

# El cambio de paradigma de la cartografía. De la cartografía al servicio del poder a la interoperabilidad de los servicios de información geográfica

**Sebastián Mas Mayoral**

*Subdirector General de Aplicaciones Geográficas*

*Dirección General del Instituto Geográfico Nacional*

*Presidente de la Comisión Especializada de Infraestructuras de Datos Espaciales*

*Consejo Superior Geográfico*

La gestión científica del conocimiento de la información territorial, o lo que es lo mismo, de los fenómenos naturales y sociales que pueden ser ubicados espacialmente, considerando la distribución espacial de los mismos y las interrelaciones que se producen entre ellos, ha experimentado una evolución continua, paralela a la evolución de la humanidad. El conocimiento de la información territorial lo tratan diversas disciplinas científicas, pero la forma de manifestar los resultados de estas tiene, casi siempre, como factor común la utilización de la ciencia cartográfica.

La Cartografía es la ciencia que estudia los mapas geográficos, y conforme a la definición de mapa que en su obra «Cartogra-

fía (1966)», o «Introducción a la Cartografía» en su versión en alemán (1967), hace el Prof. Salichtchev, Presidente de la Asociación Cartográfica Internacional entre 1968 y 1972, «Un mapa es una representación reducida, generalizada, matemáticamente precisa de la superficie terrestre sobre un plano, que muestra la situación, distribución y relaciones de los diversos fenómenos naturales y sociales, escogidos y definidos en función del objeto de cada mapa. El mapa permite igualmente mostrar las variaciones y los desarrollos de los fenómenos en el tiempo, así como sus factores de movimiento y desplazamiento en el espacio». Conforme a ésta definición, el mapa describe el territorio indicando para

cada elemento del mismo la posición, la distribución respecto a los restantes elementos y la relación de dicho elemento con los otros elementos del mapa. Además, el mapa requiere la intervención del cartógrafo, autor del mapa, que debe escoger y destacar, mediante la adecuada simbolización, algún tipo de fenómenos y las relaciones entre ellos en función del objeto a poner de relieve en el mapa del territorio que representa. Pero ésta labor de abstracción y modelización que realiza el cartógrafo, mediante su técnica y «arte», da lugar a un lenguaje interno propio del mapa, que requiere en el usuario destinatario del mismo un esfuerzo intelectual interpretativo que se denomina la capacidad de saber «leer» el mapa.

Así pues, la Cartografía es una ciencia y un arte que auxilia a otras disciplinas científicas a expresar el conocimiento que aportan sobre fenómenos naturales o sociales que se pueden ubicar espacialmente. Los mapas, como instrumento fundamental de la Cartografía, son el medio de expresión utilizado por diversas ciencias, artes y técnicas para describir la situación, distribución y relaciones entre los fenómenos espaciales que manejan. En este sentido la representación cartográfica siempre tiene una finalidad ligada a la ciencia, arte o técnica a la que sirve, así distinguiremos mapas topográficos, mapas turísticos, mapas edafológicos, mapas demográficos, etc.

La Cartografía, y los mapas, han evolucionado en forma continua junto con las restantes ciencias y técnicas, pero como disciplina científica, a través de los tiempos, ha experimentado cambios paradigmáticos directamente relacionados con el sentido del servicio que prestan los mapas.

En efecto, conforme a la definición de «paradigma» de Tomas Kuhn como «conjunto de prácticas que definen una disciplina científica durante un periodo específico de tiempo», y si consideramos el conjunto de prácticas, en cuanto a prestación de servicios, de la ciencia cartográfica, vemos que esta

nace para aportar, a un usuario, o grupo de ellos, una descripción de información geográfica específica y con una finalidad concreta, de la manera más concisa posible y fácilmente transportable.

## La Cartografía al servicio del poder

En efecto, desde su inicio la Cartografía, y su instrumento el mapa, tiene como finalidad aportar información geográfica que ayude a la toma de decisiones. Pero sus características principales son que aporta una gran cantidad de información de la manera más concisa posible, tanto que la manera tradicional de representar el mapa con toda la descripción de un territorio en una hoja de papel, permite que este pueda transportarse, doblarse, guardarse y, si se quiere, esconderse; y, simultáneamente, lo hace utilizando un «lenguaje de comunicación» que exige de su usuario una capacidad de lectura e interpretación del mismo, por lo que el mapa nace orientado a un uso y como herramienta para la transmisión del conocimiento territorial. En consecuencia, el inicio del uso de los mapas pone en marcha el paradigma de la cartografía al servicio del conocimiento de un usuario, o grupo de usuarios, constituyendo así el mapa un instrumento de poder o conocimiento específico.

El comienzo de este paradigma se remonta a la época prehistórica, momento en el que el ser humano ya conocía y utilizó el potencial del uso del mapa. Los primeros mapas elementales que se conocen se enmarcan en éste paradigma; así, en la cultura de las islas de la Polinesia los instrumentos que utilizaban, incluidos sus medios de navegación, eran muy rudimentarios; sin embargo, sus técnicas de navegación les permitían realizar viajes a grandes distancias alejados de las costas, y para conseguirlo, a falta de medios en los que

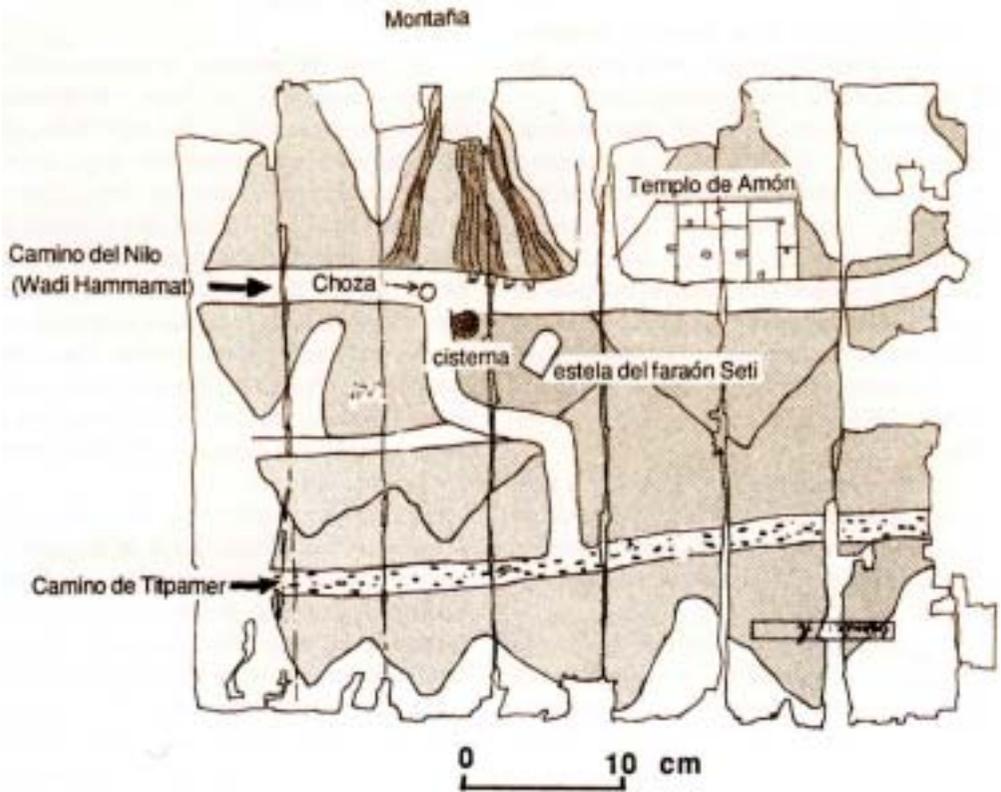


Figura 1. Plano egipcio. Unas minas en Nubia encontrado en Dar el Medina, en 1820.

dibujar, realizaban urdimbres con varillas de bambú y nervaduras de hoja de palma, que representaban los frentes de olas y actuaban a la vez como soporte para representar las islas mediante conchas o trozos de coral atados sobre ella; estas «cartas náuticas» parecen relacionadas con una capacidad de orientarse por las estrellas en base a sus posiciones de orto y ocaso. Más próximo a los croquis de tipo itinerarios actuales es el plano egipcio encontrado en Dar el Medina, en 1820, que representa unas minas en Nubia, con la ruta de acceso y un embarcadero a orillas del Nilo. Aunque el mapa más antiguo de un territorio, que aporta la posición de los fenómenos y da, en consecuencia, la capacidad de medir

en él, procede de la civilización babilónica. El territorio representado en una tableta de arcilla es el distrito de Ga Sur a unos 300 km al norte de Babilonia.

Pero es la civilización egipcia la que aporta el desarrollo evolutivo más importante de la cartografía, como puede verificarse en mapas que han quedado de esa época, y con el desarrollo de la cartografía catastral para la reconstrucción de las lindes arrasadas por las aguas del Nilo en cada inundación.

En el desarrollo de la técnica cartográfica cabe decir que a partir de 1521, los mapas españoles, y también los portugueses, alcanzaron un notable grado de perfección técnica.



Figura 2. Abraham Ortelius, 1570: «Regni Hispaniae post omnium editiones locupletissima descriptio».

Eran muy buenos desde el punto de vista científico, pero estaban condicionados a una política de construcción imperial que implicaba manipulaciones y sesgos muy llamativos, lo que nos ratifica que aún cuando había cambiado la técnica, no había cambiado el paradigma de la cartografía al servicio del conocimiento de un usuario, como instrumento de poder o de conocimiento específico.

Este paradigma por el que los mapas constituyen instrumentos de poder, tanto para asegurar la capacidad de conquista, colonización y explotación de un pueblo en relación con sus vecinos territoriales, como para mantener y explotar relaciones comerciales establecidas o asegurar la propiedad y explotación del territorio, se ha extendido desde la época prehistórica hasta mediado el siglo XX.



Figura 3. H. Jaillot, 1696: «L'Espagne: Divisée en tous ses Rayaumes, Principautés, & à l'usage de Monseigneur le Duc de Bourgogne.

## La socialización del uso de la cartografía

Ahora bien, desde el principio de la Cartografía los mapas han constituido una base de gran importancia para la toma de todo tipo de decisiones. En efecto, la metodología que utiliza la Geografía, como ciencia que estudia la descripción de la Tierra, que utiliza el mapa como instrumento natural para expresar el resultado del análisis geográfico, se basa en localizar los fenómenos de interés y analizar su distribución y las conexiones y relaciones existentes entre ellos, así como su variación en el tiempo. Pero también otras ciencias necesitan situar los fenómenos que tratan y, sobre todo, establecer la localización de los mismos y analizar su distribución y las conexiones y relaciones existentes entre ellos, siendo por tanto el mapa herra-

mienta fundamental en las mismas. Por tanto, la Cartografía constituye una ciencia horizontal utilizada por otras muchas ciencias que, mediante una labor de análisis y síntesis fundamental, ayuda en la comprensión del territorio y de los sucesos que sobre él acontecen. El mapa tiene la virtud de comunicar «de un solo vistazo» la información sintética que se pretende comunicar y solamente ella. Esto hace de los mapas una herramienta imprescindible para la toma de decisiones.

A partir del salto científico y tecnológico que experimentó la Cartografía desde el siglo XVIII se extendió el uso de las herramientas que ésta aporta a una gran variedad de ciencias. El mapa pasó a ser el instrumento de expresión de una amplia variedad de ciencias que tratan hechos y fenómenos referenciables espacialmente, abriéndose, de ésta manera, el amplio campo de la cartografía temática.

Pero la cartografía temática requiere antes que nada de un sustrato cartográfico adecuado que represente aquellos elementos del territorio que van a constituir el marco de referencia para la misma; por ejemplo: los límites administrativos, la red de carreteras o hidrográfica, el relieve, etc. Este sustrato lo proporciona la cartografía topográfica. Sobre el sustrato anterior hay que considerar la localización y distribución de los fenómenos geográficos que considera, analiza y presenta la ciencia usuaria de la cartografía en forma temática.

Como se ha dicho anteriormente, la labor del cartógrafo es escoger y destacar, mediante la adecuada simbolización, los fenómenos geográficos y las relaciones entre ellos en función del objeto a poner de relieve en el mapa. Ésta labor de abstracción y modelización que realiza el cartógrafo, mediante su técnica y «arte», requiere en el usuario destinatario del mismo la capacidad de saber «leer» el mapa. Pero no es el mismo lenguaje el que describe la topografía del territorio, que el que facilita la descripción del tema específico tratado por una Ciencia. En consecuencia, para desarrollar un mapa temático el cartógrafo debería comenzar por recoger, analizar, sintetizar y representar la información topográfica que actúa como referencia para la situación de la información temática. La especialización que esto requiere y, sobre todo, el tiempo y el coste que introduce en la producción de la cartografía temática específica, aconsejan utilizar una cartografía topográfica ya existente como información geográfica de referencia en la construcción del mapa temático.

Esto da pie a la consideración de dos grupos de información geográfica; la que anteriormente ya se ha mencionado como información geográfica de referencia, que comprende: los sistemas geodésicos de referencia, la división administrativa, los nombres geográficos, la ubicación de las poblaciones y construcciones, la red de comunicaciones, la hidrografía, el relieve y la representación directa del territorio

mediante imágenes con valor cartográfico (ortoimágenes); y la que está íntimamente asociada a una disciplina científica específica, que constituye el amplio grupo de la información temática: catastral, geológica, edafológica, poblacional y demográfica, oceanográfica, turística, agraria, forestal, económica, de transportes y comunicaciones, de usos del suelo, de recursos naturales, de biodiversidad, de equipamientos y servicios disponibles, de patrimonio natural, social y cultural, de riesgos por catástrofes naturales o provocadas por el hombre, etc.

La información geográfica de referencia, a su vez, no es un todo, si no que está constituida por una sucesión escalonada de sistemas referenciales, desde la máxima globalización a nivel mundial hasta la referenciación local de información de detalle. El escalón superior lo establece la definición del Elipsoide de referencia, el Datum y el Origen de coordenadas. El siguiente escalón lo constituyen las Redes Geodésicas, desde las Estaciones Permanentes de Referencia Geodésica a las Redes de distintos órdenes, en función de la densidad de los puntos que las constituyen y de la precisión en la determinación de las coordenadas de estos con respecto al sistema de referencia del escalón superior.

Durante el siglo XVIII la evolución científica y técnica de la Cartografía facilitó el que los Gobiernos de diversos países decidieran y asumieran la producción de la cartografía topográfica precisa de un territorio en forma sistemática, proporcionando de esta manera la representación de la información geográfica de referencia. Esto dio pie al desarrollo de cartografía temática en múltiples ámbitos científicos y, sobre todo, al inicio sistemático de la producción de series de cartografía de ámbito, al menos, nacional sobre temas como son: la geología, el catastro, los recursos agrarios y forestales, etc.

La producción de las grandes series nacionales, o de gran cobertura territorial, de cartografía topográfica precisa supone un salto importante en la evolución meto-

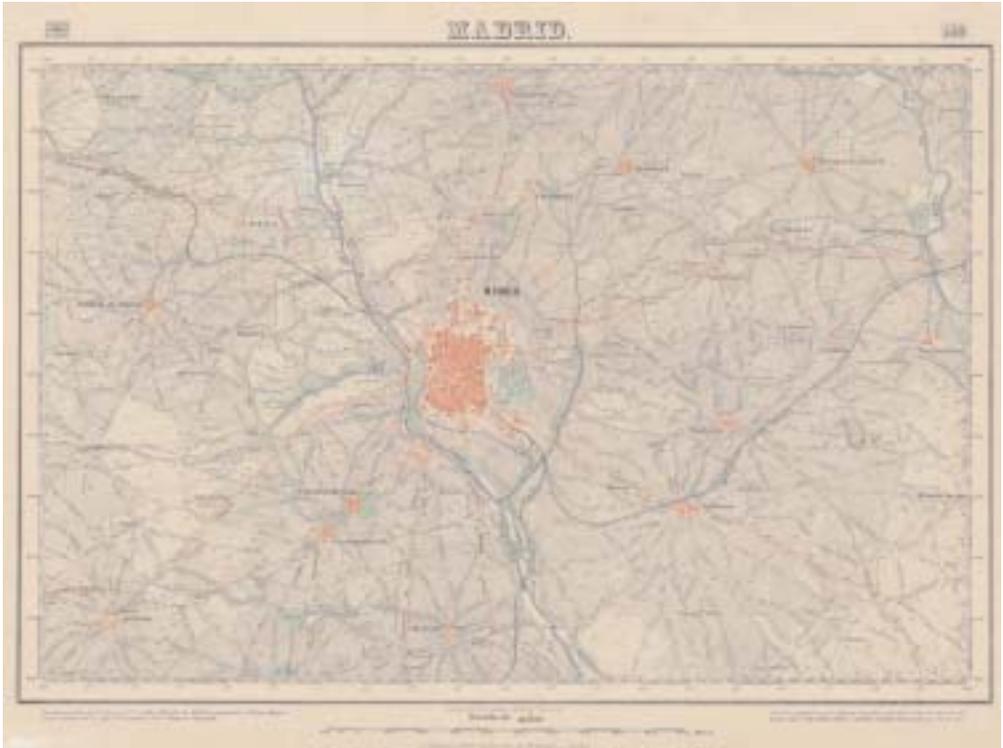


Figura 4. Primera hoja del MTN 1:50.000 de España. Madrid, Hoja 0559, 1875.

dológica y técnica de la Cartografía que se desarrolla, fundamentalmente, entre finales del siglo XVIII y mediados del siglo XIX, pero no supone un cambio en el paradigma de la ciencia cartográfica, en cuanto a prestación de servicios, ya que dicha producción sistemática de cartografía topográfica se dirigía a facilitar la toma de decisiones por los gobiernos que promovían su desarrollo y, especialmente, para su aplicación en las operaciones militares.

Sin embargo, durante el siglo XIX la disponibilidad de una producción sistemática de cartografía topográfica precisa que aportaba la información geográfica de referencia necesaria facilitó la extensión del uso de la disciplina cartográfica como instrumento para el análisis y presentación de información temática, y esto sí ayudó a que

se produjera un cambio en el paradigma en la prestación de servicios cartográficos, ya que los mapas, de ser el resultado de la abstracción y modelización del cartógrafo específica para que el usuario o grupo de usuarios reciba el mensaje que necesita para su toma de decisiones, pasan a servir con el propósito más general de representar la información geográfica de referencia constituida por la información topográfica, para que, en el ámbito de otra Ciencia, otros cartógrafos especializados interpreten, abstraigan y modelicen la información temática propia de dicha Ciencia, la ubiquen respecto a la información geográfica de referencia y la representen cartográficamente en la forma más adecuada para dicha información, e integrada con la de referencia necesaria.

Esto supone que la generación de información geográfica de referencia y su representación cartográfica mediante la cartografía topográfica, pasa a tener un propósito general independiente del uso posterior de la misma, ya que serán otros especialistas de diversas áreas temáticas, junto con cartógrafos especializados, los que generarán la nueva cartografía temática a partir de la cartografía topográfica. Por lo tanto, del mapa para uso exclusivo de unos pocos, que no aportan nueva modelización cartográfica, se pasó al mapa producido para ser utilizado por muchos como base para su propia producción cartográfica temática. Esto supone un cambio de paradigma en la prestación de servicios cartográficos, pero no la desaparición de la intermediación del cartógrafo como experto en la abstracción, modelización y presentación de la información geográfica, ya que al aún necesario cartógrafo que genera la cartografía topográfica se suma el cartógrafo especializado en los distintos tipos de cartografía temática que requieren las diversas ciencias.

Podemos decir que en el siglo XIX comienza la socialización del uso de la cartografía.

## Del cartógrafo temático a ¡que trabajen las máquinas!

Pero el proceso cartográfico requiere la consideración del hecho geográfico, la interpretación del fenómeno geográfico mediante el que se manifiesta, la abstracción y modelización del fenómeno en un objeto geográfico representable cartográficamente, y su simbolización cartográfica adecuada con la finalidad de destacar el fenómeno en el conjunto del mapa. Todo este proceso de abstracción y síntesis geográfica requiere un conocimiento y metodología muy específicos, que hacía necesaria la intervención en él del cartógrafo. Esto suponía un problema para introducir la disciplina cartográfica en la gestión y uso

de información geográfica en el ámbito del análisis científico en el que es necesario, o ventajoso, considerar su componente espacial, ya que introducía costes importantes en la gestión de dicha información y retrasaba el proceso de análisis por las rupturas de secuencia que se producían en el mismo. Esto mantenía la producción de cartografía, tanto topográfica como temática, concentrada en unas pocas instituciones públicas especializadas.

Pero en la segunda mitad del siglo XX, la aplicación de las Tecnologías de la Información (TI) a la gestión y análisis de datos, con la capacidad de gestión de grandes cantidades de datos y la rapidez y repetibilidad en la realización de dicha gestión y análisis, ha facilitado espectacularmente los procesos que la desarrollan y, en consecuencia, la toma de decisiones. Así, el desarrollo y aplicación de los sistemas de información, como método o secuencia de procedimientos de modelado de información captada del mundo real que nos permite obtener una nueva información útil para la toma de decisiones, ha permitido que sean los sistemas informáticos quienes asuman el papel de almacenar organizadamente y procesar la información para, mediante un adecuado análisis y procesamiento, extraer resultados que ayudarán a la toma de decisiones.

En todo sistema de información existirá una información de entrada, o aportada al sistema unos procedimientos de modelado y tratamiento de la información específicos, y una información de salida, o resultante de los procesos, que es específicamente útil para la organización que implanta el sistema y que le ayuda en su toma de decisiones.

La planificación, análisis, desarrollo y mantenimiento de los sistemas de información es aconsejable realizarlo conforme a una metodología adecuada que, en el caso de la metodología Métrica Versión 3 orientada al proceso, que es la más utilizada en las Administraciones Públicas españolas, considera el ciclo de vida del sistema de información integrado por fases:

- Planificación del Sistema de Información.
- Desarrollo del Sistema de Información.
- Mantenimiento del Sistema de Información.

Cada una de estas fases integra varios procesos básicos, que a su vez se descompone en actividades, y éstas en tareas. Así la fase del Desarrollo del Sistema de Información agrupa varios procesos básicos:

- Estudio de la viabilidad del Sistema de Información.  
Cuyo propósito es analizar el conjunto de necesidades para poder llegar a proponer una solución conforme a criterios tácticos, y en los que intervendrán aspectos económicos, técnicos, legales y operativos.
- Análisis del Sistema de Información.  
Para conseguir la especificación detallada del Sistema de Información en base a sus requisitos funcionales, las facilidades que ha de proporcionar el Sistema y las restricciones a que estará sometido, en cuanto a seguridad, usabilidad, rendimiento, frecuencia de procesamiento; así como los modelos que permitirán atender las necesidades de información de los usuarios del Sistema, tanto Modelos de Datos y Procesos, en el caso de que se realice análisis estructurado, como Modelo de Clases y Análisis de Casos de Uso, cuando se realice análisis orientado a objetos.
- Diseño del Sistema de Información.  
Que permite definir la arquitectura del Sistema y el entorno tecnológico que le dará soporte, y llegar a la especificación detallada de las actividades y tareas del mismo, llegando a las especificaciones de desarrollo de cada una de ellas.
- Desarrollo del Sistema de Información.

Su finalidad es el desarrollo, generando el código fuente correspondiente, y prueba de las distintas tareas y componentes del Sistema de Información, partiendo de las especificaciones lógicas y físicas obtenidas en el proceso de Diseño. Como resultado se obtiene el código fuente de los distintos componentes del Sistema, la documentación del Sistema y los manuales de usuario.

- Implantación del Sistema de Información.

Este es el proceso final de entrega, prueba completa y aceptación del Sistema de Información y, en consecuencia, puesta en producción del mismo.

En consecuencia, se puede apreciar que la introducción de los sistemas de información en la gestión y análisis de los datos, que tiene como punto fuerte las facilidades y ventajas que aportan, tiene como punto débil la necesidad de introducir nuevas tecnologías y metodologías y, por consiguiente, una necesidad de integrar en los equipos de trabajo un nuevo tipo de especialistas en las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, o formar al personal en estas tecnologías.

En cualquier caso, la puesta en marcha de un Sistema de Información en una organización no es un mero problema informático a resolver, ya que en razón de los datos que maneja y los procesos que desarrolla está orientado a conseguir una meta que se concreta en la información específica de salida; y para que la meta sea alcanzable el sistema debe poder ser asumido por la organización, y la manera de conseguir esto es que se ajuste a las necesidades reales y forma de trabajar de dicha organización. Por tanto, como ya se ha dicho, durante las fases de Estudio de Viabilidad y Análisis del Sistema de Información debe considerarse en profundidad la adecuación del mismo a la estructura operativa de la Organización, y a los procesos que se desarrollan en la misma; así como, la formación y entrenamiento del

personal para interactuar, dirigir y obtener el máximo rendimiento del Sistema. Normalmente, los sistemas de información modifican, y en algunos casos alteran, la forma de trabajar de las organizaciones lo que se traduce en periodos más o menos largos de implantación y aceptación del mismo.

Ahora bien, cuando la información de entrada que maneja un Sistema de Información es información geográfica, por tanto correspondientes a fenómenos geográficos que tienen existencia en un marco específico espacial, el Sistema se denomina Sistema de Información Geográfica. La gestión del aspecto espacial de la información geográfica que manejan estos sistemas de información requiere del uso de un conjunto de instrumentos lógicos y métodos que consideran la componente espacial de la información en su:

- Captura
- Almacenamiento
- Comprobación
- Integración
- Manipulación
- Transformación
- Análisis
- Presentación
- Gestión
- Mantenimiento

Considerado de esta manera muchos de los sistemas de información operativos serían susceptibles de transformarse en sistemas de información geográfica, ya que casi toda la información puede referenciarse espacialmente, para lo que bastaría considerar su posición y utilizar las herramientas adecuadas.

Conforme a lo dicho sobre los sistemas de información, y en consecuencia sobre los sistemas de información geográfica, la utilización de estas tecnologías de la información en la gestión y análisis de información geográfica requiere que el personal que debe llevar a cabo la misma tenga el conocimiento adecuado para manejar dichas tecnologías de

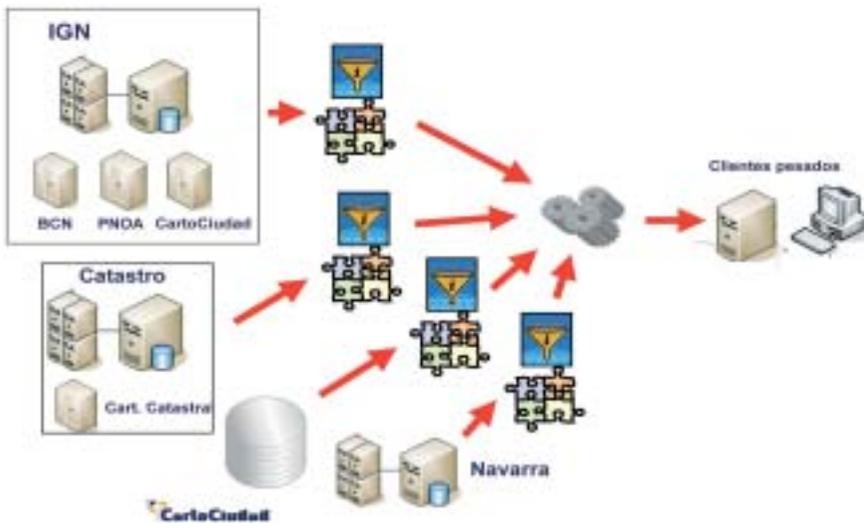
la información, o cuente con la colaboración de especialistas en las mismas. Por tanto, en cierta medida se ha dejado de depender absolutamente de los cartógrafos para poder desarrollar adecuadamente la gestión de la información geográfica, para pasar a depender de los informáticos.

En cualquier caso, considerando la amplia extensión, durante la segunda mitad del Siglo XX y especialmente en su último cuarto, del uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones por todas las ramas de las ciencias, de las técnicas y de la industria, el desarrollo y aplicación de sistemas de información ha pasado a constituir una parte consustancial en casi todas las metodologías científicas y de gestión, por lo que es más fácil contar con especialistas en esas tecnologías que con cartógrafos. Pero aunque la utilización de los sistemas de información geográfica requiere experiencia con las tecnologías de la información, no debe olvidarse que la gestión cartográfica de la información geográfica requiere también del conocimiento de la ciencia y arte de la cartografía.

De esta forma, una vez superadas las fases de planificación y desarrollo del Sistema de Información Geográfica, y organizado y sistematizado su mantenimiento, la gestión y operación del mismo queda completamente en las manos del usuario o grupo de usuarios que pretende realizar un análisis o gestión basada en una información geográfica específica para conseguir otra información que le ayude en la gestión y toma de decisiones que debe llevar a cabo. Por tanto, podemos decir que se ha puesto el control y gestión de la información geográfica en las manos del usuario o, mejor dicho, en el sistema informático del usuario que con su capacidad de modelización, proceso, y simulación, pasa a ser quien trabaja para que el usuario pueda decidir al final del proceso.

Pero para que el Sistema de Información Geográfica pueda trabajar es preciso aportarle la información geográfica de entrada y adecuarla a los procesos que desarrolla el mismo. Habrá sistemas de informa-

Figura 5  
Integración información geográfica en SIG



ción geográfica que requerirán un número limitado de tipos de datos de entrada, que en algún caso son generados, y sobre todo mantenidos, por la propia organización responsable del sistema, pero lo normal es que la información de entrada no sea generada, y sobre todo mantenida, por la organización, que necesita el sistema específico, siendo esta generada por otra organización que normalmente la mantiene mediante el adecuado sistema de información geográfica. Entre esta información de entrada estará aquella que constituirá el sustrato cartográfico adecuado para representar los elementos del territorio que van a constituir el marco de referencia para la información temática necesaria en el análisis o gestión que desarrolla el sistema. Por tanto, además de definir y construir el sistema de información geográfica adecuado, que deberá considerar las herramientas SIG convenientes, debe conseguirse la información geográfica de referencia adecuada, así como aquella información geográfica temática, necesaria para nuestro sistema de información geográfica, que ya este disponible en forma

adecuada para nuestras necesidades. La introducción en el Sistema de esta información obtenida de fuentes exteriores, además de la consiguiente duplicación de información, habitualmente implicará un conjunto de procesos de transformación y adecuación, así como un proceso de formación e instrucción del personal que gestiona nuestro sistema en el uso y transformación de esta información que llega del exterior. Pero, sobre todo, hay que considerar que la vida del sistema de información geográfica pasa por asegurar el flujo de datos actualizados en el mismo, y en consecuencia evitar el riesgo evidente de falta de actualidad de la información estableciendo mecanismos automáticos para que cualquier modificación en el sistema origen se traduzca en una actualización continua de nuestro sistema.

Si consideramos aisladamente nuestro Sistema de Información Geográfica el uso extensivo de datos geográficos previos aportados por fuentes exteriores al mismo introduce en el desarrollo y operación de éste un conjunto de problemas, que se traducen en costes, debido a que:

- Es necesario identificar y localizar la información geográfica existente, que normalmente está dispersa entre distintas fuentes, sus condiciones de accesibilidad y disponibilidad, su nivel de actualización y calidad y, en definitiva, su adecuación para el uso que de ella requerirá nuestro Sistema.
- Los datos geográficos recuperados de otros sistemas de información geográfica están organizados conforme a los modelos de datos propios de aquellos sistemas orientados a los procesos que tienen que desarrollar estos, y su adecuación a los requerimientos de nuestro Sistema habitualmente exige un conjunto de procesos de transformación de modelo de datos; procesos que, si la información y dichos procesos no están normalizados, requerirán de desarrollo de aplicaciones informáticas específicas y, en muchos casos, de trabajos automáticos o, lo que es peor, interactivos de transformación de la información. Esto se traduce en tiempos inútiles de proceso y costes, que llegar a hacer casi insostenible el desarrollo y operación de nuestro Sistema.
- Es necesario asegurar la actualidad de la información geográfica que manejamos. En el caso de la información de entrada captada directamente por la propia organización responsable del Sistema de Información Geográfica parece trivial que esta asegurará por sus medios la actualidad de dicha información. Pero en el caso de información geográfica de entrada generada por otras fuentes e integrada en el Sistema, además de asegurar que dichas fuentes mantienen convenientemente actualizada la información que necesita nuestro Sistema, debe asegurarse que la actualización que realiza la fuente de dicha información se traduce inmediatamente en actualización de dicha información en nuestro Sistema.

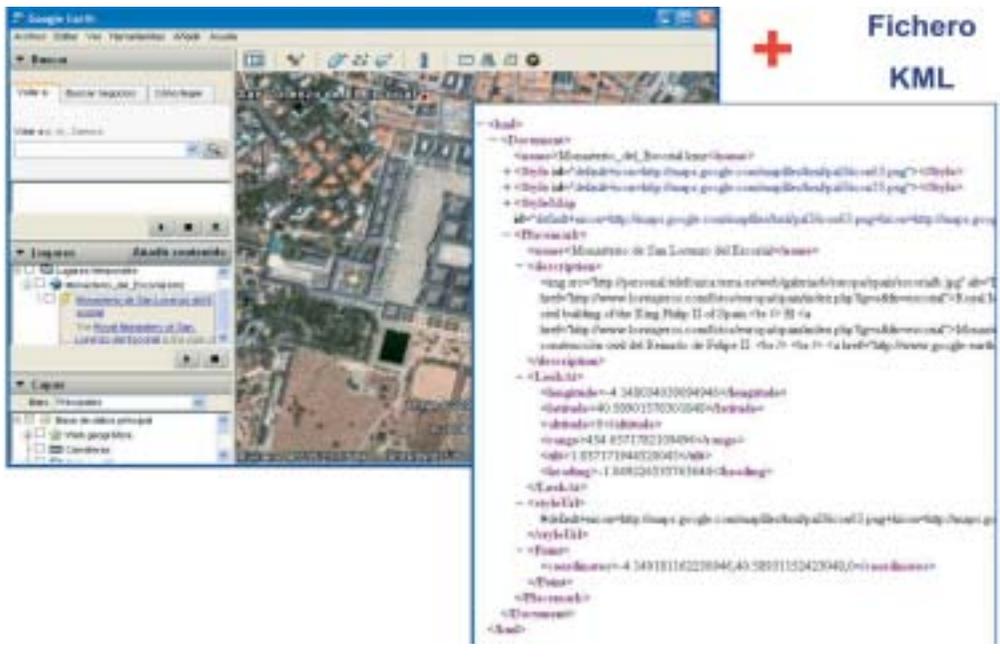
De no ser así, fallará la entrada de datos de nuestro Sistema.

- Si nuestro Sistema de Información Geográfica es complejo, en cuanto a la información geográfica de entrada que requiere, además del problema de la actualización de dicha información, existirá el problema del almacenamiento y organización de la misma. Debemos recurrir a metodologías orientadas al almacenamiento de la información geográfica conforme a modelos normalizados que faciliten la gestión y el mantenimiento de la información, que proporcionen información sobre los datos geográficos disponibles (metadatos) y su calidad, y que aplique una arquitectura en tres niveles:
  - Aplicaciones servidoras
  - Repositorio de datos
  - Aplicaciones clientes

En definitiva, con los Sistemas de Información Geográfica se ha pasado al paradigma de la información geográfica al servicio del conocimiento, y bajo el control directo, de aquellos usuarios o grupos de usuarios, que son capaces de introducir en los sistemas informáticos esta capacidad de análisis y gestión mediante los sistemas de información geográfica.

Pero, tal como se ha indicado, conforme ganan en complejidad los sistemas y, sobre todo, se requiere de más variedad y cantidad de información geográfica de entrada procedente de fuentes exteriores, el usuario final del Sistema pasa a depender más de los especialistas en las tecnologías de la información y de las comunicaciones y de las organizaciones responsables de los datos de entrada exteriores. Y lo que es peor, estamos en un paradigma en el que, mediante el Sistema de Información Geográfica, trabaja «la máquina», pero esta no se comunica directamente con «las máquinas» que gestionan los sistemas de información geográfica que producen y mantienen la información geográfica que

Figura 6 . Despliegue de información propia sobre Google Earth: Creación fichero KML



constituye parte de la entrada de datos a nuestro sistema. En definitiva estamos en un paradigma de Sistemas de Información Geográfica que constituyen islas y el enlace entre ellas requiere de la intervención humana. Esta no es la situación óptima, ya que si ponemos a trabajar a las máquinas pongámoslas a trabajar por completo comunicándose entre ellas.

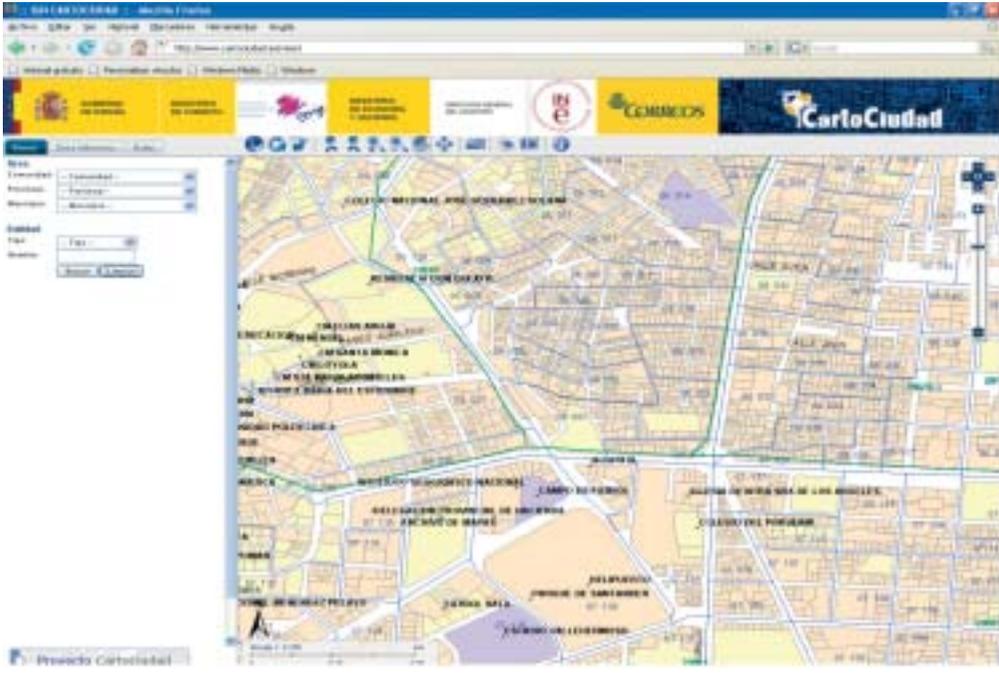
## El Sistema de Información Geográfica global está en la Red. Las Infraestructuras de Datos Espaciales

La alternativa a la acumulación de información en un sistema, con los problemas que esto conlleva, es la interoperación de los sistemas mediante la Red Internet.

Pero esto, que dicho así parece sencillo, requiere unas condiciones mínimas que aseguren la interoperabilidad.

Hay dos soluciones para alcanzar esa interoperabilidad, la primera es aprovechar y utilizar la base referencial que proporciona una cartografía o documentación cartográfica, normalmente ortoimágenes, y sobre ella situar y referenciar nuestra información. El ejemplo característico de esto es el uso de Google Earth o Google Maps, Virtual Earth u otros Globos Virtuales para situar sobre la información cartográfica que proporcionan la información correspondiente a nuestro Sistema de Información Geográfica, utilizando aplicaciones específicas que posibilitan la superposición de nuestras imágenes sobre la información de dichos globos virtuales, o que, mediante la creación de ficheros conforme a las especificaciones dictadas por quienes proporcionan la base geográfica referencial (por ejemplo KML para Google Earth), sitúan nuestra información sobre el correspondiente Globo Virtual. Esta solución tiene la ventaja de que, en general, estos globos virtuales proporcionan

Figura 7  
CartoCiudad (base de datos de red viaria y cartografía urbana)

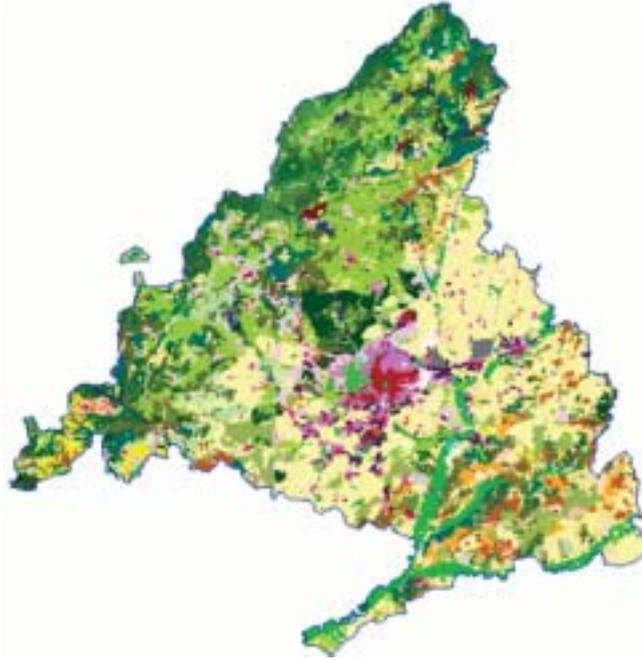


una muy alta disponibilidad y rendimiento, lo que hace que aunque basemos nuestro SIG en información y recursos que están en otra ubicación física y que no controlamos, tengamos habitualmente una respuesta segura y eficiente. Por el contrario tiene el inconveniente de que la información que utilizamos como referencia no tiene una garantía de perdurabilidad, ni oficialidad, ni conocemos su calidad y, sobre todo, que actualmente la interoperación con ella se limita a utilizarla como un sustrato para visualizar nuestra información sobre la que proporciona el globo virtual.

Evidentemente esta es la única opción posible si en un país, o a nivel global, no hay grandes organizaciones públicas o privadas que hayan asumido el esfuerzo de producir y actualizar dicha información. Ahora bien,

si existen las organizaciones que aportan la información geográfica de referencia, y cuentan con mapas y documentos geográficos de calidad y suficientemente actualizados, que además en el caso de los producidos por las Administraciones Públicas tendrán un carácter «oficial», el principal problema a resolver es *democratizar la utilización de dichos mapas*, eliminando las barreras en la accesibilidad a los mismos. Esta *democratización* se puede conseguir facilitando el acceso a esta información a través de Internet, cosa que ya han hecho casi todos los productores de cartografía digital, y aplicando al máximo los principios que establecen las Directivas Europeas de Reutilización de la Información del Sector Público y la nueva Directiva INSPIRE, que se pueden resumir en que «la Información

Figura 8  
SIOSE (Sistema de Información de Ocupación del Suelo de España)



Geográfica, aportada por el Sector Público, debe ser abundante y disponible bajo condiciones que no inhiban su uso extensivo». En España las posibilidades de utilizar mapas o documentos cartográficos generados por otros, especialmente por las Administraciones Públicas, son muy buenas ya que la producción de los mismos es abundante y de calidad. En efecto tanto la Administración General del Estado como las Administraciones Autonómicas, y en muchos casos las Entidades Locales, por la necesidad de generar dichos mapas para la gestión propia de dichas Administraciones, han producido y producen cartografía topográfica de referencia, en escalas 1/5.000, 1/10.000, 1/25.000 y menores, actualmente organizadas como bases de datos específicamente orientadas hacia su integración en

sistemas de información geográfica; o como la contenida en la base de datos CartoCiudad, que integra y armoniza datos de la cartografía catastral urbana, de la base de datos topográficos 1/25.000, de las secciones y distritos censales del Instituto Nacional de Estadística y de los distritos postales de la Sociedad Estatal de Correos y Telégrafos; pero también información geográfica temática como es el caso de la contenida en diversas bases de datos de información geográfica temática, de las que ejemplos paradigmáticos son las bases de datos de la Dirección General del Catastro, del Instituto Geológico y Minero de España, o del Sistema de Ocupación del Suelo de España (SIOSE); sin olvidar también la interesantísima disponibilidad de imágenes de alta calidad y resolución, especialmente las ortofotografías



Figura 9. Ortofotografía de 50 cm de pixel del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA).

aéreas de toda España, del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA), con resolución equivalente a 50 cm sobre el terreno (equivalente a escala 1/5.000) o superior.

Esta disponibilidad de información abundante, de calidad, de distintas fuentes oficiales, y accesible por Internet, nos orienta claramente hacia la segunda solución que sigue el principio de establecer la Red de Sistemas de Información Geográfica, mediante el cumplimiento de normas y especificaciones definidas por organizaciones internacionales de estandarización, pactadas entre todos los proveedores de datos y servicios geográficos y los usuarios de los mismos. Este tipo de Red de Sistemas se denomina Infraestructura de Datos Espaciales cuando esta estructurada de forma que permite acceder vía Internet a:

- Datos georeferenciados distribuidos en diferentes sistemas de información geográfica, conforme a un mínimo de protocolos y especificaciones normalizadas.
- Los metadatos que proporcionan información sobre dichos datos (quien los ha generado, para que, bajo que condiciones pueden ser utilizados por otros, con que calidad se han generado, etc.).
- Servicios proporcionados a partir de los datos accesibles en la Infraestructura; bien proporcionados por los productores de los datos o por otros proveedores de servicios.

Este acceso debe permitir la interoperabilidad; esto es, la realización de servicios combinados y encadenados a partir de los datos y

servicios básicos disponibles en la Infraestructura. Ejemplos de ésta interoperabilidad de servicios son la visualización simultánea y combinada de información procedente de distintos productores; el análisis conjunto de datos geográficos accesibles en diversos servidores; el encadenamiento de servicios, como puede ser el acceso a datos de diferentes fuentes en sistemas de referencia distintos, su transformación a un sistema común, y su adaptación al modelo de datos requerido por un tipo de sistema de información geográfica. Para conseguir esto es preciso contar con:

- Las tecnologías de búsqueda y acceso adecuadas.
- Las normas y especificaciones comunes acordadas, a nivel nacional e internacional, para la producción, gestión y difusión de los datos y de los servicios.
- Y, especialmente, establecer los acuerdos entre los productores de datos y proveedores de servicios y entre éstos y los usuarios, que faciliten la disponibilidad de la información necesaria armonizada, completa y actualizada, y la de los servicios necesarios para accederla y utilizarla.

En definitiva, es establecer a través de Internet un soporte a actividades económicas y sociales que no existe con un fin en sí mismo y que, por tanto, constituye una infraestructura en el sentido de base tangible e imprescindible para el desarrollo.

Para conseguir la máxima efectividad e interoperabilidad en el desarrollo de las infraestructuras de datos espaciales deben observarse unos principios básicos:

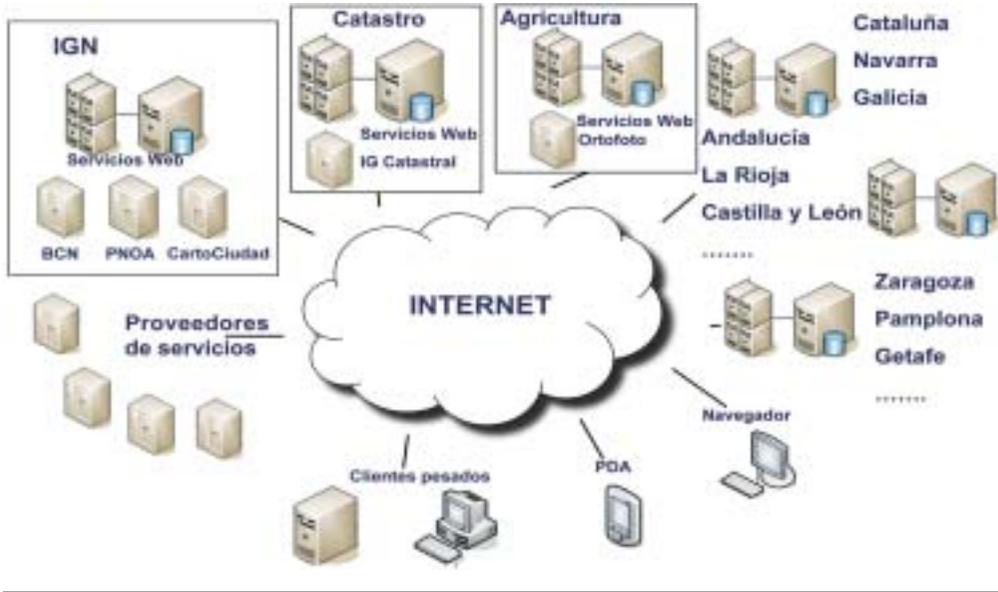
- Los datos deben ser recogidos una vez y mantenidos en el nivel, competente para ello, donde se logra máxima efectividad, evitando duplicaciones en la producción de los mismos, que aparte de dar lugar a duplicación de gastos, generan confusión en los usuarios.
- Debe ser posible combinar información geográfica y servicios de fuentes

diversas con total continuidad para un ámbito territorial extenso. Esto requiere la coherencia y armonización entre los datos de dichas fuentes y, por tanto, los acuerdos entre sus productores para ajustarse a estándares, especificaciones y modelos comunes.

- Debe ser posible compartir la información geográfica y los servicios no sólo entre usuarios sino también entre aplicaciones, ya que la finalidad última es que interoperen los sistemas.
- Debe ser posible que la información recogida por una autoridad o institución sea compartida por las otras.
- Debe ser fácil descubrir la información geográfica y los servicios disponibles, y en que condiciones puede conseguirse y usarse. Esto requiere la creación de metadatos de toda la información y servicios accesibles mediante la infraestructura, y su organización en catálogos normalizados fácilmente accesibles.
- La información geográfica y los servicios deben ser fácilmente accesibles y disponibles bajo condiciones que no inhiban su uso extensivo, ya que de no ser así la infraestructura de datos espaciales pierde su sentido, transformándose en un conjunto de sitios web geográficos, seguramente interesantes, pero que constituirán islas con una utilización limitada por sus restricciones.

No debemos confundir la Infraestructura de Datos Espaciales con el Portal o Geportal que posibilita el acceso a datos y el uso de servicios proporcionados por distintas organizaciones. La infraestructura es el conjunto de servidores y clientes de servicios que, cumpliendo normas acordadas, fundamentalmente por la Organización de Estandarización Internacional (ISO) y especificaciones acordadas en el seno del Open Geospatial Consortium (OGC), pueden interoperar a través de los portales y sitios web. Un servidor puede ser accedido por

Figura 10  
Arquitectura IDEE



distintos clientes desde diversos portales (geoportales). Por tanto, es el conjunto de servidores que proveen servicio en un entorno específico y de los clientes que acceden a ellos los que constituye esa infraestructura específica, pero simultáneamente esos servidores pueden ser accedidos desde otros entornos, integrándose también de esta manera en las otras infraestructuras. Las infraestructuras tienen, normalmente, un carácter territorial o sectorial; por ejemplo la Infraestructura de Datos Espaciales de una Comunidad Autónoma o de un Ayuntamiento o de un País, o la que permite interoperar en una Universidad o empresa.

Esto hace que existan infraestructuras de datos espaciales y nodos que proporcionan servicios web OGC a nivel:

- Europeo: INSPIRE (Infraestructure for Spatial Information in Europe).

- Nacional: IDEE (Infraestructura de Datos Espaciales de España).
- Regional: Cataluña (IDEC), Navarra (IDENA), La Rioja (IDERIOJA), Galicia (IDEG), País Vasco (GEOEUSKADI), Andalucía (IDEAndalucía), Comunidad Valenciana (Cart@), Castilla y León (IDECYL), Castilla-La Mancha (IDECML), Principado de Asturias (SITPA-IDEAS), Cantabria (WMS-Cantabria), Aragón (SITAR), Región de Murcia (SITMURCIA), Illes Balears (IDEIB), Canarias (IDECanarias).
- Local: Zaragoza, Pamplona, Getafe, Diputación de A Coruña, Cabildo de Tenerife, Cabildo de La Palma, etc.

Así como múltiples servicios web OGC sectoriales: Catastro, Industria (Hidrocarburos), Agricultura, Universidades, Empresas...

## La Infraestructura de Datos Espaciales Europea: INSPIRE

A nivel europeo hay en vigor desde el 15 de mayo de 2007 la Directiva 2007/2/CE del Parlamento Europeo y de Consejo de la Unión Europea, de 14 de marzo de 2007, por la que se establece una Infraestructura de Información Espacial en la Comunidad Europea (INSPIRE). Su Artículo 1 establece que: 1. El objetivo de la presente Directiva es fijar normas generales con vistas al establecimiento de una infraestructura de información espacial en la Comunidad Europea (INSPIRE), orientada a la aplicación de las políticas comunitarias de medio ambiente y de políticas o actuaciones que puedan incidir en el medio ambiente. 2. Inspire se basará en infraestructuras de información espacial establecidas y gestionadas por los Estados miembros.

Esto último se amplía en el Considerando 5º de la Directiva: «INSPIRE debe basarse en las infraestructuras de información espacial creadas por los Estados miembros, haciéndolas compatibles con unas normas de ejecución comunes y complementadas por medidas a nivel comunitario. Estas medidas deben garantizar que las infraestructuras de información espacial creadas por los Estados miembros sean compatibles y utilizables en un contexto comunitario y transfronterizo».

Por tanto, conforme a la Directiva INSPIRE, cada Estado miembro debe establecer, al menos, una infraestructura de información geográfica que de acceso a todos los datos y servicios de información geográfica necesarios para la aplicación de las políticas de medio ambiente o que incidan en él. En consecuencia, en España debe establecerse una infraestructura que permita acceder e interoperar con todos los servicios de información geográfica que se establezcan conforme a normas y especi-

caciones comunes, tanto por la Administración General del Estado, como por las Administraciones Autonómicas, como por las Entidades Locales, y permitiendo que otras entidades puedan aportar sus datos y servicios geográficos en forma interoperable. Esto, además de cumplir con el mandato que establece la Directiva INSPIRE, permitirá dinamizar el uso y aprovechamiento de la información geográfica, alcanzando, en el ámbito institucional, la e-Administración de la información geográfica y creando un entorno amplio y dinámico de servicios de información geográfica tanto del sector público como del privado.

La Directiva obliga a los Estados miembros a establecer y gestionar una red de servicios, basados en los conjuntos de datos geográficos considerados directamente como necesarios para la aplicación de políticas europeas medioambientales, siempre que dichos datos se refieran a una zona sobre la que el Estado miembro tenga y/o ejerza jurisdicción, estén en formato electrónico, y obren en poder de alguna autoridad pública, o de una entidad que actúe en su nombre, y estén comprendidos en el ámbito de sus actividades públicas. Los datos considerados como necesarios para la aplicación de políticas europeas medioambientales son:

- **Anexo I:**
  - Sistema de Coordenadas de Referencia.
  - Sistemas de Cuadrículas Geográficas.
  - Nombres Geográficos.
  - Unidades Administrativas.
  - Direcciones.
  - Parcelas Catastrales.
  - Redes de Transporte.
  - Hidrografía.
  - Lugares protegidos.
- **Anexo II:**
  - Modelos de Elevaciones.
  - Cubierta terrestre.

- Ortoimágenes.
- Geología.

• **Anexo III:**

- Unidades estadísticas.
- Edificaciones.
- Edafología.
- Uso del suelo.
- Salud y seguridad humana.
- Servicios de utilidad pública y estatales.
- Instalaciones de observación del medio ambiente.
- Instalaciones de producción e industriales.
- Instalaciones agrícolas y acuicultura.
- Demografía y distribución de la población.
- Zonas sujetas a ordenación, a restricciones o reglamentaciones y unidades de notificación.
- Zonas de riesgos naturales.
- Condiciones Atmosféricas.
- Aspectos geográficos de carácter meteorológico.
- Regiones geográficas oceanográficas
- Regiones marinas.
- Regiones biogeográficas.
- Hábitats y biotopos.
- Distribución de especies.
- Recursos energéticos.
- Recursos minerales.

Los únicos datos que se exceptúan son aquellos que obran en poder de una autoridad pública, o de una entidad que actúe en su nombre, del nivel inferior de gobierno de un Estado miembro, para los que la Directiva sólo se aplicará si el Estado miembro ha establecido una normativa que requiera su recogida o difusión.

Los servicios que es necesario establecer conforme específica INSPIRE son:

- a) **Servicios de localización** que posibiliten la búsqueda de conjuntos de datos geográficos y servicios de información geográfica relacionados con ellos, par-

tiendo del contenido de los metadatos correspondientes, y que muestren el contenido de los metadatos;

- b) **Servicios de visualización** que permitan, como mínimo, mostrar, navegar, acercarse o alejarse mediante zoom, moverse o la superposición visual de los datos geográficos, así como mostrar los signos convencionales, acceder a estos servicios directamente desde servicios de localización y, opcionalmente, consultar los atributos de los datos geográficos;
- c) **Servicios de descarga** que permitan descargar copias de datos geográficos, o partes de ellos y, cuando sea posible, acceder directamente a su contenido para construir servicios de valor añadido o integrarlos en la lógica de aplicaciones de usuario;
- d) **Servicios de transformación**, que permitan transformar los datos geográficos con vistas a lograr su interoperabilidad;
- e) **Servicios de provisión de acceso** a los anteriores servicios.

INSPIRE también establece que los Estados miembros garantizarán que se designen, en los diferentes niveles de gobierno, las estructuras y los mecanismos adecuados para coordinar la contribución de todos aquellos que tengan un interés en sus infraestructuras de información geográfica; y que cada Estado miembro designará un punto de contacto, por lo general una autoridad pública, que se encargue de los contactos con la Comisión en relación con la Directiva. Este punto de contacto estará apoyado por una estructura de coordinación que tenga en cuenta el reparto de competencias y responsabilidades en los Estados miembros.

## La Infraestructura de Datos Espaciales de España: IDEE

En España, para cumplir con este mandato de la Directiva europea INSPIRE, cabe hacerse las preguntas de:

¿Quién puede desarrollar y coordinar una IDE que recoja los intereses y necesidades de todos?

¿Quién puede actuar como autoridad de la IDE nacional y coordinar y garantizar el desarrollo IDE frente a organizaciones de ámbito superior (Unión Europea, Naciones Unidas, etc)?

La respuesta a estas preguntas, en el caso de España, era sencilla ya que la Ley 7/1986, de 24 de enero, de Ordenación de la Cartografía, en su artículo 9, con mucha anterioridad a la aprobación de la Directiva, definía y asignaba al Consejo Superior Geográfico cometidos claros de coordinación y normalización en relación con la producción de cartografía y le asignaba la tarea de actuar como órgano coordinador entre las Administraciones Públicas españolas en materia de información geográfica.

En consecuencia, en España el Consejo Superior Geográfico ha asumido el papel de desarrollar y coordinar la IDE nacional que recoja los intereses y necesidades de todos, y de actuar como autoridad de la IDE nacional frente a las organizaciones de la Unión Europea o de Naciones Unidas.

Este papel ha quedado reflejado y completamente oficializado en los Artículos 26 a 30 del Capítulo VI «Infraestructura Nacional de Información Geográfica» del Real Decreto 1545/2007, de 23 de noviembre, por el que se regula el Sistema Cartográfico Nacional. Este Real Decreto establece que «Toda la información geográfica proporcionada a la Infraestructura Nacional de Información Geográfica por los distintos productores oficiales estará disponible en la

dirección «IDEE», siglas de Infraestructura de Datos Espaciales de España. La información geográfica accesible mediante el portal IDEE podrá agruparse en portales o nodos sectoriales o territoriales» y, simultáneamente, que «La información geográfica proporcionada por la Administración General del Estado a la Infraestructura Nacional de Información Geográfica se agrupará bajo la dirección «IDEAGE». La información geográfica accesible mediante el portal IDEAGE podrá agruparse en portales o nodos sectoriales», y asigna a la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional, como Secretaría Técnica del Consejo Superior Geográfico, la tarea de constituir y mantener el Portal Nacional de la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE) y el Portal IDEAGE, que deberán permitir, al menos, la localización de información geográfica de referencia y dar acceso a ella en todos los portales y nodos integrados en la Infraestructura Nacional de Información Geográfica.

El Consejo Superior Geográfico, como órgano de dirección del Sistema Cartográfico Nacional, tiene carácter colegiado, depende del Ministerio de Fomento y ejerce la función consultiva y de planificación de la información geográfica y la cartografía oficial. El Consejo Superior Geográfico es presidido por el Subsecretario de Fomento, existiendo tres Vicepresidencias, que corresponden al Director General del Instituto Geográfico Nacional, al Director del Instituto Hidrográfico de la Marina y al Director General del Catastro. Del Pleno del Consejo Superior Geográfico, conforme a la estructura del Gobierno de España existente en el momento de la aprobación del Real Decreto, 23 de noviembre de 2007, forman parte:

a) En representación de la Administración General del Estado:

1º Un vocal representante de cada uno de los siguientes Departamentos Ministeriales, a propuesta del titular de la Subsecretaría

- correspondiente: Asuntos Exteriores y de Cooperación; Justicia; Administraciones Públicas; Presidencia; Industria, Turismo y Comercio; Sanidad y Consumo; Vivienda; y Educación y Ciencia.
- 2º Dos vocales en representación del Ministerio de Economía y Hacienda: uno a propuesta del Director General del Catastro y otro a propuesta del Instituto Nacional de Estadística.
  - 3º Tres vocales en representación del Ministerio de Medio Ambiente: dos a propuesta del Secretario General para el Territorio y la Biodiversidad y otro a propuesta de la Subsecretaría del Departamento.
  - 4º Tres vocales en representación del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación: uno a propuesta del Presidente del Fondo Español de Garantía Agraria y dos a propuesta de la Subsecretaría del Departamento.
  - 5º Cuatro vocales en representación del Ministerio de Defensa: los titulares del Centro Geográfico del Ejército y del Centro Cartográfico y Fotográfico del Ejército del Aire; otro a propuesta de la Subsecretaría del Departamento, y otro a propuesta de la Secretaría de Estado del Departamento.
  - 6º Cuatro vocales en representación del Ministerio de Fomento: uno a propuesta de la Secretaría de Estado de Infraestructuras y Planificación; dos a propuesta del Director General del Instituto Geográfico Nacional, y el Director del Centro Nacional de Información Geográfica.
  - 7º Un vocal representante propuesto por cada uno de los siguientes Centros Directivos u Organismos Públicos: Secretaría de Estado de Cooperación Territorial, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Instituto Nacional de Meteorología, Instituto Geológico y Minero de España, Dirección General de Aviación Civil, Dirección General de la Marina Mercante, Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial, Secretaría General de Turismo, Dirección General de Protección Civil y Emergencias, Departamento de Infraestructura y Seguimiento para Situaciones de Crisis, Instituto Español de Oceanografía y Dirección General de los Registros y del Notariado.
- b) En representación de las Comunidades Autónomas:
    - 1º Un vocal en representación de cada Comunidad Autónoma, cuando voluntariamente se haya integrado en el Sistema Cartográfico Nacional a iniciativa de su respectivo órgano de gobierno.
    - 2º Un vocal en representación de cada Comunidad Autónoma que no se haya integrado en el Sistema Cartográfico Nacional y que acuerde participar en el Consejo Superior Geográfico.
  - c) Seis vocales en representación de las Ciudades con Estatuto de Autonomía y demás Entidades Locales, a propuesta de la asociación de ámbito estatal de mayor representación, de los cuales la mitad, al menos, en representación de municipios de gran población integrados en el Sistema Cartográfico Nacional. Ninguna Entidad Local podrá contar con más de un representante.
- El Consejo Superior Geográfico cuenta con Comisiones Especializadas. Una de ellas es la Comisión Especializada de Infra-

Figura 11  
Geoportal de la Infraestructura de Datos Espaciales de España: [www.ideo.es](http://www.ideo.es)



estructuras de Datos Espaciales, cuyo cometido es definir, establecer y operar la Infraestructura Nacional de Información Geográfica y su Geoportal IDEE (Infraestructura de Datos Espaciales de España).

Dicho Geoportal ([www.ideo.es](http://www.ideo.es)) está operativo desde junio de 2004. Sus contenidos pueden ser accedidos en siete idiomas: español, euskera, catalán, gallego, portugués, francés e inglés.

Posibilita el acceso a diferentes servicios web, conforme a las especificaciones del Open Geospatial Consortium.

A través de este geoportal se puede acceder a los servicios de información geográfica que constituyen la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE), que simultáneamente integran los nodos de datos y servicios de los órganos y organismos de la Administración General del Esta-

do y los nodos e infraestructuras de datos espaciales establecidas por casi todos los gobiernos de las Comunidades Autónomas (16/17) y por más de 300 entidades locales, constituyendo una red de sistemas informáticos distribuidos, integrados por diversos servidores de datos y servicios, que interoperan entre sí conforme a normas, ofreciendo a los usuarios la posibilidad de buscar, visualizar, combinar e incluso analizar los datos geográficos disponibles en la red utilizando un simple navegador.

Los tipos de servicios accesibles e interoperables, actualmente, son:

- Servicios de visualización (WMS).
- Servicios de extracción y análisis de fenómenos geográficos (WFS).
- Servicios de catálogos de metadatos (CSW).

- Servicios de búsqueda de fenómenos geográficos en nomencladores, mediante sus topónimos (WFS-GAZ).
- Servicios de extracción y análisis de información estructurada en mallas geográficas (WCS).
- Servicios de generación de contextos de trabajo (WMC).
- Servicios de transformación de coordenadas (WCTS).
- Servicios de simbolización cartográfica (SLD).
- Servicios de geoprocésamiento de información geográfica (WPS).

La principal característica del Geoportal nacional es que posibilita el acceso y, lo que es más importante, la interoperación entre los servicios web OGC establecidos por las distintas Administraciones Públicas e incluso por instituciones y entidades que no son Administración Pública.

Actualmente, a través del Geoportal IDEE, se puede acceder a los:

- Geoportales de:
  - Comunidad Autónoma de Andalucía: ideAndalucía.
  - Comunidad Autónoma de Aragón: SITAR. Sistema de información Territorial de Aragón.
  - Comunidad Autónoma de Canarias: ideCanarias.
  - Comunidad Autónoma de Cantabria: Servicio WMS de Cantabria.
  - Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha: ideClm.
  - Comunidad Autónoma de Castilla y León: IDECYL.
  - Comunidad Autónoma de Cataluña: IDEC.
  - Comunidad Foral de Navarra: idena.
  - Comunidad Autónoma Valenciana: Cart@.
  - Comunidad Autónoma de Galicia: SITGA-IDEG.
  - Comunidad Autónoma de Illes Balears: IDEIB.

- Comunidad Autónoma de La Rioja: ideRioja.
  - Comunidad Autónoma de Euzkadi: GeoEuskadi.
  - Comunidad Autónoma del Principado de Asturias: SITPA/IDEAS.
  - Comunidad Autónoma de la Región de Murcia: Cartomur.
- Más de 275 Servicios WMS, con un total de más de 2.400 capas de información geográfica:
    - Más de 25 de ámbito nacional, que proporcionan más de 130 capas de información geográfica.
    - Más de 70 de ámbito autonómico, que proporcionan más de 900 capas de información geográfica.
    - Más de 65 de ámbito local, que proporcionan más de 270 capas de información geográfica.
    - Más de 110 de carácter temático, que proporcionan más de 1.000 capas de información geográfica.
  - Más de 10 Servicios WFS, que acceden a más de 300 capas temáticas.
  - Más de 15 Servicios WCS.

Actualmente en la Red, a través de la IDEE ([www.idee.es](http://www.idee.es)) o de las restantes infraestructuras de datos espaciales y sus geoportales establecidos por las distintas Administraciones Públicas, se encuentran disponibles, en forma masiva, datos de la Dirección General del Catastro del Ministerio de Hacienda; datos generados por la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional del Ministerio de Fomento de las series nacionales de cartografía topográfica, cubriendo toda España, a escala 1:200.000 y 1:25.000; una Base de Datos de Nombres Geográficos con más de 500.000 topónimos, también del Instituto Geográfico Nacional, que permite buscar cualquier accidente geográfico por su nombre; así

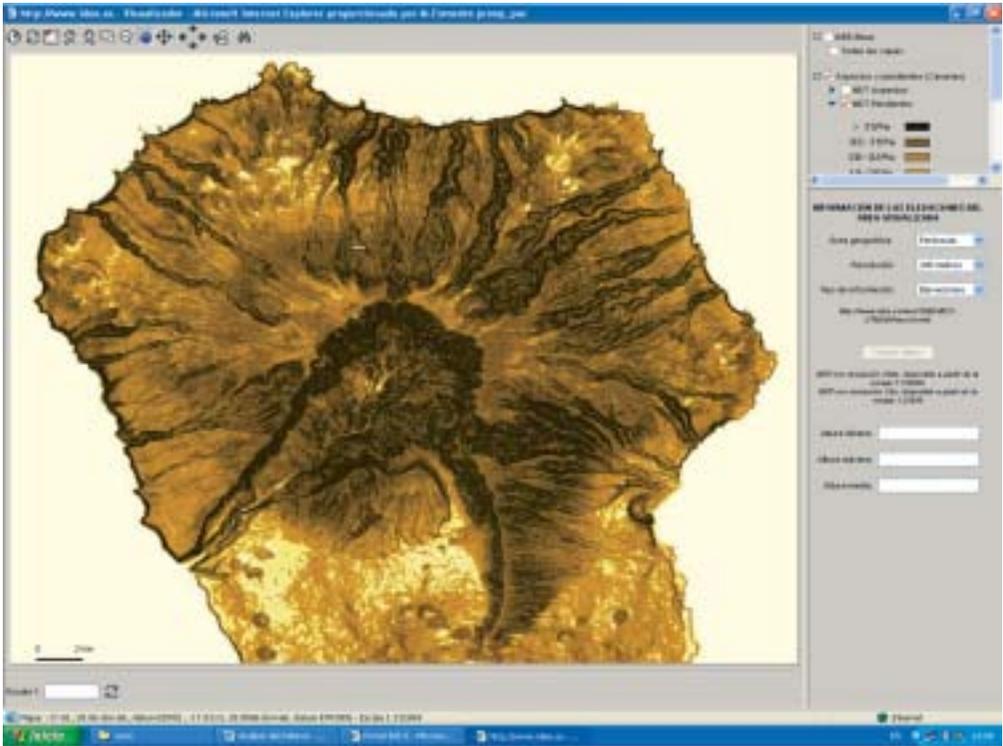


Figura 12

como la Base de Datos correspondiente a España de ocupación y uso del suelo correspondiente al Proyecto Europeo CORINE Land Cover, y próximamente estarán los del Sistema de Información de Ocupación del Suelo de España, correspondientes a escala 1:25.000; las ortofotografías tanto del SIG-PAC, del Fondo Español de Garantía Agraria, como del PNOA; y la Base de Datos CartoCiudad resultante de la armonización e integración de las cartografías topográfica nacional 1:25.000, catastral 1:1.000, del callejero y secciones censales del Instituto Nacional de Estadística y de los distritos postales de la Sociedad Estatal de Correos y Telégrafos; así como a una amplia variedad de datos correspondientes a casi todas las Comunidades Autónomas (Andalucía, Aragón, Principado de Asturias, Canarias, Can-

tabria, Castilla-La Mancha, Castilla y León, Cataluña, Extremadura, Galicia, Illes Balears, La Rioja, Murcia, Navarra, País Vasco, y Comunidad Valenciana), como son imágenes (ortofotografías); mapas de escalas de gran resolución, como son los 1:5.000 y 1:10.000; y diversa información temática. También, a través de IDEE, están disponibles los datos y servicios de un gran número de Ayuntamientos, Diputaciones y Cabildos.

Además, a través de IDEE se puede acceder a los servidores de datos y a los servicios implementados en la Infraestructura de Datos Espaciales Europea (INSPIRE), y las correspondientes a otras áreas geográficas (Estados Unidos, Australia, Sudamérica, ...).

Pero no sólo esto, también a través de las soluciones normalizadas que ofrece una infraestructura de datos espaciales, como es

IDEE, se puede acceder a soluciones que no cumplen dichas normas, alcanzando el máximo nivel de la democratización de los mapas.

Todo ello hace posible, a nivel práctico, que cualquier usuario pueda a través del portal [www.ideo.es](http://www.ideo.es), buscar dónde está un fenómeno geográfico concreto cuyo nombre conoce (un río, una montaña, una población,...), visualizar en pantalla un mapa de la zona dónde se encuentra ese fenómeno, y superponer en pantalla al mapa anterior cualquier cartografía o imagen, de satélite o fotográfica, de cualquier institución o entidad, accesible a través de la IDEE.

Pero además, es posible y sencilla la publicación de los datos geográficos generados por una entidad o ciudadano a través de las Infraestructuras de Datos Espaciales, mediante servicios web OGC.

La creación de estos servicios requiere de la disponibilidad de datos, ráster o vectoriales, y de la adaptación de herramientas software ya disponibles para la implementación de ese tipo de servicios, tanto herramientas de software libre como:

- Mapserver, que proporciona herramientas para servicios Web de Mapas (WMS), de Fenómenos (WFS), de Coberturas (WCS) y Descriptor de Estilos de Capas (SLD).
- Geoserver, que proporciona herramientas para servicios Web de Mapas (WMS), de Fenómenos (WFS), de fenómenos con operaciones de tipo transaccional (WFS-T), de Coberturas (WCS) y Descriptor de Estilos de Capas (SLD).
- Degree, que proporciona herramientas para servicios Web de Mapas (WMS), de Fenómenos (WFS), de Coberturas (WCS), de Catálogos de Metadatos (CSW) y de Procesamiento (WPS).

Herramientas de software propietario como:

- ArcGIS Server 9.3, con herramientas para servicios Web de Mapas (WMS), de Fenómenos (WFS), de Coberturas (WCS) y de Descriptor de Estilos de Capas (SLD).
- GeoMedia WebMap, con herramientas para servicios Web de Mapas (WMS) y de Fenómenos (WFS).

Esta capacidad de publicar los datos propios y, sobre todo, de interoperar con los datos y servicios publicados por otros supone un cambio radical del paradigma de la ciencia cartográfica, en cuanto a prestación de servicios, pasando a constituirse en eje de la misma la inteoperabilidad de los servicios de información geográfica.

Pero no basta con conseguir la inteoperabilidad en base a la interacción humana que busca, selecciona e interopera, el cambio de paradigma se habrá alcanzado cuando sean los sistemas de información, que utilizan información geográfica, los que busquen, seleccionen e interoperen los datos y servicios de información geográfica disponibles en las infraestructuras de datos espaciales para conseguir completar los procesos para los que sean concebidos, entregando al usuario del sistema información de base geográfica ya elaborada en la forma adecuada para su toma de decisión.

Ahora bien, esta forma de trabajar interoperando y aprovechando los servicios de información geográfica que proporcionan otros está cambiando la mentalidad y los modelos de actuación en relación con la información geográfica. De la consideración del valor intrínseco del dato geográfico se está pasando a la consideración del valor de los servicios que se pueden proporcionar a partir de dichos datos geográficos. Esto lleva a la consideración de que el valor del dato no debe frenar el desarrollo de la cadena de servicios, de valor añadido, que tengan como origen dicho dato, ya que los pocos análisis de impacto que se han realizado hasta la fecha corroboran que es muy superior el beneficio económico que

Figura 13 . Geoportal de Hidrocarburos del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio

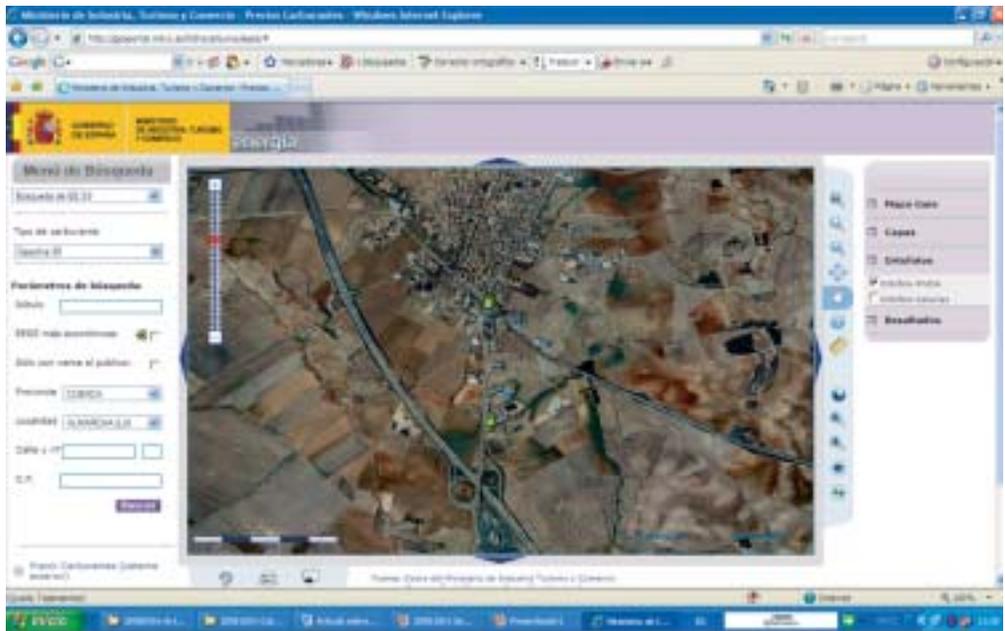
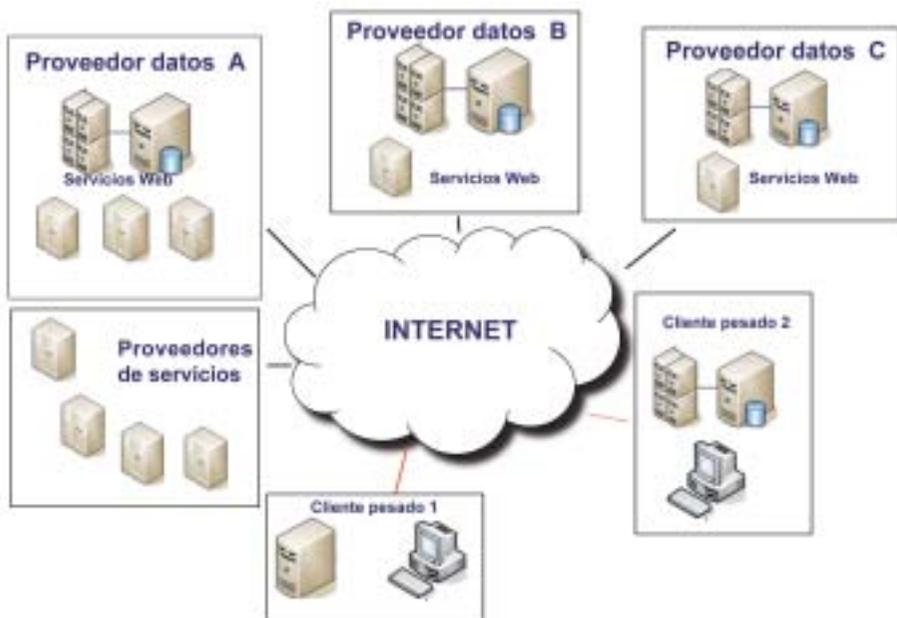


Figura 14 . Interoperabilidad entre Sistemas de Información



se genera en esa cadena de servicios de valor añadido que el valor de los datos geográficos necesarios para dichos servicios, que normalmente viene dado por su coste de generación y actualización.

Este cambio de modelo de actuación, concretado en una política de datos y en unos modelos de negocio, en Europa se ve apoyado por la aprobación de figuras legales que impulsan el acceso público a los datos geográficos:

- Directiva Europea Reutilización de la Información del Sector Público, transpuesta al marco legal español por la Ley 37/2007, de 16 de noviembre, sobre reutilización de la información del sector público, que obliga a:
  - Posibilitar, y facilitar, el acceso a los datos del Sector Público.
  - Establecer igualdad de condiciones de acceso a dichos datos.
- Directiva 2007/2/CE INSPIRE, de 14 de marzo, por la que se establece una infraestructura de información espacial en la Comunidad Europea, que:
  - Obliga a los Estados Miembros a establecer al menos un portal nacional de infraestructura de datos espaciales que permita el acceso a todos los datos y servicios de información geográfica considerados por dicha Directiva.
  - Establece la gratuidad para la búsqueda de datos, mediante catálogos de metadatos, en los portales de los Estados Miembros.
  - Establece la gratuidad para la visualización, mediante Internet, de los datos geográficos mediante los portales y servicios, correspondientes, de los Estados Miembros.
  - Obliga a implementar servicios de descarga de datos, aunque posibi-

lita la relación bilateral proveedor-peticionario, con precio o sin él, y con licencia o sin ella.

También se ve apoyado por el hecho de que, al facilitarse de forma muy significativa la interoperabilidad de los servicios de información geográfica, es necesario considerar fuertemente la conveniencia de armonizar la información geográfica generada por distintos productores, lo que en muchos casos se traduce en planes o programas de producción conjunta de información geográfica, que dan lugar a la figura de la copropiedad de la información, que obliga a:

- Considerar la gestión del derecho de propiedad (Copyright).
- Tener en cuenta el reparto de ingresos si hay gestión comercial (directa o indirecta).
- Considerar los gastos de reproducción y distribución (servicio), que realiza el copropietario que distribuye los datos.

Estas premisas están colaborando a que la política de distribución de datos producidos por las Administraciones Públicas se está orientando en el sentido de facilitar el acceso a, y la utilización de, los mismos por los usuarios en general. En efecto, considerando que en las infraestructuras de datos espaciales, en general, no es necesario efectuar descarga de datos, ya que se interopera directamente con ellos residiendo en sus distintos servidores, las Administraciones Públicas que desarrollan en forma cooperativa los grandes proyectos nacionales (SIOSE, PNOA, CartoCiudad) están acordando políticas de distribución de dichos datos basadas en el acceso libre a los mismos para su visualización y utilización directa, sin descarga, y está en fase de definición la posibilidad de descarga masiva, con el análisis centrado en los costes que comporta esta descar-

ga, o la utilización corporativa de la información y aplicación de los datos para usos comerciales. En cualquier caso, actualmente la situación en España ha cambiado recientemente, y esta cambiando muy rápidamente, ya que una parte importante de las instituciones de las distintas Administraciones Públicas ya están aplicando una política de posibilitar el acceso libre y gratuito a la información que producen.

Hoy en día casi toda la información que manejamos es información geográfica, ya que al georreferenciar cualquier información obtenemos una mayor riqueza de la misma. Por tanto, todos estamos interesados, e implicados, en conseguir la máxima disponibilidad de información geográfica de referencia para dar satisfacción a nuestras necesidades. En este sentido, la colaboración a este fin de todos, al menos de aquellos que se responsabilicen de la información que generan y distribuyen, debe ser bienvenida.

## Bibliografía

*Historia de la Cartografía y de la Topografía.*

Autor: José MARTÍN LÓPEZ.

Publicado por: Centro Nacional de Información Geográfica. 2002.

*Fondos Cartográficos del Instituto Geográfico Nacional.*

Autor: INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL.

Publicado por: Centro Nacional de Información Geográfica. 2000.

*Geographic Information Systems: A Management Perspective.*

Autor: STAN ARONOFF.

Publicado por: WDL Publications. Canada. 1991.

*Monografía: Sistemas de Información para el Territorio.*

Autor: Varios

Publicado por: Novática (Revista de la Asociación de Técnicos de Informática). 1991.

*Propuesta para el establecimiento de la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE)*

Autor: SEBASTIÁN MAS Mayoral.

Publicado por: Mapping. Abril 2002. ■

