



2022
Lleida

27 · 1
junio · juny
juliol · juliol

Cataluña
Catalunya

8º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

La **Ciencia forestal** y su contribución a
los **Objetivos de Desarrollo Sostenible**

8CFE

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales

Cataluña | Catalunya · 27 junio | juny - 1 julio | juliol 2022

ISBN 978-84-941695-6-4

© Sociedad Española de Ciencias Forestales



Organiza

Cubicación Forestal Navarra: aplicación en la nube para facilitar la transferencia y uso de ecuaciones de cubicación forestal

PÉREZ RODRÍGUEZ, F.¹, MOLINA TERRÉN, C.², GOICOECHEA BARRIOS, M.³, HERNÁNDEZ GUILLORME, D.¹, ALONSO PONCE, R.^{1,5}, LIZARRALDE, I.^{1,5} Y RODRÍGUEZ PUERTA, F.^{4,5}

¹ Fora Forest Technologies SLL, Campus Duques de Soria s/n, 42004 Soria, Spain

² Departamento de Medio Ambiente y Desarrollo Rural. Gobierno de Navarra.

³ Área de Gestión Forestal y Proyectos. Gestión Ambiental de Navarra S.A.

⁴ EIFAB Universidad de Valladolid

⁵ Instituto Universitario de Investigación Gestión Forestal Sostenible iuFOR

Resumen

Los continuos avances tecnológicos e informáticos facilitan cada vez más la posibilidad de transferir conocimiento desde los grupos de investigación a los usuarios finales. Esto conlleva la utilización de metodologías novedosas con la consecuente mejora de los resultados, la homogeneización de las metodologías utilizadas, la optimización de recursos y la minimización del tiempo de cálculo. Sin embargo, aunque están siendo desarrolladas numerosas aplicaciones forestales, sigue habiendo una brecha entre el intercambio de conocimiento generado y su utilización por parte de los usuarios finales.

En este trabajo se presenta Cubicación Forestal Navarra, una calculadora de cubicación forestal en la web cuyos objetivos principales de desarrollo han sido: i) facilitar su gestión (repositorio de ecuaciones) por parte de los administradores de la aplicación, los cuales pueden añadir, editar o eliminar ecuaciones, así como información complementaria, fácilmente sin necesidad de acceso o modificación del código y ii) facilitar el uso de las ecuaciones registradas por parte de los usuarios finales, siguiendo los principios de transparencia, didáctica y sencillez.

El éxito de esta aplicación ha sido el trabajo de colaboración entre desarrollados, gestores y administración forestal, contemplando tanto las necesidades de los usuarios finales (gestores) como la de los administradores de la aplicación (administración forestal).

Palabras clave

Modelos, desarrollo colaborativo, Digitalización, software.

1. Introducción

En las últimas décadas, la informática ha avanzado a un ritmo muy rápido, facilitando, entre otros, la aplicación de metodologías complejas o el almacenamiento y procesamiento de cada vez mayores cantidades de información, a mayor velocidad y de múltiples fuentes (Big data). Pero, además, ha permitido mejorar la interacción entre máquina y usuario (SARAF ET AL. 2022). Este último punto es importante, ya que facilita la transferencia y/o intercambio de conocimiento generado, haciéndola más eficaz y sencilla. Uno de los puntos de inflexión en este ámbito ha sido la aparición del procesamiento en la nube, así como la tecnología de desarrollo web y, dentro de esta última, la generación de páginas dinámicas o la tecnología de desarrollo multiplataforma (JACKSI & ABASS, 2019).

El desarrollo web y la computación en la nube han aumentado en los últimos años, ya que proporcionan ventajas en comparación con los desarrollos de escritorio. Las principales ventajas son: i) no depende de los sistemas del entorno, ii) las operaciones se resuelven en el lado del servidor, por lo que los requisitos del cliente no son una limitación y iii) la gestión de actualizaciones y administración es más fácil. Pero también tiene desventajas, como la necesidad de conexión a la red para usar API, por ejemplo. Estas API o interfaz de programación de aplicaciones se utilizan para

comunicar el lado del cliente (*front-end*) con el lado del servidor (*back-end*). Esta comunicación consiste en enviar datos vía URL (Uniform Resource Locator) y obtener datos vía respuesta API (Application Programming Interfaces), como, por ejemplo, datos JSON (JavaScript Object Notation) que podrían ser interpretados por JavaScript, entre otros.

En el campo forestal, las ecuaciones de cubicación son herramientas necesarias y ampliamente utilizadas por los propietarios, gestores y técnicos a la hora de evaluar la cantidad de recursos madereros. Estas ecuaciones son resultado de años de mediciones biométricas, tratamiento de datos y modelización forestal. Sin embargo, muchas de estas ecuaciones tienen cierta complejidad a la hora de poder ser aplicadas, como es el caso de las ecuaciones de perfil con desagregación de productos. Esta complejidad hace que sean difíciles de transferir a los interesados en utilizarlas. Y, por otra parte, los propios modelizadores o administraciones que poseen estas ecuaciones, carecen muchas veces de los conocimientos para poder desarrollar y gestionar herramientas informáticas para la transferencia de este tipo de ecuaciones (FOLKE et al., 2005). Sin embargo, a día de hoy, existen muchos ejemplos de este tipo de desarrollos, entre los que destacan Cubifor, que es una herramienta para clasificación de productos a partir de ecuaciones de perfil para varias especies (RODRIGUEZ et al., 2008), Gesmo®, que es un simulador de crecimiento en entorno escritorio (GONZÁLEZ ET AL. 2009), FlorNExT®, que permite hacer simulaciones de crecimiento a través de una página web (PÉREZ-RODRÍGUEZ et al. 2016), o Eucatool® (ROJO-ALBORECA et al. 2015). Además, también podemos encontrar proyectos *open source* como ApkFor® para generar simuladores de crecimiento para entorno Android (PÉREZ-RODRÍGUEZ et al 2017) o ForestMTIS que permite generar simuladores web (GÓMEZ-GARCÍA et al. 2018).

2. Objetivos

El objetivo de este trabajo ha sido el desarrollo de la calculadora web de cubicación forestal denominada Cubicación Forestal Navarra para poder divulgar y transferir las ecuaciones que actualmente posee la administración forestal de la Comunidad Autónoma de Navarra.

3. Metodología

Cubicación Forestal Navarra es una página web que nos permite estimar el volumen de una parcela o un lote de parcelas en las que hay presencia de las principales especies forestales de Navarra. Se ha desarrollado teniendo en cuenta dos roles de utilizadores: i) rol de acceso público, por lo que cualquier persona con acceso a internet podrá acceder a la aplicación, aunque el ámbito geográfico de aplicabilidad dependerá de los modelos forestales suministrados por el Gobierno de Navarra; y ii) rol de administrador: responsables del Gobierno de Navarra con acceso al panel de administrador para gestión de grupo de ecuaciones (Añadir nueva, Editar, Eliminar).

Con respecto al rol de usuario, el desarrollo se ha basado en la máxima simplicidad de los procesos. Para ello se determinaron 4 sencillos pasos: i) selección de especie y fórmula, ii) identificación de variables, iii) selección de tipo de datos y iv) introducción de datos de las mediciones de árboles tomadas en el campo. Cuando se muestran muchas ecuaciones al seleccionar una especie, tendremos la posibilidad de poder aplicar filtros con el fin de encontrar más fácilmente la ecuación deseada. Podemos aplicar varios tipos de filtros dependiendo de la cantidad de ecuaciones que contenga la especie seleccionada. Con estos filtros iremos disminuyendo la cantidad de ecuaciones por especie para poder buscar mejor la ecuación que más se adapte a nuestras necesidades. En el apartado donde seleccionamos la especie y la ecuación correspondiente, podemos aplicar una serie de filtros (Filtros en ecuaciones). Si la especie seleccionada dispone de ecuaciones con calidades, podremos disponer una calculadora de calidades donde, introduciendo la edad y la altura, podremos calcular la calidad, además de filtrar por la misma reduciendo así el número de ecuaciones. Según la ecuación seleccionada, la página web se adapta de manera

dinámica para que el usuario pueda introducir las variables necesarias, pudiendo hacerlo por datos de pies individuales o incluso por clases diamétricas.

Por otra parte, el rol de administrador de la página web permite gestionar de manera muy sencilla las ecuaciones, pudiendo añadir más, editar las actuales, o incluso decidir si se ponen a disposición o no del rol de usuario. El desarrollo de este rol de administrador permite que el gestor de la herramienta pueda modificar su contenido sin necesidad de desarrollo o modificación en el código de la misma. Actualmente hay disponibles un total de 200 ecuaciones de diferentes tipologías para las especies: *Abies alba*, *Castanea sativa*, *Populus x euramericana* (Clon I-214, Clon I-MC), *Fagus sylvatica*, *Larix kaempferi*, *Picea abies*, *Pinus halepensis*, *Pinus nigra* ssp. *laricio* var. *corsicana*, *Pinus nigra* var. *austriaca*, *Pinus radiata*, *Pinus sylvestris*, *Pseudotsuga menziesii*, *Quercus humilis*, *Quercus ilex*, *Quercus petraea*, *Quercus robur* y *Quercus rubra*.

Finalmente, para el desarrollo de Cubicación Forestal Navarra se ha utilizado la tecnología MVC de asp.net (Framework 4.5), en el que las capas que se definen son a) los Modelos (M) de los datos donde se definen la accesibilidad, tipo y nombre de los mismos, b) las Vistas (V) donde se desarrolla toda la parte de front-end en lenguaje HTML (HyperText Markup Language), Razor (para vistas dinámicas) y scripts de JavaScript integrados o relacionados y c) los Controladores donde se desarrollan todos los interfaces y funciones, y donde se realizan las referencias a las librerías necesarias para el cumplimiento de las funciones.

4. Resultados

Para poder acceder a la aplicación web, nos dirigiremos a la dirección <https://administracionelectronica.navarra.es/CubicacionMadera/>, donde está alojada. Una vez que hemos accedido a la página web, aparece un *splash* de entrada con toda la información acerca del funcionamiento y características de la aplicación (Figura 1). El sitio web está configurado para poder realizar una cubicación de árboles en 4 pasos muy sencillos. Para poder seguir bien los pasos y saber dónde nos encontramos, en la parte superior vamos a encontrar unas pestañas informativas de la posición en la que estemos. En la parte inferior a las pestañas podremos seguir los datos que estamos escogiendo para completar el proceso.

El paso entre las pestañas se puede realizar con los botones ubicados en la parte inferior, donde podremos avanzar (botón “Siguiente”) y retroceder (botón “atrás”); este último permite volver atrás para cambiar cualquier dato o parámetro. Una vez se han introducido todos los datos necesarios, se llega a la última vista donde aparece el botón “calcular” (Figura 2). Pulsando este botón se iniciará el proceso de cálculo y se mostrará en una nueva vista con todos los resultados (Figura 3), que podremos guardar en nuestro ordenador. Finalmente, el usuario puede generar los informes de resultados con la información que desee, seleccionándolos una vez termina el procesado, e imprimirlo o descargar los datos en formato CSV (Comma-Separated Values).

5. Discusión

El desarrollo de aplicaciones forestales como la presentada aquí es un vehículo eficaz y necesario para la transferencia de, en este caso, ecuaciones de cubicación, y con ello se minimiza la brecha entre la investigación y los utilizadores finales (FOLKE et al., 2005). Se han tenido en cuenta los dos roles de usuarios, y en ambos casos, se ha buscado la simplicidad para utilizar la herramienta. En el rol de usuario se ha perseguido la simplicidad de uso, mientras que en el rol de administrador el objetivo ha sido la flexibilidad en la gestión de las ecuaciones, minimizando la dependencia de modificar el código fuente.

Por otra parte, otro aspecto que se ha tenido en cuenta en el desarrollo es la necesidad de dar transparencia y homogeneidad a las cubricaciones realizadas, aportando la información necesaria para su posible elección y uso correcto.

6. Conclusiones

El desarrollo de aplicaciones que automatizan el uso de las ecuaciones de cubicación facilita su transferencia al utilizador final, que sólo tiene que suministrar los datos o variables de entrada de cada ecuación para obtener el resultado.

Este tipo de aplicaciones también favorece que todas las ecuaciones estén ubicadas en un mismo repositorio, facilitando la gestión de las mismas y favoreciendo la homogeneización de las metodologías para su uso.

7. Agradecimientos

El aplicativo se enmarca en el proyecto europeo IEFA 092/15 iFORWOOD “Innovación en la movilización y la transformación de la madera pirenaica” que tiene entre sus objetivos el desarrollo de nuevos instrumentos para el conocimiento de los recursos forestales y mejorar la movilización y la venta de madera.

8. Bibliografía

FOLKE, C.; HAHN, T.; OLSSON, P.; NORBERG, J.; 2005. Adaptive governance of 333 social-ecological systems. *Ann. Rev. Environ. Resour.*, 30, 441-474

GÓMEZ-GARCÍA, E.; AZEVEDO, J. C.; PÉREZ-RODRÍGUEZ, F.; 2018. A compiled project and open-source code to generate web-based forest modelling simulators. *Computers and Electronics in Agriculture*, 147, 1-5.

GONZÁLEZ, G. J. M.; CASTEDO, D. F.; DIÉGUEZ, A. U.; ROJO, A. A.; RODRÍGUEZ, S. R.; ÁLVAREZ, G. J. G.; 2012. Descargar GesMO© 2009.

JACKSI, K.; ABASS, S. M.; 2019. Development history of the world wide web. *Int. J. Sci. Technol. Res*, 8(9), 75-79.

PÉREZ-RODRÍGUEZ, F.; AZEVEDO, J.; MENENDEZ-MIGUÉLEZ, M.; 2017. ApkFor©, an Android Open-Source Project for research and technology transfer in forest management: Resource communication. *Forest systems*, 26(3), 8.

PÉREZ-RODRÍGUEZ, F.; NUNES, L.; SIL, Â.; AZEVEDO, J.; 2016. FlorNExT®, a cloud computing application to estimate growth and yield of maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.) stands in Northeastern Portugal. *Forest Systems*, 25(2).

RODRÍGUEZ, F.; BROTO, M.; LIZARRALDE, I.; 2008. CubiFor: Herramienta para cubicar, clasificar productos y calcular biomasa y CO2 en masas forestales de Castilla y León. *Rev. Montes*, 95, 33-39.

ROJO-ALBORECA, A.; GARCÍA-VILLABRILLE, J. D.; PÉREZ-RODRÍGUEZ, F.; 2015. EucaTool®, a cloud computing application for estimating the growth and production of Eucalyptus globulus Labill. plantations in Galicia (NW Spain). *Forest Systems*, 24(3), eRC06-eRC06.

SARAF, P. D.; BARTERE, M. M.; LOKULWAR, P. P.; 2022. A Review on Evolution of Architectures, Services, and Applications in Computing Towards Edge Computing. In *International Conference on Innovative Computing and Communications* (pp. 733-744). Springer, Singapore.

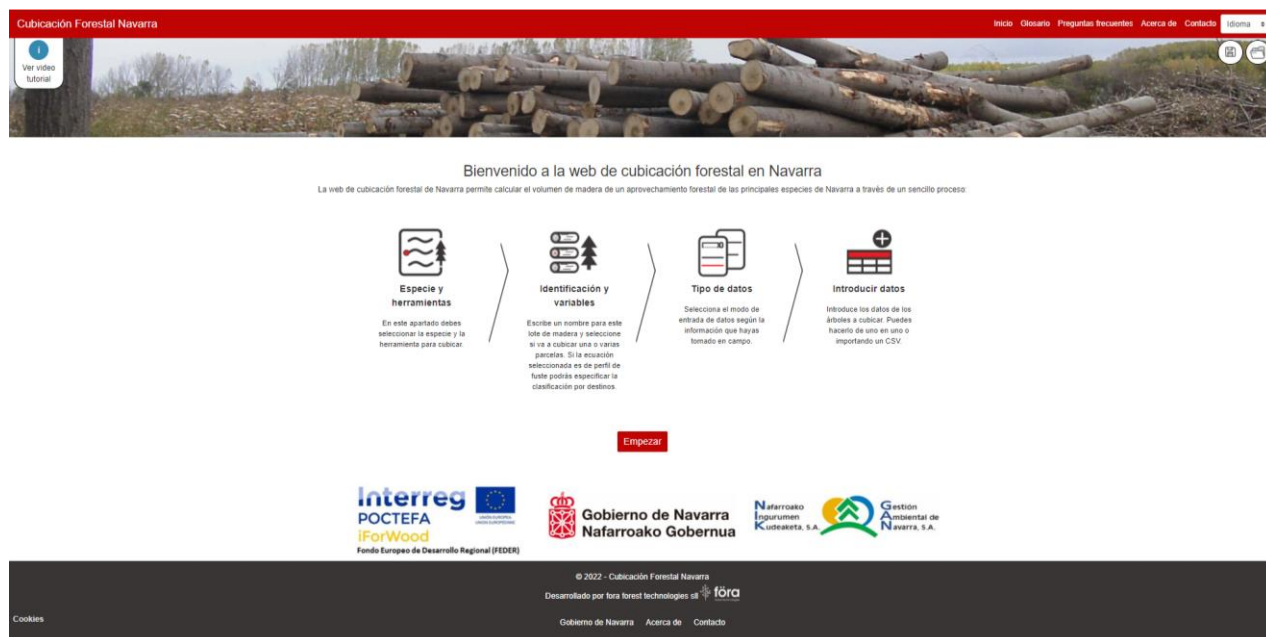


Figura 1. Página principal del sitio web Cubicación forestal en Navarra.

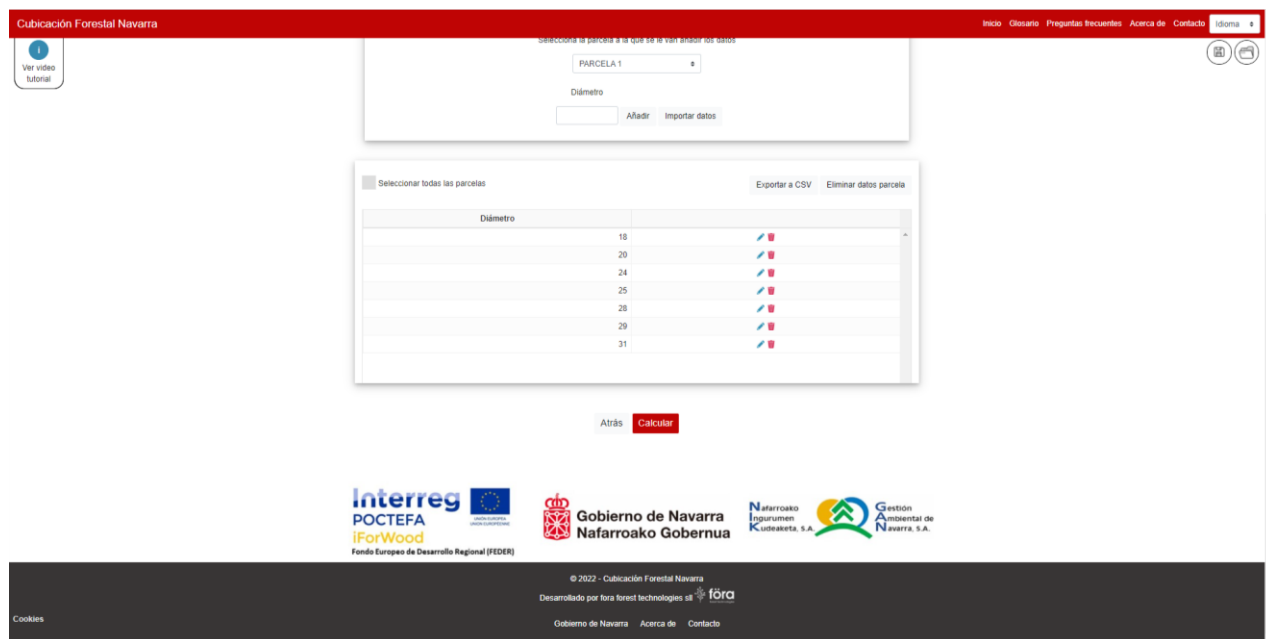


Figura 2. Una vez se han introducido los datos, aparecerá el botón Calcular, que iniciará todos los procesos de cálculo, y mostrará todos los resultados obtenidos.



Figura 3: Detalle de una parte de los resultados obtenidos. Estos se pueden mostrar de manera gráfica o en tablas de datos. Cada una de las secciones de los resultados puede ser seleccionada para imprimir un informe. En el caso de las tablas, pueden ser descargadas en formato CSV directamente.