



El SIG municipal como elemento integrador de información inter-departamental

Luis Antonio Alvarez, Faustino Cordero

Departamento de Información Geográfica. Servicio de Urbanismo

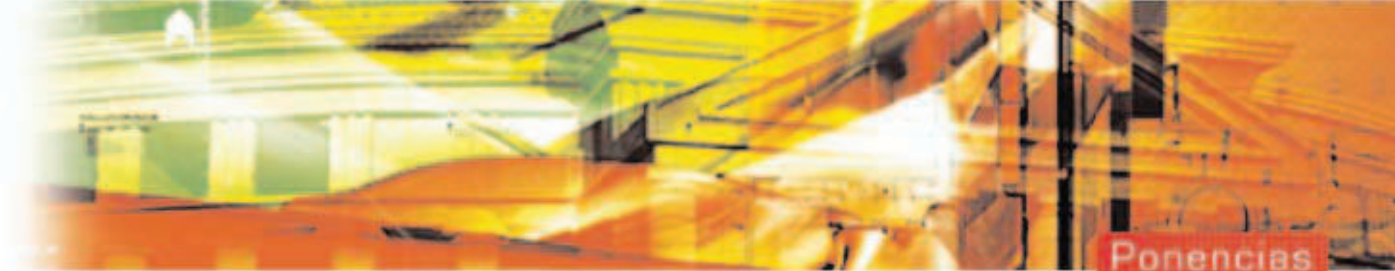
Excelentísimo Ayuntamiento de Cáceres

Introducción

El conocimiento de la información sobre el territorio siempre ha constituido un factor fundamental para la sociedad. La producción de mapas ha venido desarrollándose desde la antigüedad. Los mapas tradicionales eran parciales, estáticos y limitados en su contenido. La sociedad actual demanda cada vez más el acceso rápido a información fiable sobre el territorio, entendiendo como tal tanto los datos que lo describen, como cualquier información que pueda ser situada sobre el mismo.

Para satisfacer esta necesidad de tratar la información georreferenciable (es decir, susceptible de ser localizada sobre la superficie terrestre) surgen los denominados Sistemas de Información Geográfica (SIG), como sistemas de procesamiento de datos capaces de tratar, de manera integrada, información de naturaleza geográfica (situación espacial de los elementos) y alfanumérica (descripción de dichos elementos). Este procesamiento incluye la captura, almacena-





miento, edición, análisis y representación de los datos. Pero un SIG es algo más que una potente herramienta de gestión de grandes volúmenes de información. Podemos definirlo como un complejo sistema formado por:

- Un conjunto de programas y aplicaciones informáticas, que permiten la gestión organizada de datos georreferenciados, y que pueden ser visualizados mediante mapas y planos.
- Un esquema de trabajo que garantiza la consistencia de los datos.
- Una organización, que establece las relaciones entre los diferentes departamentos que intervienen en el sistema.
- Un conjunto de personas, cada una con unos conocimientos y unas responsabilidades dentro de la organización, que contribuyen al buen funcionamiento del SIG.

Los ayuntamientos, como entes territoriales que son, manejan gran cantidad de datos georreferenciables (se calcula que un 90%). El SIG puede servir como elemento que centraliza la información procedente de las diferentes secciones y departamentos municipales, dotándola de la consistencia necesaria para una gestión integrada de los datos.

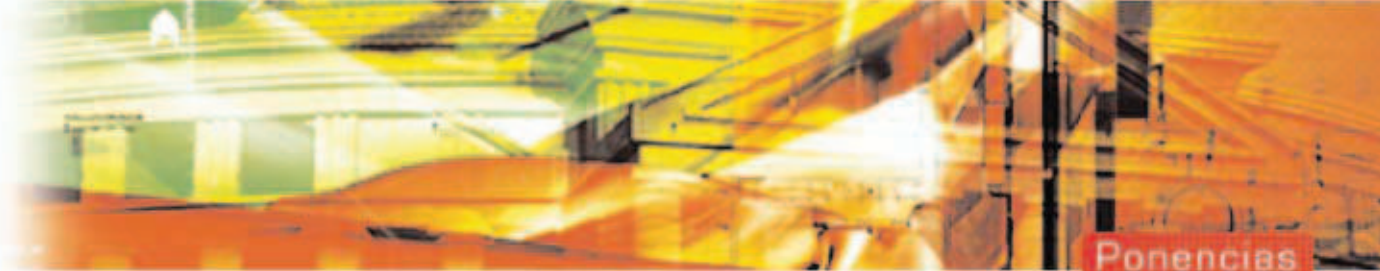
En este trabajo se plantea el caso del Ayuntamiento de Cáceres. Vamos a presentar los pasos seguidos para la implementación del SIG: cómo se ha organizado la cartografía que sirve de base al sistema; la digitalización del Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) como primera fase, así como su publicación en Internet a través de páginas Web; y las distintas propuestas de integración de otros departamentos.



Primeros pasos



Aunque no es fácil detallar cuándo y cómo nació el SIG del Excmo. Ayuntamiento de Cáceres, sí es cierto que surgió por el esfuerzo, dedicación y visión de futuro de algunos técnicos que vieron en la cartografía digital y el procesamiento automático de los datos el futuro de la representación territorial.



Con el convenio suscrito con la Junta de Extremadura para la adquisición de la cartografía de la ciudad en el año 1996, así como para la actualización de material (hardware, software y GPS) del año 1998, se completa la configuración instrumental básica del sistema.

Sólo faltaba el personal, quizás lo más importante. En febrero de 1999 se incorpora la primera persona que trabaja exclusivamente para el SIG. De esta forma, el sistema se pone en marcha a mediados de 1999, en el momento que todo el material hardware y software se instala y configura adecuadamente.

En el momento de iniciarse los trabajos se disponía de cartografía digital a diferentes escalas de precisión:

- Precisión 1/500, que recoge información del casco urbano y pedanías del término.
- Precisión 1/5.000, que abarca zonas próximas al casco urbano.
- Precisión 1/10.000 para el resto del término municipal.

En cuanto al material informático necesario para la ejecución del proyecto, se dispone de 4 estaciones y dos servidores que conforman el soporte hardware. Uno de los servidores se emplea como contenedor centralizado de toda la información que se vaya generando, tanto cartográfica como alfanumérica. El segundo se usa como servidor web del Departamento de Información Geográfica para las consultas a través de Internet.

Para el software se apuesta por la utilización de herramientas que gestionen grandes volúmenes de información de forma rápida y eficaz. En este sentido, Microstation y su formato DGN constituyen un estándar en el mundo de la cartografía digital, además de ser una potente herramienta para el manejo de este tipo de archivos. Bentley, empresa que desarrolla Microstation, ha aumentado la capacidad de este programa con la creación de módulos específicos para determinados campos de la ingeniería, como es el caso de Geographics, especialmente diseñado para creación de proyectos SIG.

Finalmente, nos queda comentar el aspecto quizás más determinante: el personal que llevará a cabo esta tarea. El equipo de trabajo debía estar compuesto por un grupo multidisciplinar, acorde a los diferentes contenidos del proyecto diseñado. El ayuntamiento de Cáceres sólo disponía en plantilla de una persona, insuficiente para afrontarlo, por lo que se contrataron más técnicos con carácter temporal para completar el equipo. Definitivamente, el grupo se compone de un director que organiza el proyecto, un arquitecto técnico, un ingeniero topógrafo, un ingeniero técnico informático y un delineante, además de otros técnicos que supervisan los trabajos



Organización de la cartografía

La cartografía digital disponible en un principio tenía una precisión centimétrica, suficiente para representar elementos cartográficos. Sin embargo, nuestro trabajo requería de mayor precisión. Se decide entonces cambiar de unidades para conseguir precisión milimétrica, que se ajuste más al cálculo de áreas y distancias.

Para organizar el enorme volumen de información cartográfica del término de Cáceres se podían seguir dos estrategias:

- Mantener la estructura actual de la cartografía, es decir, dividir el término municipal en hojas de plano, donde cada hoja es un plano completo de la zona que abarca, con todas las capas de información.
- Organizar los planos por niveles de información, donde cada nivel contiene un subconjunto de datos que abarcan todo el término.

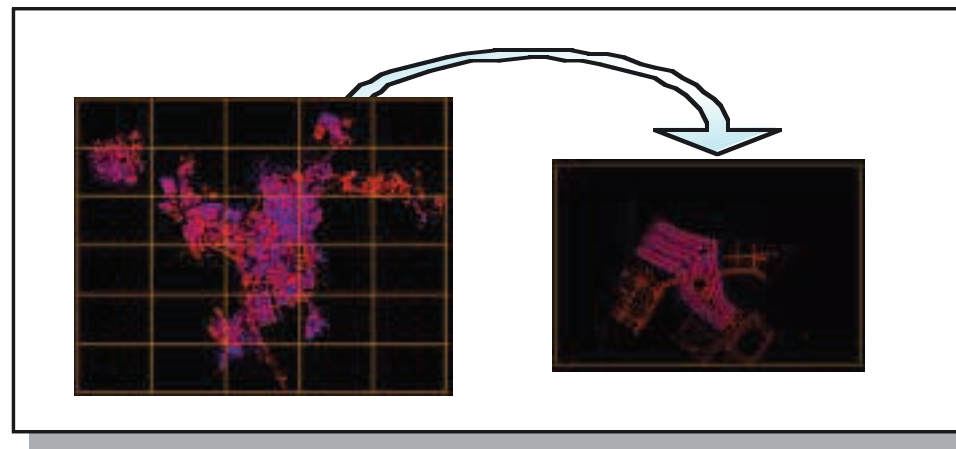


Imagen 1.- Organización en hojas de plano.



La primera estrategia tiene la ventaja de que una hoja nos permite recuperar toda la información disponible a cerca de la zona que abarca. En cambio presenta dos grandes desventajas:

- A priori no es conocido el número de hojas que ocupa una determinada información geográfica. Así, puede que para representar una calle se necesiten más de una, dos o tres hojas, dependiendo de la forma, longitud, tamaño, etc.
- El cálculo de superficies o longitudes de elementos que se representen en más de una hoja puede volverse muy complicado si no imposible.

La segunda estrategia soluciona estos problemas, puesto que la información relativa a calle se puede almacenar en un solo nivel (la incertidumbre inicial desaparece) y los cálculos de áreas y distancias son directos por estar en un mismo plano de información. A cambio aparecen otras dificultades: cuál es el subconjunto de datos que debe almacenarse en cada nivel. Si se guardan pocos datos, será necesario combinar muchos niveles para obtener una representación adecuada de la zona que nos interesa recuperar. Si se guardan muchos datos, en determinados casos nos encontraremos con más información de la deseada, además de tener problemas con el volumen de información que debe ser manejada por los programas de tratamiento de cartografía.

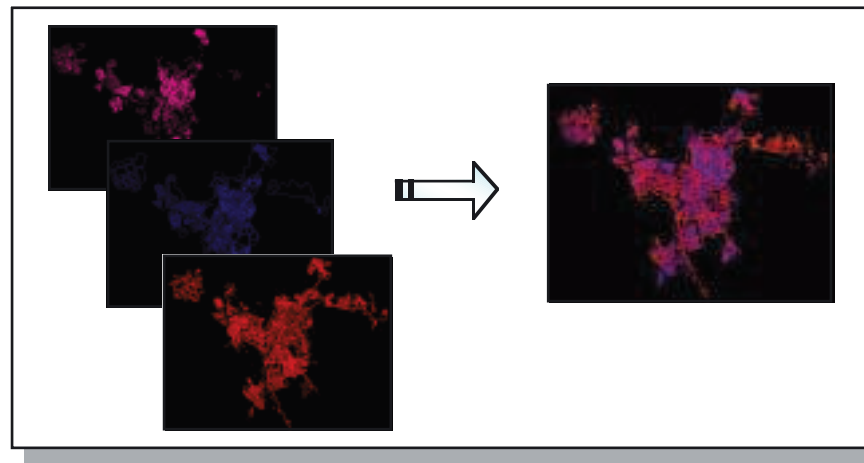
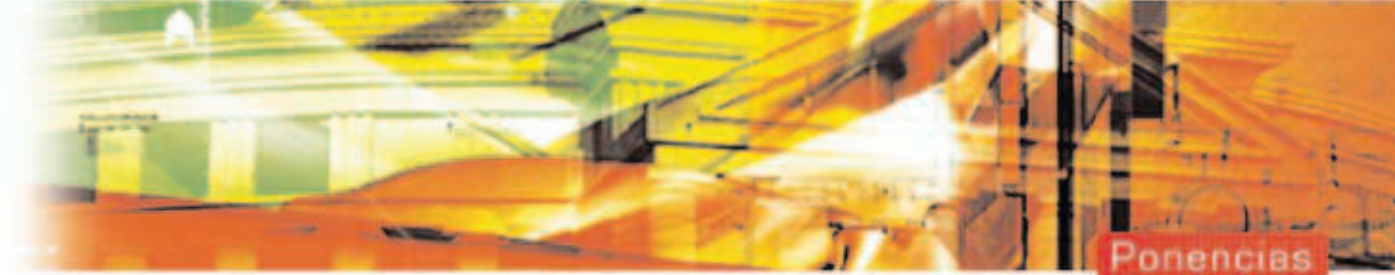


Imagen 2.- Organización en planos continuos.



La primera estrategia está más pensada para gestión de cartografía digital independiente, no integrada dentro de un SIG y por tanto desvinculada de cualquier base de datos. La segunda es la que mejor se adapta a nuestro caso porque al tener planos continuos es factible insertar centroides que permitan relacionar áreas con registros de una base de datos que complete la información gráfica con datos alfanuméricos.

Además se plantea otra cuestión. Puesto que la superficie del término es tan considerable (algo más de 1.700 km²), la combinación de varios niveles dará como resultado un volumen de información tan grande que será complicado de manejar con soltura por cualquiera de las máquinas disponibles. Hay que tener en cuenta que la mayoría de consultas que se realizan sobre el Plan están referidas al entorno de la ciudad de Cáceres. Se determina entonces agrupar los niveles de información geográfica en dos grandes grupos: los que abarcan el casco urbano y alrededores (casco urbano), y el resto (término municipal). Para los primeros se dispone de cartografía digital a escala 1/500, completada con 1/5.000 y 1/10.000. Para el resto sólo escala 1/10.000.

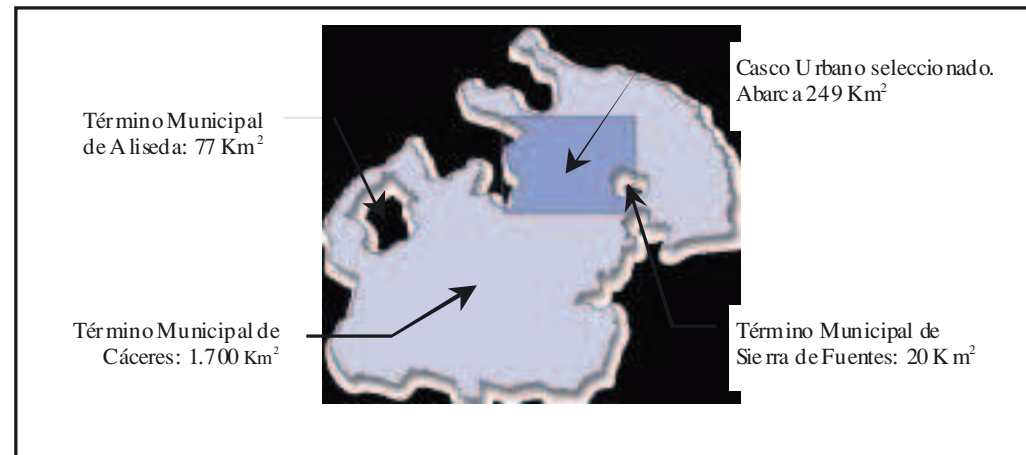


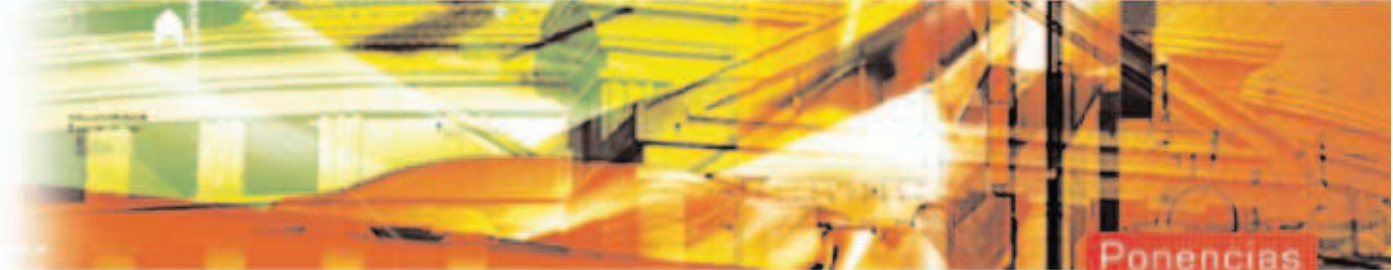
Imagen 2.- Organización en planos continuos.



El software que vamos a emplear para gestionar cartografía y datos alfanuméricos es Geographics. A la hora de configurar el proyecto SIG, la parte gráfica se organiza en categorías (que a su vez agrupan entidades gráficas recogidas en planos) y la alfanumérica emplea un enlace a una base de datos externa (Access, Oracle, Sybase, etc). En el cuadro 1 se muestra la relación de categorías definidas en el SIG municipal hasta la fecha.

Categoría	Nº de Planos	Contenido
Relieve	4	Curvas de nivel, cotas, etc.
Hidrografía	1	Hidrografía
Vegetación	4	Masas de arboles, jardines, cultivos, etc.
Divisiones administrativas	1	Divisiones administrativas del PGOU
Vías de comunicación	1	Caminos, carreteras, líneas de ferrocarril, etc.
Lindes	2	Muros, tapias, vallas, alambradas, etc.
Urbanismo	1	Líneas de urbanismo
Mobiliario	1	Mobiliario urbano
Infraestructuras	5	Infraestructuras representadas en cartografía
Catastro	1	Líneas e información catastral
Planeamiento	1	Líneas de planeamiento (PGOU)

Cuadro 1.- Distribución de datos geográficos en Categorías y planos.



Incorporación del PGOU al SIG

El PGOU de la ciudad de Cáceres entra en vigor en 1999, después de varios años de trabajo. Quizás por los medios técnicos de los que se disponía en el comienzo (y que marcarían el desarrollo del resto de los trabajos), se implementó como una gran colección de planos en papel acompañados de varios volúmenes de documentación.

Concretamente, se compone de 195 planos a diferentes escalas que representan las distintas líneas que conforman el planeamiento del municipio y de 7 volúmenes que recogen en casi 1000 páginas la normativa, condiciones y estudios que desarrollan el Plan.

Esta metodología seguida para la configuración del PGOU, que no deja de ser tradicional, presenta numerosos inconvenientes: muchos planos a diferentes escalas; actualizar un plano es complicado; las escalas de los planos son fijas: 2.000, 5.000 y 25.000; al emplear hojas de plano se dificulta la combinación de hojas contiguas; operaciones tan sencillas como el cálculo de áreas y distancias se vuelven muy complicadas...

Se plantea, pues, la necesidad de convertir este formato tradicional del PGOU a un soporte digital, y posteriormente incorporarlo al SIG municipal. De esta forma se solucionarían gran parte de los problemas mencionados. Para la consecución de estos objetivos se diseña un ambicioso proyecto a desarrollar a lo largo de un año y estructurado en las siguientes fases:

	duración	esfuerzo
1. Digitalización de datos de planeamientos sobre la cartografía.	8 meses	40%
2. Digitalización de los datos alfanuméricos contenidos en el PGOU.	3 meses	10%
3. Carga de los datos en el SIG (Geographics).	4 meses	20%
4. Transformación de los resultados para su publicación en Internet.	5 meses	20%
5. Diseño e implementación de páginas web para Internet.	4 meses	10%

Gran parte de estos trabajos se han solapado en el tiempo, por lo que la estimación prevista inicialmente de 12 meses se ha cumplido de forma holgada.



El método empleado en el proceso de digitalización no ha sido el tradicional, entendiéndose por tal el uso de la tableta o del escáner, sino que se ha optado por lo que hemos venido en llamar el método de comparación y adaptación. La idea es, en primer lugar, comparar la cartografía base del planeamiento existente con la cartografía digital disponible, identificando los elementos que nos sirvan de referencia, para a continuación, adaptar las líneas de planeamiento a la nueva cartografía.

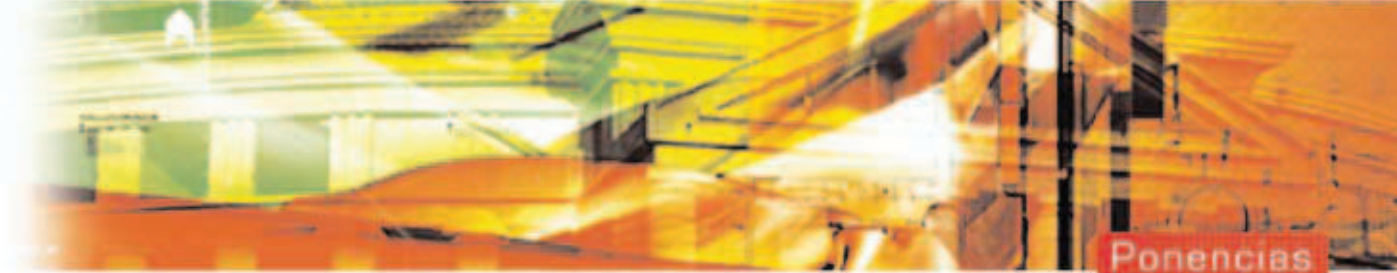
Por ejemplo, vamos a digitalizar un límite de calificación. Comprobamos que en la cartografía del planeamiento la línea coincide con el límite de fachada. Identificamos en la cartografía digital la misma fachada. Una vez comprobada, se traza una nueva línea que coincida con ésta y que representa la calificación, obteniendo así su representación en formato digital. Este proceso se repetirá con todas las líneas de planeamiento.

Frente al método tradicional, el modelo de comparación y adaptación presenta como ventaja más destacable la posibilidad de respetar la filosofía seguida en la confección del Plan original, por encima de escalas, grosores, deformaciones del papel, etc. Siguiendo con el ejemplo anterior, si la idea es que la calificación vaya por el límite de la fachada, con este método nos aseguramos que la versión digital siga el mismo criterio. Sin embargo, de haber utilizado una tableta, deberíamos haber introducido exactamente los mismos puntos inicial y final de la línea de fachada para conseguir el mismo resultado. En el caso de usar un escáner, la deformación del papel y la escala de representación del plano afectarían negativamente a la posición real de los puntos, aumentando por tanto el error de precisión.

Pero este método también presenta algunos inconvenientes. En primer lugar, el coste en tiempo empleado en comparar y adaptar las líneas de planeamiento es mucho mayor. Además, la principal dificultad se presenta cuando no existe coincidencia entre ambas cartografías, de manera que es necesario optar por un método alternativo para trazar las líneas digitales. Este método puede consistir en buscar otros elementos coincidentes próximos que sirvan de apoyo o, en el peor de los casos, en usar al menos 3 referencias comunes en ambas cartografías para obtener nuevos puntos que permitan representar la línea (triangulación).

En cuanto a las condiciones y normativas que completan la documentación del Plan, el proceso de digitalización ha dado como resultado una serie de archivos en formato PDF, generados a partir del escaneado de la información disponible en papel o a partir de la conversión de archivos en distintos formatos. Además, cada uno de los documentos PDF se ha indexado para facilitar el acceso a la información.

Paralelamente a la creación del SIG se plantea la necesidad de facilitar un acceso vía Internet a la información recogida en éste. Para ello se pone en marcha una página web que muestra los datos almacenados de una forma sencilla y



especialmente enfocada para personas con bajo grado de especialización, y que se integra dentro de la web del Departamento de Información Geográfica (DIG). En la actualidad los contenidos que ofrece esta página (<http://dig.ayto-caceres.es>) se centran en aspectos urbanísticos y de planeamiento



Imagen 4.- Aspecto de la página web del SIG del Plan General de Cáceres.

Para completar el sistema nos queda exponer los contenidos recogidos en la base de datos del SIG, implementada inicialmente en Access. Actualmente, la base de datos almacena en sus tablas datos relativos al planeamiento del municipio. En próximas fases se irá completando con más tablas relacionadas con otras categorías, departamentos y secciones.

Con la estructura y organización del SIG descritas en las imágenes 5 y 6, el sistema queda abierto para poder añadir más categorías y niveles de información a medida que otros departamentos o entidades externas (por ejemplo otras administraciones) los vayan generando y poniendo a disposición del DIG.

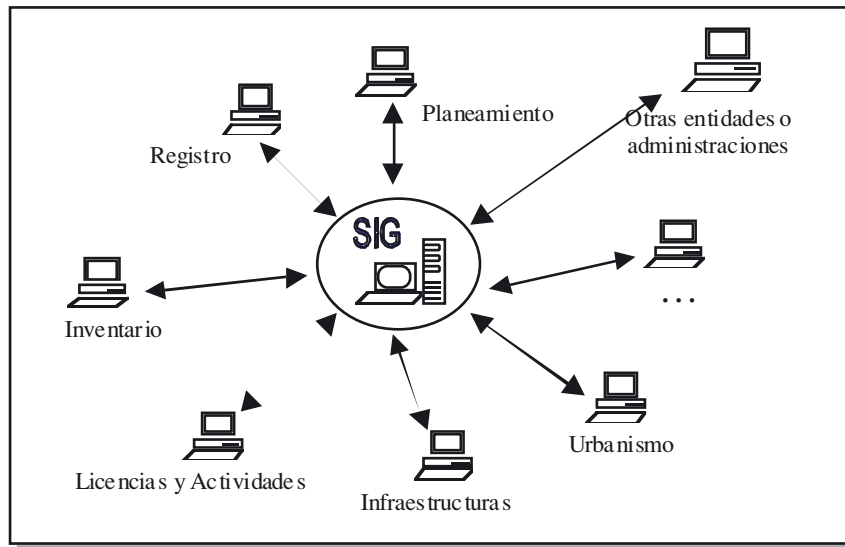
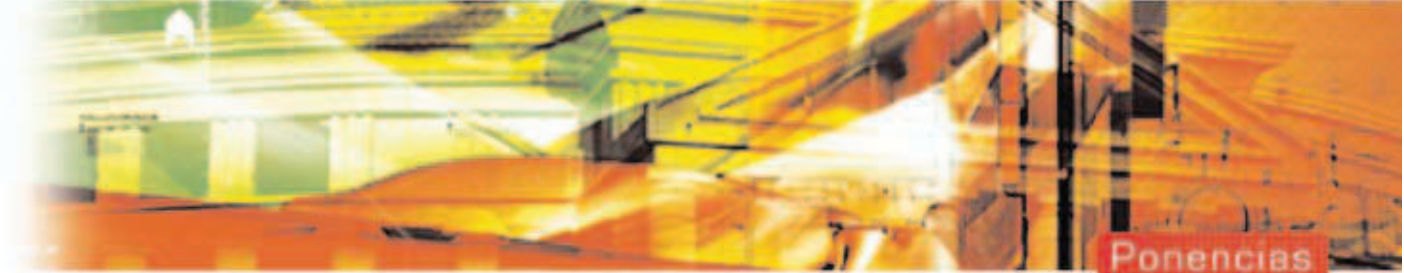


Imagen 5.- Relaciones entre el SIG y otros departamentos y secciones.

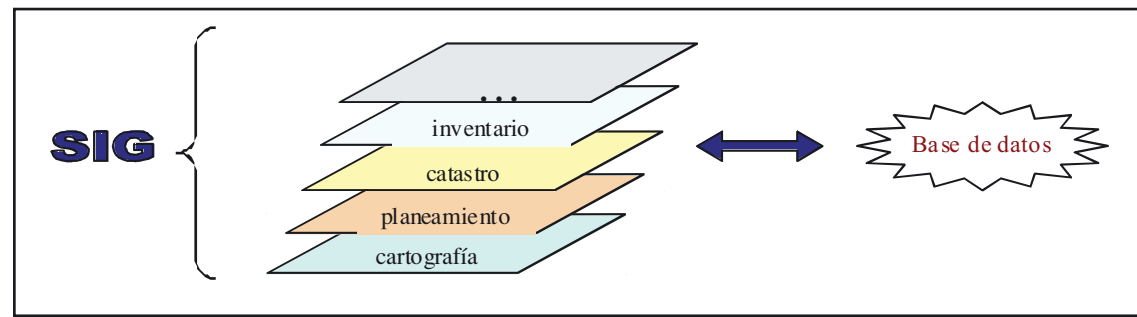


Imagen 6.- Estructuración del SIG.



Con todos estos antecedentes, y una vez incorporado el PGOU al SIG, la organización general del proyecto queda resumida en la imagen 7. En la parte inferior se sitúa la información geográfica y alfanumérica; en el centro el proyecto de Geographics, que relaciona ambos tipos de datos; y en la parte superior las herramientas que facilitan el acceso al SIG.

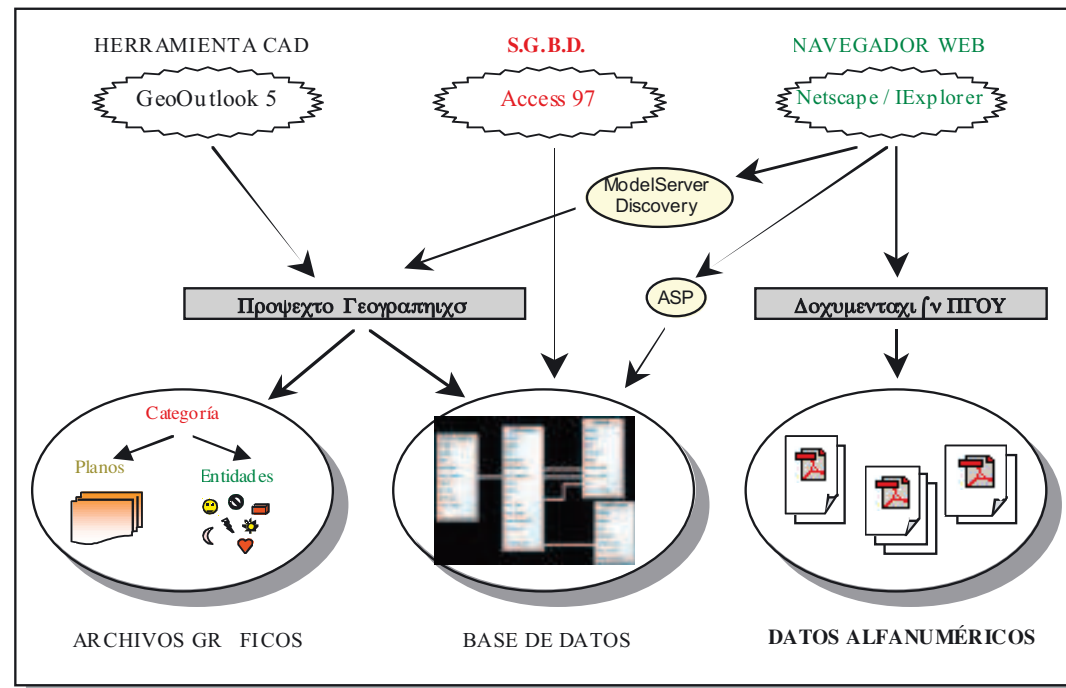
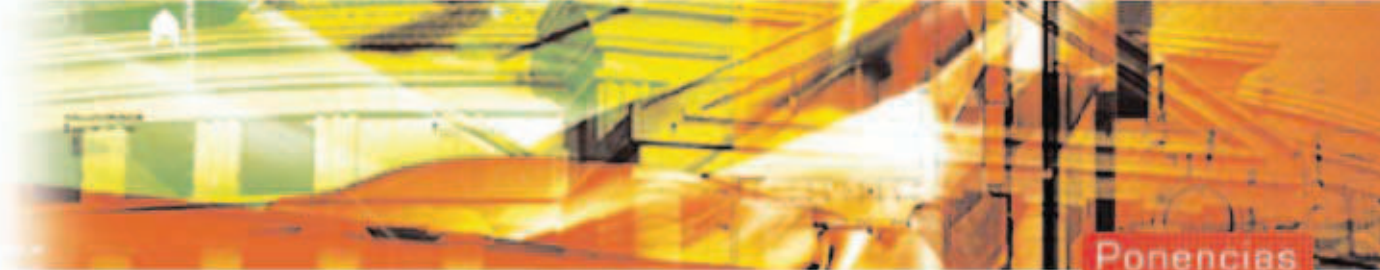


Imagen 7.- Organización general del SIG.

Conclusiones y trabajos futuros

A lo largo del presente trabajo se han descrito los pasos realizados en el Departamento de Información Geográfica (DIG) para la puesta en marcha del SIG municipal, así como la digitalización del PGOU de la ciudad, su incorporación al mismo y su publicación en Internet.



Con el SIG se ha conseguido organizar y estructurar en esta primera fase toda la información que recoge el planeamiento, teniendo como base la cartografía digital disponible. Una vez implantado, será una herramienta de gran utilidad para todos los departamentos municipales, que podrán consultar e incorporar información georreferenciable. El éxito o el fracaso del SIG dependerá en gran medida del grado de compromiso del personal con el nuevo sistema. Cambiar el método de trabajo entraña un rechazo inicial que en muchas ocasiones es decisivo para el futuro de cualquier proyecto, y mucho más en el caso de un SIG.

Desde finales de junio está completamente operativa esta primera versión, tanto para el personal del Ayuntamiento como para todos aquellos usuarios que accedan a través de Internet a la página del DIG. Inicialmente las consultas web se centrarán en el PGOU, tanto para recuperar información cartográfica como condiciones y normativas incluidas en la documentación del mismo. La página se irá completando a medida que se vayan incorporando al SIG nuevos datos procedentes de diversos departamentos.

Gracias a los buenos resultados obtenidos en esta primera fase, se plantean diversas opciones para continuar ampliando el SIG. Los objetivos para los próximos meses se centran en cuatro grandes bloques:

- Incorporar al PGOU digital todas las modificaciones y desarrollos urbanísticos surgidos hasta la fecha desde su aprobación.
- Agregar las infraestructuras actualizadas a la cartografía, llegando a acuerdos con las empresas concesionarias para que faciliten sus datos y obtener así un beneficio mutuo.
- De igual forma, añadir la información catastral, para lo que se requiere la colaboración de la Gerencia Territorial, puesto que el convenio en vigor con el Ayuntamiento no incluye el mantenimiento de cartografía.
- Comenzar a digitalizar el inventario municipal, creando la correspondiente base de datos gráfica y alfanumérica y cargando los resultados en el SIG.

A más largo plazo se irán incorporando datos de otros departamentos como Licencias, Actividades, Rentas, Jardines, Policía, etc... que, por ejemplo, permita en un futuro conceder una licencia de apertura de un cierto negocio conociendo previamente las distancias existentes a otros negocios de similares características.