación y TICs Forestales



Un año más, la Concejalía de Medio Ambiente ha participado en la celebración del encuentro del Día Internacional de los Bosques, alcanzando la XIV edición. Desde su inicio, la principal finalidad de estas jornadas es atraer el interés de la ciudadanía hacia distintas temáticas relacionadas con el ámbito forestal.

En esta ocasión, la experiencia de los ponentes nos permitirá conocer las posibilidades de aplicación de las nuevas tecnologías en el sector forestal. Por ello se ha contado con profesionales de distintos ámbitos que compartirán sus proyectos y perspectivas de futuro.

Por último, agradecer la colaboración de la Universidad de León y al resto de participantes, sin los que no sería posible la continuidad de estas jornadas.

**Pedro Fernández Robles**  
Concejal de Sostenibilidad Medioambiental  
del Ayuntamiento de Ponferrada

XIV ENCUENTRO DEL DÍA INTERNACIONAL DE LOS BOSQUES

■ ■ ■ ■ ■ PONENCIAS

*Ponferrada, 21 de Marzo de 2019*

Foto portada: Isidro Canóniga

“BOSQUES 4.0” Innovación y TICs Forestales

XIV ENCUENTRO DEL DÍA INTERNACIONAL DE LOS BOSQUES









“Bosques 4.0” Innovación y TICs Forestales

“XIV Encuentro del Día Internacional de los Bosques”

Coordinadores de la edición:

Francisco Mario Jordán Benavente

Carlos Martínez Álvarez

Noelia Domínguez Villalibre

© Excmo. Ayuntamiento de Ponferrada. Concejalía de Sostenibilidad Medioambiental

Plaza del Ayuntamiento, s/n. 24401 Ponferrada (León)

Tfno.: 987 44 66 00 · Fax: 987 44 66 09

RESERVADOS TODOS LOS DERECHOS

D.L.: LE 91-2020

Diseña e imprime: CMYK Impresiones

# Introducción

El 21 de marzo de 2019 se celebró la decimocuarta edición del Encuentro del Día Internacional de los Bosques con el título *“Bosques 4.0” Innovación y TICs forestales*.

En una sociedad en constante cambio como en la que nos encontramos, el sector forestal necesita afrontar nuevos retos que le permitan evolucionar y adaptarse a las necesidades actuales. Por ello, en estas jornadas se ha optado por desarrollar un tema novedoso, en el que profesionales especializados en el empleo de nuevas tecnologías, nos han permitido conocer sus aplicaciones actuales y proyectos futuros.



# Índice

## Página

- 10 ■ REDES FORESTALES ¿QUÉ, QUIÉN, CÓMO Y A QUIÉN?  
*D<sup>o</sup>. Pilar Valbuena Pérez / Ingeniero de Montes / Consultora internacional y fotógrafa de eventos para la FAO, CIFOR, giz, IUCN med, SECF, iuFOR y UNDP Algeria*
- 18 ■ FORMACIÓN Y NUEVAS TECNOLOGÍAS EN EL SECTOR FORESTAL/MADERA  
*D. Rodrigo Bravo Torres / CEO de Iforest / Departamento de ventas*
- 30 ■ SMARTWOOD, LA NUEVA HERRAMIENTA EN EL BOSQUE  
*D. José Luis Gude Pereira / CEO Aleutos Solutions / Ingeniero en geomática y topografía*
- 40 ■ GEOTECNOLOGÍAS EN EL MEDIO NATURAL  
*D. Javier Blanco Martínez / Ingeniero de Montes / Coordinador Técnico de Tecnosylva*
- 52 ■ DIGITALIZACIÓN APLICADA A LA GESTIÓN DE PRODUCTOS FORESTALES Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO NATURAL  
*D. Roberto Rubio Gutiérrez / Jefe del Área de Gestión Forestal y Recursos Naturales de la Fundación CESEFOR*
- 60 ■ TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN FORESTAL. EXPERIENCIAS COMO MIEMBRO DE COPERNICUS ACADEMY  
*D. Celso Javier Coco Megía / Ingeniero de Montes, profesor técnico-práctico responsable de los módulos de Topografía Agraria y Gestión de los Aprovechamientos de los Recursos del Medio Forestal en CEIFP de Almazcara y asociado al blog @eforestal*
- 66 ■ FOMENTO DEL USO DE PASARELAS Y PUENTES DE MADERA  
*D. Jesús Martín Fernández Brunelli / Ingeniero Técnico Forestal / Gerente y técnico de IDM Timber Engineering S.L.*
- 82 ■ LOGRANDO LA SOSTENIBILIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE PELLET  
*D<sup>o</sup>. Beatriz Román del Valle / Ingeniero Técnico Forestal / Responsable de Calidad en Biovegamasa S.L.U.*

Foto: Angélica Fernández García





## REDES FORESTALES ¿QUÉ, QUIÉN, CÓMO Y A QUIÉN?

D<sup>o</sup>. Pilar Valbuena Pérez | Ingeniero de Montes / Consultora internacional y fotógrafa de eventos para la FAO, CIFOR, giz, IUCN med, SECF, iuFOR y UNDP Algeria

No oigo más que quejas (desde siempre) de los forestales sobre que la sociedad no sabe lo que hacemos, las noticias con errores de facto que salen en prensa y cómo muchas veces se cuestionan decisiones técnicas sin ninguna base, pero aunque tengamos razón, también tenemos nuestra parte de culpa en esta situación.

En el Congreso Forestal Español de 2013, Yeray Martínez (Martínez Monte, 2013), de PROFOR Canarias, presentó un trabajo con el título: “Profesionales forestales: somos invisibles” y Aitor Ameztegui en el del año 2015 (Ameztegui, 2019) hablaba de la poca visibilidad del sector y sobre todo de la poca comprensión por parte de la sociedad de lo que realizamos dentro de nuestra profesión. Y tanto a mi, como a personas conocidas nos ha ocurrido lo mismo. Por ejemplo, en algún caso cuando definen en qué consiste mi trabajo se refieren a él como “cosas de esas de árboles”, y por lo que muestran diversos estudios, es un problema general (Consejería de Industria, 2009; Martínez Monte, 2013). Pero si se hace una búsqueda en Google sobre qué son “cosas de esas

de árboles” nos aparecen las imágenes de la Figura 1, que excepto una de ellas, no tienen nada que ver con el sector forestal.

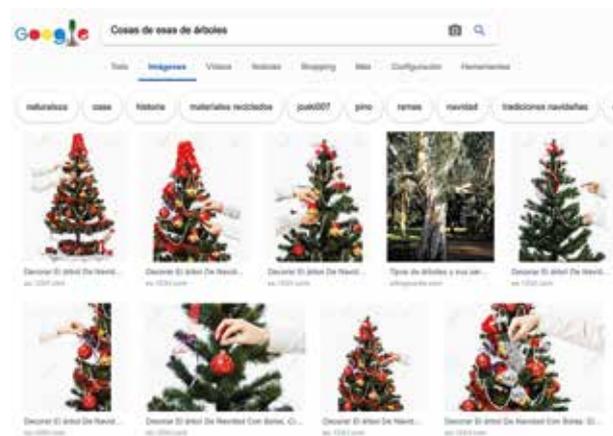


Figura 1. Resultado de la búsqueda en Google imágenes de “cosas de esas de árboles” (01/03/2019).



Si que es cierto que últimamente esta pasividad en realizar actividades de comunicación por parte del sector forestal online está cambiando, sobre todo por personas dentro del sector de incendios forestales, no solo con su actividad en redes sociales y blogs (FuegoLab, Juan Picos, Rafael Serrada, Aula Selvicultura, Raul Quílez, Ferran Dalmau Rovira, Aitor Ameztegui, Felipe Bravo, Eduardo Rojas-Briales... si, se me olvidan muchos), sino también hablando con la prensa y transmitiendo un mensaje claro y entendible por todos. Un ejemplo excelente del tratamiento de la información sobre incendios forestales es el de los incendios de la Región de Canarias del verano de 2019.

Sin embargo, esto sigue siendo una excepción. Siguiendo con la analogía de la guerra o una batalla... No se entra en batalla sin una estrategia, tanto de ataque, como de defensa... como de retirada. Hay que definir roles de los combatientes, tiradores de élite, tropa, general y responsables de logística... Podríamos hacer guerra de guerrillas... O llamar a paracaidistas y bombarderos en caso necesario... O hacer túneles... Pero hay que elegir bien cual es nuestro objetivo, organizar a “las tropas” y planificar.

Como sector, carecemos de visión estratégica a la hora de comunicar... Puede ser porque tenemos que construir el sector, como tal. Hay iniciativas como “Juntos por los bosques” que lo están intentando,

pero la comunicación sigue siendo una asignatura pendiente.

Mientras consideremos la comunicación como un gasto en vez de una inversión con un objetivo (de ahí la necesidad de una visión estratégica), seguiremos perdiendo batallas.

Ya en la revisión del Plan Forestal de Extremadura (Consejería de Industria, 2009) se define específicamente el “procurar una información oficial sistemática sobre el medio natural y forestal, facilitando su acceso público a los ciudadanos”, “desarrollar iniciativas educativas y divulgativas para promocionar una adecuada cultura forestal y natural en Extremadura” y “establecer mecanismos de difusión con una relación adecuada, más intensa y permanente, con los medios de comunicación, de modo que contribuya a transmitir a los ciudadanos la realidad forestal y natural de Extremadura”.

Sin embargo, aunque siempre se definen estas acciones en los planes muchas veces no llegan a ejecutarse, ya que la comunicación suele ser considerado como algo secundario en lo que poder recortar en caso necesario. Y esto es debido a una falta de visión estratégica de los objetivos que se quieren conseguir con la misma. O por usar analogía forestal, siempre se habla de la importancia de la prevención en incendios forestales, o mejor dicho, la gestión forestal, y que

eso supondría reducir gastos en extinción... Pues lo mismo en comunicación, hay que gestionar para que cuando salga una chispa, no se convierta en un gran incendio que escapa de nuestro control. Además, hay que gestionar el bosque con el objetivo de producir madera de calidad, setas, conservar un ecosistema, la fauna, la flora... y de igual forma hay que comunicar con el objetivo de que se conozcan mejor todos los aspectos tanto de la gestión forestal como del sector en general.

En redes sociales esta dinámica está cambiando, sobre todo con los mencionados anteriormente, especialmente en la red de microblogging "Twitter" ([www.twitter.com](http://www.twitter.com)). En la Figura 2 podemos ver el número de cuentas creadas/año de un listado de 350 cuentas del sector forestal español. En el gráfico se observa un pico de creación de cuentas de 2011, pero no coincide con la interacción o con la creación de tweets, ya que la mayoría de esas cuentas estuvieron inactivas algún tiempo, siendo primeramente observadores antes que comunicadores. En la Figura 3 se puede observar el número de tweets y favoritos de algunas cuentas seleccionadas, en la que destacan las cuentas pertenecientes a servicios de extinción de incendios, que han utilizado esta red como canal de comunicación sobre sus actividades y reivindicaciones.

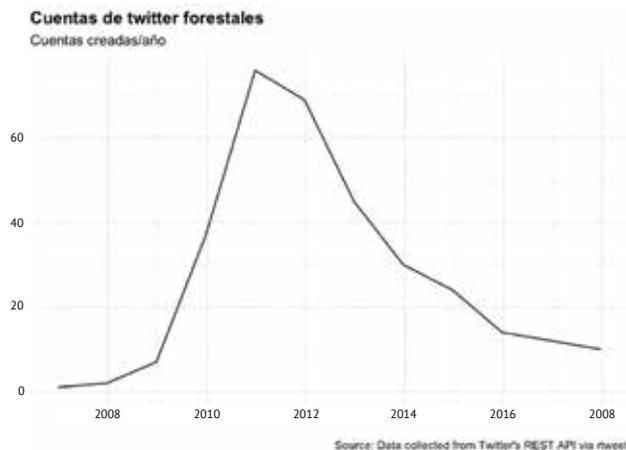


Figura 2. Cuentas de Twitter creadas por año (creación propia).

D<sup>o</sup>. Pilar Valbuena Pérez · Ingeniero de Montes / Consultora internacional y fotógrafa de eventos para la FAO, CIFOR, giz, IUCN med, SECF, iuFOR y UNDP Algeria

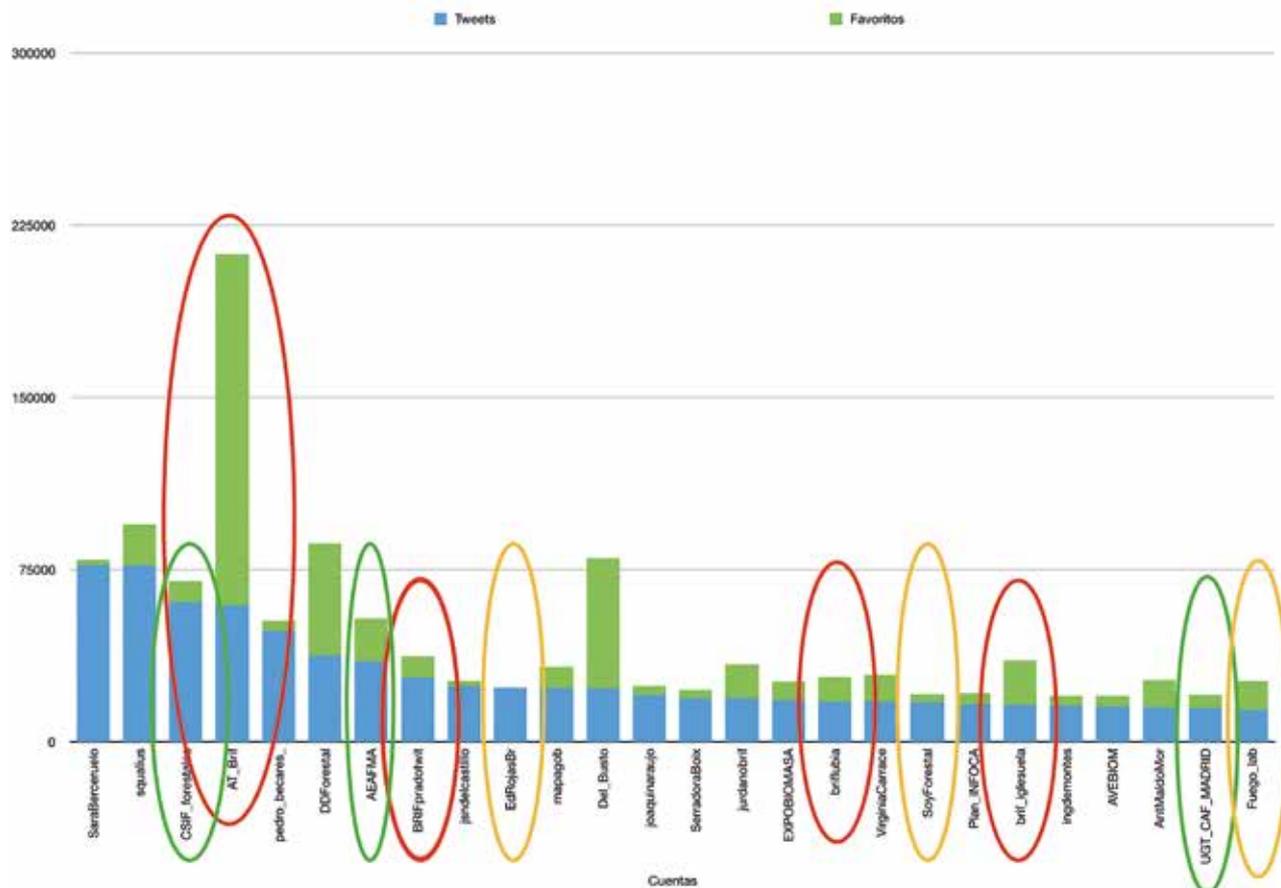


Figura 3. Número de tweets totales y favoritos de algunas cuentas forestales (creación propia).

¿Y de qué se habla en Twitter? En la Figura 4 podemos ver una nube de palabras de las palabras más utilizadas en el año 2018, y no es ninguna sorpresa que las palabras más utilizadas son “Incendios”, “Forestales” e “IIFF”, que es el hashtag sobre el tema. Pero aparecen otras palabras, de las que cabe destacar “CienciaForestal” y “ElBosqueEnseña”.



Figura 4. Nube de palabras más utilizadas en Twitter por las cuentas del sector forestal en el año 2018 (elaboración propia).

Por todo ello debemos alentar la interacción y la conversación, hay que llenar el sector de forestales activos, y #ForestalActivo ha sido un hashtag utilizado por el sector para destacar esto. Es por eso que debemos trabajar en la comunicación, en todos los niveles. Colaborar en redes, iniciativas que unan. Animar a los estudiantes en las universidades que formen parte de la International Forestry Students' Association, contactar e incentivar las Redes de Comunicadores Forestales,...

Entonces, no te quedes en silencio, no seas el árbol que cae en el bosque y nadie oye, sé #ForestalActivo. Porque si lo hacemos, tal vez seamos nosotros los que quedamos atrás...

Ameztegui, A. (2019). Mitos y verdades sobre el estado de los bosques europeos. Retrieved August 15, 2019, from Blog Forestalia. website: <http://ecoforestalia.blogspot.com.es/2012/12/mitos-y-verdades-sobre-el-estado-de-los.html?m=1>

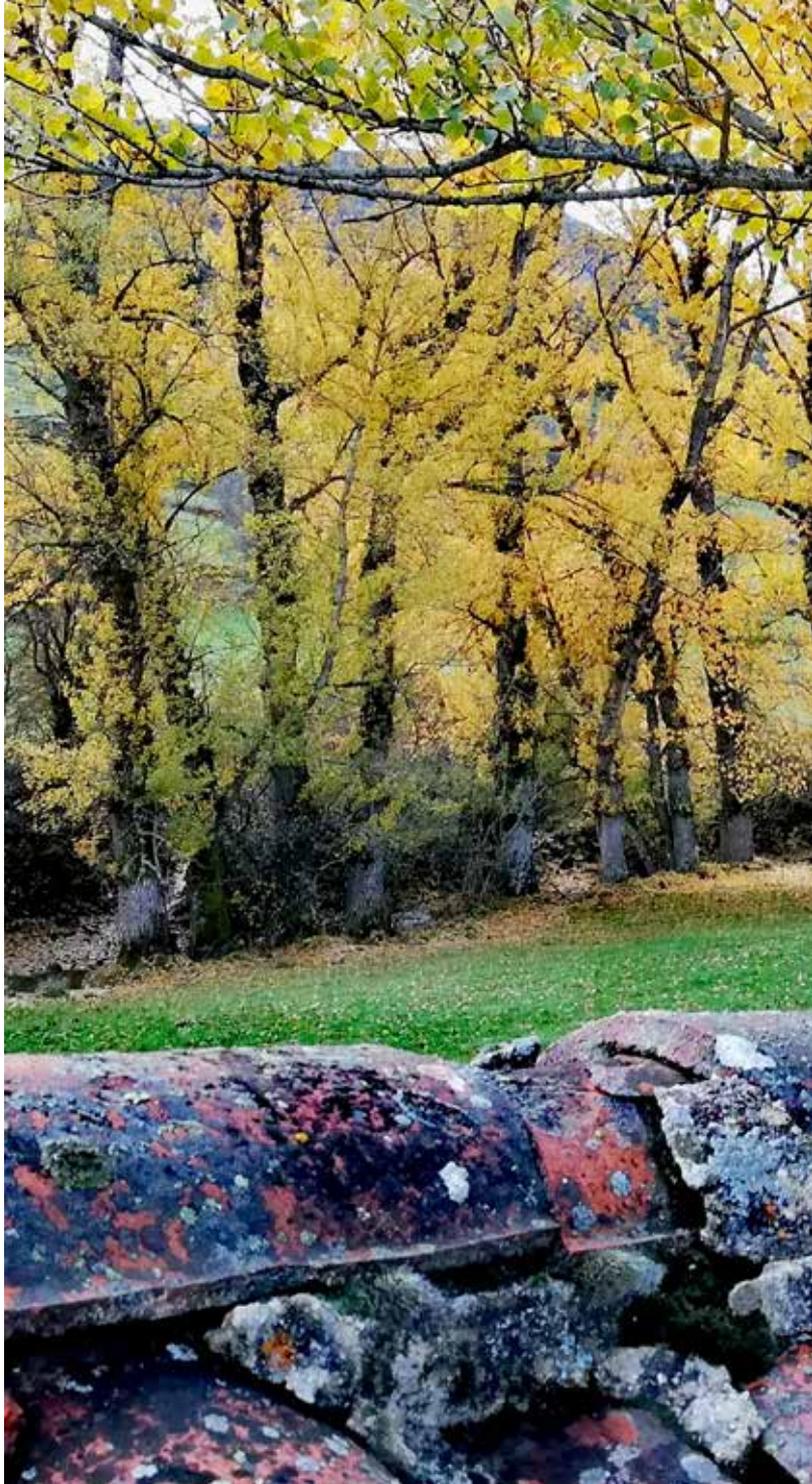
Consejería de Industria, E. y M. A. (2009). *La percepción social del monte y el medio natural extremeño. Primera revisión del Plan Forestal de Extremadura*. Retrieved from <https://asfoex.es/marco-legal/legislacion/89-documentacion-plan-forestal-extremadura>

Martínez Monte, Y. (2013). Profesionales forestales: somos invisibles. Retrieved August 15, 2019, from <https://hablandodebosques.wordpress.com/2013/06/09/profesionales-forestales-somos-invisibles/>

D<sup>o</sup>. Pilar Valbuena Pérez · Ingeniero de Montes / Consultora internacional y fotógrafa de eventos para la FAO, CIFOR, giz, IUCN med, SECF, iuFOR y UNDP Algeria



Foto: Joaquín Lozano Suárez





## FORMACIÓN Y NUEVAS TECNOLOGÍAS EN EL SECTOR FORESTAL/MADERA

D. Rodrigo Bravo Torres | CEO de Iforest / Departamento de ventas

Deseo empezar la exposición agradeciendo en nombre del equipo **Iforest.es**, a la **Escuela de Ingeniería Agraria y Forestal**, a la **Universidad de León**, al **Ayuntamiento de Ponferrada** y a la **Junta de Castilla y León**; su apuesta por el sector forestal y por hacer de la comunicación y la innovación una herramienta para acercar las nuevas tecnologías a sus empresas y profesionales.

El proyecto [www.ifestest.es](http://www.ifestest.es) nace en el cuarto trimestre de 2017, tras un profundo análisis de mercado en Galicia; como solución ante una necesidad detectada: la falta de visibilidad de las empresas del sector forestal/madera en internet y la ausencia de sistemas de gestión o planes de formación adecuados a sus necesidades.

La actividad del sector representa un 3,5% del PIB en Galicia y se encuentra en directa relación con las despobladas áreas rurales y el envejecimiento poblacional, ofreciendo una oportunidad de mercado para un proyecto integral de transformación digital.

Su mercado potencial está compuesto por más de 3.000 empresas y 70.000 empleados (directos e indirectos), que vertebran un sector con una facturación anual de 2.200 millones de euros, con más de 800 millones de euros y en dónde se corta el 50% de la madera a nivel estatal.

El objetivo de **Iforest.es** es posicionarse como referencia a nivel autonómico y nacional, operando como vehículo para la digitalización del sector que cuenta con cerca de 25.000 empresas.



Figura 1. Esquema del sector forestal.  
Fuente: Informe: La Cadena Forestal / Madera de Galicia 2017.



Más del 95% de las empresas del sector forestal/madera, tienen menos de 20 empleados y la mayoría carece de presencia en internet, programas de gestión online o planes de formación adecuados a sus necesidades.

**Como vehículo de penetración, en nuestro punto de mira se encuentran:**

- **Asociaciones del Sector Forestal/Madera** que posibiliten el acceso a nuestros servicios para sus asociados.
- **Ayuntamientos y entidades públicas**, que operen como catalizadores en sus áreas de influencia.
- **Pymes, autónomos y profesionales** en las principales ramas de actividad del sector.
- Fabricación en madera, chapa y tablero.
- Mobiliario, canal contract.
- Servicios de silvicultura.
- Aserrado y cepillado de madera.
- Explotación de la madera.
- Maquinaria.
- Viveros forestales.

A estas alturas os preguntaráis ¿Qué es **Iforest**? **Iforest.es**, es una plataforma digital para empresas y profesionales del sector forestal / madera, con líneas de negocio para la transformación digital del sector.

Nuestro equipo, que suma **más de 30 años de experiencia** en servicios para el sector público y privado, está especializado en desarrollar proyectos a medida, lo componen:

**José M. Domínguez:** Diplomado en Informática de Gestión por la Universidad de Vigo. Emprendedor con una trayectoria de más de 17 años bajo su propia marca de diseño web y con experiencia en formación de diseño de aplicaciones móviles y web.

**Rodrigo Bravo:** Diplomado en Relaciones Laborales por la Universidad de Santiago de Compostela. Con 10 años de experiencia en el sector de Call Center, gestionando equipos de atención al cliente, como coordinador de la central operativa del 065 y el Plan de Transporte Público de Galicia.

Desde el lanzamiento del proyecto al mercado, en el mes de septiembre de 2018, **Iforest.es** ha recibido varios reconocimientos por su marcado carácter innovador.

Dirigido a empresas, colectivos, entidades y personas físicas para la financiación de proyectos de autoempleo y emprendimiento empresarial incidiendo en la mejora del Medio Ambiente, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y la generación de empleo en el ámbito territorial, preferiblemente en áreas y actividades directa o indirectamente relacionadas con las de ENCE.

En el mes de octubre resultó beneficiario del Plan Social de ENCE Pontevedra, en el apartado de Emprendimiento e Innovación.

En el mes de diciembre, el jurado del **II Premio Cámara de Comercio al Proyecto Innovador Forestal**, otorgó un accésit de 2.000 euros a Iforest.es, presentado por Rodrigo Bravo y José M. Domínguez.

En un acto celebrado en el Pazo de Mugartegui de Pontevedra, se destacó que el proyecto pretende dar respuesta a la falta de visibilidad de las empresas del sector forestal y maderero en Internet y a la ausencia de sistemas de gestión o planes de formación adecuados a sus necesidades.



Figura 2. Entrega del II Premio Cámara de Comercio al Proyecto Innovador Forestal. Fuente: Diario de Pontevedra.



El año 2019 ha comenzado con un nuevo reconocimiento, ya que en el mes de enero el proyecto ha sido cualificado por la Consellería de Economía, Empleo e Industria como Iniciativa de empleo de base tecnológica. Una IEBT o **“Iniciativa Empresarial de Base Tecnológica”** es una cualificación específica para proyectos empresariales que cumplen una serie de características y que se consideran como de especial interés debido a que pueden constituirse en “motores dinamizadores de la sociedad del conocimiento y la generación de empleo cualificado”, según la propia Consellería.

#### **Como solución a las necesidades detectadas hemos diseñado:**

- Un directorio de empresas para mejorar la visibilidad online y posicionar los productos y servicios de las empresas, fomentando el comercio digital en el sector forestal maderero y la solicitud de presupuestos
- Un sistema de gestión online para la profesionalización de las empresas, que les permite crear listados de clientes y productos y realizar sus facturas, presupuestos o albaranes, de forma sencilla y con toda la información accesible en un mismo punto.
- Un canal de comercialización de actividades formativas apoyadas en un aula online de producción propia, para mejorar el conocimiento y la formación del sector forestal/madera a través

actividades formativas para especializar a los trabajadores.

- Diseños web personalizados para mejorar la imagen de marca y la profesionalización de las empresas.
- Distribución de aplicaciones de control de flotas y medición digital de troncos, para la optimización de procesos y su orientación al mercado digital.

Detallamos a continuación las líneas de negocio del proyecto, diseñadas para acercar a las empresas y profesionales del sector al creciente mercado digital.

### 1. Buscador de empresas

Motor de búsqueda especializado en empresas del sector forestal/madera. Localiza a tu proveedor de productos o servicios más cercano, consultando el directorio de Iforest.es.

El buscador dispone de varios filtros que pueden ser combinados para acotar la información que los clientes necesiten. Elige tu provincia o ayuntamiento; selecciona el tipo de actividad o introduce el nombre del producto/empresa solicitado para que el buscador te ofrezca los resultados. El sistema muestra los directorios ordenados de acuerdo a los filtros activos. Existen 2 vistas a disposición del usuario, la primera muestra un resumen de la información básica de contacto de las empresas registradas y la segunda, o vista detalle, amplía la información de consulta disponible.

Cualquier empresa del sector forestal/madera, puede registrarse de forma gratuita en la plataforma. Para ello debe cubrir el formulario de la página de inicio o contactar con el equipo de Iforest en los canales habilitados. Una vez recibidos y validados los datos, estos aparecerán en el directorio de empresas.

Ponemos a disposición de nuestros clientes tarifas escalables de pago, que permiten acceder a contenidos adicionales del buscador: Posicionamiento de empresa en búsquedas, SEO, galería e-commerce de productos para fomentar el comercio digital en el sector forestal/madera, banners, publicidad y otras soluciones a medida.

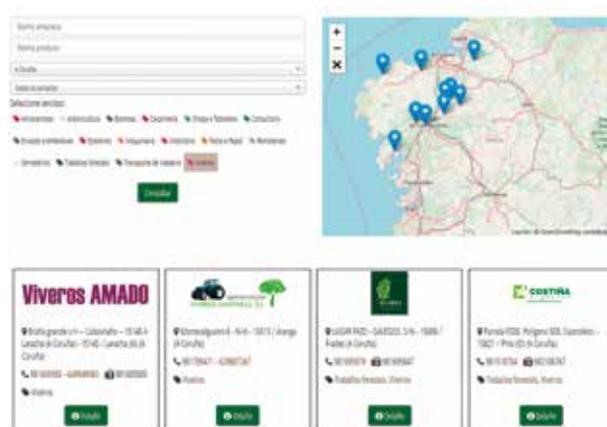


Figura 3. Vista general del buscador de empresas.



## 2. Proyectos de transformación digital

**Iforest.es** trabaja para digitalizar tu empresa y reinventar su organización a través de la tecnología. **Nuestros servicios para las empresas y profesionales del sector son:**

- **Creación de Webs a medida responsive:** optimizadas para SEO, informes personalizados y difusión de contenidos. Elaboramos desde páginas web de aterrizaje sencillas, catálogos, tiendas virtuales, etc. pudiendo integrarlas con programas ya usados por cliente para facilitar el uso. También gestionamos mantenimiento de dominios y hosting.
- **Software para la gestión diaria de tu negocio** en el sector forestal/madera. Incorpora las nuevas tecnologías y el modelo de Industria 4.0. a tu negocio.

El área privada de **Iforest.es** te permitirá centralizar la gestión de las siguientes tareas:

- Clientes
- Productos
- Albaranes
- Presupuestos
- Facturación: agrupación de albaranes, envío adjuntando en mail, descarga de Zip con todas las facturas de un trimestre, gestión de renovaciones y estado de pago.

- Informes personalizados
- Copias de seguridad

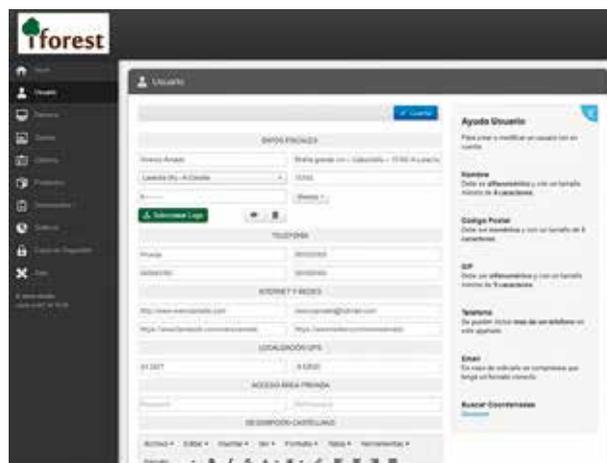


Figura 4. Vista del área privada de Iforest.es

- **Creación de Apps Android:** Implementa herramientas tecnológicas para mejorar en eficiencia, rediseñar tus procesos, los productos o servicios y posiciona tu empresa en el nuevo mercado digital.



Puesta en marcha y mantenimiento de la motosierra



Manejo y mantenimiento de maquinaria forestal ligera



Manejo de tractores forestales



Manejo y mantenimiento de procesadoras/cosechadoras forestales



Mantenimiento y afilado de sierras en aserraderos



Tratamientos de la madera en aserraderos



Inventario forestal y cubicación de madera



Aprovechamiento resinero



Aprovechamiento resinero ampliado

Figura 5. Módulo de formación de Iforest.es



### 3. Módulo de Formación

Servicio online para la contratación de actividades formativas, accede a [www.ifest.es](http://www.ifest.es), consulta y contrata cursos de formación. Las mejores metodologías y profesionales en aula virtual o en las instalaciones del cliente. **Iforest.es** ofrece un completo listado de actividades formativas online (154 cursos) y presenciales (43 cursos), para cubrir las necesidades específicas y transversales del sector forestal/madera.

El catálogo de actividades formativas se actualiza periódicamente para ofertar a los profesionales dinámicas innovadoras y relacionadas también con otros usos y aprovechamientos forestales o de la madera (arboricultura – aprovechamiento resinero).

Contacta con el equipo de Iforest para definir, coordinar y ejecutar el plan de formación de tu empresa. Planificación eficiente y seguimiento de las actividades formativas. Disponemos de un aula virtual propia para impartir y realizar las tutorías de las actividades específicas.

Si necesitas un curso relacionado con tu sector, nos encargamos de buscar a la empresa que lo imparta, también podemos gestionar las bonificaciones de la actividad con FUNDAE.

### 4. Control de Flotas

Mejora la productividad de tu negocio con sistemas de control y gestión de flotas avanzados, más de 15 años y 20.000 vehículos monitorizados avalan la tecnología que distribuimos.

Para que una compañía sea exitosa es necesario que lleve un control de sus activos y más incluso si se encuentran en continuo movimiento, como es el caso de las **empresas que cuentan con flota de vehículos propia**. Los vehículos, sus ocupantes y las mercancías están **expuestos a peligros difíciles de controlar** desde la oficina, como son los robos, los accidentes o las multas por exceso de velocidad.

La tecnología GPS de **Sateliun**, permite conocer el estado de los vehículos en tiempo real y reaccionar ante situaciones de emergencia. Por este motivo, los sistemas de localización de flotas son cada vez más utilizados por empresas de cualquier sector y tamaño, ya que brindan ventajas tan valoradas por sus usuarios como **augmentar el control y la seguridad en la empresa**.

### 5. Medición de troncos digital

Aprovechando la oportunidad de exponer el proyecto en las jornadas del **XIV Encuentro del Día Internacional de los Bosques 2019**, hemos realizado la presentación de una aplicación para móviles de la que somos distribuidores en España.

**Timbeter** es una solución digital de medición de madera que utiliza tecnología de aprendizaje automático e inteligencia artificial para una detección de troncos precisa. El objetivo de Timbeter es erradicar la tala ilegal y mejorar el suministro de madera, tanto para los compradores de troncos, como para los vendedores; utilizando un algoritmo pionero.

#### **Timbeter está cambiando la industria de la madera:**

- Comparte tus mediciones con contratistas y clientes.
- Planifica y administra sin esfuerzo tu pila de troncos almacenados.
- Reduce el coste de tu inventario de troncos.
- Transfiere tus datos de forma segura, desde el teléfono a la nube.
- Se integra con el resto de procesos de tu trabajo.
- Mide el conteo de troncos, los diámetros y la densidad en menos de 3 minutos.



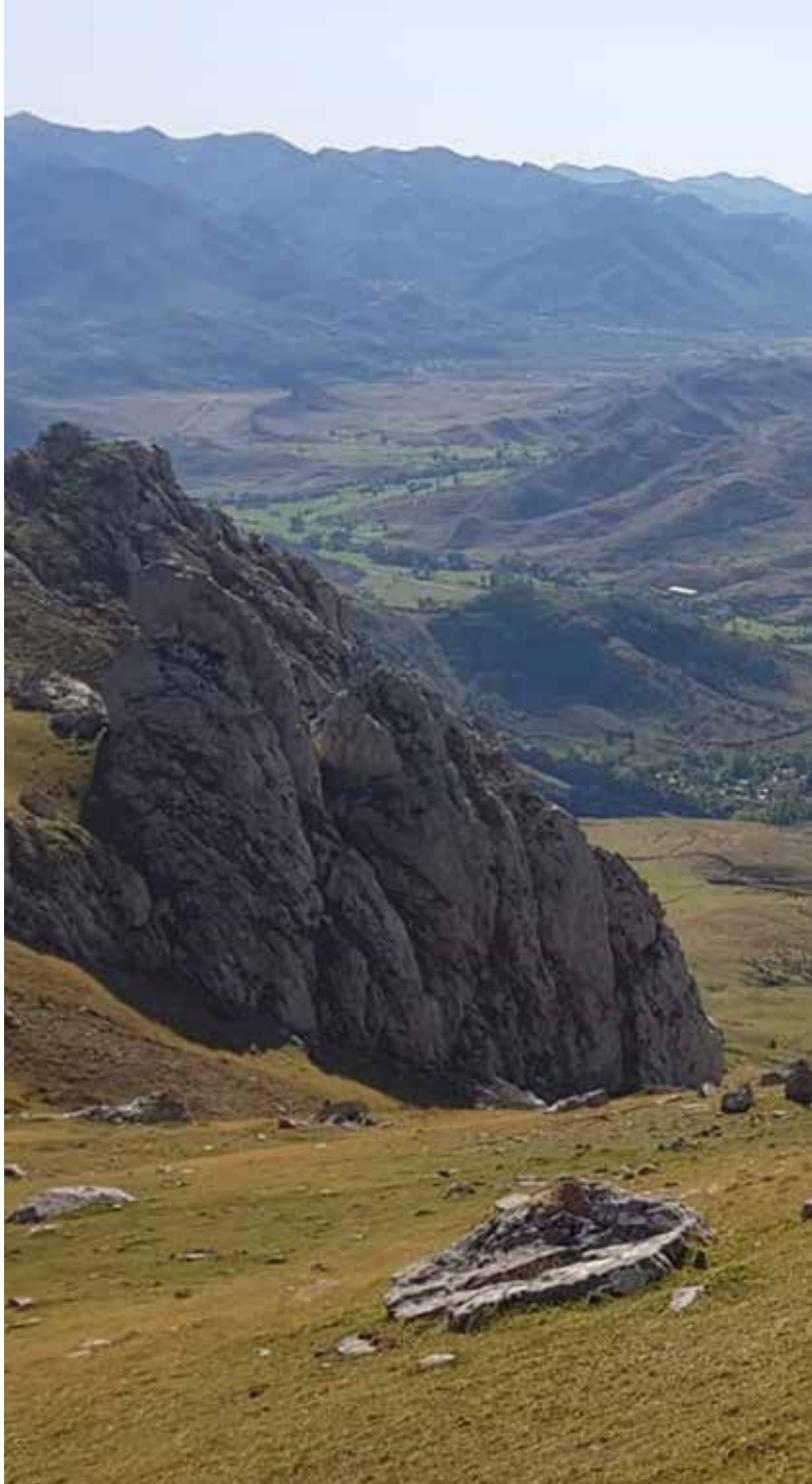
Figura 6. Vista de Timbeter en diferentes dispositivos

“Cuando piensen en forestal madera entren en [www.iforest.es](http://www.iforest.es)”

**Ourense 15 – 06 – 2019**



Foto: Joaquín Lozano Suárez





## SMARTWOOD, LA NUEVA HERRAMIENTA EN EL BOSQUE

D. José Luis Gude Pereira | CEO Aleutos Solutions / Ingeniero en geomática y topografía

La madera, fuente de calor y material de construcción de gran y vital importancia, así como las fibras vegetales, han sido relevantes durante toda la historia y el futuro no se contempla distinto. Muchos gobiernos e instituciones concuerdan en que la industria forestal tiene una gran importancia en la “economía verde” a través del uso de la madera, las energías derivadas de esta y los nuevos materiales. La bioeconomía genera el 9% del empleo en la UE y el sector forestal representa más del 20% de esta bioeconomía (Fuente: European Forest Institute – EFI).

Asimismo, de ser un pilar de suma importancia en la economía, el 30,7% de la superficie terrestre está cubierta por bosques y estos, además de proporcionar seguridad alimentaria y refugio, son fundamentales para combatir el cambio climático. Fruto de esta importancia, dentro de los 17 objetivos de desarrollo sostenibles (ODS) adoptados por la Organización de las Naciones Unidas en 2015, se ha especificado uno concreto que afecta a este sector, el objetivo N° 15 de vida de ecosistemas terrestres, en donde se pone de manifiesto su gran importancia debido a:

- La gran dependencia humana de los bosques ya que alrededor de 1.600 millones de personas dependen directamente de su sustento.
- La importancia como ecosistema debido a que albergan más del 80% de las especies de animales y plantas.
- El riesgo que corren debido a la elevada pérdida de superficie forestal que se está produciendo en los últimos años.

En España este sector tiene también una gran importancia, en datos la industria de la madera y el mueble cerró el año 2015 con más de 23.000 empresas trabajando en el sector. En términos de población activa representa que más de un 25% de los profesionales trabajaban en esta industria (Fuentes: DIRCE 2015, EPA, INE e UNEMADERA).

Si nos centramos en el número de cortas en el año 2016 por provincia, podemos ver que el mayor número de cortas se concentra en el noroeste de España (*Figura 1*), representando en el total de España un total de 16.847.817,05 m<sup>3</sup> c.c.

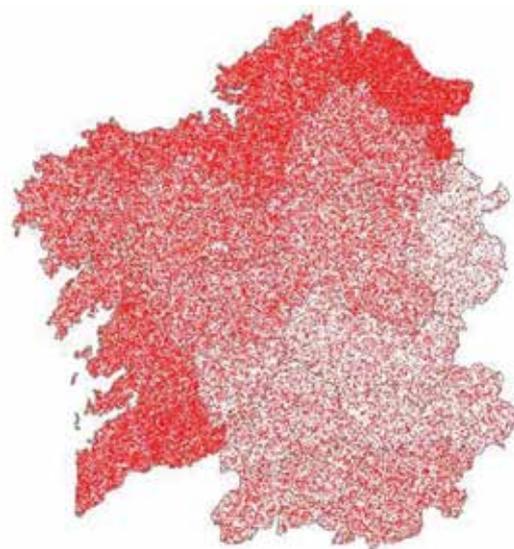


Figura 1. Cortas totales por provincia en el año 2016. Fuente: Mapama.

Además de este aprovechamiento maderero también cabe destacar la importancia de los productos forestales no madereros, como son el corcho, la resina, la trufa y hongos, castaña y piñón, además de los aprovechamientos agrícolas como frutales.

Si lo centramos en Galicia, lugar de servicio de la plataforma SmartWood en este momento, el volumen de cortas totales en el 2017 con destino industrial fueron 8.598.152 m<sup>3</sup> c.c., lo que ha supuesto un nuevo récord de las exportaciones gallegas de madera (principal salida de este tipo de producciones) y sus manufacturas, rebasándose los 800M€, teniendo como destino el 56% de las exportaciones de la Zona Euro. El número de empleos asociados es de 20.320 puestos de trabajo.

Si tenemos en cuenta la distribución de las cortas, se puede apreciar el elevado volumen (cada punto rojo representa una corta) así como su distribución, la cual se produce con mayor densidad en las zonas costeras frente a las zonas del interior y más rurales.



Cada punto (•) representa una corta de madera

Figura 2. Distribución de cortas de madera en el territorio gallego. Fuente: confemadera Galicia.

Esta distribución de las cortas o tala de madera se centra principalmente en seis zonas o distritos que agrupan el 71% de los aprovechamientos forestales de Galicia, según el informe de la Cadena Forestal-Madera de Galicia 2017 de Juan Picos. Los motivos de esta elevada diferencia en la distribución de la producción son varios, pero el principal es el alto abandono que se está produciendo en las zonas rurales de las propiedades agrícolas y forestales.

A pesar de los buenos números de los que goza el sector, nos encontramos que el 21% del territorio en España está desaprovechado, en Galicia concretamente nos encontramos que de los 2 millones de hectáreas que componen la superficie forestal, sobre un 30% de esta superficie forestal no está arbolada. Cuando nos ponemos a analizar la situación de Galicia nos encontramos con una serie de factores que ayudan a comprender mejor esta realidad.

Uno de los factores más importantes es el elevado número de propietarios forestales que no residen en los lugares donde se encuentran sus parcelas forestales. Este factor está motivado por el movimiento poblacional que se está produciendo de las zonas rurales, que están quedando con bajas densidades de población, a las zonas urbanas y costeras, razón que se puede apreciar en la siguiente figura.



Figura 3. Áreas escasamente pobladas de España en 2018. Fuente: Instituto de Investigación y Desarrollo Rural, Serranía Celtibérica.

Si comparamos estas zonas despobladas con las zonas donde existe una mayor riqueza arbórea que se muestran en la Figura 4, vemos cómo existe una gran coincidencia entre las zonas más despobladas y las zonas con menos riqueza forestal.

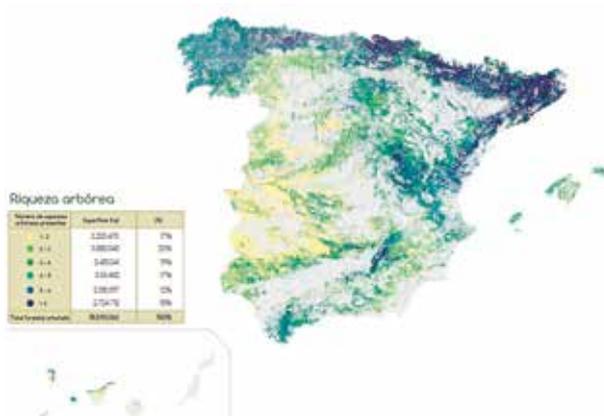


Figura 4. Zonas de riqueza arbórea.

Fuente: Mapas del Inventario Forestal Nacional (IFN).

¿Qué puede motivar esta coincidencia?, existen varios puntos:

1. El propietario forestal al no residir en las zonas de sus propiedades tiene que realizar un mayor esfuerzo, tanto en número de tareas como en coste económico, para poner en producción sus propiedades.
2. Por otro lado, y centrado más en Galicia, el elevado minifundio con propiedades de muy pequeña extensión y gran dispersión no hace sino agravar el punto anterior, debido a que se debe repetir el proceso de puesta en producción un mayor número, con el correspondiente aumento del esfuerzo.
3. La normativa forestal, que en muchos casos es omitida o desconocida para el propietario forestal, genera un rechazo a la hora de iniciar el proceso de puesta en producción de estas parcelas.

Estos tres factores, tanto de forma independiente como en conjunto, generan que estas propiedades no revistan el suficiente valor para sus propietarios como para ejecutar una producción en las mismas, siendo la opción de venta, la más escogida por muchos como único trabajo o acción realizada. No obstante, los precios de venta de estas parcelas no son muy altos, lo que motiva que no exista un gran movimiento de tierras que posibilite que otros agentes del sector accedan a esa superficie que queda en desuso.

Fruto de la unión de los tres puntos anteriores, se está generando un nuevo estado de estas parcelas que es el olvido de las mismas por parte de sus propietarios, los nuevos propietarios no conocen donde se encuentran sus parcelas o propiedades. Este factor se ve aumentado en Galicia y en España, fruto del cambio generacional que se está produciendo, en donde los abuelos residen en zonas rurales por ser las zonas donde realizaban su actividad productiva y los padres y nietos en las zonas urbanas, debido principalmente a la emigración. Esta diferencia de residencia generan que a la hora en que se produce el cambio de propiedad, los nuevos propietarios no realicen ninguna nueva producción porque no saben dónde se encuentran esas parcelas, lo que hace que con el paso de los años se acabe olvidando dicha propiedad.

Para contrarrestar estas situaciones surge SmartWood, un novedoso sistema de asesoramiento para propietarios forestales que apuesta por el

empleo de tecnologías como el Smartphone para comunicar el valor del sector forestal a los propietarios.

¿Por qué emplear el teléfono móvil o Smartphone en vez de otro canal? En los últimos años la penetración de esta tecnología en la población ha tenido un gran aumento. En España, según datos del estudio anual mobile marketing del año 2017 generado por iab.spain, el 97% de la población dispone de un Smartphone, lo que supone una cifra de 29,4 millones de usuarios.

De este mismo estudio se obtiene la métrica que indica que los mayores de 65 años hacen un uso diario menos intensivo que la media, pero este

uso se encuentra en torno al 64% frente al 81% de la media, un dato que indica que cada vez más el Smartphone es una herramienta comúnmente usada en el día a día de estas personas.

Si contrastamos el uso que se le atribuye a este medio se diferencian cuatro grandes bloques de actividades:

- Actividades sociales
- Actividades lúdicas
- Actividades consultivas
- Actividades funcionales

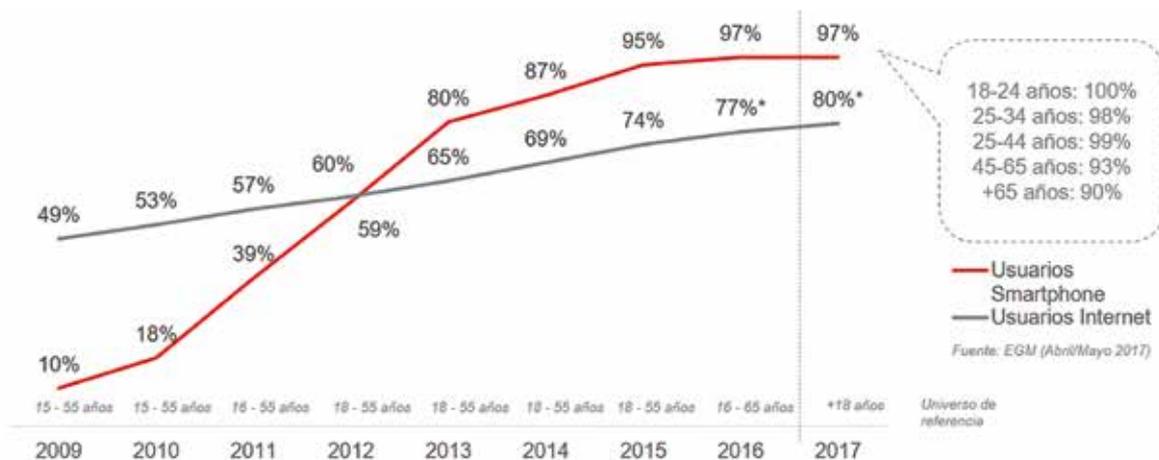


Figura 5. Evolución del Smartphone en el mercado. Fuente: EGM (Abril/Mayo 2017).



Estos dos últimos bloques de actividades (consultivas y funcionales) son los incorporan la consulta sobre productos o servicios y la compra de estos productos y servicios, por lo que se aprecia que cada día es más probable que el sector forestal, sea un sector más que entre dentro de este grupo y que utilice estas tecnologías como medio de uso.



Figura 6: Funcionalidad de especie permitida de la aplicación Smartwood. Elaboración propia

La primera información a la que tiene acceso el usuario es a saber qué puede plantar en su parcela. Como se comentaba anteriormente, la normativa en Galicia es bastante densa y es necesario un estudio profundo de la normativa para saber qué plantar en una parcela. En la *Figura 6* se puede ver un ejemplo de cómo se muestra esta información en la aplicación. Mostrando además la necesidad de dejar una distancia con las parcelas continuas, caminos y demás agentes del medio. Junto con esta información se aporta una información básica de las características culturales de todas las especies permitidas en esa parcela, unos datos básicos que puedan ya servir de base para descartar una plantación.

A partir de esta información se generan una serie de informes que permiten al propietario tomar la decisión de una forma más certera. El primero que se genera consiste en un informe de plantación en el que se dan los marcos de plantación más adecuados para la especie seleccionada, las distancias a dejar con las parcelas colindantes, el número de plantas aproximadas para esa parcela y las características de la especie a plantar, esto se muestra en la *Figura 7*. El segundo informe, que también se muestra en la *Figura 7*, indica la silvicultura que necesita esa plantación. Teniendo en cuenta todos los trabajos, mantenimientos, talas de formación, claras, etc, que permitan a la plantación tener un mayor valor añadido y a toda la cadena de valor posterior unos productos de mayor calidad. Por último, un informe económico que teniendo en cuenta los precios de mercado de

los últimos años, genera un informe económico de pérdidas y ganancias en el tiempo, permitiendo obtener una rentabilidad aproximada.



Figura 7. Informes personalizados

Una vez el usuario ya sabe qué hacer con su parcela y que plantación quiere llevar a cabo, si lo desea, se le pone en contacto con los agentes necesarios para realizar la plantación. Al igual que se le ofrece un servicio de custodia para tener su plantación controlada en el tiempo y recordarle cuándo necesita hacer cada mantenimiento. Además, como se citaba anteriormente, el bosque no solo es madera, por tanto, se tienen en cuenta tanto las plantaciones maderables, como frutales y posibles micorrizados de las diferentes especies.



Foto: Raquel Rodríguez Cereijo





## GEOTECNOLOGÍAS EN EL MEDIO NATURAL

---

D. Javier Blanco Martínez | Ingeniero de Montes / Coordinador Técnico de Tecnosylva

### ¿Qué son las geotecnologías?

### ¿Qué geotecnologías hay?

Lejos de plantear un ensayo (estilo lejano al objetivo de la jornada divulgativa del Día de los Bosques) sobre la definición del concepto *geotecnología*, se plantea dar una perspectiva empírica a este conjunto de técnicas para la obtención, análisis y explotación o representación de información geográfica.

Sin pretender analizar en estos párrafos los fundamentos básicos o conceptuales, en el uso de cualquier geotecnología sí debe tenerse en cuenta que todas ellas van a regirse por unos:

- Fundamentos técnicos
- Fundamentos científicos
- Fundamentos tecnológicos

que será necesario conocer para hacer un uso adecuado a las capacidades, potencialidades y limitaciones de cada técnica empleada.

Teniendo esto presente, se plantean dos líneas en este capítulo:

- Identificar y describir algunos casos de uso y aplicaciones de herramientas y técnicas.
- Dar ejemplos de implementación en el desarrollo de *geoaplicaciones*, es decir en aplicaciones informáticas basadas en datos geográficos, que realiza Tecnosylva.



## Algunas herramientas

### Teledetección satelital

En este apartado se aportarán algunos ejemplos del uso de escenas satelitales para el análisis espacial. Los procesos y algoritmos de análisis se basan en ciertas características. Entre otras:

- Captura de reflectancia de la superficie terrestre en un intervalo del espectro electromagnético más amplio que el visible para el ojo humano.
- Recurrencia temporal ya que, en función del satélite, cada cierto tiempo se contará con una nueva escena del mismo lugar.
- Precisión espacial ya que cada satélite cuenta con una diferente, lo que le hará adecuado para diferentes usos.

Son innumerables las aplicaciones de la teledetección en diferentes disciplinas (geología, urbanismo, meteorología...) pero se van a enumerar algunas utilidades dirigidas a la detección de cambios, usos del suelo o incendios forestales, que se consideran más afines a la temática de la jornada y la publicación.

La detección de cambios y evolución es una aplicación obvia debido a la recurrencia y periodicidad que ofrecen. Para comenzar, en la figura 1 se muestra la evolución a lo largo de un año de una misma zona (en California) del vigor vegetal, de la capacidad fotosintética. En definitiva del estado fenológico dentro de la rama de dinámica forestal:

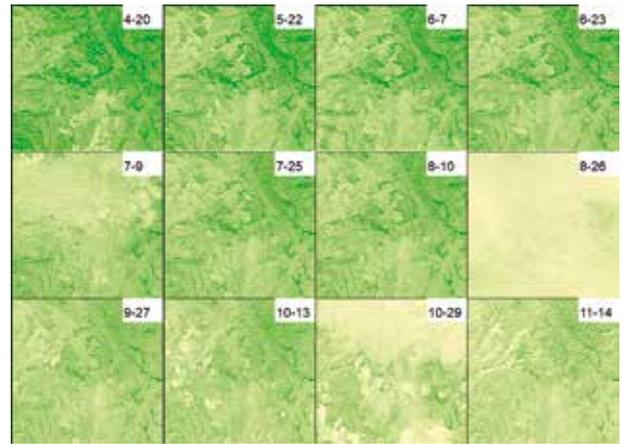


Figura 1. Representación de la dinámica forestal a partir del NDVI de escenas Landsat mediante una simbología visual (colores verdes indican actividad fenológica, colores amarillos, parón fenológico). Fechas en formato mes-día.

Al margen de estas diferencias visuales, la teledetección ambiental permite matemáticamente realizar ciertos cálculos, como los que tienen que ver con la severidad de los incendios: para esto se comparan (en el rango del infrarrojo) dos escenas, una anterior y otra posterior al incendio, dando un resultado único final en el que analizar el daño generado por el fuego en el terreno (Figura 2):

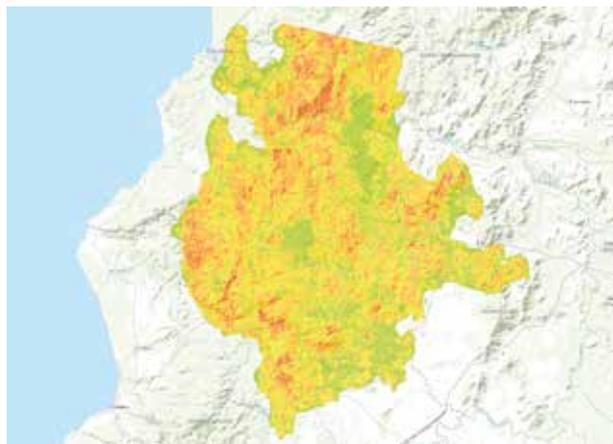


Figura 2. Severidad del incendio de Las Máquinas (Chile, enero-febrero de 2017).

En marrón las zonas con más severidad y verde las de menor severidad.

Como se ha comentado, son innumerables los usos de estas técnicas, simplemente es un ejemplo ligado a incendios forestales, temática que será el hilo conductor de este capítulo.

## LiDAR

LiDAR (Light Detection and Ranging) es otra tecnología de percepción remota (como la teledetección satelital) pero con grandes diferencias. El LiDAR es a la vez emisor, pues emite una luz pulsada polarizada, y receptor, pues mide la distancia de cada pulso entre el emisor y el objeto. Además, estos pulsos tienen permeabilidad en la cubierta vegetal, pudiendo rebotar varias veces contra diferentes partes de la vegetación. Todo el

conjunto de pulsos con todos sus rebotes compone la nube de puntos LiDAR.

Esto permite hacer un inmenso abanico de análisis estadísticos. Visualmente se muestra un ejemplo en la Figura 3.



Figura 3. Representación del último rebote (suelo a la izquierda de la auto-vía), y del primero (copas) a la derecha, de una nube de puntos LiDAR.

También en el caso de LiDAR las aplicaciones son innumerables: inundaciones, inventario forestal, urbanismo... En el caso de incendios forestales son la única fuente remota que aporta información sobre la estructura de la vegetación por su capacidad de penetración, lo que da una información realmente valiosa.

Con una visión transversal, es sencillo suponer, que la unión de teledetección satelital y el LiDAR cuenta con una potencialidad inmensa en multitud de aplicaciones. Pero para poder extraer esas capacidades, es necesario recurrir a técnicas como las mencionadas a continuación.



### Modelización espacial y generación de geoprocesos

Con esta denominación se pretende incluir todos los análisis estadísticos y algoritmos para la explotación de datos geográficos. Entre ellos, hay operaciones aritméticas, métodos estadísticos, relaciones de proximidad... Con todo se pueden generar resultados en un territorio amplio que de hacerlos manualmente supondrían un coste tanto temporal como monetario difícilmente asumible.

Nuevamente no se puede hacer una lista de herramientas aplicables. Así que se citarán dos ejemplos ligados a incendios forestales.

El primero de ellos es una modelización estadística para clasificar el territorio con el fin de generar una cartografía de usos del suelo, en este caso incendios forestales (Figura 4):



Figura 4. Cartografía de modelos de combustible usando LiDAR y escenas satelitales en Castilla-La Mancha.

El segundo, la obtención de elementos del relieve de interés para la criticidad de los incendios forestales. Para ello se realiza un conjunto de procesos espaciales (geoprocesos), que pueden definirse como pirogeomorfometría (Figura 5).

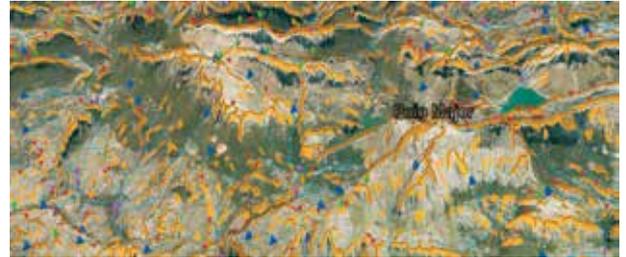


Figura 5. Pirogeomorfometría en Mallorca.

## Integración en aplicaciones informáticas

*Primero: ¿por qué este apartado? ¿Quién es Tecnosylva?*

En el apartado anterior se han expuesto algunas técnicas, pero sin contextualizarlas en la misión y visión de Tecnosylva.

Nace hace más de 20 años con el fin de integrar nuevas tecnologías en la gestión territorial y apoyo a las emergencias. Con este axioma vital, Tecnosylva cuenta con dos áreas productivas: una de ingeniería territorial y otra de desarrollo informático. Pero, con la visión empresarial, estas áreas no están aisladas, sino que una se alimenta de la otra. Por tanto, en el desarrollo de aplicaciones, se integran métodos como los mencionados anteriormente.

Fruto de ese método de trabajo, Tecnosylva cuenta con soluciones punteras en el apoyo a la toma de decisiones en emergencias que están implantadas no solo en España sino en otros países de Europa, y en lugares como Chile, Canadá y principalmente Estados Unidos, actualmente el principal destino de las soluciones.

A continuación se dan unas breves pinceladas de algunos de los productos y soluciones de Tecnosylva (Figura 6).



Figura 6. Suite de soluciones y productos de Tecnosylva para el apoyo de decisiones en la gestión de emergencias.



### *fiResponse*

fiResponse es un sistema de apoyo a las decisiones con opciones para el registro de incendios y despacho de medios, con un SIG integrado. Está destinado a las agencias con competencias en gestión de emergencias y en especial en extinción de incendios forestales. Además recoge datos de otros sistemas como meteorología, posicionamiento de medios, herramientas de análisis de datos...

Recoge y ofrece la información de todo el ciclo de los incidentes, cumpliendo diferentes funciones para los diferentes agentes y roles implicados en la gestión. Para ello, fiResponse cuenta con una aplicación de escritorio, una web y otra mobile, donde la información está disponible en tiempo real para las personas que la requieran (Figura 7).



Figura 7. Aplicaciones y usos de fiResponse.

### *Wildfire Analyst*

Es una aplicación focalizada la simulación operativa de incendios. Para ello debe poder asimilar datos en tiempo real y resolver modelos complejos con una alta eficiencia en tiempo. Con esto se busca que sea una fuente importante en la definición de tácticas y estrategias de ataque en las tareas de extinción de incendios (Figura 8).

Pero también puede ser empleado en planificación de la prevención (y demostrar su valor potencial), cálculo de tiempos de evacuación, formación, evaluación de decisiones o lecciones aprendidas, divulgación...



*Figura 8. Uso de Wildfire Analyst para la toma de decisiones en incendios de Noviembre 2016 en el área metropolitana de Santiago, Chile. Imagen extraída de un video facilitado por CONAF.*



### *Tactical Analyst*

*En el futuro los gestores, en el puesto de mando, serán capaces de ver la posición precisa de cada bombero, vía GPS, así como la propagación actual del incendio. También tendrán acceso a información sobre zonas seguras calculadas a las que los bomberos podrían ir y el tiempo necesario para que un bombero reciba atención médica!*

Esta afirmación de Tim Sexton (Director de Programas del Wildland Fire Management

Research Development & Application) en 2013 es precisamente lo que ofrece Tactical Analyst: mediante la asimilación de datos (geoposicionamiento, simulación de incendios, meteorología prevista) busca el cálculo de zonas seguras para definir el plan de operaciones con la mayor disminución de la incertidumbre posible (Figura 9).

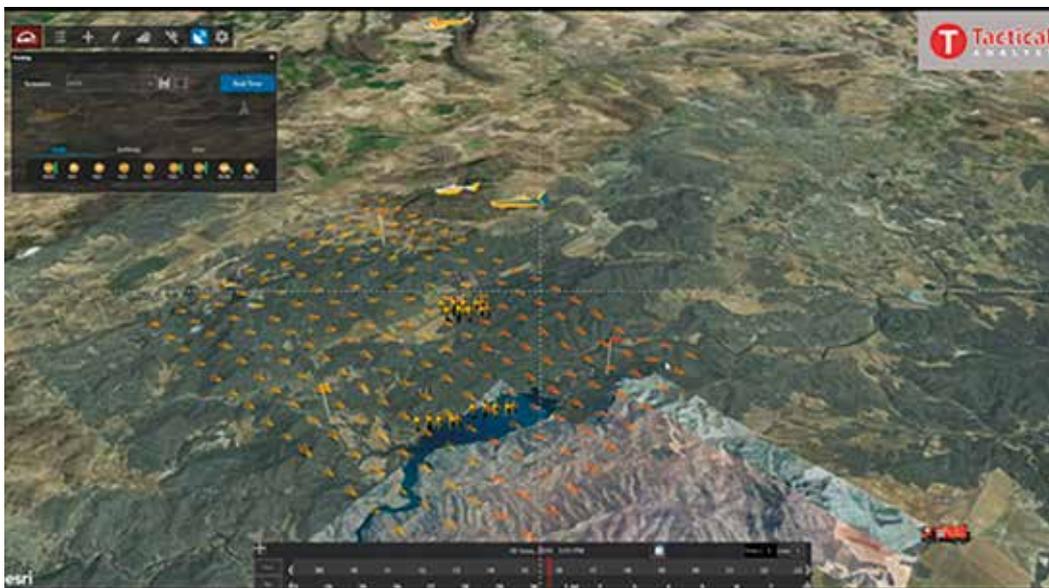


Figura 9. Interfaz de Tactical Analyst.

<sup>1</sup> A Technological Edge on Wildfires. New York Times (9 de Julio de 2013).



## Objetivo final

Para poner colofón a un texto con una estructura poco ortodoxa se concluye con lo que suele incluirse en los primeros párrafos: el objetivo.

No es otro que dar unas pinceladas sobre unas técnicas muy potentes con el fin de:

- Tratar de despertar la inquietud a aquellos que no las usan o no las conocen.
- Reforzar en su uso a los que las tengan presentes en su desempeño.

D. Javier Blanco Martínez · Ingeniero de Montes / Coordinador Técnico de Tecnosylva



Foto: Joaquín Lozano Suárez





## DIGITALIZACIÓN APLICADA EN LA GESTIÓN DE PRODUCTOS FORESTALES Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO NATURAL

---

D. Roberto Rubio Gutiérrez | Jefe del Área de Gestión Forestal y Recursos Naturales de la Fundación CESEFOR

El avance en las posibilidades tecnológicas desarrolladas supone una oportunidad para el sector forestal, el cual puede aprovechar estos avances para su desarrollo y adaptación a las necesidades de la sociedad.

La Fundación Centro de Servicios y Promoción Forestal y de su Industria de Castilla y León ha desarrollado diferentes aplicaciones con objeto de proporcionar soluciones a distintas soluciones del sector, en los ámbitos regional, nacional e incluso internacional.

Los principales ámbitos de conocimiento en los que se ha avanzado en los últimos años corresponden a la promoción, trazabilidad y comercialización de productos forestales en Castilla y León, entre los que se encuentran la caza, la micología o la pesca, así como software de gestión empresarial, equipos de trabajo descentralizados y sistemas de indicadores ambientales.

La actividad cinegética es una de las más importantes actividades que se realizan en el medio rural de Castilla y León, dadas las características de superficie y presencia de especies cinegéticas en la

región. Para ello, se han desarrollado, entre otras cuestiones, un portal para la realización de subastas de caza en las Red de Reservas Regionales de Caza de Castilla y León ([www.subastasdecaza.com](http://www.subastasdecaza.com)), estando en desarrollo otras oportunidades para la mejora de la gestión cinegética, como un sistema de oferta y demanda de cotos privados de caza.

Respecto a la micología, en la que Castilla y León es una de las regiones referentes en gestión de la regulación del recurso micológico, existe el portal [www.micocyl.es](http://www.micocyl.es) con sus servicios asociados de expedición de permisos para acotados micológicos y las aplicaciones que proporcionan servicios e información al recolector, sobre producciones, cartografía o servicios relacionados con la actividad. En este ámbito, se ha desarrollado la aplicación MicoQR [www.micoqr.com](http://www.micoqr.com) para la gestión de la compra-venta de setas para las empresas y su trazabilidad.



Figura 1. Aplicación MicoQR.

Esta línea de trabajo en trazabilidad y ayuda a la gestión de los aprovechamientos forestales de las empresas se ha abierto en 2019 al sector de la resina. Se ha desarrollado una aplicación integrada de gestión de la actividad resinera y sus agentes, ResinApp, en el marco del Interreg SUDOE Sustforest+.

Igualmente, se han desarrollado sistemas de análisis de datos e indicadores. Para ello, Cesefor ha llevado a cabo diferentes proyectos, como el proyecto Adaptecca ([www.adaptecca.es](http://www.adaptecca.es)) sobre el sistema nacional de adaptación al cambio climático de España, el observatorio pirenaico de Cambio Climático ([www.opcc.ctp.org](http://www.opcc.ctp.org)), el sistema de información de gases de efecto invernadero de Chile ([www.snichile.cl](http://www.snichile.cl)), así como sistemas de indicadores para inversiones en energías renovables de la Agencia Africana de la Energía del ECOWAS y los Atlas Virtuales de Energías Renovables en Angola o Mozambique.

Relacionados con la monitorización de datos y sensorica, existen diversas iniciativas como el proyecto Life+ Quick Urban Forest ([www.quickurbanforest.eu](http://www.quickurbanforest.eu)), el análisis y explotación con minería de datos de inspecciones de subvenciones de forestación de tierras agrícolas en Castilla y León, sistemas de detección de objetos y eventos inteligente en el medio natural o el sistema de gestión de especies invasoras (SISCEI) desarrollado por el proyecto Life+ Desmania.

Respecto al desarrollo de inventarios en Castilla y León, Cesefor proporciona a la JCyL asistencia técnica para el desarrollo de un sistema de información sobre pistas forestales, que dispondrá de gran utilidad para los gestores y usuarios del medio forestal, con aplicaciones de explotación, como un navegador forestal. Por otro lado, y relacionado con los incendios forestales, se han desarrollado en los últimos años diferentes iniciativas, como el sistema de control y gestión de emergencias y medios ([www.forcip.eu](http://www.forcip.eu)), aplicación de sensibilización sobre incendios y uso de áreas recreativas en la provincia de Soria o la aplicación móvil con un glosario de incendios forestales para facilitar la comunicación en incendios transnacionales, ésta última con el proyecto Mefisto ([www.https://www.mefistoforestfires.eu/](http://www.https://www.mefistoforestfires.eu/)).

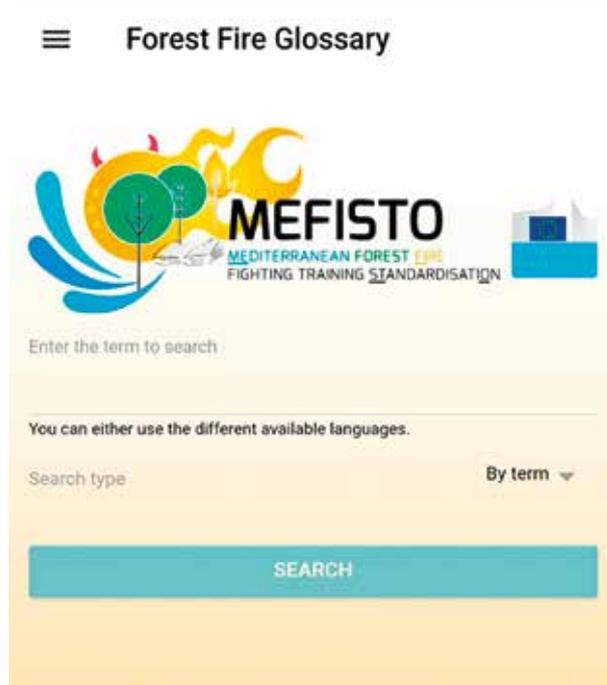


Figura 2. Aplicación Forest Fire Glossary (Mefisto).



## Tecnología al servicio de la conservación del medio natural

Los proyectos Life son la herramienta financiera de la UE para la conservación de hábitats y especies de interés comunitario y en los últimos años se ha desarrollado varios en Castilla y León que no han sido ajenos a incorporar innovaciones tecnológicas.

El proyecto Life+ Desmania para la conservación del desmán ibérico caracterizo más de 4.000 km de ríos en más de 700 estaciones de muestreo, lo

que generó la necesidad de desarrollar un gestor de información para el análisis y procesado de los resultados, en la que participaron más de 200 técnicos y agentes medioambientales de Castilla y León, que analizaron más de 100.000 datos con objeto de caracterizar el hábitat de la especie. En este mismo proyecto, el desarrollo de la aplicación SISCEI facilita la gestión de las actividades de control del visón americano y mediante un sistema de sensores, se permite el seguimiento de las capturas a tiempo real.

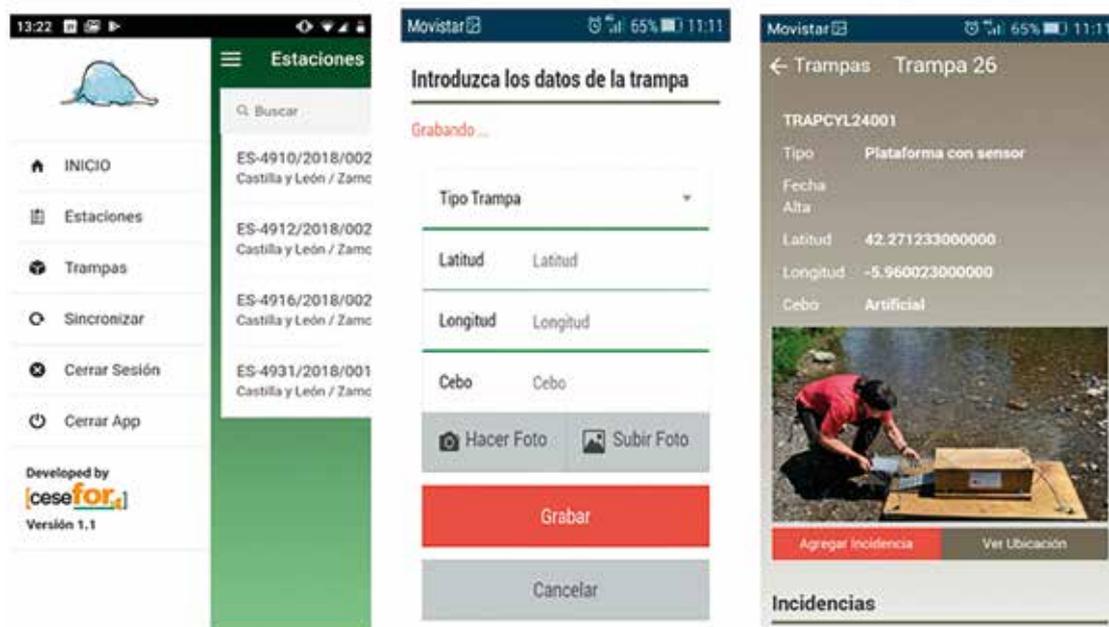


Figura 3. Aplicación SISCEI.

El proyecto *Life Baccata*, para la conservación del *Taxus baccata* en la cordillera cantábrica, debía gestionar gran cantidad de información para el genotipado de las poblaciones cantábricas de tejo,

la cual ha sido digitalizada desde el proceso de recogida de datos con objeto de facilitar su análisis y relación con los datos de laboratorio.

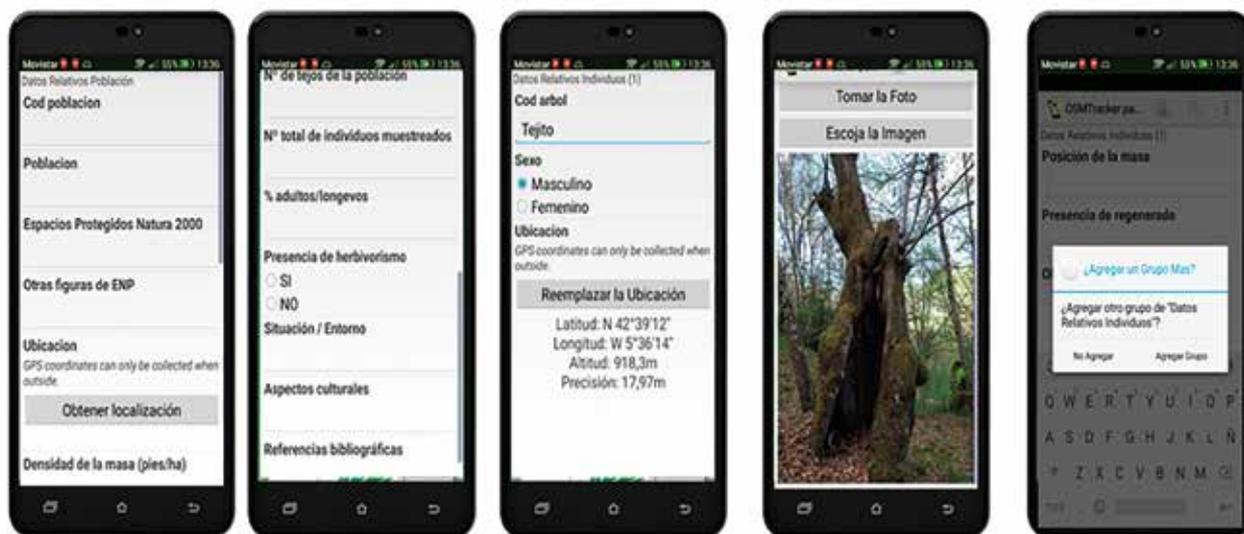


Figura 4. Aplicación Baccata.

D. Roberto Rubio Gutiérrez · Jefe del Área de Gestión Forestal y Recursos Naturales  
de la Fundación CESEFOR



Igualmente para la recogida de toma de datos en el control biológico del chancro (*Cryphonectria parasitica*) se ha desarrollado una aplicación de gestión de datos, con el objeto de facilitar el trabajo de campo y su posterior desarrollo en el laboratorio.

Finalmente, otras tecnologías ya implantadas en la gestión forestal como la teledetección multiespectral o hiperespectral y la tecnología LiDAR, tienen gran potencial de desarrollo de utilidades, más allá de la realización de inventarios forestales, lo cual debe ser explorado en el futuro.

Foto: EU, contains modified Copernicus Sentinel data 2020, processed with EO Browser Script Pierre Markuse. Processed by @eforestal



Encinedo



## TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN FORESTAL. EXPERIENCIAS COMO MIEMBRO DE COPERNICUS ACADEMY

D. Celso Javier Coco Megía | Ingeniero de Montes, profesor técnico-práctico en CEIFP de Almázcara y asociado al blog @eforestal

### Experiencias como miembro de



El **Día Internacional de los Bosques las Naciones Unidas de 2019** destaca la **educación** como un medio indispensable para aprender a amar el bosque, destacando la gestión sostenible de las zonas forestales y avanzar en la conservación de la biodiversidad.

Como profesor del Centro Integrado de FP de Almázcara dependiente de la Junta de Castilla y León, así como miembro de la *Copernicus Academy* del Programa de Copernicus de la Comisión Europea, nuestra intención es hacer llegar a los alumnos del Centro y los usuarios interesados, curiosidades, datos y conocimiento forestal.

Disponemos de un perfil en la red social Twitter que es seguido por más de 9.000 usuarios alcanzando en algún mes más de un 1 millón de visitas.



Figura 1. Vista del perfil de Twitter.

D. Celso Javier Coco Megía · Ingeniero de Montes, profesor técnico-práctico en CEIFF de Almazcara y asociado al blog @eforestal

Los mensajes en esta red son dirigidos a un público general y también a uno un poco más especializado. A continuación se muestran ejemplos de mensajes compartidos:

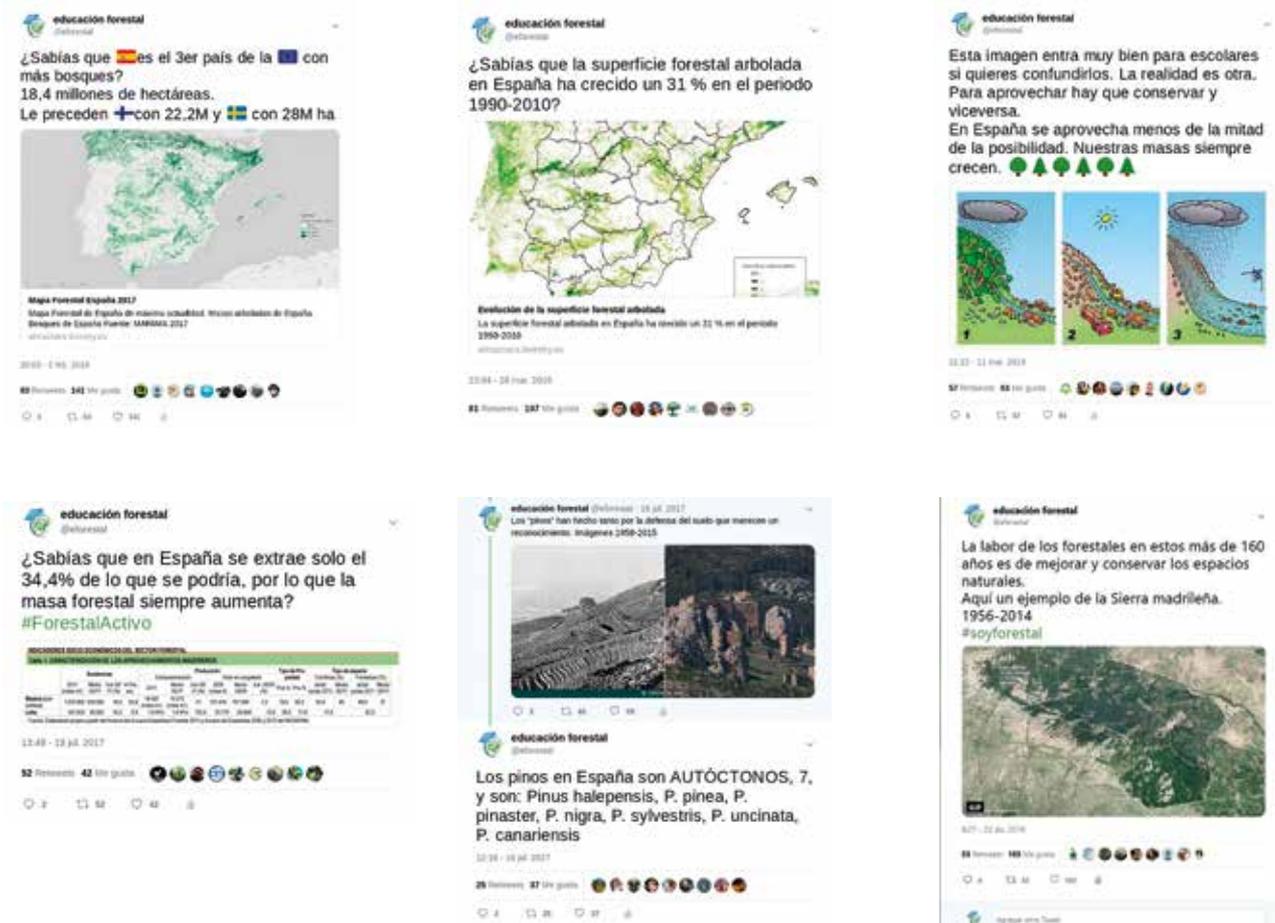


Figura 2. Ejemplo de mensajes compartidos en Twitter.

La realidad en España a veces es desconocida, por ejemplo cuando se dice que en España aumenta la superficie forestal, algunos se asombran. Este aumento es debido a las políticas repobladoras del último siglo y fundamentalmente por el abandono de la actividad agrícola y ganadera.

Aquí un ejemplo de cómo ha cambiado un monte en Madrid. En 1956 la superficie aparece despoblada, mientras que en 2014 se conserva una superficie arbolada densa:



Figura 3. Comparativa de la superficie arbolada en Madrid entre 1956 y 2014.

Además de información genérica, utilizamos la red para difundir lo que se puede hacer con los datos de la constelación de satélites Sentinel, concretamente aplicado a la evaluación de incendios forestales. Se trata de información gratuita, libre y abierta al acceso de cualquier usuario.

La siguiente imagen muestra el incendio que se produjo en agosto de 2017 en La Cabrera, León.

Mediante diferentes técnicas de evaluación de las imágenes que nos ofrece Sentinel-2 podemos realizar análisis de severidad de los incendios.

Las redes sociales pueden ser una herramienta educativa de especial trascendencia. En la que se puede enseñar la importancia de la gestión para así entender que se puede conservar aprovechando.

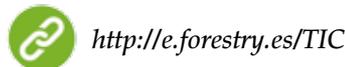




Figura 4. Imagen satélite multispectral Sentinel-2 de Copernicus del 02/09/2017.

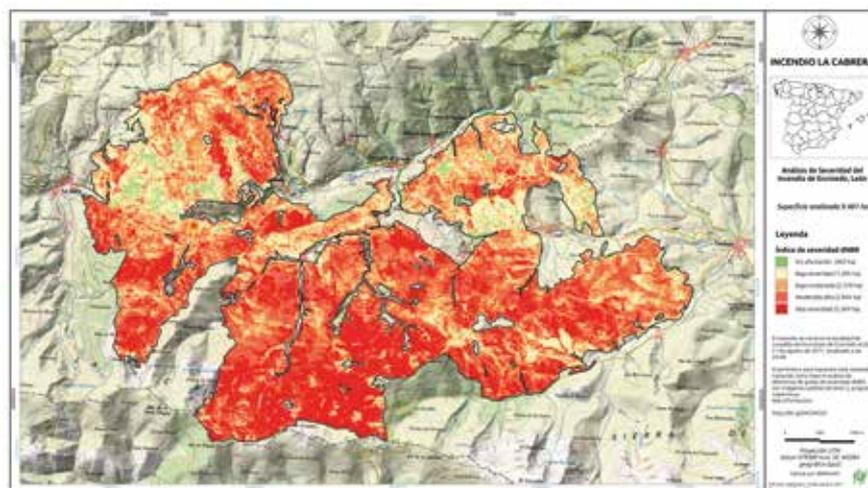
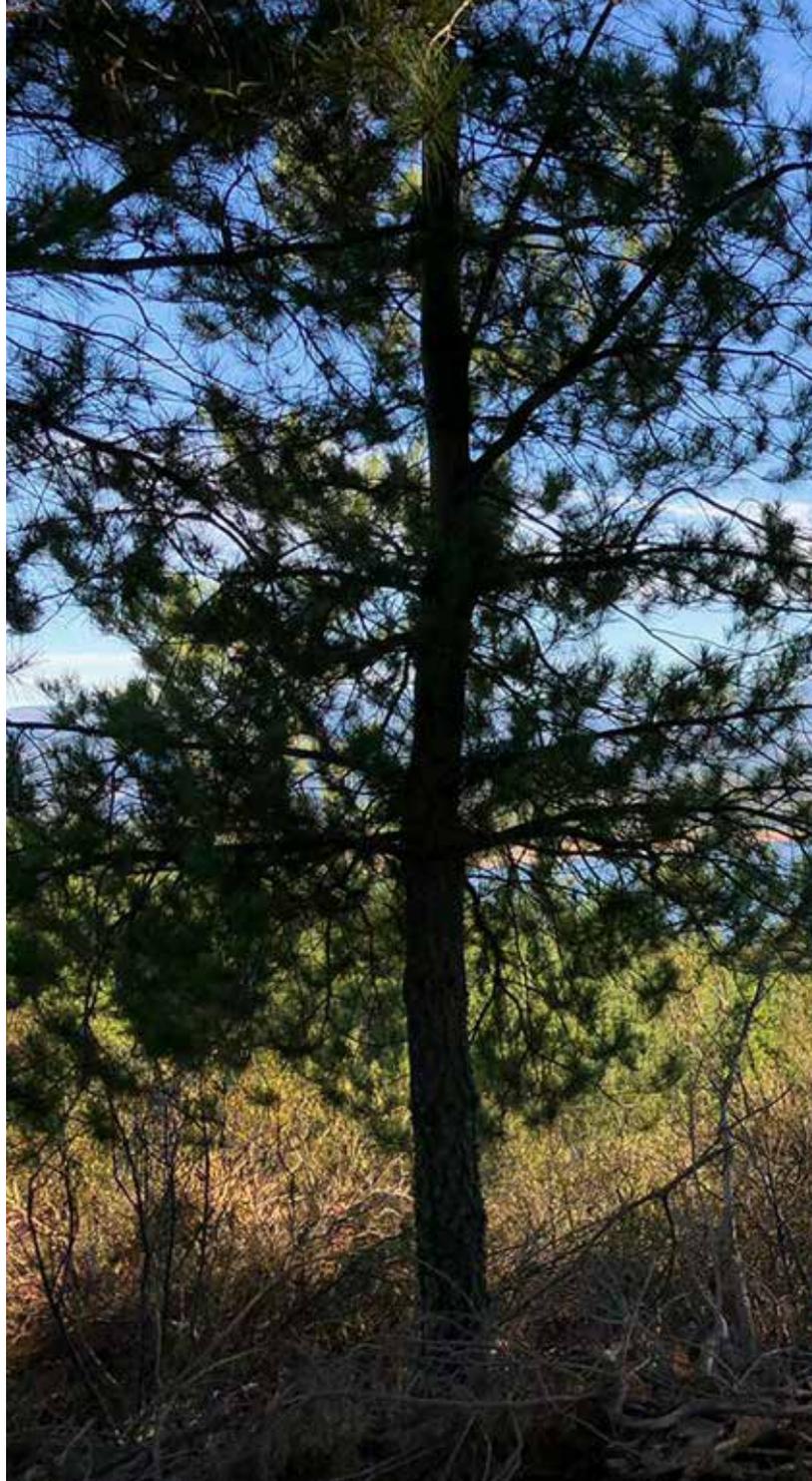


Figura 5. Imagen de graduación de severidad a partir de datos Sentinel-2 de Copernicus.

Foto: Patrick Córcoba Oliveira





## FOMENTO DEL USO DE PASARELAS Y PUENTES DE MADERA

---

D. Jesús Martín Fernández Brunelli | Ingeniero Técnico Forestal / Gerente y técnico de  
IDM Timber Engineering S.L.

### 1. OBJETIVOS

Mediante el presente resumen, se pretende mostrar las ventajas de utilizar madera en las infraestructuras de paso. También se busca valorizar el trabajo realizado en I + D, teniendo como resultado nuevas tecnologías, de eficacia ya demostrada.

Con todo ello, no solo se invita a profesionales del sector a conocer dichas tecnologías y a formarse en ellas, sino también mostrar a proyectistas y prescriptores las ventajas de utilizar madera estructural en ambientes exteriores.

El resumen se ha centrado en tres pilares fundamentales: situación del mercado, cuestiones tecnológicas y futuro de los puentes de madera.

En cuanto a la “tecnología y conocimiento actual” se incluyen los últimos avances en materia de puentes de madera en Europa y América del Norte. Se han identificado los “problemas tecnológicos” que se presentan. Para establecer una hoja de ruta, se han tenido en cuenta aspectos, como el diseño visual de puentes de madera, especies de madera, madera en combinación con otros materiales, durabilidad, mantenimiento, reemplazo rápido de puentes viejos o cubiertas de puentes, ventajas ambientales, uso

de madera modificada, durabilidad, vandalismo, cubiertas sobre puentes, puentes de carretera, uso de madera dura, uso de CLT, mercado y venta de puentes de madera prefabricados.



## 2. ANTECEDENTES

En países nórdicos, comenzaron a realizar diseños y fabricación de puentes de madera para el tráfico rodado hace unos 30 años. La cooperación entre universidad y empresa, ha sido clave en este comienzo. Sus resultados son que a día de hoy, hay empresas que realizan más de 50 puentes al año.

La fabricación y construcción de puentes de madera conlleva una compleja labor de ingeniería, no solo de la estructura de madera en sí, sino también en buscar la mejor combinación con otros materiales.

En los países nórdicos, incluso en el Norte de EEUU, el mercado, y especialmente la cultura y la gestión de la construcción de puentes de madera, son diferentes, y se encuentran ya integrados en la demanda de este tipo de infraestructuras. Si es cierto, que en cada continente, han avanzado por su cuenta y con soluciones tecnológicas un poco diferentes, pero con el mismo objetivo final.

En el Sur de Europa el cliente final todavía muestra cierta desconfianza, especialmente si hablamos de la durabilidad. En general, parece haber una incertidumbre con respecto al mantenimiento, la durabilidad a largo plazo y el diseño de detalles, a menudo vinculados a la falta de conocimiento.

En el norte, en países como Finlandia, Noruega y Suecia, la industria de la madera (aserraderos, empresas de fabricación de madera) es extremadamente importante. Es muy conocido que la industria de la madera puede generar trabajo

para muchas personas, además mediante el uso de más madera en las construcciones, se obtendrá un impacto positivo en el medio ambiente. Desarrollar y aplicar nuevos y mejores productos, les ayuda a mantener su posición en el mercado e incluso a ampliarlo.

### 3. EL MERCADO EN PAISES NÓRDICOS

En Suecia hay dos fabricantes de puentes de madera. Se construyen alrededor de 40-60 puentes por año, en su mayoría puentes peatonales y de bicicletas.

En Finlandia, la empresa mayoritaria de fabricación de puentes de madera, realiza unos 20 puentes al año.

En 2013, la Agencia de Transporte de Finlandia, tenía 14.784 puentes de tráfico rodado y peatonales, 637 o lo que es lo mismo el 4,4% de estos, son puentes de madera.

La mayoría de los puentes de madera finlandeses se construyeron en la década de 1970. Entre los años 1990 y 2000 se construyeron alrededor de 7 puentes por año. En general, en la década de los 90 la cantidad total de puentes construidos fue de aproximadamente 330 por año, ahora el número ha disminuido a 150-200 puentes anuales.

En Finlandia, las primeras palabras que se tienen en cuenta al mencionar los puentes de madera suelen

ser durabilidad, vida útil y mantenimiento. Y esos conceptos no se presentan de manera positiva. Los puentes de madera a menudo también se perciben como caros. Eso es en parte cierto, porque a menudo se construyen para ser iconos de referencia o como una obra de arte; cuando es así, la comparación de precios es difícil. Los puentes de madera suelen ser adquisiciones públicas y, a menudo, cuando se realiza la solicitud de ofertas, ya se ha decidido qué tipo de puente se realizará y qué material se utilizará. Si la madera no ha sido una opción al diseñarla, es muy diferente a la que posteriormente se elegirá como material de construcción principal.

Un plan a nivel nacional para cambiar esta situación es el proyecto de puente de madera, que el Ministerio de Empleo y Economía ha comenzado. El Programa Estratégico para el Sector Forestal y el Programa para la Construcción de Madera, con sus socios, ha comenzado con un proyecto nacional que se inició a principios de 2014. El objetivo del proyecto es reunir a diseñadores, clientes,



Figura 1. Ejemplo de puente en Finlandia. Fuente: Puiinfo.



constructores e investigadores, con ello se espera aumentar diez veces la cantidad de puentes de madera, respecto a la actualidad.

También se espera obtener mayores y mejores resultados de investigación en un futuro cercano, porque a principios de 2014 comenzó el proyecto internacional “Puente de Madera Durable”. Dicho proyecto forma parte del programa de investigación WoodWisdom-Net y su objetivo general en los próximos tres años es desarrollar puentes de madera duraderos con una vida útil técnica estimada.

En Noruega el número total de puentes de madera es de 190, de los cuales 80 son puentes de carretera y 110 peatonales, incluidos 25 puentes propiedad de municipios. Noruega tiene una larga tradición de construcción con madera y en los últimos años ha construido una serie de grandes puentes de madera.

Noruega tiene la condición de vida útil de 100 años sin mantenimiento y el requisito de carga de tráfico es el mismo para todos los puentes. Hasta ahora,

han utilizado protección estructural y química (Cu y tratamiento con creosota) para lograr el requisito de no necesitar un mantenimiento integral; actualmente está tratando de encontrar otras soluciones para cumplir los requisitos sin soluciones químicas.

Las ventajas de los puentes de madera son la arquitectura (nuevas posibilidades), a veces los puentes de madera son muy económicos y casi siempre respetuosos con el medio ambiente (bajo consumo de energía, bajas emisiones de CO<sub>2</sub>, y material renovable).

Suiza tiene una larga tradición de construcción y gestión de puentes de madera, hay una serie de oficinas de diseño que tienen formación para diseñarlos y su construcción a menudo se realiza a nivel local. Se utiliza una gran cantidad de tipos de puentes y se construyen tanto para el tráfico de peatones como para el tráfico de automóviles. El número total de puentes de madera es de 1.481.



Figura 2. Puente de Vihantasalmi. Fuente: Puiinfo.



### *Países Bajos y Alemania*

Los puentes de madera en estas zonas tienen una larga tradición y son muy populares, encajan bien en el paisaje o las ciudades y se consideran parte natural por estar hechos de material respetuoso con el medio ambiente. Una gran ventaja con los puentes de madera es el rápido tiempo de fabricación y montaje, ya que a menudo se entregan en piezas prefabricadas o piezas premontadas al sitio de construcción. Los puentes peatonales y de bicicletas dominan el mercado, pero también se fabrican puentes con tráfico completo. Los puentes están hechos de diferentes maderas, abeto, pino, alerce y madera dura africana.

Hay varios fabricantes importantes que se pueden clasificar como:

- Fabricantes de “solo” puentes de madera.
- Fabricantes de puentes de madera y otros tipos de estructuras de madera.
- Empresas de ingeniería con un fabricante o contratan a fabricantes de puentes de madera.

En los Países Bajos, aproximadamente el 50% de todos los puentes peatonales están hechos de madera y la vida útil se estima en al menos 25 años (sin trabajos de mantenimiento), por lo que el mercado de accesorios se ha convertido hoy en una parte importante del mercado de fábricas de puentes de madera. Es difícil estimar el tamaño del mercado de puentes de madera en los Países Bajos hoy en día, pero se sabe que hay al menos cuatro

fabricantes / proveedores y el fabricante más grande produce alrededor de 100-150 puentes por año. Se puede estimar que el mercado de nuevos puentes de madera aproximadamente es de unos 150 puentes de madera por año.

En Alemania, en general, los fabricantes suministran puentes hechos de madera dura africana, aunque también usan madera europea. El mercado consiste en 80-90% de puentes peatonales (dimensionados para 5 kN / m<sup>2</sup> según DIN FB101). Se están realizando importantes esfuerzos para reducir los impactos ambientales durante la construcción y también en la sustitución de protectores químicos.

En Gran Bretaña no es tan típico usar puentes de madera como los Países Bajos o Alemania. Sin embargo, la conciencia ambiental y el impacto ambiental es cada vez más importante para el cliente del Reino Unido. Los puentes de madera encajan bien en el paisaje o en ambientes urbanos, y se consideran materiales naturales y ecológicos. Los puentes para caminar y circular en bicicleta, tienen buena aceptación, en el caso de puentes para tráfico rodado, los clientes se muestran más escépticos.

La mayoría de los puentes peatonales y de vehículos ligeros en madera, son fabricados mayoritariamente por tres empresas que usan madera tropical o madera blanda tratada a presión aunque también hay algunos proveedores más pequeños. El ejército británico también está construyendo una serie de puentes con fines de entrenamiento.



La Universidad de Napier ha desarrollado soluciones de tacos para puentes durante varios años y ha construido alrededor de 160 puentes de este tipo en los últimos 4-5 años. Los puentes con clavijas se consideran una forma muy rentable de construir un puente peatonal, incluso para vehículos ligeros. La mayoría de los puentes han sido diseñados y fabricados por la Comisión Forestry para su propio uso.

En Reino Unido, no se ha encontrado un fabricante exclusivo de puentes de madera, sino más bien, fabricantes de estructuras de madera en general que también realizan puentes de madera o incluso los importan de Europa.

En España hay al menos dos fabricantes de puentes de madera. El mayor proveedor de madera construye y diseña unos 100 puentes por año, aunque en los últimos años debido a la crisis económica, solo construyen 10 puentes por año. Todos los puentes son peatonales y los clientes suelen ser Ayuntamientos, por tanto nivel local, por otro lado, los puentes de tráfico en madera no son relevantes hoy en día. No hay estadísticas sobre el número de puentes de madera en España. El gran problema, es que a menudo se compra por una parte y la operación de mantenimiento se maneja por otra parte e incluso, a menudo, no se realizan trabajos de mantenimiento.

#### 4. TECNOLOGÍA UTILIZADA EN PUENTES DE MADERA

##### Diseño de puentes de madera

La geometría y el tipo de diseño del puente de madera pueden variar mucho, de la misma manera que para los puentes de acero u hormigón. A menudo, la madera se considera un material de gran belleza y se puede obtener una impresión sólida, debido al hecho de que la madera es un material liviano en comparación con el acero y el hormigón. También es posible crear geometrías curvas o complicadas de una manera algo más simple y económica, utilizando madera en lugar de otros materiales. A la vez, también hay que tener en cuenta, que los mismos tipos de diseños que se usan para puentes de acero u hormigón, pueden usarse para puentes de madera.

##### Especies de madera

El pino o el abeto se usan principalmente en los países del norte, pero en otros países también se usan maderas duras más exóticas. La ventaja con las maderas duras es, sobre todo, una mayor durabilidad, pero a un mayor costo. Además, la impresión visual podría considerarse mejor utilizando un material de madera más oscuro. Es posible evitar la pintura y la impregnación con maderas duras pero por el contrario obtenemos estructuras más pesadas. Las maderas duras se pueden usar en las partes más vulnerables, como pueden ser entarimados o barandillas.

##### Durabilidad

El problema más crítico para los diseñadores y propietarios de puentes de madera, es probablemente la durabilidad y la necesidad de estimar la duración del puente. El uso de madera blanda no tratada y el objetivo de una larga vida significa que el diseño debe hacerse con sumo cuidado. Hay que tener en cuenta que el agua y la humedad que inevitablemente entran en contacto con la madera, deben secarse fácil y rápidamente. Para ello se debe definir el sistema de secado mediante el uso, por ejemplo, de sistemas de espacios abiertos o aireaciones. También se debe tener en cuenta en la fase de diseño que no se debe permitir que arbustos y tierra se acerquen a la madera. El uso de madera tratada (impregnada) reduce la necesidad de un buen diseño a prueba de agua, pero la impregnación se está convirtiendo en parte prohibida o indeseable en muchos países y los productos químicos que se les permite usar son cada vez menos eficientes en comparación con los tipos de productos químicos más antiguos. El uso de madera dura o madera modificada, también es una opción que aumenta la durabilidad pero a un costo mayor.

##### Uso de especies de madera locales

En algunos casos, los clientes del puente quieren que la materia prima sea tomada de los árboles cerca de su ubicación. Este deseo de usar los recursos lo más cercanos posibles a la ubicación del puente, puede ser una ventaja, y probablemente esté motivado por algunos pensamientos ambientales o emocionales sobre la reducción de transportes u otras razones



personales, o incluso el uso de especies que culturalmente se hayan utilizado durante mucho tiempo en la zona. Esto podría considerarse como una ventaja para la construcción de puentes de madera en comparación con los puentes hechos de otros materiales.

### Mantenimiento

En general, se requiere inspección y mantenimiento regulares para todo tipo de puentes y construcciones hechas por el hombre. Con cualquier material que se construya, para su funcionamiento y una larga vida útil, es necesario un plan de mantenimiento e inspecciones debido a que los puentes de madera pueden ser especialmente sensibles a la falta de mantenimiento. Los propietarios de los puentes son responsables del mantenimiento, pero a veces no lo saben, no lo toman en serio o no disponen de los recursos necesarios para realizarlo, lo que en algunos casos conducirá a un acortamiento de la vida. Como consecuencia, esto puede llevar a una mala reputación para los puentes de madera, ya que la madera es especialmente sensible a la humedad, radiación solar y el mantenimiento descuidado, inevitablemente conducirá a daños en la madera. Para el futuro de los puentes de madera, el tema de cómo asesorar mejor a los propietarios y de cómo planificar las inspecciones y el mantenimiento, es muy importante para poder fomentar el uso de puentes de madera.

### Reemplazo rápido de puentes viejos o cubiertas de puentes

Con puentes de madera prefabricados o cubiertas de puentes, es posible un reemplazo rápido y fácil, por ejemplo, en vías de tren las cubiertas de puentes viejas hechas de cualquier material pueden, en casos especiales, ser reemplazadas en un par de horas por una nueva cubierta de madera sin mucha perturbación del tráfico ferroviario. Esta es una ventaja competitiva de los puentes de madera en comparación con los puentes de acero y hormigón, que superan con creces el peso liviano de los puentes de madera. También existe la posibilidad de prefabricar, transportar y erigir fácilmente la totalidad o parte de un puente o cubierta. Las cubiertas de puentes de hormigón o acero viejas también se pueden reemplazar de esta manera con cubiertas de puentes de madera.

### El puente de madera como icono constructivo

A veces se diseña un puente con un diseño especial, para que sea un punto de referencia. Esto no supone grandes dificultades para puentes de madera y la posibilidad de crear nuevos diseños es, la mayoría de las veces muy fácil. Con madera laminada se consiguen fabricar formas muy complicadas y se pueden prefabricar volúmenes muy sólidos, probablemente a un costo relativamente bajo en comparación con otros materiales.



### Ventajas medioambientales

La madera es un material biológico y natural que posee grandes ventajas medioambientales en comparación con otros materiales artificiales como el hormigón y el acero, en lo que respecta al consumo de energía para la fabricación. La huella del carbono generada para la fabricación y durante la vida útil de un puente de madera, puede ser muy bajas respecto a los puentes hechos de otros materiales y esto es también una virtud medioambiental de los puentes de madera.

### Impregnación

La creosota es quizás el mejor producto químico para la impregnación, pero su uso está cada vez más restringido en muchos países, de hecho está prohibido en la UE desde el 30 de Junio de 2003. Otros productos químicos como por ejemplo, con un contenido de cobre, están permitidos para la impregnación, pero normalmente no son tan efectivos como la creosota. La impregnación requiere madera de pino porque el abeto no puede impregnarse debido a la característica de las células cerradas. La utilización de madera impregnada para las partes externas, más vulnerables de un puente, podría ser beneficioso en muchos casos. El uso de madera dura reduce o elimina la necesidad de impregnación. Pero en cambio, el coste de la impregnación es relativamente bajo en comparación con el uso de maderas duras o madera modificada.

### Vida útil de un puente de madera

Definir una vida útil de 25, 40 u 80 años puede ser el requisito para proyectar un puente, aunque también se construyen puentes temporales con una vida mucho más corta. Una larga vida útil, requerirá un diseño cuidadoso de detalles tales como juntas y pilares para evitar la absorción de agua y humedad, y facilitar el secado rápido de la madera húmeda, la inspección regular, el mantenimiento y si es necesario, la reparación, son en general esenciales para lograr una larga vida útil. En general, la larga vida de los puentes de madera no es un problema, si estos problemas se abordan adecuadamente y existen ejemplos de vidas de puentes de madera de muchos cientos de años.

### Vandalismo

La madera en cierta medida es sensible al fuego, aunque en este terreno, con un buen diseño supera por ejemplo al metal. Existen ejemplos de vandalismo o intentos de destruir puentes de madera. En algunos países, este miedo es una realidad y una desventaja para los puentes de madera. Hay ejemplos de puentes de madera equipados con detectores de llama y fuego directamente conectados a la policía y al departamento de bomberos. También existen riesgos de incendios accidentales debido a incendios en el paisaje circundante. A día de hoy, se pueden dimensionar y proteger frente al fuego.



### Diseño con protección contra pudrición incorporada

La absorción de agua y humedad en los puntos de unión y conectores puede significar que la madera pueda sufrir pudrición en dichos puntos, esto sucede si el agua entra en la madera y no puede secarse. La madera en general puede soportar la absorción de agua si se deja secar en un periodo corto de tiempo, pero si el agua queda depositada, la podredumbre aparecerá eventualmente. La solución a este problema es diseñar de una manera que permita que el agua se seque, utilizando un diseño abierto y aireado o cubrir las partes expuestas con placas de metálicas inoxidable. También se puede utilizar madera con tratamientos en profundidad o madera dura en lugares vulnerables.

### Puentes con cubierta

Los viejos puentes cubiertos se han utilizado desde hace mucho tiempo, principalmente en Estados Unidos, Suiza, Austria y Alemania. Un techo significa que la madera está cubierta y protegida del agua y la nieve, con todas las ventajas que esto significa. En los diseños recientes de puentes de madera raramente se usa cubierta, pero es una virtud que una cubierta, pueda ser muy ventajosa desde muchos puntos de vista. A día de hoy puede ser una muy buena solución para la seguridad de los usuarios, que puede usarse también para puentes de carretera grandes. La cubierta y las paredes pueden construirse sobre los elementos estructurales, a un costo relativamente bajo y estar diseñados para dar una impresión estética agradable y hermosa. El inconveniente puede ser el aumento de las cargas de viento que pueden ser difíciles de manejar.

### Puentes de tráfico rodado

La mayoría de los puentes de madera se utilizan para peatones y situaciones de baja carga. Sin embargo, no es un problema construir puentes de carretera y estos puentes se han construido y se construyen hoy en día. Los puentes de madera, no solo, pueden ser económicamente competitivos en comparación con el acero y el concreto para ciertas longitudes de tramo, sino también por otras razones, por ejemplo, por facilidad y tiempo de montaje, por ser estructuras ligeras o aspectos ambientales. Los motivos para no elegir la madera como material principal del puente pueden ser la falta de confianza en la durabilidad o simplemente las tradiciones y la experiencia que resultan en el uso de hormigón y acero como materiales de construcción. Se estima claramente que la madera puede aumentar su participación en el mercado de puentes de carretera.

### CLT

El panel CLT a veces se usa en puentes aunque existe cierta incertidumbre en el rendimiento de este material en situaciones cambiantes de humedad. La ventaja son las propiedades mecánicas del material, que son rígidas y fuertes, y más bien “isotrópicas”, ya que hay una mezcla de direcciones de fibra en diferentes capas. También se pueden producir volúmenes muy sólidos y gruesos de madera que pueden encontrar su uso en puentes. ¿Quizás sea el material para el futuro?



### Puentes prefabricados de madera

Los puentes de madera se pueden fabricar y transportar por módulos, las partes que se incluyen en la entrega de un puente pueden ser solo la cubierta del puente, incluso otras partes de la estructura de madera sin los estribos de hormigón o incluso el puente en su conjunto con estribos. Se puede diseñar y adaptar los módulos o partes del puente a los medios de transporte posibles. Esto es una ventaja clara frente a otros materiales, por ejemplo, en puentes de ferrocarril o en sendas peatonales de difícil acceso, donde la madera es más fácil de transportar por su ligereza y facilidad de ensamblar in situ.

## 5 ALGUNOS MOTIVOS PARA USAR MADERA

### Funcionales

- Material duradero, con las nuevas tecnologías aplicadas a los tratamientos de la madera, los procesos de impregnación periférica (sobre todo la inmersión rápida) y los procesos de impregnación profunda por autoclave vacío y presión, se obtienen unos niveles de penetración suficientes, que conservan las propiedades de la madera, pudiendo renovarse con un simple proceso de mantenimiento.
- Material reutilizable, recuperable y reciclable, procedente de fuentes de suministro sostenible, atractivo y técnicamente avanzado.
- Debido a su estructura celular la madera es un excelente aislante térmico evitando cambios bruscos de temperatura, reduciendo así las necesidades de calentar o enfriar el ambiente. Mantiene un equilibrio higroscópico con el medio debido a su estructura porosa.
- Buen aislante acústico, debido a su composición en lignina y celulosa absorbe una parte importante de la energía de las ondas que recibe, con la consiguiente reducción de la polución acústica y fenómenos, como por ejemplo la reverberación.
- El uso de la madera está ligado a la eficiencia energética. Los productos de madera son muy competentes respecto a niveles de pérdida de energía, principalmente calorífica, ya que la madera resulta el material aislante por naturaleza,



cuya estructura interna porosa y llena de aire supone el mejor aislante térmico y acústico.

- Al ahorro energético que implica el uso de la madera, hay que añadir el ahorro que supone el reciclado de todos sus componentes una vez acabado su ciclo de vida útil
- Beneficiosa para la salud ya que aporta un confort subjetivo; sería buena idea poner como un hipervínculo que nos llevara al estudio de madera y salud
- Adaptabilidad, breve tiempo de montaje.
- Estabilidad estructural. Con los nuevos sistemas de anclajes, a día de hoy se pueden realizar estructuras de madera de comportamiento estático, frente a otros materiales.
- Mejor resistencia frente al fuego que otros materiales, debido a su baja conductividad térmica
- Recurso histórico más natural y estético. Recurso autóctono. En nuestro país poseemos grandes superficies forestales, con madera de calidad, y gestionados de manera controlada totalmente legal.

### Ambientales

- La madera es el único material capaz de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, por lo que desempeña un papel crucial en la lucha contra el cambio climático
- La madera consume menos energía en su transformación y produce menos impactos que otros materiales a lo largo de todo el ciclo de vida del producto.
- La madera es un sumidero neto de CO<sub>2</sub> mientras los productos y estructuras construidos con ella mantengan su vida operativa.
- Prácticamente no hay desperdicio durante los procesos de manufacturación de la madera y se trata de procesos sencillos y limpios.
- La madera es un recurso natural, abundante y renovable cuyo consumo favorece la explotación forestal local y la protección medioambiental.
- Con la gestión forestal sostenible la industria de transformación ve garantizado el suministro de su materia prima en el futuro; además, fortalece el sentido de responsabilidad social y ambiental.
- El consumo de los productos de madera facilita el cumplimiento de los compromisos del protocolo de Kyoto.



### Económicas y sociales

- El sector de la madera y el mueble registra 36.781 empresas y ocupa a 212.900 trabajadores.
- Las empresas que componen el sector son fundamentalmente PYMES.
- El uso de madera de especies autóctonas promueve el fortalecimiento de la industria local y el desarrollo rural.

## 6. CONCLUSIONES

- Los puentes de madera son una excelente opción, para dar un valor “añadido” a la madera.
- Las necesidades de reemplazo de puentes aumentan anualmente, especialmente en carreteras secundarias.
- Existen numerosos diseños y tipologías de puentes de madera, de eficacia ya probada.
- La aceptación de puentes de madera se puede aumentar aún más a través de la formación y la transferencia de tecnología.
- La investigación continuar desarrollándose y demostrando nuevos sistemas de puentes, materiales y tecnologías.
- ¡El futuro es potencialmente brillante!

## BIBLIOGRAFÍA:

- <https://www.puuinfo.fi/>
- Parikka H.; Timber Bridges – Life Cycle Assessment, What has been studied in Finland
- Cluster Wooden Bridges

D. Jesús Martín Fernández Brunelli · Ingeniero Técnico Forestal / Gerente y técnico de  
IDM Timber Engineering S.L.



Foto: Angélica Fernández García





## LOGRANDO LA SOSTENIBILIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE PELLET

---

D<sup>o</sup>. Beatriz Román del Valle | Ingeniero Técnico Forestal / Responsable de Calidad en Biovegamasas S.L.U.

### Resumen

Los pellets de madera son un combustible renovable, elaborado a partir de madera de fuste y subproductos de aserradero con gran demanda en la actualidad. La calidad del material está definida por la normativa ENplus que determina desde las materias primas a emplear hasta su distribución y entrega a cliente final, con el fin de mantener las características del producto. Su elevado consumo ha puesto en duda la sostenibilidad ecológica del pellet como combustible, a causa de las grandes críticas de ambientalistas y del lobby gasístico-petrolero. Sin embargo, este hecho desencadenó una serie de certificaciones que garantizan la sostenibilidad de la materia prima que se emplea en la fabricación de pellets. Para corroborar el hecho de que la producción de pellets es sostenible, destaca el caso de la empresa Biovegamasas, que emplea materias primas certificadas, cuenta con una tecnología de vanguardia para realizar todo el proceso productivo, mantiene la calidad constante de su producto y se compromete día a día con el medio ambiente.

### 1. Estado del arte

#### *1.1.-El combustible*

Los pellets de madera son un combustible renovable elaborado a partir de subproductos de aserradero. En su elaboración, la lignina de la madera actúa como aglomerante, facilitando su densificado. Esta compactación de la madera ha permitido al pellet convertirse en el producto estrella de la biomasa, ya que requiere menores espacios de almacenamiento y transporte, produce mayor cantidad de calor en su combustión y genera menos cenizas que otros tipos de biomasa.

Los pellets de madera se emplean tanto en sistemas de combustión industriales como para uso doméstico, y pueden elaborarse de cualquier tipo de materia prima. Sin embargo, su empleo en calefacción provocó una necesidad de calidad consistente del producto, lo cual derivó en la creación de un sistema de certificación de calidad con una serie de estándares que cubren toda la cadena de suministro. El sistema de certificación más conocido y arraigado en la sociedad actual, es el ENplus, que abarca tanto a productores como a comercializadores de pellets. En él se



describen todos los requisitos y características que deben cumplir los pellets en función de su calidad, abarcando desde los tipos de materias primas que se pueden emplear hasta los parámetros que definen la entrega a consumidor final, pasando por las características de los mismos y definiendo los requisitos técnicos de su producción y comercialización.

### 1.2.-Materias primas

Entre los requisitos de la elaboración de pellets, destaca la materia prima que se debe emplear, la cual está definida por la normativa ISO 17225-2 2014 *Biocombustibles sólidos. Especificaciones y clases de combustibles. Parte 2: Clases de pellets de madera*. Sin embargo, el sistema ENplus se desvía de la misma, siendo más restrictivo, ya que no permite el uso de madera tratada químicamente ni madera procedente de demolición.

La siguiente tabla muestra las tres clases de calidad de los pellets de madera ENplus, siendo ENplus A1, la clase más destacada, ya que representa el 99% del consumo nacional de calefacción para uso doméstico. Para la elaboración de dicha clase únicamente está permitido emplear la madera procedente de fuste y residuos y subproductos de aserradero que no estén tratados químicamente.

ENplus A1	ENplus A2	ENplus B
1.1.3 Fuste (puede estar tratada externamente con protectores contra el ataque de insectos)	1.1.1 Árboles completos sin raíces	1.1 Biomasa leñosa, procedente del monte, plantación y otra madera virgen.
1.2.1 Residuos y subproductos de madera no tratada químicamente	1.1.3 Fuste	1.2.1 Residuos y subproductos de madera no tratada químicamente
	1.1.4 Residuos de corta	1.3.1 Madera usada no tratada químicamente (excluida la madera de demolición)
	1.2.1 Residuos y subproductos de madera no tratada químicamente	

Tabla 1. Materia prima que se emplea para los distintos tipos de calidad de pellets de madera ENplus

#### a) Madera de fuste

La madera empleada en la producción de pellets procedente principalmente de coníferas, y se obtiene a partir de primeras claras y entresacas realizadas en aprovechamientos forestales, con árboles que apenas superan los 20 cm de diámetro. Esta madera no tiene cabida en la industria de los aserraderos, salvo en la creación de tableros de contrachapados, y principalmente compite con la industria de los postes, sin embargo, los fustes empleados para ello, requieren determinadas características de rectitud y longitud que no todas las masas forestales la tienen. Hasta nuestros tiempos, esta madera apenas tenía cabida en los mercados debido a su baja

demanda, por lo que las principales gestoras de aprovechamientos forestales han evitado su puesta en el mercado, causando un envejecimiento de las masas acompañado de una bajada de su rendimiento maderero, lo cual se traduce en masas forestales de avanzada edad y escasa productividad. Una buena gestión de masas forestales con primeras claras a tiempo, mejora la capacidad productiva del monte obteniendo madera de sierra de alta calidad en su turno final.

Sin embargo, a nivel europeo, el empleo de esta madera de fuste en la producción de pellet y de otros tipos de biomasa, como son las astillas y briquetas, ha generado grandes críticas a causa de las presiones ambientalistas y al lobby gasístico y petrolero que han puesto en duda la sostenibilidad de la biomasa como combustible. La biomasa, se considera que tiene un balance neutro en emisiones de CO<sub>2</sub> debido a que su combustión no contribuye al aumento del efecto invernadero, ya que el carbono liberado en la combustión es el mismo que el absorbido y liberado continuamente por las masas forestales durante su crecimiento. Estas presiones ambientalistas han puesto en duda el balance neutro de la biomasa, sin embargo los grandes consumidores de biomasa han tomado cartas en el asunto y han puesto en marcha un Programa de Biomasa Sostenible (SBP) que desarrolla un sistema de certificación que cubre toda la cadena de suministro, desde el bosque hasta el consumidor final, con el objetivo de cumplir los requisitos legales, normativos y de sostenibilidad definidos por la Unión Europea. Además, Reino Unido ha establecido una Lista de Productores

de Biomasa (BLS) que cumplen con los requisitos de sostenibilidad y legalidad de sus combustibles para abastecer a los grandes consumidores de co-firing. Así, estos dos programas europeos han permitido apagar las críticas ambientalistas sobre la sostenibilidad de los combustibles de biomasa.

#### *b) Subproductos de la industria de la madera no tratados químicamente*

Además de la madera de fuste, se emplean “residuos” de la industria de primera transformación. Sin embargo, estos residuos han alcanzado un gran valor y demanda en el mercado, por lo que debemos denominarlos subproductos, ya que generan grandes beneficios a la industria de la madera. Tanto fabricantes de pellets como industrias del tablero, ven en ellos una gran oportunidad. Por ello, las industrias de primera transformación de la madera han empezado a valorarlos y a manejarlos con sumo cuidado para evitar su contaminación. Hoy en día, estos subproductos se han convertido en un producto que aumenta los ingresos de dichas industrias y, que, si no existiera la actual demanda, entrarían en pérdidas debido a su costosa gestión como residuo. Por ello, cuanto más competitiva sea la industria de la primera transformación y más demanda exista de sus productos, habrá más subproductos disponibles para los fabricantes de pellets, los cuales demandarán menos madera de fuste.



### 1.3.-Compromiso con la sostenibilidad

Para garantizar un compromiso con la sostenibilidad de las materias primas empleadas en la producción de pellets es necesario emplear materias primas de calidad y origen certificado, como son aquellas certificadas con los programas FSC y PEFC que garantizan un compromiso sostenible de gestión de aprovechamientos forestales y de cadena de custodia de sus productos.

En España, la certificación forestal ha crecido en los últimos años, alcanzando en la actualidad más del 7% de la superficie forestal nacional, repartidas en más de 300.000 ha certificadas con el sistema FSC y más de 2 millones de hectáreas con PEFC, destacando las comunidades autónomas de Andalucía, Galicia y Castilla y León, siendo ésta última la comunidad con mayor superficie forestal certificada PEFC de la nación. A su vez, debemos destacar dentro de la Comunidad, la provincia de León, que cuenta con un 19 % de superficie forestal certificada, principalmente se corresponde con masas forestales de pinares, y cuya gestión recae en más de un 95 % en las administraciones públicas, tal y como se aprecia en el gráfico 1.



Gráfico 1. Distribución de la propiedad forestal certificada PEFC en la provincia de León.

### 1.4.-Flujo de energía y nutrientes

Una buena gestión de las masas forestales junto con el empleo de materia prima de calidad y con certificación forestal y/o de cadena de custodia permite obtener una producción de pellets sostenible, que garantice la estabilidad del medio ambiente y permita proporcionar los recursos necesarios para la sociedad actual.

Tal y como se aprecia en el gráfico 2, observamos que los seres humanos, somos una pieza más del ecosistema, y que estamos en lo alto de la pirámide, por lo que para adquirir nuestros recursos energéticos de biomasa tenemos que hacer mucho esfuerzo para llegar a ellos, sin embargo, para conseguirlos no pasamos por encima de nadie, lo

cual se traduce en el cumplimiento del principio de sostenibilidad. El esfuerzo que realizamos no desestabiliza el sector, ya que, por cada 1.000 kg de recurso, nosotros tan sólo aprovechamos 1 kg, es decir empleamos un 1x1000 del recurso del sector primario.

Por lo tanto, podemos concluir que como productores de biomasa nos es muy difícil alcanzar el recurso, pero que ni desestabilizamos el sector primario ni entramos en competencia con otros sectores, lo cual garantiza la sostenibilidad y nuestro futuro en el empleo de la biomasa como combustible. Por ello, cabe destacar como ejemplo en producción sostenible: Biovegamasas.

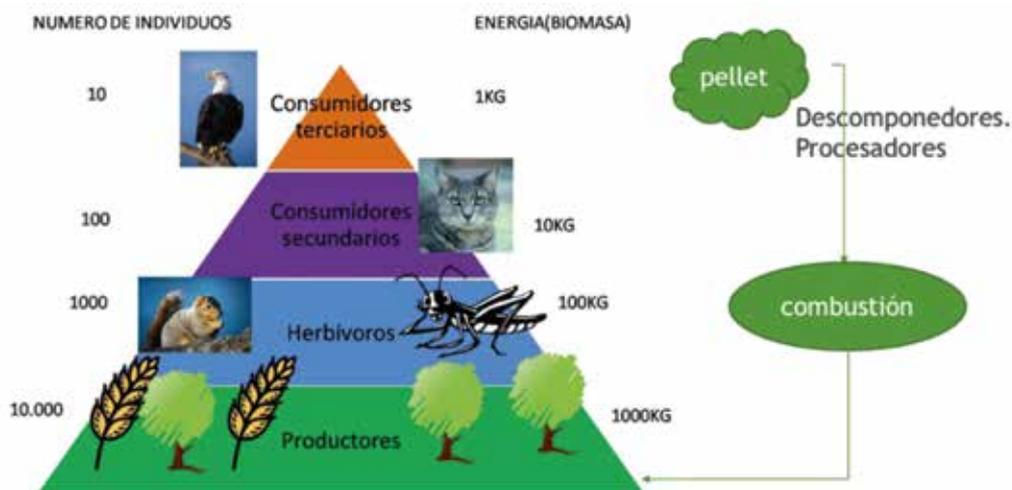


Gráfico 2. Pirámide de energía y nutrientes. (Fuente: Danie 1996. Pirámide alimenticia).



## 2. Ejemplo práctico: Biovegamasa



*Imagen 1. Fábrica de pellets Biovegamasa.*

Biovegamasa es una fábrica de pellets ubicada en la localidad de Vegaquemada, provincia de León. Nació en el año 2014 con el fin de fomentar el empleo en la zona rural en la que se asienta y gestionar de forma sostenible y ordenada los bosques de la comarca, debido a la desaparición de la minería, principal motor de la economía de la comarca, junto con la agricultura y la ganadería. La migración de la población rural hacia las ciudades ha causado envejecimiento de la misma, así como de las masas forestales, encontrándose en situación de abandono, lo cual incrementa su riesgo de incendio debido a su inapreciable gestión.



*Imagen 2. Parque de madera de Biovegamasa año 2016.*

Biovegamasa cuenta con un parque de madera de unos 35.000 m<sup>2</sup>, lo que garantiza un stock para sostener la producción unos seis meses, logrando así evitar paradas inoportunas en plena campaña, debido a la dificultad de suministro de material en época invernal. La adquisición de madera representa un 65 % del total de materias primas necesarias, y procede principalmente de explotaciones forestales de la provincia de León.

La fábrica cuenta con una nave de producción de 5.400 m<sup>2</sup> dividida en tres sectores. En el sector principal se realiza todo el proceso de producción de pellets mientras que los otros dos sectores restantes son almacenes, tanto de producto intermedio, como es el serrín seco, como de producto terminado, el pellet, al que destinamos una nave con capacidad para almacenar más de 3.500 T de granel.

El tratamiento de la madera en rollo, se realiza en el exterior de las naves, transformando directamente madera en rollo a serrín. Para ello, disponemos de un descortezador de rodillos, al que caen los troncos de madera y por fricción, al golpearse unos con otros, la corteza se desprende y cae a la parte inferior del sistema, y se transporta con una cinta hasta un almacenamiento intermedio para su procesado después. Los troncos ya descortezados salen del cajón por una cinta que los lleva hasta la picadora rotativa, que los astilla. Este serrín obtenido sale por una cinta y se almacena en un cobertizo hasta su empleo.



*Imágenes 3, 4 y 5. Línea de transformación de madera en rollo a serrín.*



El serrín obtenido junto con los subproductos de aserradero adquiridos se introduce a través de un piso móvil en el trómel deshidratador. Éste trómel es alimentado por un horno de biomasa que genera la energía necesaria para el secado del serrín mediante la combustión de las cortezas obtenidas en el proceso anterior. A su salida, el serrín deshidratado, o bien se almacena, o bien pasa por un molino de martillos que homogeniza el material para su posterior densificado.



Imágenes 6 y 7. Línea de secado: horno de biomasa y trómel deshidratador.

La densificación del material se realiza en una granuladora mediante la acción de los rodillos que provoca que el material pase a través de los orificios de una matriz, y por medio de la presión y temperatura a la que está sometido, el material se densifica. A continuación, el material se enfría y cae a una cinta de pesaje en continuo, y luego se dirige, bien al silo externo de carga, a la línea de ensacado y/o a la nave de almacenamiento, según las necesidades del momento.



Imágenes 8 y 9. Línea de granulado y almacenado. Pelletizadora. Silo Externo.

Todo este procesado en seco cuenta con un sistema altamente eficaz de reducción de emisiones de partículas a la atmósfera formado por múltiples decantadores, ciclones y filtros de mangas.



*Imágenes 10, 11 y 12. Distintos sistemas de reducción de emisiones. Ciclones, decantadores, aspiración.*

Antes de la expedición y del envasado del producto, el pellet vuelve a cribarse para evitar impurezas y finos al consumidor final. La línea de ensacado nos permite fabricar sacos de 15 kg en distintos formatos de venta al público según las necesidades de los clientes y del mercado. La línea está compuesta por una envasadora, una paletizadora y una enfardadora de alto rendimiento. Además, contamos con una máquina de llenado de bigbags que nos permite fijar que cantidad introducir en cada bigbag. Las expediciones a granel se realizan a través de un silo de alta capacidad ubicado sobre la báscula que nos permite controlar in situ la cantidad de material expedido en cada vehículo de transporte. Estos vehículos se someten a una rápida inspección de caja y/o cisterna para asegurar su limpieza y buen estado, para asegurar que el pellet no se contamina.



*Imagen 13. Formatos de venta. Granel, ensacado y sacas bigbags.*



Imágenes 14 y 15. Formatos de venta. Granel, ensacado y sacas bigbags.

Todos estos procesos, salvo el tratamiento en verde, se supervisan desde una sala de control por medio del sistema SCADA que nos permite monitorizar en tiempo real lo que está sucediendo en cada línea. Además, contamos con un laboratorio en el que se analiza la calidad de los pellets suministrados diariamente en los distintos formatos de venta, garantizando en todo momento la calidad del producto.



Imágenes 16 y 17. Sala de control y laboratorio.

Apenas unos meses desde el comienzo de nuestra actividad alcanzamos la certificación ENplus A1 de nuestro producto derivado de la eficiencia de la tecnología y del empleo de materias primas de calidad. El pasado año, nos adherimos al sistema PEFC, ya que gran parte de la madera empleada procede de bosques certificados en gestión sostenible, y nuestra meta es emplear un 80 % de material certificado en los próximos años. Estas dos certificaciones nos permiten garantizar la trazabilidad de todo nuestro sistema productivo, empleando materias primas de origen sostenible para producir pellets mediante un proceso controlado que permite garantizar una alta calidad de nuestro producto al consumidor final.



Imágenes 18 y 19. Sellos de certificación: Calidad ENplus A1 y Cadena de Custodia PEFC

Todo el sistema productivo cuenta con una tecnología de vanguardia altamente eficaz que nos permite reducir consumos y ahorrar tiempos y costes, así como reducir las emisiones de polvo y partículas a la atmósfera.

La combustión de biomasa para generar energía necesaria, así como la reducción consumo de envases y embalajes que hemos conseguido en el último año, demuestra nuestro compromiso con los grandes problemas medio ambientales de la sociedad actual, y además, recomendamos tanto a nuestros clientes como a nuestros proveedores a trabajar con medios de transporte que reduzcan la huella de carbono de nuestro producto. La huella de carbono de nuestro producto durante el año 2018 ha conseguido reducir un 95 % las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera en comparación con otros combustibles.

Este logro de la sostenibilidad en la producción de pellets que hemos alcanzado no ha sido fácil, y para conseguirlo se ha necesitado una inversión inicial de más de 7 millones y medio de euros, con un periodo de retorno de la misma inferior a 15 años.

Para evitar pérdidas, es necesario conseguir una producción anual de 295.000 T, y para ello, se necesitan más de 60.000 T de materias primas de calidad, así como una mano de obra altamente cualificada que permita lograr una producción que cumpla los requisitos de calidad de la certificación ENplus A1.



### 3. Conclusiones

Para finalizar podemos concluir que la energía de la biomasa es un recurso sostenible y necesario para la sociedad actual. En la adquisición de la biomasa forestal para su empleo como combustible no competimos ni pisamos a nadie, ya que el medio genera mayor cantidad de recursos de los que se consumen. Además, en un futuro más que cercano, será necesario el empleo de la biomasa como combustible, tanto para ayudar a reducir las emisiones de GEI como para reducir el consumo de combustibles fósiles y lograr ser autosuficientes. Sin embargo, para poder disponer de todos estos recursos forestales es necesario un gran esfuerzo por parte de las administraciones, aumentando su compromiso con la gestión forestal, promoviendo primeras claras e incentivando las repoblaciones forestales.

La producción de pellets de calidad requiere del cumplimiento de determinados parámetros que no es posible alcanzar con toda la biomasa disponible en el medio natural, y por ello es necesario emplear madera de coníferas, que contienen mayor contenido en lignina que otras especies, lo que da al producto un valor añadido. El empleo de esta madera en la fabricación de pellets favorece la movilización de los recursos forestales, debido a que los fabricantes emplean madera que las industrias de primera transformación descartaban, lo cual permita una gestión forestal más eficiente, debido a la realización de las primeras claras de las masas forestales a tiempo, lo cual deriva en una madera de calidad para las sucesivas claras.

Por otra parte, los residuos que generaban las industrias de primera transformación, se han transformado en un subproducto de gran valor añadido que ha provocado que estas industrias hayan aumentado su beneficio gracias a la valorización de sus residuos, y les permita obtener mayores ingresos.

Junto con la adquisición de la materia prima de calidad para la producción de pellets, es necesario conseguir un proceso eficaz de descortezado de la madera, así como un secado y pelletizado homogéneo y constante del producto para evitar contenidos elevados en cenizas y en elementos químicos que deprecian la calidad del pellet.





