

Mateos, M.A., Gil, Y., Laguna, D., Vilches, J., Sánchez, A., Giménez de Azcárate, F., Rodríguez, C., Cáceres, F. y Moreira, J.M. (2010): FAME. Aplicación Web de apoyo al seguimiento, localización e integración de la información sobre flora amenazada y de interés generada en Andalucía. En: Ojeda, J., Pita, M.F. y Vallejo, I. (Eds.), Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Sevilla. Pp. 222-229. ISBN: 978-84-472-1294-1

## FAME. APLICACIÓN WEB DE APOYO AL SEGUIMIENTO, LOCALIZACIÓN E INTEGRACIÓN DE LA INFORMACIÓN SOBRE FLORA AMENAZADA Y DE INTERÉS GENERADA EN ANDALUCÍA

M.A. Mateos<sup>3</sup>, Y. Gil<sup>3</sup>, D. Laguna<sup>3</sup>, J. Vilches<sup>3</sup>, A. Sánchez<sup>2</sup>, F. Giménez de Azcárate<sup>3</sup>, C. Rodríguez<sup>2</sup>, F. Cáceres<sup>1</sup>, J.M. Moreira<sup>1</sup>

- (1) Dirección General de Desarrollo Sostenible e Información Ambiental, Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, Avda. Manuel Siurot, 50, 41071 Sevilla  
josem.moreira@juntadeandalucia.es, francisco.caceres@juntadeandalucia.es
- (2) Dirección General de Gestión del Medio Natural. Consejería de Medio Ambiente. Avda. Manuel Siurot, 50, 41071 Sevilla.  
carmen.rodriguez.hirald@juntadeandalucia.es, ajose.sanchez.ext@juntadeandalucia.es.
- (3) Departamento de Comunicación y Sistemas de Información, Empresa de Gestión Medioambiental S.A., Johan Gutenberg, 1 (Isla de la Cartuja), 41092 Sevilla  
fgimenezdeazcarate, jvilches, dlaguna, ygil, mmateos}@egmasa.es

### RESUMEN

FAME es un sistema de información geográfica, integrado en la Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM), de apoyo a la localización y seguimiento de la Flora Amenazada y de Interés de Andalucía, el cual centraliza la información que generan los distintos proyectos de la temática en el repositorio único de la Consejería de Medio Ambiente (CMA). Utilizando nuevas tecnologías se ha creado una herramienta Web que gestiona el recorrido completo de la información de Flora Amenazada, desde el levantamiento de la información, con el apoyo de una aplicación PDA, y la incorporación y edición de datos temáticos y gráficos, por medio de un visor cartográfico, hasta el proceso de validación temático para evitar errores en la incorporación de la información. En este proyecto se utiliza una arquitectura basada en la tecnología del software libre, destacando el visor geográfico desarrollado sobre OpenLayers, la aplicación para PDA desarrollada sobre el núcleo de Enebro y el uso de estándares OGC, tanto para la utilización de cartografía base mediante WMS, como para el acceso y la edición vía web a través de WFS-T. Este proyecto es una apuesta de la CMA por el uso del software libre como elemento principal en desarrollos complejos.

*Palabras Clave:* Flora Amenazada, Aplicación Web, OGC, Software Libre, OpenLayers

### ABSTRACT

*FAME is a geographic information system, integrated in the Andalusian Environmental Information Net (REDIAM), to support the location and tracking of Threatened and Interesting Flora of Andalusia, which centralizes the information generated in the different projects related with the thematic in the Unique Data Reservoir of Andalusian Environmental Council (CMA). A Web tool has been created using new technology which manages the complete Threatened Flora information layout, from the information gathering, with the support of a PDA application, the incorporation and thematic data and graphic edition, using a cartographic viewer, to the thematic validation process to avoid mistakes in the information incorporation. This project uses an architecture based on free software technology, in*

which we can highlight a geographic viewer developed on OpenLayers, a PDA application developed on the Enebro core and the use of OGC standards, both for the use of base cartography through WMS, and for including access and edition via web through WFS-T. This project is a clear example of the new lines followed by the CMA on a commitment to use free software as key component for complex developments.

*Key words:* Threatened flora, Web implementation, OGC, Free software, OpenLayers

## INTRODUCCIÓN

La Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía (en adelante CMA) históricamente ha sido pionera en el tratamiento de la información espacial, desde los tiempos del SINAMBA hasta la actual Red de Información Ambiental de Andalucía (en adelante REDIAM) (Moreira Madueño, 2006), creada por la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental (GICA), que tiene como objeto la integración de toda la información sobre el medio ambiente andaluz generada por todo tipo de centros productores de información ambiental en la Comunidad Autónoma.

Andalucía, con aproximadamente unos 4000 taxones de flora vascular, alberga una de las floras más diversas del continente europeo, con un alto número de especies endémicas (figura 1). Sin embargo, un número considerable de estas especies no presentan un aceptable estado de conservación, debido fundamentalmente a causas de origen antrópico, aunque en algunos casos influyen también riesgos naturales.



**Figura 1:** Pinsapo (*Abies pinsapo* Boiss.), endemismo andaluz en peligro de extinción

Para asegurar la supervivencia de dichas especies la Consejería de Medio Ambiente ha puesto en marcha diversos programas de conservación de flora silvestre amenazada en Andalucía, ya sea de tipo “in situ” (promoviendo la conservación de los hábitats y su gestión adecuada), o “ex situ”, fuera de sus ecosistemas naturales, en los que las redes de apoyo a la gestión de la flora y vegetación (Jardines Botánicos, Banco de Germoplasma o el Laboratorio de Propagación Vegetal) juegan un papel fundamental.

El Programa de Conservación de Red Andaluza de Jardines Botánicos realiza el seguimiento de la Flora Amenazada, que presenta distintos grados de amenaza establecidos en la Ley 8/2003 de flora y fauna silvestres, el Libro Rojo de la Flora Silvestre Amenazada de Andalucía (Blanca et al., 2000) y la Lista Roja de la Flora Vascular de Andalucía (Cabezudo et al., 2006). Este Programa está gestionado por el Sistema de Información de Flora Amenazada y de Interés de Andalucía (FAME), que se encuentra integrado en la Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM).

Para apoyar la conservación de la flora amenazada en Andalucía el sistema FAME ha unificado la información normalizada en una cartografía de detalle y una base de datos obtenidas a partir del seguimiento y prospección en campo de la flora amenazada y de interés. Este sistema permite la integración, centralización, revisión y explotación de los datos, para la gestión en la conservación y recuperación de la flora amenazada en Andalucía. A su vez, se ha

diseñado una herramienta informática compleja, que ha solventado todas las complejidades técnicas y metodológicas del proyecto.

Por otra parte, en estos momentos, se está produciendo una evolución hacia el uso de plataformas de software libre, guiada por la política de la Junta de Andalucía (JA) en general y por el proyecto del SIG Corporativo de la JA en particular. Las orientaciones principales que surgen de este proyecto son:

- El uso de una arquitectura modular, en la que el sistema está compuesto por piezas de distinta procedencia (software libre, propietario o desarrollos a medida), engranadas bajo unas normas comunes de funcionamiento.
- El cumplimiento de estándares internacionales que aseguren la interoperabilidad del sistema hacia afuera, y también permita la sustitución de uno de los módulos internos por otro que cumpla la misma interfaz basada en protocolos estándar.

Un buen ejemplo de esta tendencia es la aplicación para la gestión de la información sobre Flora Amenazada (FAME). En ella, se combina el uso de distintas tecnologías libres para conseguir objetivos tan ambiciosos como es la edición de datos espaciales en campo desde un entorno PDA.

Ahora bien, para que este proyecto pueda ser implantado en la CMA ha tenido que existir un trabajo previo, que ha consistido en la migración de la arquitectura de SIG desde un entorno propietario a uno basado en plataformas de software libre (Ayerbe Bernal et al., 2009). Esta evolución es la que ha puesto a la CMA en disposición de poder desarrollar e implantar proyectos SIG basados en software libre.

## FLUJOS DE TRABAJO

En la actualidad el equipo técnico que trabaja en la conservación de la flora andaluza está formado por los miembros de los 10 centros que constituyen la Red Andaluza de Jardines Botánicos en Espacios Naturales, los encargados de los programas de conservación provinciales tales como Helechos, Artales, Enebrales costeros, o Bulbosas, los responsables del Programa de Recuperación de Flora de las Altas Cumbres de las Sierras de Andalucía, entre otros.

La dificultad del proyecto no sólo ha sido técnica, sino que metodológicamente el flujo de trabajo también ha sido complejo. Ayerbe Bernal et al. (2010) resumen en las siguientes fases el flujo más habitual de introducción de nueva información en el sistema FAME (figura 2):

1. Al introducir una fuente de datos en FAME (por ejemplo, una referencia bibliográfica o una comunicación personal), se origina una nueva unidad de seguimiento de una especie de flora amenazada en una determinada ubicación geográfica.
2. Un técnico de campo selecciona en la web su zona de trabajo, en la que entre otras está incluida la nueva unidad de seguimiento, descargándolas en su PDA.
3. El técnico de campo visita la localidad para localizar, georreferenciar y realizar un primer seguimiento de la unidad, contrastando su existencia y evaluando el estado en que se encuentra.
4. El técnico de campo vuelve al jardín botánico y vuelca de su PDA a la web los datos obtenidos en el campo.
5. El técnico de campo con frecuencia completa la información a través de la aplicación web, ya que es más fácil la introducción de ciertos datos en un ordenador de escritorio que en una PDA.
6. En la CMA se valida la nueva información. La persona encargada de ello asume el papel de "validador", que resuelve conflictos y asegura la coherencia de la información aportada por los técnicos de campo.
7. La información validada se consolida y es publicada para el resto de usuarios del sistema.
8. La información es explotada mediante los módulos de consultas e informes implementados en la aplicación web.



Figura 2: Diagrama del flujo de trabajo en FAME

## DESCRIPCIÓN

FAME es un innovador sistema de información geográfica, integrado en la REDIAM, de apoyo a la localización y seguimiento de la Flora Amenazada y de interés de Andalucía, que centraliza la información que generan los distintos proyectos de la temática en el repositorio único de la Consejería de Medio Ambiente.

Actualmente en FAME se incluye información de 1.048 taxones (Consejería de Medio Ambiente, 2010), recogidos en el Catálogo Andaluz de Flora Amenazada, Anexo II de la ley 8/2003 de la Flora y la Fauna Silvestres, Lista Roja de Andalucía y otros de interés para la CMA, que se convierten en 17.824 localidades cartografiadas (llamadas Unidades de Seguimiento) (figura 3). De ellos son prioritarios, por encontrarse en una categoría de amenaza mayor, 627 taxones, a los cuales se le realiza un seguimiento detallado en 7.544 localizaciones. La herramienta permite a los técnicos de campo acceder a toda la información sobre flora amenazada existente en el repositorio único, y que a su vez la información levantada por estos técnicos con una PDA esté disponible en la aplicación web, siempre pasando por un proceso de validación previo.

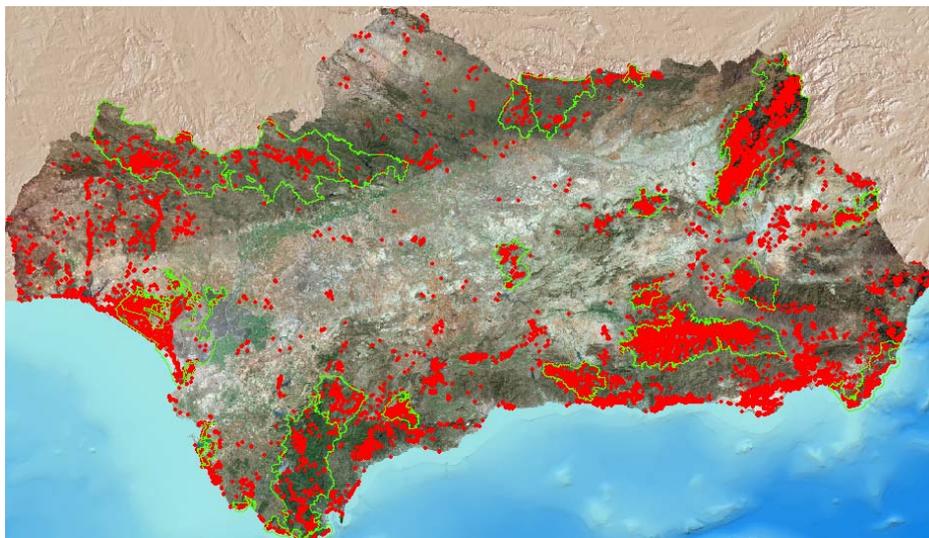


Figura 3: Localización de la flora amenazada y de interés de Andalucía (puntos rojos)

Con el avance de las tecnologías, y las nuevas posibilidades que ofrecen, se ha superado la dificultad de la edición multiusuario vía web, factor limitante para conseguir un sistema de información geográfica de este tipo, que sincroniza simultáneamente cartografía y base de datos. La aplicación tiene el valor añadido de haber sido desarrollada bajo software libre, destacando el visor geográfico desarrollado sobre OpenLayers, una aplicación para PDA desarrollada sobre el núcleo de Enebro y el uso de estándares OGC, asegurando con ello la interoperatividad del sistema (figura 4).

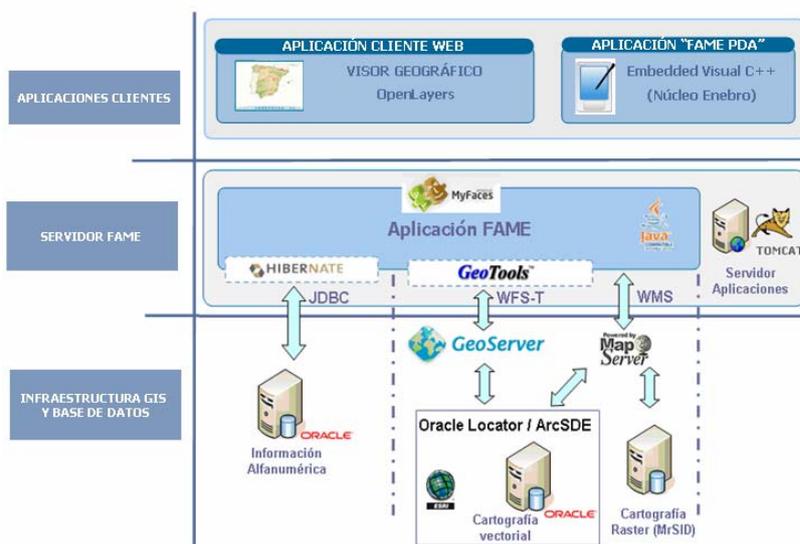


Figura 4: Arquitectura del sistema FAME

En cuanto a la arquitectura utilizada, la aplicación FAME web es una aplicación Java EE basada en la implementación de JavaServer Faces (Sun Microsystems, 2006b), del framework ICEfaces (ICesoft Technologies Inc., 2009) y en la implementación JPA (Sun Microsystems, 2006a), del framework Hibernate 3.0 (Red Hat Inc., 2009), para la persistencia de información alfanumérica.

Para la parte geográfica de la aplicación se ha utilizado en todo momento servicios estándares OGC. Por un lado, para la edición gráfica de localidades hemos optado por servir el WFS-T (Open Geospatial Consortium Inc., 2005),

a través de Geoserver (Open Source Geospatial Foundation, 2010), cuyo software es utilizado dentro de la CMA para todas las ediciones de este tipo.

La aplicación además, consume una serie de servicios WMS (Open Geospatial Consortium Inc., 2004) servidos a través de Mapserver (Open Source Geospatial Foundation, 2009a), mediante un balanceador, que sirven de base cartográfica para la aplicación.

En cuanto al visor geográfico, se optó por el uso de OpenLayers (Open Source Geospatial Foundation, 2009b), que es un visor de software libre implementado en JavaScript que permite visualizar en cualquier navegador datos geográficos provenientes de servicios estándar OGC. El aspecto visual de OpenLayers ha sido personalizado mediante nuevas imágenes para los botones y la edición de los estilos CSS (figura 5).



Figura 5: Visor OpenLayers personalizado

OpenLayers permite la digitalización de localidades mediante la creación o edición de polígonos, que se dibujan sobre la base cartográfica cargada. Cuando se finaliza la digitalización, la aplicación FAME recupera las geometrías generadas por OpenLayers y realiza la inserción o modificación de la cartografía a través del correspondiente servicio WFS-T publicado en GeoServer.

El principal reto de este proyecto ha sido la gestión de la información geográfica de localidades, dado el elevado número de polígonos de esta capa (unos 17.000 a día de hoy), que hace inviable cargar en OpenLayers la capa completa a través del servicio WFS.

La solución adoptada consiste, fundamentalmente, en utilizar el servicio WFS sólo a escalas pequeñas, en las que el número de polígonos visualizados en el encuadre es mucho más reducido. Esto implica que sólo es posible la digitalización de nueva información a estas escalas pequeñas, lo cual no es un problema en este proyecto, dado que la resolución requerida para estos polígonos ya obliga a trabajar de esta manera.

A escalas altas se utiliza el servicio WMS. Aún así, el rendimiento de este servicio WMS con tal cantidad de polígonos no era muy bueno, por lo que se ha integrado la aplicación TileCache (MetaCarta Inc., 2009), una implementación del estándar WMS-C, que permite generar una cache en disco de las imágenes de mapa generadas por un servicio WMS. Esta cache se invalida cada noche mediante una tarea programada.

El módulo de consulta de la aplicación web permite al usuario realizar búsquedas de unidades de seguimiento, mediante criterios alfanuméricos y geográficos. A medida que el usuario va aplicando estos criterios, en el visor OpenLayers se va filtrando las unidades de seguimiento para reflejar el resultado de la búsqueda. Los servicios WMS no soportan filtrado, de forma que estamos obligados a utilizar el servicio WFS. Sin embargo, cuando la búsqueda retorna muchos elementos, utilizar el servicio WFS tampoco es viable.

La solución adoptada consiste en una combinación de las siguientes estrategias orientadas a aumentar el rendimiento de la aplicación, sin perder la funcionalidad descrita anteriormente:

- cuando la búsqueda retorna muchos resultados, se muestra un mapa temático con una etiqueta en cada sector biogeográfico que indica el número de localidades que cumplen el filtro en ese sector.

- cuando la búsqueda retorna un número intermedio de resultados, se utiliza un servicio WFS de centroides de localidades, que pesan menos que los polígonos. La aplicación se encarga de mantener esta capa de centroides sincronizada cada vez que se modifica una localidad.
- finalmente, cuando la búsqueda retorna poco resultados, se usa el servicio WFS de polígonos.

La aplicación FAME PDA es una aplicación eMbedded Visual C++ para Windows Mobile, basada en la aplicación de software libre Enebro (Consejería de Medio Ambiente, 2008), de la CMA.

Enebro es una aplicación adaptada a dispositivos móviles orientada a la captura en campo de información geográfica, que permite la visualización de cartografía ráster y vectorial, así como la edición de esta última. También permite la navegación GPS sobre la cartografía cargada.



Figura 6: Aplicación FAME PDA basada en Enebro

Sobre la base de Enebro, se ha desarrollado una aplicación (figura 6) que permite a los técnicos descargar de la web las unidades de seguimiento a visitar, introducir en campo nueva información tanto alfanumérica como geográfica de estas unidades y enviar de vuelta a la web esta nueva información para que sea validada y, en su caso, consolidada en la base de datos del sistema FAME.

Debido al elevado número de localidades a representar y al gran volumen de la cartografía ráster utilizada como base cartográfica (hasta 8 GB de información), también ha sido necesario modificar el núcleo de Enebro para introducir una serie de mejoras de rendimiento:

- Optimizar las consultas a la base de datos interna para obtener sólo los polígonos que son visibles en el encuadre actual.
- Mejora en los procedimientos de liberación de memoria involucrados en el refresco de mapa.
- Se ha portado la librería libcurl a Windows Mobile para realizar el intercambio de información entre FAME PDA y FAME web.

## CONCLUSIONES

El Sistema de información de flora amenazada y de interés (FAME), de gran importancia para la conservación de esta flora silvestre, presenta unos flujos de trabajo complejos. La aplicación web ha conseguido gestionar el recorrido completo de la información de forma centralizada y *online*, desde el levantamiento de la información por los técnicos de campo, con el apoyo de una aplicación diseñada para asistentes digitales personales (PDA), hasta la explotación de la información final ya validada, siguiendo siempre unos criterios de organización adecuados.

Como ha quedado patente en este artículo, desde la CMA se ha apostado desde hace tiempo por el uso del software libre como base para los desarrollos previstos y futuros relacionados con los Sistemas de Información Geográfica. Dicha apuesta está marcada por el impulso que desde la Junta de Andalucía se le está dando al uso del

software libre como alternativa válida para cubrir todas las necesidades de la organización. Las ventajas, como indica Mas (2005), son bastante claras:

- Independencia y control sobre el producto final al disponer del código fuente.
- No se escatiman los recursos en licencias, puesto que son gratuitas, lo que permite reinvertir esos recursos en formación técnica o en funcionalidades extras.

## BIBLIOGRAFÍA

Ayerbe Bernal, R.; Martín Cajaraville, D., Selles Santos, J. y Martínez Miralles, J. M. (2010): Uso del Software libre aplicado a los SIG. Un caso práctico en la Consejería de Medio Ambiente. *IV Jornadas de Software Libre*. Servicio de Sistemas de Información Geográfica y Teledetección. Universidad de Girona.

Ayerbe Bernal, R.; Martín Cajaraville, D. y Vico Prieto, J. (2009): Evolución en los sistemas de difusión de la información ambiental en la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. *VI Jornadas Técnicas de la IDE de España JIDEE 2009*.

Blanca, G. et al. (2000, eds.): *Libro Rojo de la Flora Silvestre Amenazada de Andalucía*, 2 vols. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. ISBN: 84-89650-75-6.

Cabezudo, B. et al. (2006): *Lista Roja de la Flora Vasculare de Andalucía*. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. ISBN: 84-96329-62-3.

Consejería de Medio Ambiente (2008): Enebro 2.0.

<http://www.juntadeandalucia.es/repositorio/usuario/listado/fichacompleta.jsf?idProyecto=490>

— (2010): *Medio Ambiente en Andalucía. Informe 2009*. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. ISBN: 978-84-92807-43-7.

ICesoft Technologies Inc. (2009): ICEfaces 1.8, <http://www.icefaces.org/>

Mas, J. (2005): *Software Libre. Técnicamente viable, económicamente sostenible, y socialmente justo*. Barcelona, Infonomía.

MetaCarta Inc. (2009): TileCache 2.10, <http://tilecache.org/>

Moreira Madueño, J. M. (2006): El sistema de información geográfica-ambiental de Andalucía. Del SINAMBA a la Red de Información Ambiental de Andalucía. *GeoFocus (Recursos)*, 6, 4-10. ISSN: 1578-5157

Open Geospatial Consortium Inc. (2004): WMS 1.3.0, <http://www.opengeospatial.org/standards/wms>

— (2005): WFS 1.1.0, <http://www.opengeospatial.org/standards/wfs>

Open Source Geospatial Foundation (2009a): MapServer 5.4, <http://mapserver.org/>

— (2009b): OpenLayers 2.8, <http://openlayers.org/>

— (2010): GeoServer 2.0.1, <http://geoserver.org/>

Red Hat Inc. (2009): Hibernate 3.3, <http://www.hibernate.org/>

Sun Microsystems (2006a): Java Persistence API, Enterprise JavaBeans 3.0, <http://java.sun.com/javaee/technologies/persistence.jsp>

— (2006b): JavaServer Faces 1.2, <http://java.sun.com/javaee/javaserverfaces/>