

Gil, Y., Romero, D., Ortega, E., Domínguez, M.C., Navas, P., Patiño, M., Vicent, C., Santos, M., Quijada, J., Giménez de Azcárate, F., Cáceres, F. y Moreira, J.M. (2010): SIOSE Andalucía, experiencia de integración y actualización de bases cartográficas multiescala. 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. 116-134. ISBN: 978-84-472-1294-1

## SIOSE ANDALUCIA, EXPERIENCIA DE INTEGRACION Y ACTUALIZACION DE BASES CARTOGRAFICAS MULTIESCALA

Y. Gil<sup>2</sup>, D. Romero<sup>3</sup>, E. Ortega<sup>1</sup>, M.C Domínguez<sup>2</sup>, P. Navas<sup>2</sup>, M. Patiño<sup>2</sup>, C. Vicent<sup>2</sup>, M. Santos<sup>2</sup>, J. Quijada<sup>1</sup>, F. Giménez de Azcárate<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, francisco.caceres, javier.quijada, elena.ortega.diaz.ext}@juntadeandalucia.es).

(2) Departamento de Comunicación y Sistemas de Información, Empresa de Gestión Medioambiental S.A., Johan Gutenberg, 1 (Isla de la Cartuja), 41092 Sevilla  
(fgimenezdeazcarate, ygil, mcdominguez, pnavas, mpatino, cvicent}@egmasa.es).

(3) RQUER, tecnologías de sistemas. S.L. Cristo del Buen Fin, 7, 41002 Sevilla. danielrr@arquitectosdecadiz.com.

### RESUMEN

El objetivo de SIOSE en Andalucía ha sido la obtención de una base cartográfica de referencia a escala de detalle 1:10.000, escalable a 1:25.000, donde se sintetizan e integran tanto la información geométrica como la temática de cartografías ya existentes (usos del territorio, SIGPAC, coberturas del suelo, información de comunidades fitosociológicas, redes de comunicación, superficies húmedas, red hidrográfica, zonas de extracción, balsas, entramado urbano, etc.) siguiendo un protocolo establecido para, posteriormente, actualizarla al año de referencia mediante fotointerpretación. La integración de las diferentes cartografías se fundamentó en la definición de unos valores mínimos de tolerancia, tanto de distancia entre líneas como de tamaño mínimo de superficie en función del uso asignado al polígono. La generación de la cartografía a escala 1:25.000 se llevó a cabo a través de procesos automáticos de cambio de modelo de datos, cambio de escala y eliminación de pasillos.

La inquietud de abordar la experiencia de SIOSE-Andalucía nace de la necesidad detectada desde hace tiempo de tener una base de referencia que combine parámetros bióticos con elementos administrativos y el parcelario de la propiedad.

Palabras Clave: SIOSE, gestión, actualización, multiescala.

### ABSTRACT

*The aim of SIOSE in Andalucía has been obtaining a detailed scale 1:10.000 cartographic database of reference, scalable to 1:25.000, where geometry and also thematic information of existing cartographies have been combined and joined (land uses, SIGPAC, land covers, phytosociological plant communities, communication network, humid areas, hydrographic network, extraction zones, irrigation pools, urban network, etc.) following an established protocol for, afterwards, updating the cartography to the referred year using photo-interpretation. The integration of different cartographies is based on the definition of minimum values of tolerance for the distance between lines as well as minimum sizes of area, depending on the assigned land use to each polygon. The production of cartography 1:25.000 was carried out through automatic processes of data model converter, scale change and elimination of narrowing polygons.*

*The interest of tackling the experience of SIOSE-Andalucía is sprung from the detected necessity of having a resource which combines biotic parameters with administrative elements and property divisions.*

*Key Words: SIOSE, management, update, multiscale.*

## 1.- INTRODUCCIÓN

En diciembre de 2.007 se inició el proyecto SIOSE, promovido por el Instituto Geográfico Nacional, cuyo objetivo es integrar la información de las Bases de Datos de coberturas y usos del suelo de las Comunidades Autónomas y de la Administración General del Estado, haciéndolas compatibles entre ellas, estableciéndose la escala de referencia a 1:25.000 y el marco temporal en el año 2.005.

Andalucía posee una amplia trayectoria en la generación de bases de referencia territoriales sobre usos, coberturas del suelo y vegetación, un conjunto de series cartográficas a escalas de reconocimiento, semidetalle y detalle, con una amplitud temporal que abarca desde 1.985 a 2.007. Destaca especialmente dos bases cartográficas, el Mapa de Usos y Coberturas del suelo a escala 1:25.000, concebido para el seguimiento de cambios de usos del suelo a nivel territorial, que comprende la serie temporal 1.956, 1.977 (en elaboración), 1.984 (en elaboración), 1.999, 2.003 y 2.007, y la Cartografía de la Vegetación a escala de detalle (1:10.000) de los Ecosistemas Forestales de Andalucía 1.996-2.006, que recoge amplia información sobre la caracterización estructural, florística y biofísica del territorio forestal.

En este contexto SIOSE, que pasó a ser un proyecto conjunto entre las Consejerías de Medio Ambiente, Agricultura y Pesca, y Obras Públicas y Vivienda (entonces Vivienda y Ordenación del Territorio), se percibió desde el primer momento como una oportunidad de abordar un proyecto de generación de una base de referencia de detalle (1:10.000), que integrara geométrica y temáticamente las cartografías disponibles de similar escala, para después, a través de un procedimiento de generalización, obtener el producto nacional compatible con el elaborado por el resto de Comunidades Autónomas.

La asunción de este enfoque metodológico supuso un reto por varias razones: la primera de ellas es el evidente esfuerzo económico suplementario necesario para acometer la realización de una base de referencia que cubriera todo el territorio andaluz con una precisión geométrica y temática muy superior a la del proyecto propuesto por el IGN. Este esfuerzo económico suponía, en una primera estimación, entre 4 y 6 veces la cantidad necesaria para ejecutar el proyecto a escala de semidetalle (1:25.000), cantidad que en aquel momento resultaba inalcanzable. La segunda era el diseño metodológico para la integración geométrica y temática de las bases de referencia territoriales en la base de referencia SIOSE-Andalucía 1:10.000, tales como el Sistema parcelario de Andalucía (SIGPAC), el Mapa de Vegetación de Andalucía a escala de detalle y los Inventarios de Balsas, Canteras y Humedales, que no en todos los casos cubrían la totalidad de la Comunidad Autónoma. Especialmente interesante resultaba la incorporación de información sobre el parcelario catastral, puesto que esta información es muy demandada en las labores de gestión del territorio.

Finalmente quedaba abierta la cuestión de cómo realizar el proceso de cambio de escala, una vez obtenida la base de referencia SIOSE-Andalucía 1:10.000, y convertirla al modelo de datos propuesto por el IGN, para alcanzar así el producto SIOSE-Nacional 1:25.000.

La consecución de los tres objetivos antes apuntados a un presupuesto ajustado fue el propósito principal en la redacción de SIOSE-Andalucía 2.005. El procedimiento para la integración geométrica y temática de las bases de referencia (también llamado armonización) fue implementado de tal manera que su ejecución fuera totalmente automática. La integración de las distintas bases de referencia en un mismo producto cartográfico permitió limitar sustancialmente la superficie a fotointerpretar gracias a las consultas cruzadas sobre los datos y geometrías originales que las distintas cartografías ofrecían, en la mayoría de los casos, información más que suficiente para caracterizar temática y cartográficamente el recinto. De esta forma, con la delimitación de la superficie de fotointerpretación, se dirigió al fotointérprete sólo hacia determinados polígonos y ciertas características de estos, aquellas que no habían podido ser heredadas de otras cartografías y por tanto reduciéndose en gran medida el coste del proyecto.

Una vez finalizada la cartografía de SIOSE-Andalucía 1:10.000, hubo que adecuarla a las exigencias nacionales del proyecto SIOSE. Estas exigencias, de forma sucinta, supusieron:

- Cambio de modelo de datos (al modelo orientado a objetos propuesto por el IGN)
- Cambio de escala (aplicación de mínimos de superficie de polígonos, según temáticas)

- Aplicación de determinadas restricciones geométricas (densidad de nodos y pasillos)

El coste aproximado de la realización de SIOSE 2005 (Andalucía 1:10.000 y Nacional 1:25.000) ha sido de 2.600.000 euros, tan sólo un 30% superior a la cantidad estimada inicialmente por el IGN para la elaboración de la cartografía a escala 1:25.000. Además, en el contexto de la Consejería de Medio Ambiente, se establece SIOSE-Andalucía como la base de referencia sobre la que realizar algunas de las futuras actualizaciones de las cartografías que han sido integradas, como el Mapa de Vegetación o el Catálogo de Humedales.

### Características generales de SIOSE-Andalucía. Modelo de datos

En SIOSE-Nacional se ha apostado por un modelo de datos orientado a objetos-relacional de gran plasticidad a la vez que complejo y dependiente de herramientas para su gestión. Dicho modelo se puede consultar en <http://www.SIOSE/documentacion.jsp>. Por el contrario, en SIOSE-Andalucía se ha optado por la máxima simplificación, un modelo de datos plano, que ha consistido en la asignación de toda la información de un polígono a un solo registro de la tabla asociada de la cobertura vectorial de polígonos. Este modelo, claramente desestructurado, ha proporcionado una serie de ventajas durante el proceso de producción y las primeras fases de explotación, entre ellas la facilidad que supone trabajar con un único elemento que reúne datos y geometría para la explotación y consulta de datos, que permite la revisión de los datos y la aplicación de controles de calidad sin tener que realizar aplicaciones específicas para ello o la inmediatez a la hora de implementarlo en las aplicaciones y sistemas de almacenamiento de la REDIAM.

A modo de resumen, en la siguiente tabla se comparan las características generales de SIOSE-Andalucía y SIOSE-Nacional.

**Tabla 1.** Comparación de las características de SIOSE-Andalucía y SIOSE-Nacional

|   | SIOSE-Nacional  | SIOSE-Andalucía   |
|---|---|---|
| Escala de Referencia  | 1: 25.000   | 1:10.000  |
| Sistema Geodésico de referencia   | ETRS89  | ED 50   |
| Año de referencia   | 2.005   | 2.005   |
| Proyección  | Proyección UTM, husos 28, 29, 30 y 31                                     | Proyección UTM, huso 30   |
| Unidad mínima de superficie artificiales y láminas de agua                | 1 ha  | 50 m <sup>2</sup>   |
| Unidad mínima Playas, vegetación de ribera, humedales y cultivos forzados | 0,5 ha  | 50 m <sup>2</sup>   |
| Unidad mínima Zonas agrícolas, forestales y naturales                     | 2 ha  | 200 m <sup>2</sup>  |
| Información de referencia   | SPOT5 2,5 m   |   |
| Precisión geométrica  | ≤ 5 m   | ≤ 5 m   |
| Modelo de datos   | Orientado a objetos, con modificaciones                                   | Plano   |
| Información integrada   | BCN25, SIA, SIOSE, otras...   | SIGPAC, BCN25   |
| Ancho mínimo de los elementos generales                                   | 15 m, excepto playas, vegetación de ribera, humedales y cultivos forzados | 10 m, excepto las redes viaria catalogada y ferroviaria, que no |

|                        |  |  |
|------------------------|--|--|
|                        | que pueden ser de menor anchura  | tienen limitación alguna, y carreteras no catalogadas que es de 15 m.  |
| Pasillos               | Se toleran estrechamientos inferiores a 15 m siempre que no superen los 60 m de longitud.                    | No existe ninguna limitación   |
| Imágenes de referencia | SPOT5 fusión de imágenes pancromática y multiespectral de 2,5 m de resolución espacial del año 2005          | Vuelo Fotogramétrico del Cuadrante NE, Infrarrojo COLOR, 2005, 0.5 m.<br>Vuelo Fotogramétrico del Cuadrante NW, COLOR, 2005, 0.5 m.<br>Vuelo Fotogramétrico del Cuadrante SE, Infrarrojo COLOR, 2004, 0.5 m.<br>Vuelo Fotogramétrico del Cuadrante SW, COLOR, 2004, 0.5 m. |
| Leyenda                | Jerarquizada, con 40 coberturas simples y 45 coberturas compuestas predefinidas en su nivel de mayor detalle | Jerarquizada, con 199 usos del suelo y 21 coberturas   |
| Metadatos              | Perfil de metadatos siguiendo las recomendaciones y directrices marcadas por Norma Internacional ISO 19115   | Perfil de metadatos siguiendo las recomendaciones y directrices marcadas por Norma Internacional ISO 19115   |

En cuanto a los datos que integra SIOSE-Andalucía, son tanto una recopilación de las cartografías integradas como una adaptación a los requerimientos de SIOSE. Estos datos comprenden una leyenda de usos con 199 clases, compatibles con las series cartográficas de usos a escala 1:25.000 y Corine Land Cover, el porcentaje de ocupación de coberturas urbanas (edificaciones, viales, terrenos en construcción...), de los diferentes tipos de cultivos (cultivos herbáceos, cultivos leñosos,...), de los estratos de vegetación natural (arbórea, arbustiva y herbácea) y de superficies húmedas. Paralelamente, se asocia a los diferentes recintos el tipo de cultivo o el tipo de especie forestal, las comunidades vegetales (ligadas a la identificación de los Hábitats de Interés Comunitario), la información procedente de los distintos inventarios integrados, los parámetros biogeográficos e información sobre la potencialidad de la vegetación así como el parcelario de rústica proveniente del SIGPAC.

Durante el levantamiento de la información se ha puesto especial interés en cartografiar elementos lineales de relevancia a la hora de gestionar el territorio, concretamente la localización de cortafuegos, la generación de una red continua y actualizada de carreteras y caminos públicos y la revisión y caracterización de la red hidrográfica; para estos dos últimos elementos se partió de la base del SIGPAC.

## 2.- METODOLOGÍA

El trabajo requerido para la generación de la cartografía que se denomina SIOSE-Andalucía se ha dividido en cinco grandes fases:

- 2.1 Zonificación del territorio en áreas de trabajo
- 2.2 Generación de una geometría previa como base para la fotointerpretación
- 2.3 Fotointerpretación
- 2.4 Control de calidad de SIOSE-Andalucía.
- 2.5 Cambio de escala a 1:25.000 y adecuación a SIOSE-Nacional

Dichas fases han actuado como diagrama de flujo de trabajo para cada una de las 91 zonas de trabajo. Esto ha condicionado una complicada operatividad, si se tiene en cuenta el reducido tiempo de trabajo disponible para un proyecto de esta envergadura, apenas dos años, y el número de técnicos implicados en las distintas fases, unos 50.

## 2.1 Zonificación del territorio en áreas de trabajo

El hecho de lo intrincado de la geografía andaluza y la necesidad de dividir el territorio en 91 zonas de trabajo, condicionó el *'modus operandi'* del proyecto, puesto que para cada una de las zonas fue necesaria la gestión de una dinámica de intercambio de bases de trabajo entre los equipos de fotointerpretación, y, de esta forma, optimizar los recursos y tiempos de los diferentes grupos.

La división de la superficie en 91 áreas de trabajo responde a la necesidad de fragmentar el territorio siguiendo criterios de optimización de esfuerzos y recursos y, de esta forma, dar respuesta a las siguientes necesidades: permitir aprovechar los elementos de partida, facilitar el intercambio de zonas, adecuar el tamaño de las bases cartográficas para la eficiencia de las herramientas de operaciones espaciales necesarias para la preparación de la base de fotointerpretación, y, por supuesto, eliminar en lo posible las incidencias entre límites de zonas. Para definir los límites de las zonas de trabajo se han utilizado elementos físicos lineales obtenidos del parcelario de la propiedad, de difícil variación en el tiempo (carreteras, caminos y ríos), en ausencia de estos, límites administrativos y, en casos extremos, se recurrió a la fotointerpretación.

Paralelamente a la zonificación se delimitaron las áreas urbanas de cada una de las zonas de trabajo a partir de los ejes catastrales de los núcleos de población contenidos en la cartografía de Áreas urbanas del Catastro Urbano del Ministerio de Economía y Hacienda, para, de esta forma, poder fotointerpretar esta temática independientemente. La comprobada desactualización de esta fuente de información hizo necesaria la fotointerpretación para delimitar las áreas urbanas.

Para la gestión del trabajo las zonas se han clasificado en 3 grupos en función del tipo de temática dominante en cada una de ellas: Zonas Agrícolas, Zonas Forestales y Zonas Mixtas.

Desde el primer momento se consideró imprescindible la revisión temática de los recintos con el máximo de calidad posible. Para conseguirlo se diferenciaron, dentro de cada una de las áreas de trabajo, tres tipos de polígonos: agrícolas, forestales y urbanos; esto permitió que cada tipo de polígono fuera supervisado y actualizado por expertos en fotointerpretación de la temática.

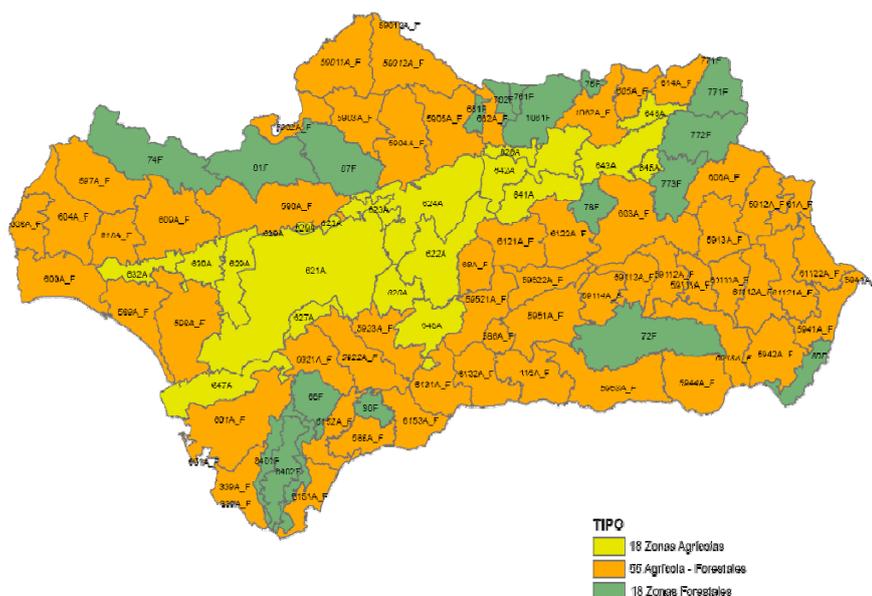


Figura 24. Zonificación en áreas de trabajo

## 2.2- Generación de una geometría previa como base para la fotointerpretación

Esta fase ha sido la clave del éxito en la generación de SIOSE-Andalucía, pues ha permitido responder a los objetivos marcados de integración de fuentes de referencia, de calidad geométrica y de operatividad del proceso.

Las líneas directrices de estas tareas han sido la incorporación geográfica y temática de las fuentes de origen en una sola cartografía para, posteriormente, adaptarla tanto a los requerimientos propios de SIOSE-Andalucía como a los de SIOSE-Nacional y la optimización de las tareas de revisión o actualización dirigiendo al fotointérprete hacia aquellos elementos que requerían supervisión.

Los dos procesos que han hecho posible la generación de esta geometría son:

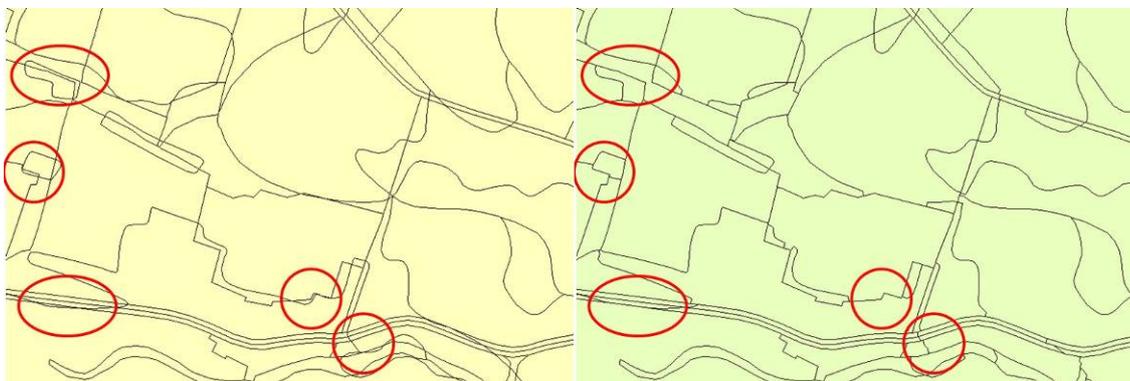
- Integración geométrica y temática de las bases de referencia (armonización)
- Obtención de la fracción cabida cubierta de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo

### **Integración geométrica y temática de bases de referencia (armonización)**

La integración constituye el primer paso para la creación de una capa sobre la que realizar la revisión y actualización. Las cartografías seleccionadas para esta primera experiencia de integración han sido las siguientes:

- Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas (SIGPAC) 2004. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía. Base cartográfica a la que se han ajustado el resto de las capas vectoriales, pues de ella procede la información del parcelario de la propiedad y los recintos agrícolas para su posterior actualización.
- Cartografía y evaluación de la vegetación de la masa forestal de Andalucía a escala de detalle 1:10.000, año 1996-2006. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. Punto de partida para los espacios forestales.
- Catálogo de humedales de Andalucía. Cartografía (1:5.000 - 1:10.000) e información de los humedales inventariados. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.
- Inventario de balsas de Andalucía. Escala 1:5.000. Agencia Andaluza del Agua. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.
- Inventario de Canteras, Graveras y Minas de Andalucía. Escala 1:10.000. Año 2006. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.

El proceso de integración se ha basado en la siguiente premisa: dos líneas muy cercanas y geoméricamente similares de distintas cartografías hacen referencia al mismo límite geográfico (fotointerpretado por distintas personas). La definición de lo “muy cercano” es variable dependiendo del nivel de detalle de la cartografía a armonizar y se concreta en una distancia lineal determinada; por otro lado “geoméricamente similares” comprende distintas definiciones, siendo la más visual de todas la evaluación del ángulo de incidencia de una línea sobre otra. El resultado del procedimiento es que en los casos en que se cumplen las condiciones impuestas, la línea a armonizar colapsa sobre la línea de referencia.



**Figura 2.** Ejemplo de armonización geométrica, en el que señalan las zonas en que los cambios son más evidentes.

Con ello se consigue:

- Eliminar líneas duplicadas a favor de la perteneciente a la cartografía de mayor jerarquía, aportando mayor claridad en la interpretación de las bases cartográficas.
- Reducir el número de micropolígonos y con ello las dificultades en la gestión de capas excesivamente pesadas, además esto permite también una interpretación más sencilla de la cartografía.
- Realizar la operación espacial de unión de las cartografías implicadas facilitando la ejecución de consultas de explotación o coherencia entre ellas.
- Las bases cartográficas participantes sufren una mínima modificación, que puede ser modulada para coincidir con la tolerancia que se admita, mediante el ajuste de las definiciones de lo que es “muy cercano” y “geométricamente similar”, y un correcto orden de armonización basado en la jerarquía.

La aplicación de este procedimiento de armonización permitió no sólo reducir enormemente la superficie que requería fotointerpretación, sino que también proporcionó una base geométrica sólida, de forma que el fotointérprete podía apoyarse en recintos ya dibujados y añadir únicamente la información temática necesaria.

#### **Obtención de la fracción cabida cubierta de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo**

SIOSE-Nacional establece como requerimiento para describir cada polígono la asignación del porcentaje exacto de cada una de las coberturas que conforman un polígono. Esta constituye la necesidad que más distanciaba nuestras fuentes de origen del producto requerido. Las fuentes de información agrícolas y urbanas no recogen este dato, mientras que la fuente de información forestal contiene una aproximación al porcentaje a través de la asignación de un rango de cobertura de cada uno de los estratos. En este contexto se aplicó una metodología apoyada en la teledetección para la obtención de las fracciones de cabida cubierta en las zonas forestales. Esta metodología está basada en la comparación entre los valores de fracción de cabida cubierta en las categorías de arbóreo, arbustivo, herbáceo y suelo ofrecidos por el Mapa de Vegetación a escala de detalle y los valores obtenidos por un procedimiento de clasificación supervisada sobre la ortofoto derivado a su vez del uso de dos clasificadores comerciales distintos, Feature-Analyst de ArcGis y los clasificadores supervisados de Envi. La conjugación de ambos los clasificadores permitió la optimización del tiempo de procesado.

Ambos clasificadores basan sus algoritmos en un entrenamiento previo, es decir, necesitan un número de muestras de los elementos que deben clasificar la ortofotografía. Para cada una de las aproximadamente 2.400 ortofotos de Andalucía que incluyen superficie forestal se tomaron entre 10 y 15 muestras de cada uno de los cuatro elementos considerados (estratos arbóreo, arbustivo, herbáceo y suelo desnudo). Las muestras se caracterizaron por estar repartidas por toda la superficie a clasificar, tener el mayor tamaño posible, ser homogéneas y por recoger la diversidad fisionómica de un estrato dentro de la ortofotografía a clasificar. A la hora de entrenar el algoritmo, tras varias decenas de ensayos, se observó una mejora de los resultados al tomar las muestras con un pequeño borde, es decir, con una zona de transición hacia los otros tipos de estratos que la rodean.

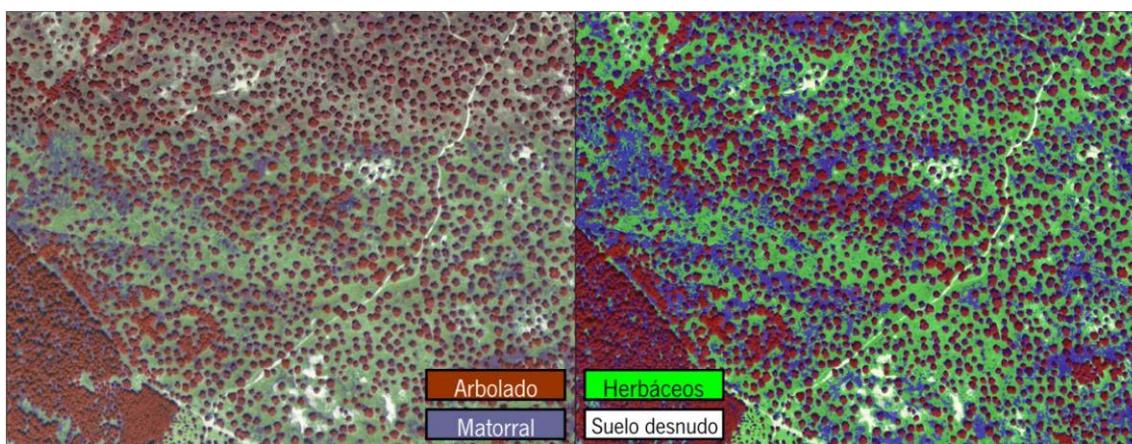


Figura 3. Imágenes clasificadas con Feature Analyst (izq) y ENVI (der).

Con esto se restringía aún más la superficie a fotointerpretar, validándose automáticamente aquellos recintos que no hubieran sufrido cambios significativos desde la redacción del Mapa de Vegetación.

Con el objetivo de simplificar la cobertura y facilitar la labor de fotointerpretación se realizó una operación espacial intermedia, la eliminación de las líneas que hacían referencia exclusivamente al parcelario de la propiedad, trazos en general no coincidentes con bordes de recintos distinguibles en la ortofoto. Con esta operación el fotointérprete parte exclusivamente de recintos temáticos ajustados al parcelario. Esta simplificación es sólo temporal, estas líneas se recuperaron al final del procedimiento, repitiéndose el proceso de integración con el parcelario al final, pero, en esta ocasión, de forma simplificada. La experiencia con este modo de operar no ha sido del todo satisfactoria, pues se repite dos veces el mismo trabajo. Esto lleva a plantearse para próximas tentativas realizar la integración de los recintos del parcelario y el ajuste a estos al final de la operativa: aunque se generaría un trabajo de revisión posterior a la integración, este sería mínimo en comparación con el ahorro que supone eliminar un paso.

La integración de cartografías y el marcaje de elementos de revisión determinó las necesidades de actualización en función del tipo de superficie, agrícola, forestal o urbana. La base agrícola, al partir de SIGPAC, requirió una simplificación de recintos y una adecuación a nivel de leyenda; la forestal, una actualización al año de referencia de las fracciones de cabida cubierta en los polígonos detectados en el proceso de clasificación; las zonas urbanas, una revisión exhaustiva, puesto que prácticamente no existe información de partida y la leyenda de SIOSE dentro de este grupo es bastante más amplia que las consideradas hasta el momento en las cartografías de usos y coberturas del suelo.

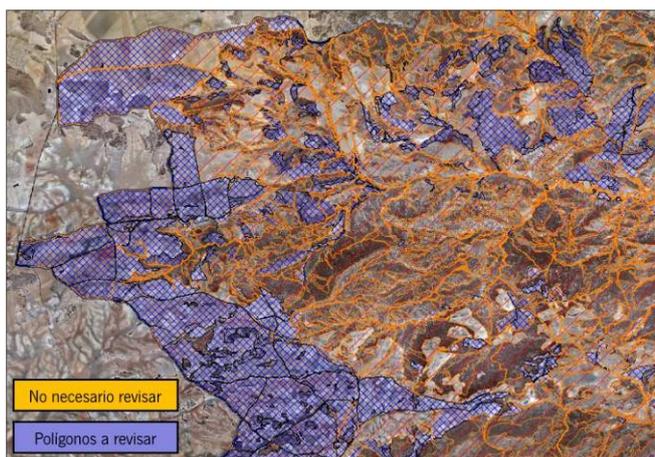


Figura 4. Imagen de la capa de polígonos a revisar

### 2.3 Fotointerpretación

La fotointerpretación se establece como un procedimiento donde confluyen la necesidad de actualizar los recintos marcados y los elementos integrados, temática y geométrica, al año de referencia con la necesidad de no perder la delimitación original de determinados inventarios y así poder conservar la compatibilidad entre cartografías. De esta manera se consigue dar respuesta a los requerimientos temáticos de SIOSE-Nacional, a los que las fuentes originales no respondían, a la vez que satisfacer algunas de las necesidades propias de las entidades participantes.

Como primer paso, se realizó la elaboración y redacción de documentación, manuales y guías técnicas de apoyo a los fotointérpretes. Previamente se había llevado a cabo una tarea de revisión y ampliación de las leyendas originales, con la intención de adaptarlas a los requerimientos del modelo de SIOSE-Nacional para poder así asegurar la compatibilidad, suplir determinadas carencias detectadas en las cartografías de base, así como incorporar aquellas especificaciones consideradas como necesarias por las tres Consejerías participantes en el proyecto. Se generaron los cuatro documentos siguientes: Guía Técnica SIOSE, Manual Fotointerpretación usos agrícola, Manual de Fotointerpretación usos artificiales y Manual de Fotointerpretación usos forestales, todos ellos son consultables en web <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/rediam/SIOSE>.

La determinación de las unidades o recintos de trabajo, se ha basado en la definición implementada en SIOSE-Nacional:

*La unidad espacial será un polígono que tendrá las siguientes características:*

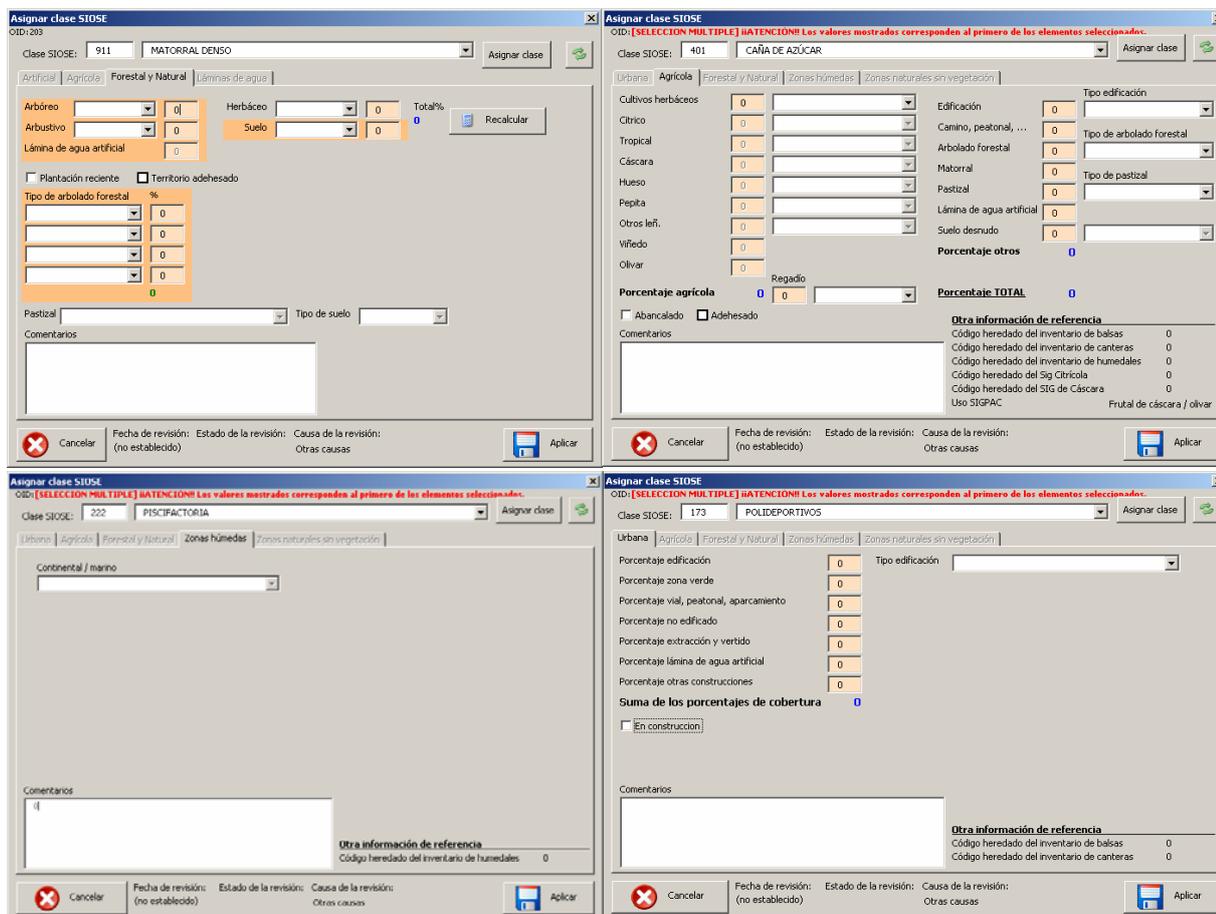
- *Se corresponderá con un área cuya cobertura puede ser considerada como homogénea (cultivos, agua, matorral, etc.) o una combinación de dichas coberturas homogéneas, las cuales, en sus variaciones, representan estructuras características de ocupación del suelo.*
- *Representará una superficie de terreno con significación a la escala de referencia.*
- *Será claramente distinguible de las unidades que la rodean.*
- *Su estructura en términos de ocupación del suelo será lo suficientemente estable como para servir de unidad para la captura de información más precisa.*
- *De modo general, el polígono SIOSE será un polígono parcheado y sin anexos. Sin embargo, será posible recoger anexos al polígono siempre que las líneas de comunicación o hidrografía hayan dividido en varias áreas a otras superficies poligonales procedentes de bases de datos vectoriales de referencia (MCA, MFE, Líneas de Límites Urbanos procedentes de Catastro), quedando superficies disjuntas con coberturas homogéneas con áreas inferiores a las de las unidades espaciales mínimas a representar para la clase de cobertura considerada.*

La labor de fotointerpretación ha consistido en la asignación o actualización para cada recinto del uso del suelo, el porcentaje de una serie de coberturas, su tipología y atributos si los tuviera. El sumatorio de las coberturas del polígono debían sumar el 100 % y, dependiendo de las características del recinto, era compatible con unas u otras coberturas.

Para la delimitación y ajuste de los polígonos en el territorio las bases de referencia ráster han sido:

- Ortofotografía infrarrojo-color de Andalucía 2004-2005 con 0,5 m de resolución para Andalucía Oriental, base de referencia de SIOSE-Andalucía a la que se ha adecuado el trazado de los polígonos.
- Ortofotografía color PNOA 2004-2005 con 0,5 m de resolución para Andalucía Occidental, base de referencia de SIOSE-Andalucía a la que se ha adecuado el trazado de los polígonos.
- Ortoimagen SPOT de Andalucía correspondiente al año 2005, base de referencia de SIOSE-Nacional. Su utilidad ha residido en la comprobación de la adecuación de los polígonos trazados en SIOSE-Andalucía con la ortoimagen, y así asegurar el ajuste a esta base de referencia tras el proceso de agregación de polígonos realizado en la fase de cambio de escala a SIOSE-Nacional.

La edición del modelo de datos ha requerido una aplicación de apoyo a la fotointerpretación. El programa diseñado a este efecto, además de facilitar el trabajo, ejecuta ciertos controles como la verificación de que la suma de las coberturas sea 100% y comprobar la integridad entre coberturas, atributos y usos. El diseño consiste en cinco pestañas, una para cada tipo de temática, que dan acceso sólo a las coberturas relacionadas con el grupo.



**Figura 5.** Interfaz de la aplicación de las temáticas forestal, agrícola, zonas húmedas y urbana. Se observa cómo en función del tipo de zona se activan unas u otras coberturas a cumplimentar.

Los datos revisados durante el proceso de fointerpretación son : porcentaje y tipo de cultivos herbáceos, porcentaje y tipo de frutales cítricos o no cítricos, porcentaje y tipo de otros cultivos leñosos, porcentaje de viñedo, porcentaje de olivar, porcentaje y tipo de regadío, porcentaje y tipo de edificación, porcentaje de vial/peatonal/aparcamiento, porcentaje de zona verde, porcentaje de suelo no edificado, de porcentaje otras construcciones, porcentaje de extracción y vertido, porcentaje de camino, porcentaje y tipo de arbolado forestal, porcentaje de matorral, porcentaje y tipo de pastizal, porcentaje y tipo de suelo desnudo, porcentaje de lámina de agua artificial y los atributos abancalado, adehesado, en construcción y plantación reciente.

En el modelo se recogen además una serie de parámetros heredados de las bases cartográficas de origen que en la elaboración de SIOSE 2005 se han actualizado pero que permanecen como elementos de relación con las cartografías fuente.

### Tareas realizadas durante el proceso de fointerpretación

- Actualización (ajuste a la ortofoto) y revisión de la geometría de los inventarios de canteras, balsas y humedales, puesto que durante la integración se crean ciertos desajustes lineales.
- Incorporación de carreteras, caminos, ríos y humedales recogidos en la BCN25 (Base Cartográfica Nacional de España vectorial a escala 1:25.000, adaptada por el IGN, ámbito de Andalucía, 2005) que no tengan equivalencia en SIGPAC y que por lo tanto no estarían integrados.
- Corrección de elementos lineales: se ha revisado la continuidad de cortafuegos, ríos, carreteras y caminos, el ajuste a la realidad del territorio y la asignación de atributos.

- Revisión de determinadas clases que han cambiado de asignación de uso, o no se contemplaban en las fuentes originales, previamente indicadas por el equipo coordinador.
- Fotointerpretación de SIOSE-Andalucía para zonas agrícolas: parte de la geometría ligada a usos y coeficiente de regadío de SIGPAC y se apoya en los diferentes inventarios asociados a SIGPAC, como son el SIG cítrico-la, el SIG de cáscara o las Incidencias a SIGPAC. Durante la edición se han asignado los porcentajes de las coberturas que conforman el polígono y se ha revisado su uso, extendiendo estos para llegar a la leyenda diseñada para SIOSE-Andalucía.
- Fotointerpretación de SIOSE-Andalucía para zonas forestales: basado consistido en la revisión de los polígonos que se marcaron a tal efecto tras el proceso de obtención de fracción de cabida cubierta, que aportó las divergencias entre el resultado obtenido en este proceso y el rango de FCC registrado en la Cartografía de Vegetación 1:10.000.
- Fotointerpretación de zonas húmedas: como estas suelen tener un grado de detalle mayor que su entorno se ha realizado el esfuerzo de no perder la definición.
- Fotointerpretación de SIOSE-Andalucía en zonas urbanas: para la digitalización de los recintos con usos urbanos se ha partido de los ejes catastrales (manzanas) de los núcleos de población contenidos en la cartografía de áreas urbanas del Catastro Urbano del Ministerio de Economía y Hacienda; para la asignación temática se empleó el Mapa de Andalucía Vectorial 1:10.000, Instituto Cartográfico de Andalucía, ICA y varios inventarios de edificaciones como centros comerciales, edificios singulares, etc.

#### **2.4 Control de calidad de SIOSE-Andalucía**

Finalizado el trabajo de fotointerpretación, se ha llevado a cabo un control de calidad de SIOSE-Andalucía, donde se ha revisado la coherencia e integridad de los datos alfanuméricos, la continuidad de los elementos lineales y, con el apoyo de una malla de puntos, el ajuste a las ortofotografías de referencia. Se establecieron 85 tipos de errores clasificados en determinantes y no determinantes. En total se ha revisado aproximadamente el 20 % de la superficie de Andalucía, que se corresponde con un 5% de los polígonos; esto ha supuesto la revisión de unos 200.000 polígonos. Los resultados medios por zona han sido del 1.5% de errores determinantes y un 3% de errores no determinantes, datos que validan favorablemente el producto obtenido.

Debido a lo ajustado de los plazos de entrega de la cartografía SIOSE-Nacional al IGN, el retorno de los errores encontrados a los equipos de fotointerpretación se ha realizado sólo en las zonas puramente agrícolas, y en el resto de zonas, sólo en algún caso puntual donde el porcentaje de errores determinantes era muy alto. Para solventar esta deficiencia se ha creado una capa de errores a modo de 'fe de erratas', y se ha adquirido el compromiso de adjuntar esta capa y el informe de control de calidad, siempre que esta cartografía sea requerida.

#### **2.5 Cambio de escala a 1:25.000 y adecuación a SIOSE-Nacional**

En esta fase se da respuesta al reto de generar la base cartográfica SIOSE a escala 1:25.000 a partir de la base biofísica que hemos venido denominado SIOSE-Andalucía a escala 1:10.000. Para ello se han realizado tres procesos:

- Cambio de modelo de datos
- Cambio de escala o transescaldado
- Eliminación de pasillos

##### ***Cambio de modelo de datos***

El proceso de cambio del modelo plano (en el que se basa la producción de SIOSE-Andalucía) al modelo orientado a objetos propuesto por el IGN, se ha resuelto a través de un programa automático de pasarelado de datos. Tras la redacción del documento necesario para definir detalladamente el comportamiento de la aplicación, se programó con la forma de una extensión para ArcGIS.



Figura 6. Aplicación de pasarelado de datos.

### Proceso de agregación de polígonos. Cambio de escala o transescalado.

Una vez traducido SIOSE-Andalucía al modelo de datos de SIOSE-Nacional, el cambio de escala o transescalado, basado en la agregación de polígonos, resultaba más sencillo, puesto que este último admite una gran variedad de estructuras temáticas fundamentadas en la combinación de coberturas, mientras que el modelo de datos bajo el que se fotointerpretó SIOSE-Andalucía estaba más orientado a elementos atómicos, con escasa o nula estructura, de manera que al fotointérprete le resultara más sencilla su labor. Por tanto, se ideó un procedimiento completamente automático de agregación de polígonos y sus temáticas basado en tres procesos: el primero de ellos era la detección de los polígonos que resultaban pequeños para las exigencias de SIOSE-Nacional; una vez detectados, para cada uno de ellos se establecía el grado de afinidad entre el polígono a agregar y los candidatos (polígonos adyacentes) en base a una comparación cruzada de sus temáticas, la cantidad lineal de límite común y la similitud de áreas. Por último, se realizaba la agregación geométrica del polígono pequeño con el adyacente más afín y la reestructuración de las coberturas para acomodarse a la definición del nuevo polígono. Este procedimiento se repetía hasta que el tamaño del polígono fuera aceptable para los criterios de SIOSE-Nacional.

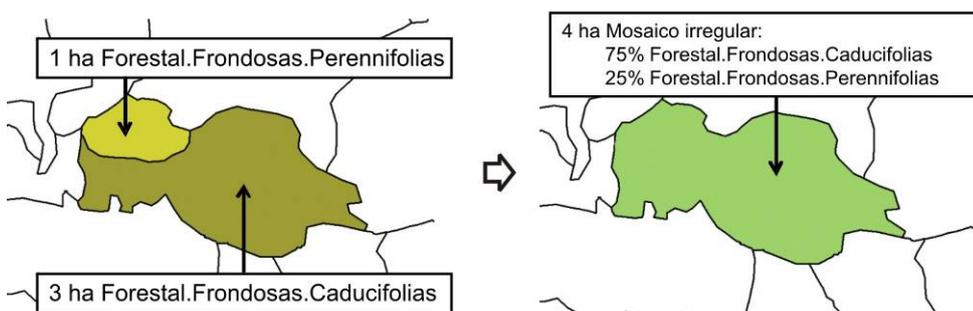


Figura 7. Imagen de ejemplo de agregación de polígonos SIOSE.

Este último proceso generaba a menudo estructuras temáticas demasiado complejas, por lo que fue necesario programar una aplicación de depuración de coberturas, también bajo la forma de una extensión de ArcGIS, que compactaba en una estructura la información procedente de la unificación de 2 o más polígonos y redondeaba los valores de cada cobertura, sumando para cada cobertura los porcentajes procedentes de cada polígono sin poder asignarse superficies inferiores al 5%.



Figura 8. Aplicación de depuración de datos.

### Eliminación de pasillos

De entre las soluciones adoptadas para cumplir con las restricciones geométricas de SIOSE-Nacional merece especial atención la detección y eliminación automática de pasillos, procedimiento por el que se detectan los estrechamientos en los polígonos que cumplen una serie de condiciones geométricas, incluidas en especificaciones técnicas del proyecto SIOSE *'el ancho mínimo permitido a los elementos lineales es de 15 m, exceptuando los casos de elementos lineales pertenecientes a las clases con tamaño mínimo de 0.5 ha (cultivos forzados, coberturas húmedas, playas y vegetación de ribera). Se define un estrangulamiento o "pasillo" cuando dos lados de uno o dos polígonos, discurren prácticamente paralelos originando un estrechamiento'*. Por lo tanto, dentro de las características geométricas de los polígonos SIOSE, se ha considerado que existía un estrangulamiento no permitido cuando su ancho era inferior a 15 m y su longitud superior a cuatro veces el ancho mínimo permitido:  $4 \cdot 15 \text{ m} = 60 \text{ m}$ .

La detección de pasillos ha sido aplicada a todas las entidades de la cobertura, puesto que a priori no existe forma de detectar los polígonos que contienen pasillos. Para su proceso en lote se programó en Python un procedimiento basado en las herramientas de geoprocésamiento básicas de ArcGIS.

Los estrangulamientos detectados se añadieron a cada polígono adyacente mediante la realización de un proceso de agregación geométrica y temática similar al antes esbozado para la agregación de polígonos.

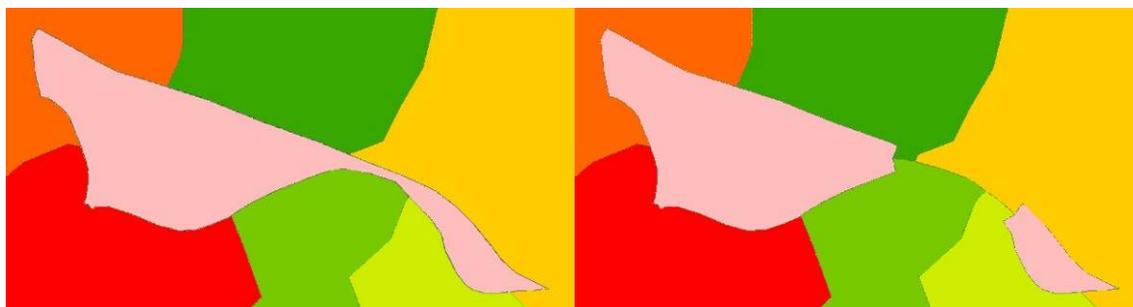


Figura 9. Ejemplo de detección y eliminación automática de pasillos.

Aunque expuesto de forma simplificada los dos procesos anteriores necesitan de un complejo engranaje para su realización y es necesario superar una serie de problemas tales como:

**Problema de borde:** Como el proceso de agregación se realiza de forma independiente para cada una de las más de cien zonas SIOSE-Andalucía, para cada zona que se pretende procesar, hay una serie de polígonos (los de borde) que, en caso de cumplir con las condiciones necesarias para ser agregados, no pueden ser procesados, puesto que no se cuenta con todos los polígonos adyacentes a él (tan sólo con una parte, la que esté contenida en la zona a procesar), hasta que la zona adyacente esté también preparada para la agregación.

**Problema de linealidad:** Una vez que es decidido el polígono al que se quiere agregar, surge otro problema, no se puede continuar eligiendo polígonos y realizando un proceso paralelo al menos hasta que no se elija a cuál de los polígonos adyacentes ha de agregarse el primero, ya que el segundo polígono a agregar puede ser adyacente al primero y la geometría de este polígono adyacente variará con seguridad una vez que se le agregue el primero. Si se procede en paralelo, se generaría un problema topológico, luego se hace necesario el proceso lineal.

**Problema de las Compuestas Predefinidas:** Dentro del modelo de datos SIOSE-Nacional, existe un grupo de coberturas, llamadas “compuestas predefinidas” que no son más que etiquetas sobre coberturas compuestas tipo asociación, a las que se les da un valor añadido catalogándolas como “predefinidas”, el asignar esta etiqueta, conlleva la agrupación de una serie de usos en una misma cobertura. Por ejemplo, cualquier cobertura compuesta predefinida de tipo “asociación-artificial compuesta” tiene la posibilidad de contener un porcentaje de una serie de coberturas simples. En la mayoría de los casos este inconveniente ha sido controlado en primer lugar en el modelo de datos SIOSE-Andalucía y posteriormente por el programa de pasarela de datos. Sin embargo, al agregarse varios polígonos, el contenido temático de cada uno de ellos pasa a ser común pudiendo originarse un “compuesto predefinido”. Por tanto, para determinadas combinaciones de coberturas simples, es necesario establecer unos niveles a partir de los cuales una combinación de ellas, que hasta el momento eran asociaciones normales, pasa a ser una cobertura compuesta predefinida. Esto se puede conseguir con sentencias genéricas de tipo: “si coincide en más de la mitad de las coberturas que tiene la compuesta predefinida y el área cubierta por esas coberturas coincidentes es mayor del 75% del polígono, la asociación de simples pasa a ser una compuesta predefinida”, o bien sentencias más afinadas para cada tipo de compuesta predefinida.

La solución operativa, dada a la necesidad de agregación y eliminación de pasillos, es una solución completamente automática y prácticamente desatendida. A través de unos programas informáticos se accede al código de las base de datos y es modificado para nuestros fines, de manera que se puede llegar a establecer un proceso de transformación de la cartografía 10.000 en 25.000 de forma no supervisada, cumpliendo con los requisitos de calidad y las prescripciones técnicas de SIOSE España. Para ello, y dada la complejidad del modelo de datos, es imprescindible generar programas prácticamente para cada operación sencilla, dado que la relación entre la geometría y el contenido no es 1-1. Por ejemplo, la simple operación de eliminar un polígono acarrea una serie de cambios en muchas de las tablas de la base de datos asociada, haciéndose necesario un programa (o función, mas correctamente), para cada procedimiento simple. Atendiendo un poco al orden en que se han utilizado posteriormente, los programas implicados han sido:

**El Director:** se basa en un bucle que extrae pequeñas porciones de geodatabase y los incorpora de nuevo una vez procesados, cuidando de que se produzcan los bloqueos necesarios para evitar el Problema de Linealidad y que al final del proceso la geodatabase no contenga polígonos menores a las áreas mínimas ligadas al tipo de uso del suelo que se especifican en las prescripciones técnicas. Este programa asegura que este proceso de extracción-incorporación se realice en paralelo sin necesidad de segmentar las zonas, salvaguardando la integridad geométrica y temática de los polígonos.

**El Copiador:** Programa para copia de polígonos y coberturas entre geodatabases SIOSE, con el que se asegura la integridad y calidad de los datos a nivel geométrico y temático.

**El Borrador:** Programa para borrar polígonos, que elimina todo el árbol de coberturas asociado a ese polígono.

**El Comparador:** Este programa es el encargado de, dada una geodatabase SIOSE que contiene el polígono a agregar y sus adyacentes, decidir a cuál de entre los polígonos adyacentes (candidatos) se agregará el polígono pequeño (sujeto).

**El Agregador:** Programa que contiene el código necesario para, una vez conocidos el polígono sujeto y el candidato elegido de entre los adyacentes, realizar la agregación de coberturas y la disolución de las geometrías con garantías de compatibilidad con las prescripciones de SIOSE-Nacional.

**El Depurador:** Este programa permite procesar los polígonos una vez agregados para evitar que posibles errores en el proceso de pasarela de datos de SIOSE-Andalucía a SIOSE-Nacional sean trasladados al producto final, asegurando con ello la perfecta compatibilidad con el modelo de datos y las restricciones de este.

**Detector de Pasillos:** Programa basado fundamentalmente en el análisis de cada polígono, detectando no sólo la existencia o no de pasillos, sino también delimitándolos y preparándolos para su corrección.

**Corrector de Pasillos:** Programa que, aplicado sobre los ámbitos y los polígonos detectados por el programa anterior, y con ayuda del programa Agregador, posibilita la corrección de los pasillos a través de la generación de una línea intermedia del pasillo, asignado al polígono de cada lado del pasillo su parte proporcional de cobertura.

La estrategia para la agregación es la siguiente:

1.- Suministro de los datos iniciales al programa de agregación por zonas, con el modelo de datos SIOSE-Nacional, una vez ejecutado el programa de pasarela sobre los datos SIOSE-Andalucía.

2.- Marcaje de los polígonos de borde para no ser agregados y evitar el denominado “Problema de Borde” (aunque sí se podrán agregar polígonos a ellos).

3.- El programa Director busca el primero de los polígonos que cumple las condiciones para ser agregado, y si está bloqueado, busca el siguiente. Para ello tiene que extraer de la base de datos las coberturas que contiene e imponerle las condiciones temáticas además de las geométricas.

4.- Si resulta susceptible de ser agregado, el programa director bloquea el polígono, sus adyacentes y los adyacentes a estos últimos y establece un segundo bloque. Esto se hace para poder operar en paralelo y evitar el problema de linealidad.

5.- El programa Director copia el polígono a agregar y sus adyacentes (polígonos candidatos) a una nueva geodatabase SIOSE vacía. Esta geodatabase está lista para que se actúe sobre ella en otro proceso.

6.- Mientras otros procesadores (en la misma máquina o en otras) ejecutan los otros procesos, el programa Director comprueba si existe un trozo en el que el resto de los procesos hayan sido ya ejecutados con éxito para incorporar la información elaborada y levantar los bloqueos pertinentes. Una vez hecho esto, el programa Director vuelve al punto 3, detectando un nuevo polígono agregable, imponiendo nuevos bloqueos y exportándolo a otra geodatabase vacía junto con sus adyacentes.

7.- Una vez se exportan las geodatabases parciales, otros procesos se lanzan, en otras CPUS locales o remotas, actuando cada uno de ellos sobre cada geodatabase parcial. En primer lugar, se realiza una comparación entre el polígono a agregar y sus adyacentes, a través del programa Comparador, que comprende criterios geométricos y temáticos. El programa Comparador elige de entre los candidatos (adyacentes) a cuál de ellos se agregará el sujeto.

8.- El Agregador es el programa encargado de, una vez el Comparador haya decidido a cuál de entre los polígonos agregarse, agregarlos efectivamente según las normas del modelo de datos SIOSE.

9.- Este nuevo polígono se exporta a una nueva geodatabase vacía y se sitúa en un directorio específico de “trozos elaborados”. El programa Director comprueba si existen geodatabases en ese directorio y las incorpora antes de generar nuevos trozos de trabajo para los programas esclavos, levantando los bloqueos correspondientes.

10.- Una vez realizado el proceso completo sobre toda la geodatabase de la zona, se realiza un proceso similar para la detección y eliminación de pasillos, en el que el programa Director se encarga de detectar los polígonos con pasillo (y los ámbitos internos de cada uno de ellos que realmente son pasillos), extraerlos y gestionar los bloqueos necesarios, y tras la resolución de los pasillos, encargada a programas subsidiarios, incorporar los polígonos de nuevo cuidando de que la resolución se realice a través del programa Agregador, de forma que el incremento en superficie de los polígonos se traduzca en un incremento en las coberturas correspondientes.

11.- Finalizado este proceso de eliminación de pasillos, se deja actuar al programa depurador, que informará de los posibles errores dentro del modelo de datos para su completa compatibilidad con SIOSE-Nacional, y aplicar soluciones al problema de las Compuestas Predefinidas.

El esquema general de procesos que se propone aparece en la siguiente imagen:

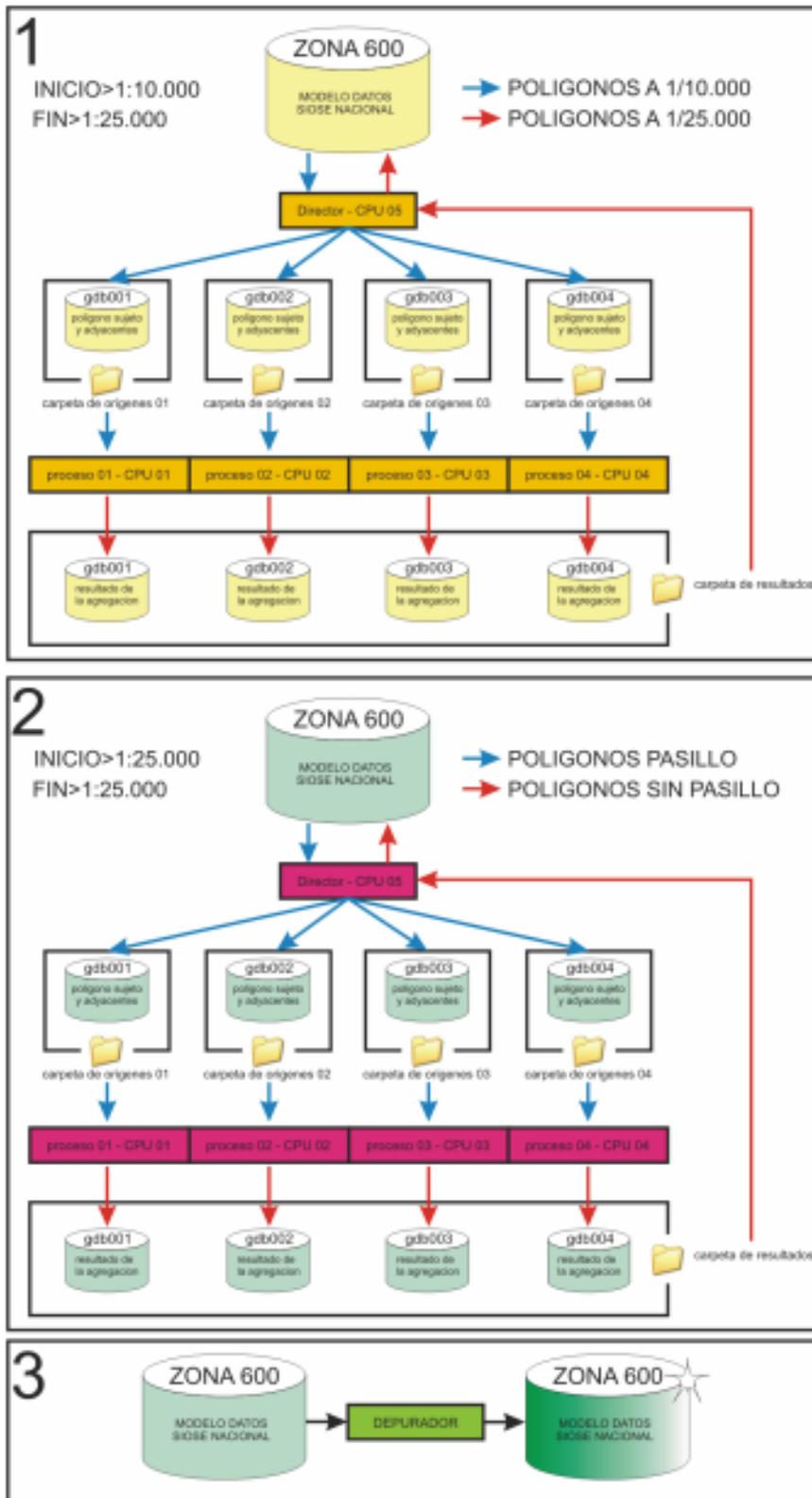
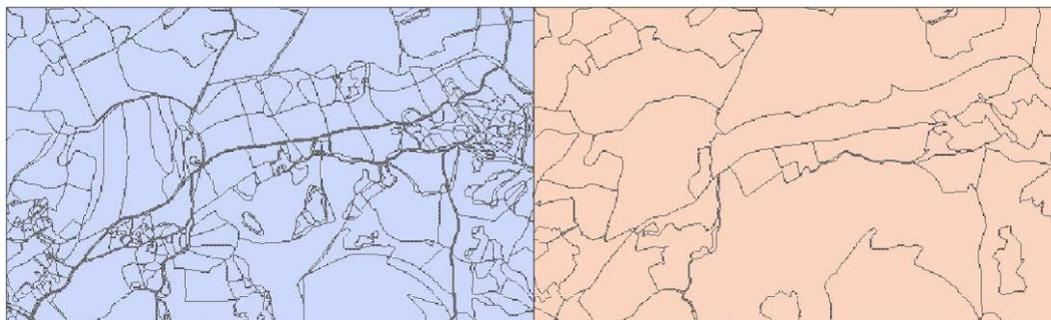


Figura 10. Esquema de la estrategia de agregación y eliminación automática de pasillos.

La metodología para los procedimientos de pasarelado, cambio de escala y adecuación de geometrías fue presentada al IGN y ejecutada tras los procesos de armonización, teledetección y fotointerpretación para toda la superficie de la Comunidad Autónoma de forma completamente automática y en un plazo de tiempo relativamente pequeño (unos 8 meses). Los resultados de la metodología han superado los controles de calidad nacionales con un índice bajo de error, a falta de la revisión un 15% de las zonas.



**Figura 11.** Cambio de escala. Generalización geométrica.

## Conclusiones

Sin tener en cuenta el parcelario de propiedad, la base cartográfica SIOSE-Andalucía a escala de detalle divide el territorio en algo más de dos millones de recintos homogéneos (polígonos), repartidos en función del tipo de superficie como muestra la siguiente tabla. Esto da idea de la fragmentación del territorio andaluz y del detalle de esta base de referencia territorial.

**Tabla 2.** Superficie ocupada por los distintos tipos de zona

| Tipo de Zona        | Nº Polígonos | % Polígonos | Superficie (ha) | % Superficie |
|---------------------|--------------|-------------|-----------------|--------------|
| Superficie Agrícola | 605.399      | 28,0        | 3.684.628       | 42,1         |
| Superficie Forestal | 1.348.966    | 62,5        | 4.690.067       | 53,5         |
| Superficie Húmeda   | 6.049        | 0,3         | 71.705          | 0,8          |
| Superficie Urbana   | 198.246      | 9,2         | 315.623         | 3,6          |
| Total               | 2.158.660    |             | 8.762.023,22    |              |

Como se deduce de lo expuesto hasta el momento, se ha conseguido una compleja y abundante información asociada a una cartografía única; constituye una base de gran utilidad con una potencialidad para ser utilizada en aplicaciones diversas y aspira a poder convertirse en una herramienta básica para la gestión del medio natural por las siguientes razones:

- Es una información muy precisa necesaria para cualquier estudio de evaluación ambiental.
- Herramienta fundamental para la realización de planes de gestión del territorio, PORN y PRUG.
- Aporta datos sobre la presencia/ausencia de especies vegetales de interés (catalogadas o protegidas por normativa autonómica, estatal o comunitaria) en el entorno andaluz.
- Contiene la representación de las unidades biogeográficas, pisos bioclimáticos, ombroclimas y series de vegetación a escala 1:10.000, dejando atrás las representaciones 1:200.000 que se venían utilizando hasta el momento.
- En caso de incendio u otra intervención drástica sobre el medio natural, describe detalladamente la vegetación anterior, importante para las actuaciones de restauración y recuperación del ecosistema afectado.

- Es una fuente de datos para cualquier estudio en profundidad sobre la distribución de especies, asociaciones vegetales y las variables que afectan a esta o para observar la evolución de la vegetación en el tiempo.
- Permite la explotación directa de elementos territoriales de interés tales como cortafuegos, red hidrográfica o red de caminos.
- Complementa a SIGPAC con información más detallada sobre algunos usos agrícolas.
- Incluye, heredada de la cartografía de vegetación 1:10.000, la asociación entre las comunidades vegetales contenidas en cada una de las teselas del mapa y la Directiva Hábitat 92/43, señalando aquellas que son Hábitat de Interés Comunitario.
- La parte urbana nos sirve de referencia para posibles trabajos de Ordenación del Territorio, ya que cuenta con el porcentaje de usos por parcelas. Con esta información se pueden desarrollar estudios comparativos de zonas verdes en distintos municipios, comprobar el grado de ensanche, número de piscinas o parques, etc.
- Dada la gran cantidad de información que el SIOSE recoge, el número de estudios y modelos que se pueden realizar es muy elevado, desde conceptos muy generales (estudios globales) hasta información muy detallada (estudios locales): estudios dinámicos sobre ocupación del suelo; causas y consecuencias de procesos naturales o artificiales, por ejemplo la desertificación; obtención de indicadores agroambientales; mantenimiento y observación de la estabilidad ecológica; integración en modelos ambientales; nuevas estrategias de gestión de zonas costeras; fomento del desarrollo sostenible; modelos para repoblaciones y reintroducción de especies; estudio de las cuencas hidrográficas; estudio de accesibilidad y comunicación de los núcleos de población. herramienta para el estudio e investigación de los efectos del cambio climático; aplicación para la realización de modelos de simulación de inundación y mapas de riesgos en situaciones futuras.

La posibilidad de compartir esta base temática, su puesta a disposición para técnicos de medioambiente y público en general, a través de servicios interoperables, es una de las tareas que actualmente está emprendiendo la Red de Información Ambiental de Andalucía REDIAM. Se pretende generar un total de 38 productos derivados: SIOSE-Andalucía escala de detalle, que recogerá aquella información que ha sido actualizada durante el proceso de fotointerpretación (sin límites de propiedad), SIOSE-Propiedad, que se corresponde con el parcelario de rústica derivado de SIGPAC y al que se ajusta SIOSE-Andalucía dando lugar a SIOSE-Integrado, en este último confluirán de forma armonizada las dos coberturas anteriores, la información procedente de las cartografías de origen y la geometría original de los tres inventarios (canteras, balsas y humedales) integrados con la referencia a sus modelos de datos propios. Cada una de estas tres bases, dado su tamaño, se ha de dividir por provincias. Se generará una explotación de SIOSE-Nacional que resuma el complejo modelo de datos en una sola tabla para así facilitar su consulta y explotación. Se generarán dos simplificaciones de SIOSE-Andalucía a través de leyenda, una a escala de semidetalle y otra de referencia, empleando las leyendas jerárquicas del Mapa de usos y coberturas del suelo de Andalucía y CORINE-Land Cover, aprovechando así la compatibilidad de la codificación de usos de SIOSE con estas, y, por último, se van a realizar una serie de extracciones consideradas de interés: balsas, canteras, humedales, formaciones ripariás, querúceas, confieras, otras frondosas, caminos y carreteras y cortafuegos.

## AGRADECIMIENTOS

A los equipos participantes en las distintas fase del trabajo, repartidos por la geografía andaluza, y sin cuyo esfuerzo este proyecto habría sido imposible, hemos sido más de 50 personas integradas en los equipos de trabajo de las siguientes entidades: Servicio de Evaluación e Información Ambiental de la Consejería de Medio Ambiente, Subdirección de Investigación y Transferencia, Dirección de Innovación Tecnológica Agraria, Empresa Pública de Desarrollo Agrario y Pesquero (DAP), Departamento SIG y desarrollo de la REDIAM de la Empresa Pública de Gestión Medioambiental (EGMASA), Universidad de Córdoba, Departamento de Biología Vegetal, Universidad de Granada, Departamento de Botánica, Universidad de Almería, Departamento de Biología Vegetal y Ecología, EFYVE (Estudios de Flora y Vegetación S.L.L.), BIOGEOS, Estudios Ambientales S.L., y Departamento de Medio Natural TRAGSATEC (Sevilla).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Guía técnica SIOSE\_Andalucía. REDIAM. Consejería de medio Ambiente de Andalucía. <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/rediam/SIOSE> (visitado julio de 2010)

Presentación SIOSE\_Andalucía. REDIAM. Consejería de medio Ambiente de Andalucía. <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/rediam/SIOSE> (visitado julio de 2010)

Leyendas SIOSE\_Andalucía. REDIAM. Consejería de medio Ambiente de Andalucía. <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/rediam/SIOSE> (visitado julio de 2010)

Doc. Técnico Descripción del Modelo de Datos SIOSE versión 1.12 Equipo Técnico Nacional Proyecto SIOSE. S.G. de Producción Cartográfica, Instituto Geográfico Nacional, 2007. <http://www.SIOSE/documentacion.jsp> (visitado julio de 2010)

Doc. Técnico SIOSE2. Equipo Técnico Nacional Proyecto SIOSE. S.G. de Producción Cartográfica, Instituto Geográfico Nacional, 2009

Manual de la Base de datos SIOSE versión 1.12. Equipo Técnico Nacional Proyecto SIOSE. S.G. de Producción Cartográfica, Instituto Geográfico Nacional, 2007 <http://www.SIOSE/documentacion.jsp> (visitado julio de 2010)

Manual de Fotointerpretación (Sistema de Información de Ocupación del Suelo de España) Versión 0.2. Equipo Técnico Nacional Proyecto SIOSE. S.G. de Producción Cartográfica, Instituto Geográfico Nacional, 2007. <http://www.SIOSE/documentacion.jsp> (visitado julio de 2010)

Modelo de datos SIOSE versión 1.12 – Estructura básica (diagrama UML). Equipo Técnico Nacional Proyecto SIOSE. S.G. de Producción Cartográfica, Instituto Geográfico Nacional, 2007. <http://www.SIOSE/documentacion.jsp> (visitado julio de 2010)

Modelo de datos SIOSE versión 1.12 – Coberturas Compuestas (diagrama UML) Equipo Técnico Nacional Proyecto SIOSE. S.G. de Producción Cartográfica, Instituto Geográfico Nacional, 2007. <http://www.SIOSE/documentacion.jsp> (visitado julio de 2010)

Modelo de datos SIOSE versión 1.12 – Coberturas simples (diagrama UML) . Equipo Técnico Nacional Proyecto SIOSE. S.G. de Producción Cartográfica, Instituto Geográfico Nacional, 2007. <http://www.SIOSE/documentacion.jsp> (visitado julio de 2010)