



2022
Lleida

27·1
junio · juny
julio · 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



El Inventario nacional de focos de “Seca” en clave digital

MANZANO SERRANO, M.J.¹ y SANJURJO LÓPEZ-ALONSO D.A.¹

¹ Departamento de Proyectos. Estudios Medioambientales S.L.

² Departamento de Nuevas Tecnologías. Estudios Medioambientales S.L.

Resumen

La seca es una fitopatología que causa graves pérdidas medio ambientales y económicas en el sistema agroforestal de la dehesa y en general en las masas de encinas y alcornoques. Entre las medidas necesarias para el control de esta enfermedad se hace imprescindible el inventario y registro de los focos o áreas donde se ha detectado, así como la evaluación de los mismos y las circunstancias que se puedan considerar que influyan en su evolución. También es importante llevar asociado las muestras analizadas, junto con los “árboles escape” localizados en los propios focos.

Para poder realizar este seguimiento en conjunto se ha desarrollado una aplicación informática accesible vía web donde esta información puede ser almacenada y consultada, generándose informes y cartografía (tanto en formato vectorial como en imágenes); disponiéndose así de un acceso inmediato a la información a nivel local y nacional, independientemente del usuario (con las restricciones que se decidan imponer según su perfil) y la plataforma de software empleada. A nivel de usuario únicamente se requiere la instalación de un navegador web compatible con las especificaciones de HTML5 y DOM 3 del W3C, y JavaScript ECMAScript 6, lo que cumplen la mayoría de los navegadores modernos.

Palabras clave

Cartografía, inventario, navegador, seca, web.

1. Introducción

La Constitución Española establece como parte de las competencias que pueden asumir las Comunidades Autónomas la gestión en materia de protección del medio ambiente (art. 148.1.9ª CE), siendo esta efectivamente asumida por la totalidad de las Comunidades en sus estatutos. Respetando estas competencias y cumpliendo las suyas propias el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico colabora en la coordinación de la acción de las Comunidades a través de la Conferencia Sectorial de Medio Ambiente.

Como parte de estas tareas las Subdirecciones Generales de Política Forestal y de Sanidad e Higiene Vegetal y Forestal del Ministerio de Agricultura Pesca, Alimentación y Medio Ambiente convocaron en febrero de 2017 una reunión con los distintos agentes involucrados que se saldó con la creación de un grupo de trabajo sobre la Seca en el que están representados tanto el Ministerio en su papel de coordinador, como las Comunidades Autónomas más afectadas, universidades y centros de investigación.

Este grupo de trabajo sobre la Seca se encuentra dividido en tres subgrupos. Uno de estos es el de inventario y seguimiento de focos de seca, coordinado en el momento de su creación por la Subdirección General de Sanidad e Higiene Forestal. El objetivo de este grupo es integrar la información existente sobre los focos de seca y zonas con mortandad elevada de encinas y alcornoques. Tras la primera reunión de este subgrupo en mayo de 2017 se acordó como parte de su ruta de trabajo la definición de un inventario común a partir de un modelo de ficha empleado en el inventario de focos de seca realizado en la C.A. de Extremadura en los años 2003-2004.

Para poder elaborar este inventario común es necesario establecer un sistema de intercambio de información que permita a los distintos depositarios de ésta incorporarla fácilmente al mismo. En la actualidad la mayoría de los sistemas empleados con este objetivo se basan en el envío de ficheros a través de correo electrónico o repositorios comunes, lo que es susceptible de errores de sincronización y dificulta su posterior procesamiento.

2. Objetivos

Con el presente trabajo se presenta un sistema para la gestión de la información sobre los focos de seca en España, accesible desde las distintas administraciones dentro de sus ámbitos de competencia. Al tratarse de una base de datos centralizada se consigue la adecuada normalización de la información incorporada, haciendo posible la gestión conjunta de esta, incluyendo el desarrollo de modelos predictivos y estudios históricos a nivel nacional, mediante la oportuna autorización de acceso a los datos por parte del organismo responsable de los mismos.

Se pretende además que el acceso a la información sea sencillo, sin necesidad de instalar ningún software específico ni por supuesto tener que realizar tareas de mantenimiento o actualización a nivel local. En este sentido un aspecto muy importante es el ciclo de vida de los sistemas que den soporte a la aplicación y la mayor o menor facilidad de migración en el caso de que se considere necesario cambiar alguno de estos.

Entre los objetivos de este trabajo se incluye el diseño de un sistema estándar para el intercambio de información de las distintas administraciones con competencias en medio ambiente de forma inmediata, de forma que la información incorporada se haga inmediatamente accesible a todos los usuarios con el nivel de acceso requerido y previniendo los problemas de sincronismo en el caso de que se intenten realizar ediciones simultáneas de un mismo registro desde distintos puestos. El empleo de ficheros de hojas de cálculo o de bases de datos personales, que aún se sigue realizando en ocasiones, como medio de intercambio de información debe reservarse para situaciones puntuales, y por lo tanto, evitarse en la medida de lo posible un intercambio regular de información con estos métodos inadecuados.

Otro objetivo de la aplicación, además de servir como repositorio común de información, es la realización de análisis generales sobre dicha información, presentar los resultados en forma de tablas o mapas, y finalmente poder exportar tanto la información bruta como los resultados para ser procesados externamente con otro software más específico a los fines del tratamiento deseado.

3. Metodología

Para el diseño del sistema se han tenido en cuenta los siguientes requisitos funcionales y técnicos:

El sistema se debe poder emplear desde una diversidad de locales y dispositivos lo más ampliamente posible. Las restricciones en cuanto a los requisitos necesarios para su empleo deben reducirse al mínimo. La ubicación del usuario y el software/hardware disponibles nunca debe ser un condicionante para el acceso al sistema, a no ser que se decida expreso limitar los puestos de trabajo o locales con acceso a la aplicación por motivos de seguridad o de otro tipo.

El mantenimiento del sistema tiene que ser lo más sostenible posible. La sostenibilidad en este caso se refiere a la posibilidad de mantener el sistema en producción por tiempo indefinido, sin depender de agentes externos individuales ajenos a la administración que se haga responsable de la custodia del inventario y la gestión del sistema. En este sentido, además, las tecnologías que se

empleen en su desarrollo tienen que permitir una fácil migración en caso de que se determine la necesidad de implantar el inventario y las aplicaciones para el acceso al mismo en otro sistema.

Teniendo en cuenta la actual distribución competencial en materia de medio ambiente señalada en la introducción, se debe implementar un acceso a la información acorde con esta distribución y por tanto deberá estar condicionado a la autorización del responsable de cada comunidad.

La posibilidad de incorporar o acceder a información con algún nivel de protección según la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y Garantía de los Derechos Digitales deberá evaluarse cuidadosamente, ya que puede suponer incrementar la complejidad del desarrollo y mantenimiento de la aplicación al ser necesario atenerse a los estrictos requisitos marcados en dicha ley.

Todos estos condicionantes deben evaluarse y ser tenidos en cuenta en cualquier sistema de gestión de información que se desarrolle para cubrir la necesidad detectada, y al que deban acceder usuarios de distintas administraciones.

Para el desarrollo de una aplicación que cumpla con ellos, se han tomado las siguientes decisiones:

El sistema se basará en una aplicación web. En la actualidad pocas son las aplicaciones multipuesto que no responden a este modelo. Solamente en el caso de aplicaciones que requieran un acceso directo al sistema o al hardware de la computadora seguiremos encontrando este modelo de cliente/servidor con un cliente específico.

Con este modelo además de asegurar el acceso al sistema independientemente de la ubicación del usuario (con el único requisito de contar con acceso a internet y un navegador) facilitamos sobremedida el mantenimiento y evolución del sistema, al hacerse inmediatamente efectivo cualquier cambio realizado.

En cuanto a las tecnologías empleadas, se considera que la mejor opción para asegurar la sostenibilidad del sistema (en el sentido ya explicado) es el empleo de software libre de fuente abierta con una adecuada presencia en el mercado del desarrollo de aplicaciones, que asegure una base de usuarios y desarrolladores lo suficientemente amplia. Esto permite asegurar que la continuidad del software no estará condicionada a los intereses comerciales de una compañía concreta que en un momento dado pueden hacer obligatoria una migración completa para seguir garantizando el correcto mantenimiento y actualización de la aplicación. Evidentemente con el software libre de fuente abierta se puede dar también el caso de una progresiva pérdida de popularidad del mismo a favor de otro software, pero la experiencia muestra que esto siempre se realiza de forma más gradual en el caso del software con una adecuada base de desarrolladores, que además contribuyen al desarrollo de herramientas que facilitan la transición.

La principal desventaja del software libre que se puede aducir es la falta de soporte oficial de múltiples aplicaciones, aunque en el caso de algunas como las empleadas en el presente proyecto pueden existir organizaciones (Apache Software Foundation, PostgreSQL Global Development Group o PHP Group) que aseguren la continuidad del proyecto en la medida en que esto es posible. En último caso, el hecho de tratarse de código de fuente abierta permite que el usuario pueda valorar el empleo de recursos propios o contratados para el mantenimiento o resolución de problemas en el aspecto de que las opciones más usuales no estén disponibles. A este respecto, como ventaja añadida se puede considerar que, de esta manera, en el caso de ser necesaria esta inversión de recursos económicos tiene más posibilidades de revertir en empresas más o menos locales y de tamaño más modesto

(PYMES), en lugar de en grandes corporaciones que tienen el núcleo de su negocio fuera de nuestras fronteras.

Para regular el acceso a la información se establecerá un sistema de privilegios según diversos criterios, entre los que estará la administración a la que se encuentre adscrito cada usuario. El acceso a la información aportada por cada administración por parte de personal externo a la misma estará sujeto a la autorización del responsable de dicha administración a través de los permisos que pueda conceder individualmente a cada usuario.

4. Resultados

Como resultado de los requisitos y las decisiones tomadas, se ha diseñado una aplicación que atiende a las características que se exponen a continuación.

El núcleo de la aplicación es una base de datos contra la que se realizan peticiones, tanto de consulta como de incorporación de información. Se trata de mantener un repositorio de información centralizado, de forma que se pueda gestionar la información simultáneamente desde múltiples puestos.

Como ya se ha indicado la solución estará basada en una aplicación web, para la que se empleará la clásica arquitectura en tres capas: capa de presentación, capa de negocio y capa de datos. Esto permite conjugar el mantenimiento centralizado (y actualizado) de la información con un rápido despliegue de la misma, sin necesidad de instalar ningún software específico en los puestos desde donde se accederá a la información.

La estructura en capas es la siguiente:

- Capa de presentación: En esta capa se presenta la información al cliente y se reciben sus datos, que tras una revisión formal se transmiten a la capa de negocio para su procesado. Se incluye en ella la parte de la aplicación que gestiona la presentación y la interacción con el usuario; tanto la que genera en el servidor el código HTML que se envía al cliente, como el código JavaScript que se ejecuta en el navegador, así como los ficheros CSS que gestionan la presentación.
- Capa de negocio: En esta capa reside la lógica de la aplicación. Recibe la información de la capa de presentación y realiza las operaciones que sean necesarias con ella, incluyendo realizar las peticiones debidamente validadas a la capa de datos.
- Capa de datos: Esta capa será la encargada de almacenar la información recibida desde la capa de negocio, y devolvérsela cuando la solicite.

Esta arquitectura se estructura en un sistema de tres niveles lógicos: cliente, servidor de aplicaciones y servidor de base de datos. Al estar en la fase actual el servidor de aplicaciones y el de base de datos en el mismo sistema (sin ser esto un requisito de la aplicación), se puede considerar que la aplicación en su estado actual se corresponde con una arquitectura de dos niveles reales que implementan tres niveles lógicos.

La infraestructura de la aplicación emplea los siguientes subsistemas:

- Apache 2+PHP como servidor web. En este subsistema se ejecuta el servidor de aplicaciones como un módulo incorporado. Por tanto este subsistema se puede dividir a su vez en dos

dentro del mismo proceso. Uno encargado de la lógica de la aplicación (PHP), y otro de la comunicación entre esta y el cliente (Apache).

- PostgreSQL como servidor de base de datos. Es el encargado de almacenar la información persistente de la aplicación: datos de focos, de usuarios y de configuración de la aplicación.

Otro subsistema es el navegador. Este es provisto por el propio usuario, y solo se exige que sea compatible con las versiones de HTML y Javascript empleadas.

La aplicación se ha desarrollado empleando los siguientes de lenguajes de programación y script:

- Nivel de cliente: HTML 5 y Javascript (ECMAScript 2015). Lenguajes interpretados que se ejecutan en el navegador del cliente.
- Nivel de servidor de aplicaciones: PHP 7. El intérprete del código se ejecuta como un módulo de PHP dentro del proceso Apache (mod_php).
- Nivel de base de datos: Se emplea el sistema de base de datos relacional PostgreSQL (versión 9.6). En este nivel se emplean funciones implementadas en PL/pgSQL para realizar un pre-procesado de la información tanto de entrada como de salida. También se realizan tareas sencillas como validar usuarios (devolviendo directamente la información para la sesión en caso de validarse correctamente, en lugar de una simple confirmación) o distribuir la información recibida a través de la conexión con el módulo de PHP entre las tablas correspondientes. La filosofía es minimizar el volumen de transacciones y datos entre la base de datos y el módulo de PHP, atendiendo a la posibilidad de que en algún momento se considere su instalación en máquinas distintas.

Como ya se ha comentado, la división en capas no se corresponde de forma precisa con la división en niveles. Parte del código PHP se encarga de preparar la presentación de la información generando el código HTML necesario, con lo que se puede considerar incluido en la capa de presentación. Así mismo la lógica de negocio incluye el empleo de funciones en el servidor PostgreSQL, por lo que este nivel incluye parte de la capa de negocio.

EL núcleo de la aplicación (la mayor parte de la capa de negocio y parte de la de presentación) se ha implementado en PHP. Se comenzó empleando el entorno de trabajo Zend Framework 2 (ZF2), migrándose a su continuador, Laminas Framework, durante el desarrollo. Estos entornos están basados en un patrón Modelo-Vista-Controlador, que permite separar conceptual y lógicamente la recepción de información y peticiones del cliente, su procesado (incluyendo las interacciones con la base de datos necesarias) y la presentación de la respuesta.

Para la gestión de la presentación en el cliente se ha optado por emplear jQuery 3.1 y Bootstrap 3.4.1. Para la funcionalidad GIS se emplea OpenLayers 5.3.0.

jQuery y Bootstrap son dos bibliotecas multiplataforma de JavaScript orientadas a la gestión y la presentación de la información presentada en una página web, respectivamente. Ambas son un buen ejemplo de lo ya comentado sobre el soporte y la continuidad de los proyectos de software libre

La biblioteca jQuery fue inicialmente desarrollada de forma individual por el programador John Resig, aunque en la actualidad está mantenida por un amplio equipo dentro de la OpenJS foundation, de la que forman parte miembros como Google, Microsoft, IBM, Netflix...

BootStrap se desarrolló inicialmente como un proyecto interno de Twitter para dar un aspecto unificado a la interfaz de usuario. Posteriormente fue publicado por esta empresa como software libre

Esquema de funcionamiento

El flujo de la información es sencillo: los usuarios autorizados pueden dar de alta focos de seca, y dentro de estos focos establecer los diferentes polígonos o parcelas por los que pudieran extenderse (en caso de abarcar varios) y guardar la información de las distintas revisiones del foco, incluyendo los análisis de suelos o muestras vegetales que se puedan realizar en busca de patógenos relacionados con este problema.

Criterios

El primer condicionante que se ha tenido en cuenta en el diseño está relacionado con la división administrativa de la información que gestiona esta aplicación. Los focos son fenómenos que no conocen de límites administrativos y, por ejemplo, un mismo foco situado en las cercanías del lugar conocido como “Los Tres Mojones”, en la cabecera del Embalse de La Serena, podría extenderse incluso por tres comunidades autónomas distintas. Dado que cada comunidad es competente en su territorio, la posibilidad de estos focos ‘intercomunitarios’ ha llevado a tomar como criterio para estos casos la consideración como focos individuales las superficies de un mismo foco que se extienda por dos o más autonomías. Entre los datos generales del foco se puede incorporar esta información, incorporando el o los códigos de foco correspondientes a su extensión fuera de la Comunidad Autónoma en cuestión.

Es importante tener en cuenta los criterios empleados en la identificación de los focos. Cada Comunidad ha definido los suyos propios a la hora de realizar esta identificación, a veces cambiantes incluso dependiendo de la campaña en la que se ha localizado cada foco. Por ello se ha optado por identificar cada foco unívocamente con un código común formado a partir del nombre de la comunidad y un número secuencial asignado automáticamente al dar de alta el foco. El identificador empleado por la comunidad responsable también se incluye igualmente, y se pueden realizar búsquedas mediante el mismo. Atendiendo a la naturaleza de este identificador no se ha dispuesto ninguna restricción a la designación empleada para cada foco, permitiéndose incluso el empleo de etiquetas repetidas en los códigos autonómicos para respetar los que pudieran haberse asignado en su momento en distintas campañas de localización y caracterización. En todo caso el código común asegurará siempre una identificación precisa de cada foco.

Como se ha indicado, un mismo foco se puede extender por varias unidades administrativas distintas. Una vez asignado un foco a una Comunidad Autónoma este puede extenderse por distintas fincas catastrales, municipios o incluso provincias. La aplicación permite que se puedan indicar las distintas unidades dentro de esta por las que se extiende, tomando como tal unidad la finca catastral, indicándose para cada una el término municipal y la provincia en la que se encuentra. También se incluye la posibilidad de incorporar los códigos REGA (Registro general de explotaciones ganaderas) y REGEPA (Registro General de la Producción Agrícola) de las fincas afectadas.

La aplicación permite localizar toda la información de un foco a partir de cualquiera de estos datos de identificación y localización. Introduciendo total o parcialmente códigos de foco (código de la comunidad o general), catastral o de explotación, se buscarán y mostrarán los focos que se correspondan con la información suministrada.

Capacidad SIG

Una aplicación con un fuerte componente territorial no estaría completa sin un componente de un sistema de información geográfica (SIG) que permita al menos un tratamiento básico de la información cartográfica. La aplicación incorpora la representación cartográfica de los focos para los que se hayan indicado la ubicación geográfica de los mismos, mostrándolos en las distintas consultas que se puedan realizar e incluso descargándolos a un fichero local en formato cartográfico para su empleo con otras aplicaciones SIG. También se pueden seleccionar directamente los focos sobre el mapa para acceder a la información almacenada sobre los mismos, y en su caso editarla o exportarla.

Entre la información correspondiente a los focos, se incluye la extensión o superficie del mismo como parte de los datos tomados en distintas visitas que se hayan podido realizar. La aplicación permite, a su vez, planimetrar el espacio ocupado por el foco obtenido en cada visita, permitiendo de esta manera estudiar su evolución a lo largo del tiempo. Estos polígonos de extensión del foco se pueden exportar igualmente a un fichero cartográfico para su empleo en un software externo.

El módulo SIG que gestiona estas capacidades incluye la posibilidad de incorporar capas locales y remotas, configurando su visualización (capas visibles y orden de representación) según las preferencias particulares de cada usuario. Así, por ejemplo, empleando las capas adecuadas ya incluidas por defecto (catastro, SIGPAC...) y el polígono de extensión previamente planimetrado, desde la aplicación es fácil identificar las distintas unidades administrativas por las que se extiende el foco para incorporar esta información a la documentación del mismo.

Para mantener el criterio de empleo de formatos abiertos en el intercambio de información, la exportación o importación de datos (ubicación de focos, extensión y capas locales) se realizará en formato GeoJSON, que reduce además la complejidad de esta tarea al necesitarse un único fichero para almacenar los datos en lugar de varios. Este formato es compatible con la mayoría de los sistemas de información geográfica modernos, lo que garantiza el intercambio de información entre estos y la aplicación.

Información de cada foco

Siguiendo las conclusiones del Subgrupo de Trabajo de Inventario y Seguimiento de focos de seca se ha partido del modelo de ficha empleado por la Comunidad Autónoma de Extremadura en los trabajos realizados para el inventario que efectuó dicha comunidad, en los años 2003-2004. Con esta información inicial se diseña la estructura de los datos para la caracterización y daños del foco, y se determina la información que podrá almacenarse de cada foco. El diseño de datos recogidos en esta ficha se ha ampliado y modificado para adaptarla a su procesado electrónico; además, se han incluido nuevos campos que se han considerado actualmente de interés para la descripción, calificación y estudio presente de los focos.

La información incluida puede agruparse en varios bloques:

- Información general del foco: incluyendo ubicación geográfica del mismo (centroide aproximado) y códigos de identificación.
- Información de localización: indicando cada una de las parcelas catastrales por las que se extiende el foco y sus datos administrativos.
- Inspecciones en campo: Cada revisión en campo puede ser consignada independientemente, identificándose por la fecha de visita.

La información que se incorpora en cada visita de campo se compone de los siguientes bloques:

- Fisiografía, geología y edafología del foco
- Vegetación (arbórea, arbustiva y herbácea) y su caracterización
- Aprovechamientos (selvícolas, agrícolas y ganaderos)
- Caracterización propia del foco (forma del mismo, extensión, edad, velocidad de crecimiento...)
- Clasificación de los daños en la vegetación (descripción y dominancia ordenada de los síntomas, grados de daño...) Presencia de otras enfermedades o plagas.
- Árboles escape presentes
- Información sobre la toma de muestras y análisis realizados en cada la visita (tipo de muestras, agentes nocivos buscados y resultados).

Junto a la información incorporada en la ficha existe otra que puede extraerse de diversas fuentes de datos y que puede servir para una mejor caracterización del foco. Empleando la información geográfica proporcionada sobre el foco, y en concreto las coordenadas del centroide, la aplicación permite la consulta directa de los datos correspondientes a:

- Mapa Forestal de España (MFE)
- Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo en España (SIOSE)
- Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas (SIGPAC)
- Catastro (directamente datos públicos)

Esto se realiza mediante una consulta según los protocolos WMS/WMTS a los distintos servidores usando como base para la consulta las coordenadas del centroide especificadas en la información de localización.

La consulta de datos protegidos se realizará mediante una pasarela a la aplicación que proporciona esos datos, ante la que deberá identificarse el usuario con las credenciales que le han sido asignadas. Esto redundará tanto en una menor complejidad en el desarrollo e instalación de la aplicación de la Seca, al no ser necesario cumplir con los requerimientos de la Ley Orgánica 3/2018 de Protección de Datos Personales, como en una mayor seguridad de estos datos al mantenerse centralizado el acceso a los mismos.

Selección de focos

La aplicación permite realizar una selección de focos atendiendo a diversos criterios. Dentro de aquellos a los que tenga permitido el acceso, el usuario podrá realizar selecciones por los distintos campos de información. Para facilitar esta tarea, el usuario puede seleccionar los campos de filtro que emplea más habitualmente y dejarlos fijados para acceder directamente a ellos, estableciendo así los criterios más frecuentes de elección que desee; o bien, realizar las selecciones en el momento de la búsqueda conforme a las necesidades del momento.

Una vez realizada la selección en base a los criterios proporcionados, la presentación de los resultados de las consultas se realiza tanto mediante registros ordenados según el criterio que indique el usuario (Figura 1), como mediante la representación de los focos en un mapa. Desde ambas presentaciones se puede exportar el listado de los focos que cumplen las condiciones indicadas a un fichero CSV o un fichero cartográfico (GeoJSON) respectivamente.

REGA	Cód. Nacional	Cód. Regional	Provincia	Comunidad Autónoma	Fecha
FB-99				Castilla - La Mancha	11-10
FB-98				Castilla - La Mancha	11-27
FB-97				Castilla - La Mancha	11-26
FB-96				Castilla - La Mancha	11-27
FB-95				Castilla - La Mancha	01-23
FB-94				Castilla - La Mancha	12-02
FB-93				Castilla - La Mancha	12-02
FB-92				Castilla - La Mancha	12-03
FB-91				Castilla - La Mancha	12-03
FB-90				Castilla - La Mancha	01-27
FB-9				Castilla - La Mancha	12-04
FB-89				Castilla - La Mancha	12-11
FB-88				Castilla - La Mancha	12-13
FB-87				Castilla - La Mancha	12-10
FB-86				Castilla - La Mancha	12-10
FB-85				Castilla - La Mancha	11-10
FB-84				Castilla - La Mancha	11-10
FB-83				Castilla - La Mancha	11-11
FB-82				Castilla - La Mancha	11-09
FB-81				Castilla - La Mancha	11-28
FB-80				Castilla - La Mancha	10-27

Figura 1. Listado de focos seleccionados (datos omitidos).

Incorporación de la información

Evidentemente para que todo este desarrollo tenga sentido, el sistema ha de contar con información sobre los focos de seca, que ha de ser introducida por los distintos usuarios. Para esta introducción de datos se han previsto dos vías:

Introducción individual: El usuario que tenga asignada esta tarea puede dar de alta en cualquier momento un foco proporcionando manualmente la información referente al mismo. Este proceso, si bien no es adecuado para la carga masiva de datos, sí que es apropiado para la incorporación de focos individuales a partir de la información de campo o cualquier otra fuente no normalizada (Figuras 2 y 3).

IDENTIFICACIÓN DEL FOCO

Código Nacional: Código Autonómico:

GUARDAR **CANCELAR**

DATOS DEL FOCO

Comunidad Autónoma: Seleccione una comunidad Paraje:

Coordenadas UTM HUSO 30 del foco Centroide: Poblamiento o núcleo habitado más cercano:

Fecha de la última revisión del foco: Número de revisiones:

Observaciones del foco:

LOCALIZACIÓN

Provincia: Seleccione una provincia Término Municipal: Seleccione un municipio

REGA: REGEPA:

Nombre de la Finca: Propiedad: NA

Referencia catastral:

Polígono: Parcela:

Figura 2. Formulario para la introducción de un nuevo foco.

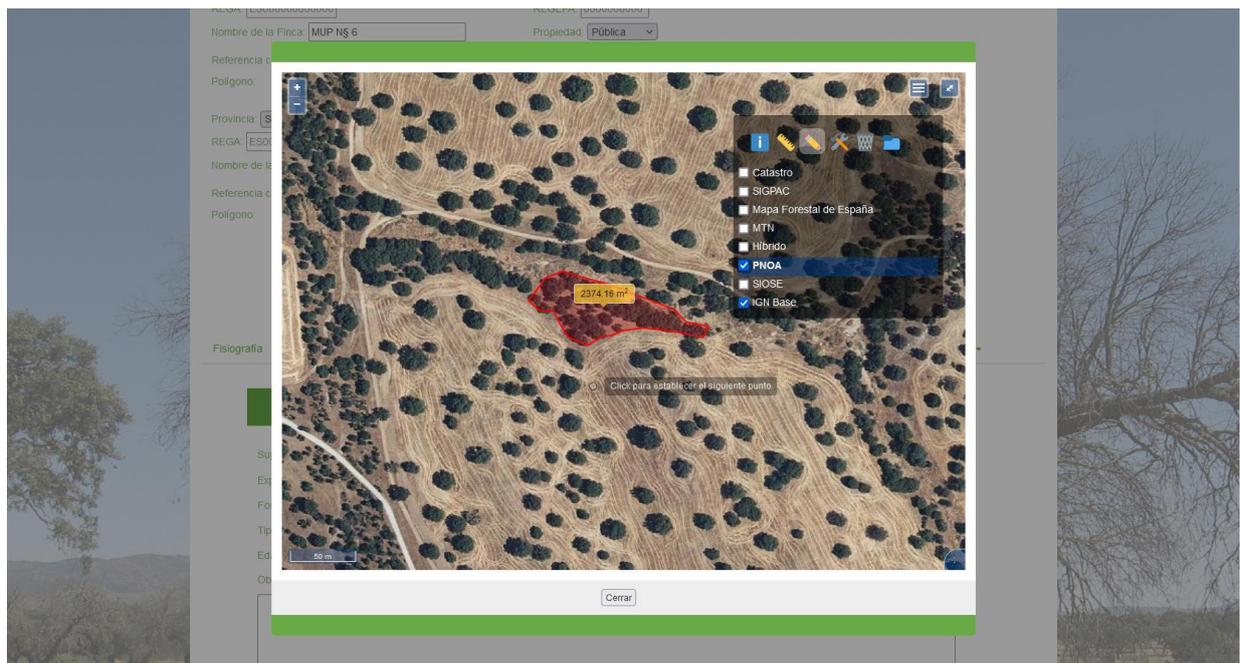


Figura 3. Delimitación del contorno de un foco sobre ortofoto del PNOA (ubicación ficticia).

Introducción en bloque: Para la carga masiva de datos se ha previsto el empleo de ficheros CSV con los datos que se han de incorporar. Esto permite tanto la introducción de nuevos focos como la incorporación de nuevos datos (nuevas localizaciones, nuevas visitas y los resultados de nuevos análisis) a los ya existentes. Para ello se provee a los usuarios de un documentador que especifica los campos que han de contener los ficheros CSV (Comma-separated Value) que se desee importar y las relaciones entre ellos y con los datos ya incorporados que se han de respetar. En base al esquema provisto existe la posibilidad de extender esta funcionalidad para el empleo de otros formatos de ficheros de datos en forma tabular (hojas de cálculo). Esta posibilidad está condicionada a posibles requerimientos de los usuarios debido a algún condicionante especial, ya que en la actualidad todos los programas de hojas de cálculo y bases de datos personales permiten la exportación de la información en formato CSV.

Exportación de la información

Mantener la información centralizada y normalizada permite la emisión de informes y gráficos con los datos almacenados. En un primer momento se ha habilitado la exportación de los datos básicos de los focos seleccionados en la pantalla de búsqueda, así como los correspondientes a la ficha individual de cada uno de los focos. La exportación de estos datos se hace en formato CSV para asegurar la interoperatividad de los datos. Como ya se ha indicado en el caso de la incorporación de la información, es posible realizar la exportación a otros formatos de hoja de cálculo o base de datos, pero la necesidad de esta funcionalidad ha de ser evaluada cuidadosamente, ya que en la actualidad los programas más usuales de hoja de cálculo y bases de datos personales permiten la importación directa de ficheros CSV.

Gestión de usuarios

Uno de los principales requerimientos de esta aplicación es garantizar el acceso y modificación de los datos a los usuarios según el esquema que se establezca para cada administración. La necesidad de un esquema específico para este tipo de aplicaciones parte de la distribución competencial señalada en la introducción, en la que cada administración es responsable de su propia

información, estando reservado el acceso a la misma por parte de otras administraciones a la autorización previa de la administración responsable de los datos.

Los requerimientos de cada una de las administraciones que tengan acceso a la aplicación pueden ser distintos, y estas deben tener la posibilidad de limitar el acceso y edición de la información contenida en el sistema según estos requisitos. Por otra parte, la concepción de la aplicación como un sistema para la realización de análisis conjuntos ha de permitir también a los responsables de cada administración otorgar distintos permisos a los usuarios adscritos a otras para poder realizar análisis conjuntos o examinar el estado de los focos en el área de influencia de su propia comunidad.

Por último, queda la necesidad de poder otorgar permisos especiales a determinados usuarios, sin acceso a la información, pero con la capacidad de gestionar del sistema a nivel técnico y realizar tareas de asistencia y mantenimiento.

Para implementar estos requerimientos se ha establecido un sistema por el cual se definen para cada usuario una serie de posibles permisos (lectura, edición...), a la vez que estará adscrito a una y solo una de las administraciones dadas de alta en la aplicación.

El responsable de la administración a la que pertenecen estos usuarios establece los permisos que otorga a cada usuario adscrito a la misma, con lo que se controla el flujo de información, tanto de entrada como de salida.

Para posibilitar el acceso a los usuarios adscritos a otras administraciones, el responsable de la gestión de usuarios de cada una puede otorgar permisos a los usuarios dados de alta en la aplicación pero adscritos a otras administraciones. Esta posibilidad es completamente potestativa, pudiendo optar el responsable por no dar este tipo de permisos a ningún usuario externo, y manteniendo así reservada la información correspondiente a su administración.

Con esta estructura se permite que los usuarios de una administración tengan acceso a distintos niveles a los datos gestionados por las restantes, siempre y cuando lo consideren oportuno los responsables de cada una. En este caso, con esta opción, se posibilita que los usuarios puedan examinar los focos presentes en otras comunidades (especialmente resulta interesante en el caso de focos próximos a su comunidad), siempre y cuando, el responsable lo ha habilitado, tal y como ya se ha explicado. También se podría, gracias a estas opciones, facultar a personal, a nivel intercomunitario, para la incorporación y gestión de la información.

Acceso a datos protegidos

Para cumplir con las disposiciones de Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, el acceso a información con algún nivel de protección según esta norma, se realizará mediante una pasarela a las aplicaciones externas que gestionen dicha información, ante las que deberán validarse los usuarios de acuerdo al procedimiento establecidos por estas. De esta manera se mantiene la información protegida fuera de la aplicación, simplificando su desarrollo, gestión y alojamiento en lo concerniente a la mencionada ley.

5. Discusión

El diseño de la aplicación que aquí se presenta ha requerido la adopción de dos soluciones técnicas que han condicionado todo el desarrollo posterior. Estas dos soluciones han sido:

- Diseño de una aplicación basada en la web

Con esta decisión, como ya se ha comentado, se ha optado por una concentración de las tareas de gestión y mantenimiento (que independientemente de la solución adoptada van a ser necesarias), de forma que por un lado se simplifiquen estas, y por otro, las tareas necesarias para la gestión de usuarios y sus puestos sea mínima: darles de alta y asegurarse de que tengan un navegador compatible.

De esta manera una vez instalados los servidores web y de base de datos, el resto del despliegue es prácticamente inmediato, bastando con crear los usuarios responsables en cada administración y delegando en ellos las tareas de incorporación de nuevos usuarios (si no se opta por gestionarlo de forma centralizada). El único condicionante temporal es en este caso el tiempo necesario para el adiestramiento en el uso de la aplicación del personal.

- Adopción de una infraestructura basada en software libre

Aunque ya se han realizado algunos avances de los motivos por los que se ha adoptado esta solución, realizaremos aquí un resumen de los mismos:

Al tratarse de software libre, su adopción no condiciona a la prestación de servicios por parte de una determinada empresa para la gestión o actualización del mismo. Las soluciones de software propietario, si bien suelen tener una experiencia de usuario mucho más desarrolladas, implican la dependencia de la empresa propietaria de los derechos del software. En estos casos además la migración a otra solución que pueda considerarse más adecuada en un momento dado es especialmente costosa, especialmente si se refiere al servidor de aplicaciones, que puede requerir la reescritura completa del software del servidor.

El mayor riesgo que presenta el software libre es el relacionado con su mantenimiento y desarrollo. Existe software de este tipo desarrollado por programadores individuales que a pesar de su popularidad y uso extendido acaba abandonado y sin mantenimiento. Por otra parte, existe un ecosistema de fundaciones en torno a este software que “adoptan” proyectos y se encargan de mantener y actualizar el software asociado a estos. Probablemente si hablamos de la Fundación Mozilla solo la gente más al día en la industria del software sea capaz de identificarla, pero si hablamos de “el Firefox”, cualquier persona que maneje internet reconocerá al producto estrella de esta fundación. En el campo forestal la Open Source Geospatial Foundation (OSGeo) tal vez no sea muy conocida, pero la cosa cambia si nos referimos a “QGis”.

Por tanto, el principal problema con el software libre no es tanto la falta de un soporte adecuado, como saber elegir aquellos proyectos que cuentan con él. En el caso de la presente aplicación se ha elegido para dar soporte a la aplicación Apache como servidor web, PHP como servidor de aplicaciones integrado en el servidor web y PostgreSQL como servidor de base de datos. Este software está respaldado directamente por la Apache Foundation, The PHP Group y The PostgreSQL Global Development Group, e indirectamente por usuarios y sponsors entre los que se encuentran empresas como Yahoo, Amazon, Microsoft, Google, IBM y otras de entidad similar.

Junto con el software que mantiene la aplicación, para su desarrollo se han empleado frameworks y librerías siguiendo esta misma filosofía. En concreto se ha empleado Laminas (Zend) para el desarrollo en PHP y JQuery, OpenLayers, Bootstrap y proj4 para el desarrollo en javascript. Análogamente al anterior software comentado, este está directamente mantenido por la Linux Foundation, OpenJS Foundation, Open Source Geospatial Foundation y Twitter. Dan apoyo a estos proyectos: Google, IBM, Microsoft y otras empresas del sector.

En cuanto a los requerimientos por parte de los destinatarios de la aplicación, ha sido necesario tener en cuenta la actual distribución competencial a la hora de diseñar la gestión de usuarios, para que ello quede reflejado en la asignación de permisos. Cada unidad administrativa funciona de forma independiente, teniendo la posibilidad de establecer distintos grados de colaboración con las otras.

El núcleo de la aplicación, la gestión de focos de seca, ha tenido comparativamente unos requisitos más sencillos que la gestión de usuarios. El concepto en torno al cual se articula la información es el de foco en la Comunidad Autónoma. Dentro de cada Comunidad Autónoma un mismo foco puede tener una o varias localizaciones administrativas (se entiende que limítrofes) a un nivel inferior al de Comunidad (provincia, término municipal, parcela catastral). Paralelamente cada foco ha podido ser sometido a una o varias caracterizaciones en distintos espacios temporales y de forma más o menos completa, y a su vez, al realizar cada una de estas caracterizaciones se han podido tomar muestras de diferentes tipologías y realizar diversos análisis sobre ellas. Siguiendo este esquema para cada foco dado de alta se almacenan por un lado las unidades administrativas por las que se extiende (al menos una), y por otro los datos recopilados en las distintas evaluaciones que se hayan realizado sobre el mismo. Toda esta información es directamente accesible desde la ficha o formulario correspondiente al foco, y puede emplearse para realizar búsquedas o selecciones entre estos, así como para su visualización cartográfica. A su vez, el complemento GIS de la aplicación facilita el tratamiento de la información geográfica asociada a cada foco, tanto para identificar visualmente los focos sobre el mapa, como para incorporar y recuperar la información sobre superficies, arboles escape, etc., con una base cartográfica.

6. Conclusiones

Se ha intentado alcanzar la mejor solución que cumpliera a la vez los requisitos técnicos y administrativos, asegurando conjuntamente el uso más eficiente de los recursos disponibles para el desarrollo y un ciclo de vida lo más dilatado posible. A priori el resultado obtenido es óptimo pero éste se debe continuar evaluando a través del manejo de la aplicación por parte de sus destinatarios: las administraciones implicadas en la gestión y conservación del medio natural y la biodiversidad, y más concretamente en la sanidad forestal.

Esta aplicación es a la vez un medio de comunicación de la información disponible por cada administración referente a la presencia de focos de seca hacia las demás, y también constituye una herramienta para que cada una de estas pueda gestionar de forma autónoma la información de que dispone respecto a los focos detectados en su territorio.

La capacidad de la aplicación de integrar distintas fuentes (siempre con permiso de los responsables de cada una de las administraciones) para analizar y estudiar la presencia de focos de seca o de áreas de debilitación poblado con especies del género *Quercus* en todo el territorio que se considere, incluyendo las posibles relaciones con los parámetros estudiados en la caracterización de los focos, hace que el potencial de la aplicación se expanda mucha más, con el fin de alcanzar el conocimiento actual y la evolución de áreas forestales deterioradas.

Tanto el esquema técnico empleado como la gestión de usuarios, en base a las distintas administraciones a las que estos pertenecen y que se ha implementado, permite el uso coordinado de la información referente a los focos de seca respetando las competencias de las distintas administraciones. Las posibilidades de una base de datos común dando servicio tanto a cada administración por separado como a los responsables de la coordinación entre estas, consideramos que pueden extenderse a otras materias dentro de la gestión del medio natural. Esta gestión muchas veces implica conocer no solo la situación del territorio gestionado, sino también la del que le rodea y que se encuentra sometido a presiones ambientales y problemáticas similares.

El éxito de los objetivos de la aplicación aquí presentada pasa necesariamente por su uso decidido por parte de las distintas administraciones afectadas por el problema de la seca existente en las superficies pobladas por especies del género *Quercus* o, en general, en este tipo de áreas alteradas y que presentan debilitamientos en el estado de salud de su arbolado. Solo la experiencia que se obtenga con su empleo habitual podrá revelar (y solucionar) si existe alguna carencia y con ello sugerir mejoras y proponer funcionalidades adicionales, debido también a nuevas necesidades ocasionadas por la evolución del problema fitosanitario; a la vez que se pone en valor el esfuerzo y recursos empleados en su desarrollo.

7. Agradecimientos

El desarrollo de esta aplicación ha sido posible gracias a Endesa y Enel Green Power, y al apoyo y coordinación del Ministerio de Transición Ecológica y Reto Demográfico (Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación, Subdirección General de Política Forestal y lucha contra la Desertificación) y el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (Dirección General de Sanidad de la Producción Agraria, Subdirección General de Sanidad e Higiene Vegetal y Forestal).

También queremos agradecer la colaboración a las CC.AA. que han asistido a las reuniones, aportando ideas y soluciones, y a aquellas que además han facilitado información sobre sus inventarios realizados en esta área; así como, a las Universidades y Centros de investigación que actualmente trabajan con este problema, por su contribución al mejor entendimiento de la situación de la seca en España.

8. Bibliografía

BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO (ed.); 1978. Constitución Española. BOE, 29 de diciembre de 1978, núm. 311, pp. 29313 a 29424.

BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO (ed.); 2018. Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y Garantía de los Derechos Digitales. BOE, 7 de diciembre de 2018, núm. 294, pp. 119788 a 119857.

ECKERSON, W. W.; 1995. "Arquitectura cliente / servidor de tres niveles: lograr escalabilidad, rendimiento y eficiencia en aplicaciones cliente-servidor". Open Information Systems, 10(1).

GRUPO DE SOFTWARE LIBRE EN LA ADMINISTRACIÓN GENERAL DEL ESTADO; 2005. Propuesta de recomendaciones a la administración general del estado sobre utilización del software libre y de fuentes abiertas. Ministerio de Administraciones Públicas. Madrid.

PÉREZ MARTÍN, F.; 2017. Respuesta coordinada ante el problema de la seca. Grupo y subgrupos de trabajo. Jornada sobre Decaimiento de Quercíneas, Jerez de la Frontera 26 de octubre de 2017, Cádiz, España.