

## Digitalización del PGOU de Cáceres. Incorporación al SIG municipal

*Luis Antonio Álvarez, Faustino Cordero*  
*Departamento de Información Geográfica. Servicio de Urbanismo*  
*Excelentísimo Ayuntamiento de Cáceres*  
*Plaza Mayor s/n*  
*10003 Cáceres*  
*{laalvarez,fcordero}@ayto-caceres.es*

### Resumen

En este artículo se presentan los trabajos realizados en el Departamento de Información Geográfica (DIG) del Excmo. Ayuntamiento de Cáceres para la digitalización del Plan General de Ordenación Urbana de la ciudad y su posterior incorporación al SIG municipal. Inicialmente el SIG se había planteado como un mero gestor de cartografía digital, pero tras la necesidad de digitalizar el Plan General se decide una reorganización del mismo para convertirlo en un sistema abierto que facilite la incorporación de nuevos datos. Se describen las decisiones de diseño más destacadas que se han ido tomando a lo largo del proceso de digitalización del Plan General y su implementación en el SIG. Gran parte de los datos gestionados por el sistema pueden consultarse a través de Internet en la web del Departamento. Finalmente, se comentan los objetivos a desarrollar para la ampliación y mejora del sistema.

### Introducción. El PGOU de Cáceres.

El Plan General de Ordenación Urbana de Cáceres (PGOU) entra en vigor en 1999, después de más de 8 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), quizás porque la informática aún no se había convertido en necesaria, o simplemente porque nadie lo planteó, el PGOU se implementó como una gran colección de planos en papel acompañados de varios volúmenes de documentación. Hoy, en cambio, un planteamiento como éste resulta casi impensable. Si ahora se tuviera que volver a elaborar posiblemente se pensaría más en la posibilidad de que pudiera ser accesible a través de Internet que en usar planos en papel.

Así, el actual PGOU se compone de 8 series de planos, distribuidos de la siguiente forma:

Serie	Planeamiento representado	Escala	Nº planos
1	Clasificación del suelo y calificación del SNU del término municipal	1/25.000	10
2	Clasificación del suelo y calificación del SNU entorno ciudad y núcleos	1/5.000	20
3	Gestión	1/5.000	13
4	Calificación del SU y SUP	1/2.000*	35
5	Áreas de reparto SU y SUP	1/2.000*	32
6	Suelo urbano, alturas, alineaciones y rasantes	1/2.000*	34
7	Infraestructura, abastecimiento	1/5.000	16
8	Usos pormenorizados	1/2.000*	35

\* Algunos planos aparecen a escala 1/5.000

**Total : 195**

Además se compone de varios documentos de texto con la normativa de aplicación, así como otros datos que complementan la información representada en los planos.

Que el actual PGOU de Cáceres se pueda consultar por Internet puede resultar más o menos intrascendente; sin embargo, que esté disponible en formato digital es algo fundamental en los tiempos que vivimos, donde la informática se ha impuesto tanto en las administraciones como en las empresas privadas. Prácticamente nadie trabaja con planos en soporte papel. La cartografía tradicional ya no se usa entre otras cosas porque presenta numerosos inconvenientes:

- La composición de un plano es un trabajo manual, casi artesanal. Esto implica personal cualificado y bastante tiempo para su elaboración, lo que acarrea unos costes importantes.
- Como consecuencia de lo anterior, se introducen errores de precisión.
- Realizar modificaciones sobre un plano terminado es muy complicado, lo que se traduce en que los datos reflejados se quedan obsoletos con rapidez.
- Cada mapa o plano se realiza a una escala determinada. Si después se quiere obtener una representación del mismo terreno a una escala diferente, es necesario repetir el mismo trabajo, pero a una nueva escala.
- ...

Todos estos problemas son aplicables al actual Plan de Cáceres. En la cartografía digital el soporte básico deja de ser el papel y pasa a ser el soporte informático. Los planos en papel se convierten en archivos gráficos. La cartografía digital se impone porque presenta grandes ventajas, entre ellas:

- Si bien la fase inicial de creación sigue consumiendo gran parte del tiempo, hay que tener en cuenta que los datos sólo se introducen una vez, pero pueden usarse muchas veces y para diferentes cosas.
- Modificar, corregir o actualizar datos en un mapa o plano digital es más sencillo, rápido y eficiente, lo que permite mantener actualizada la cartografía sin muchos problemas.
- Sólo los dos puntos anteriores suponen un ahorro económico importante.
- Los mapas y planos se realizan a escala real. Sólo en el momento de ser impresos se elige la escala a la que van a ser representados en papel. Por tanto, se pueden obtener muchas representaciones del mismo terreno con un mínimo esfuerzo.
- Los mapas y planos pueden ser consultados tantas veces como se quiera sobre la pantalla del ordenador, sin tener que imprimirlos necesariamente. Esto facilita el acceso a la información de una forma rápida y limpia, incluso a través de nuevos canales de comunicación como Internet.
- Dentro de cada archivo gráfico, los distintos elementos que forman parte del mapa pueden organizarse por niveles o capas, de manera que en cada nivel se colocan determinados símbolos, líneas o puntos, que representan entidades de interés. Esto permite en cada momento tener visibles los niveles que interesen y ocultos el resto. De esta manera, un mismo mapa o plano puede representar diferentes aspectos del terreno en función de los niveles activos.

Sólo estos puntos ya demuestran la necesidad de disponer del PGOU en formato digital. Pero quizás el **beneficio más importante** sea las enormes posibilidades que ofrece a los técnicos que diariamente deben realizar consultas e informes en base a datos recogidos en el Plan. Actualmente, cualquiera de estas consultas requiere buscar datos alfanuméricos en libros (varios volúmenes *enciclopédicos*), mirar datos en diferentes planos (fotocopiados y reducidos, dado lo inmanejable que son los originales), confeccionar informes y fichas manualmente, etc...

A esto habría que sumar la enorme dificultad que supone realizar cualquier cálculo de superficies; que los trabajos realizados sobre un plano difícilmente puedan ser reutilizados para otras tareas similares; o que trabajar con fotocopias introduce un margen de error innecesario...

Es evidente que si los técnicos pueden recuperar y procesar la información con mayor agilidad, con mayor precisión y mayor claridad, no sólo va a redundar en beneficios para su trabajo, también va a repercutir en el propio ciudadano, que podrá plantear cuestiones sencillas que puedan resolverse sobre la marcha, obtener respuestas rápidas a expedientes más complejos y, en general, observará una mejora en sus relaciones con el Ayuntamiento.

Incluso, la posibilidad de implantar consultas a través de Internet podría disminuir el número de visitas de personas que se acercan a las oficinas municipales para cuestiones menores, que en la mayor parte de los casos pueden resolverse sin la necesaria intervención de un técnico.

## Proyecto de digitalización.

La digitalización del Plan General no era una tarea fácil:

- Se encuentra en formato papel en tres escalas: 1/2.000, 1/5.000 y 1/25.000.
- Cada escala representa diferentes áreas del Término Municipal, aunque hay zonas que aparecen en las 3 escalas con datos aparentemente contradictorios.
- Presenta errores de precisión apreciables (especialmente en las escalas 1/5.000 y 1/25.000).
- Está dividido en 8 series de planos, cada una de las cuales representa un tipo de información diferente pero complementaria.
- ...

Se plantea entonces un completo plan de trabajo, que trata de estructurar y organizar las tareas a desarrollar, determina las necesidades de personal y medios técnicos necesarios, y delimita el tiempo estimado a emplear en cada una de las fases. De esta planificación podemos destacar:

1. Digitalización del planeamiento contenido en cada uno de los 195 planos que componen el Plan.
2. Digitalización de los datos alfanuméricos incluidos en la última revisión del PGOU.
3. Carga de los datos en el SIG municipal (Microstation Geographics).
4. Transformación de los resultados para su publicación en Internet.
5. Diseño e implementación de las páginas web necesarias para soportar en Internet consultas sobre la cartografía y datos alfanuméricos del PGOU digitalizado.

Estas 5 fases no tuvieron igual duración y coste en tiempo y esfuerzo. Aunque los datos que se muestran a continuación son los reales, la estimación inicial en el proyecto no era muy diferente:

	<i>duración</i>	<i>esfuerzo</i>
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 (Microstation 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 solaparon en el tiempo, por lo que la estimación prevista inicialmente de 12 meses se cumplió de forma holgada.

En cuanto a las exigencias de personal, en el estudio inicial del proyecto se determinaron las necesidades en cada una de las fases, aunque la propuesta final trató de ser más genérica. El equipo de trabajo se formó con personal de plantilla del Ayuntamiento complementado con personal específico contratado:

Personal de plantilla del Ayuntamiento:

- Arquitecto del servicio de urbanismo (planeamiento): necesario para supervisar todo el proyecto, en especial el proceso de digitalización de las líneas de planeamiento. Su aportación fue decisiva a la hora de interpretar datos y tomar decisiones que sólo podían ser adoptadas por alguien que, además de tener la aptitud necesaria, conociera la filosofía con la que se diseñó el PGOU.

- Técnico SIG: necesario para la supervisión técnica del proyecto, a todos los niveles. En la práctica actuó como coordinador de todo el equipo:
  - En el proceso de digitalización (organización de los trabajos y dirección del equipo).
  - Uso de las herramientas SIG del Departamento.
  - Diseño de las páginas web que permiten la consulta del PGOU a través de Internet.
  - ...

Personal contratado por el Ayuntamiento para completar el equipo:

- 1 Delineante con conocimientos y experiencia en dibujo asistido por ordenador con Microstation.
- 1 Arquitecto Técnico con conocimientos en Microstation (y a ser posible en Geographics).
- 1 Topógrafo con conocimientos y experiencia en mediciones con aparatos topográficos y GPS, así como en la herramienta SIG Microstation Geographics.
- 1 Técnico Informático con experiencia en implementación de páginas web usando ASP.

Con el equipo formado y el proyecto definido, los trabajos comienzan en julio de 2001, finalizando 1 año después.

### **Punto de partida. Reorganización del SIG.**

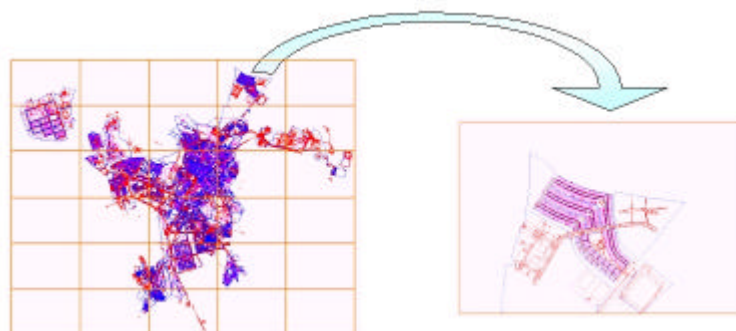
En el momento de iniciarse los trabajos, el SIG municipal era más bien un gestor de cartografía digital. No estaba bien estructurado y su organización no permitía añadir nueva información de manera sencilla y eficiente. Por tanto, el primer paso era reorganizar el sistema pensando en la incorporación del PGOU digital en una primera fase, y de otras capas de información posteriormente.

Se disponía de cartografía digital en formato DGN de Microstation a diferentes escalas de precisión:

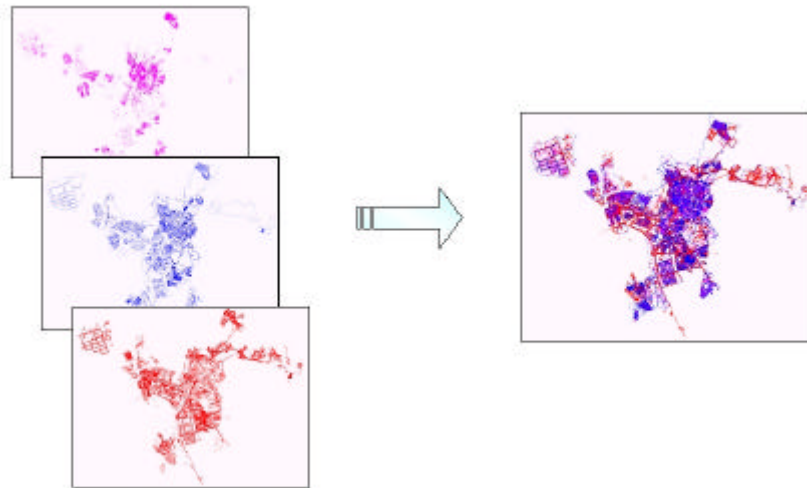
- Precisión 1/500, que recoge información del casco urbano y pedanías del término (3.000 Ha aprox.).
- Precisión 1/5.000, que abarca el casco urbano y zonas próximas (15.000 Ha aprox.).
- Precisión 1/10.000 para todo el término municipal (1.700 Km<sup>2</sup> aprox.).

Para organizar el enorme volumen de información cartográfica del término de Cáceres se plantearon dos posibles estrategias:

- Mantener la estructura actual de la cartografía digital, es decir, dividir el Término Municipal en hojas, donde cada hoja es un plano completo de la zona representada, con todos los niveles de información.



- Organizar los planos por niveles de información, donde cada nivel contiene un subconjunto de información que abarca todo el Término.



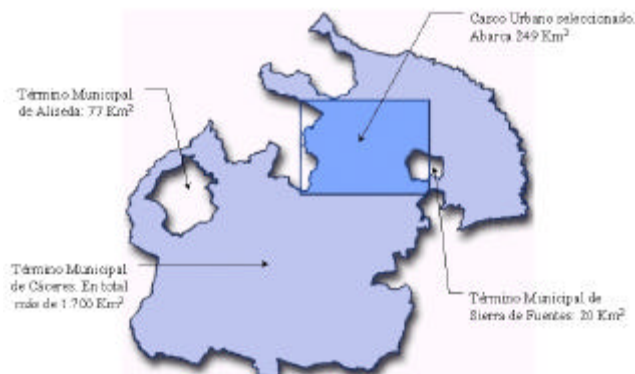
La primera estrategia tiene la ventaja de que una hoja nos permite recuperar toda la información disponible a cerca de la zona que abarca. En cambio presenta algunas desventajas:

- A priori no es conocido el número de hojas que ocupa un determinado elemento. Así, puede que para representar una calle se necesiten dos, tres o más hojas, dependiendo de su forma, longitud, etc.
- El cálculo de superficies o longitudes de elementos que se representen en más de una hoja puede volverse muy complicado sino 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 sencillos 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 una determinada zona; si se guardan muchos, en determinados casos nos encontraremos con más información de la deseada, además de tener grandes archivos que pueden dar problemas a la hora de ser manejados por los programas de tratamiento de cartografía.

La primera opción 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.

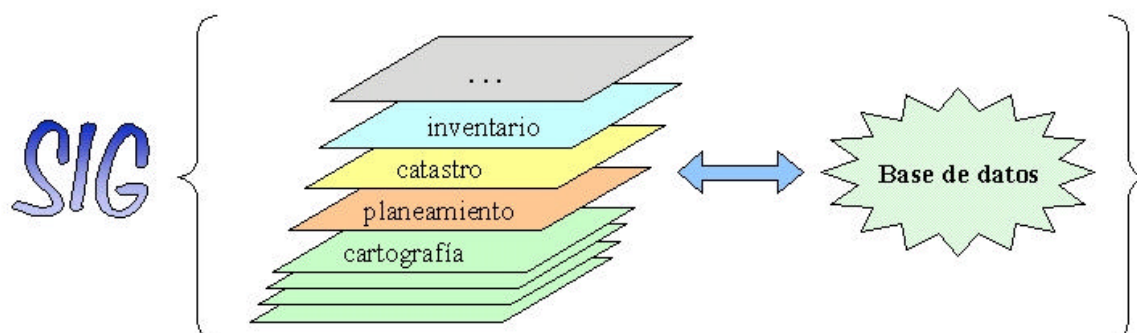
Además se plantó otra cuestión. Puesto que la superficie del término es tan grande, la combinación de varios niveles puede dar como resultado un volumen de información tal que sea complicado de gestionar por el sistema. Teniendo en cuenta que la mayoría de consultas que se realizan sobre el SIG están referidas al entorno de la ciudad de Cáceres, se decidió agrupar los niveles de información en dos grandes áreas: el casco urbano y alrededores (*casco urbano*), y el resto (*término municipal*).



El software que empleamos para gestionar tanto la cartografía como los datos alfanuméricos es **Microstation Geographics**. A la hora de configurar el proyecto SIG, la parte gráfica se organizó en categorías (que a su vez agrupan entidades gráficas recogidas en planos) y la alfanumérica en una base de datos externa basada en Access 97. En el siguiente cuadro se muestra la relación de categorías definidas inicialmente en el SIG.

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 digital)

Así pues, el SIG queda estructurado tal y como se representa en el siguiente esquema:



### Proceso de digitalización del PGOU.

El método empleado en el proceso de digitalización no ha sido el tradicional, entendiendo 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.

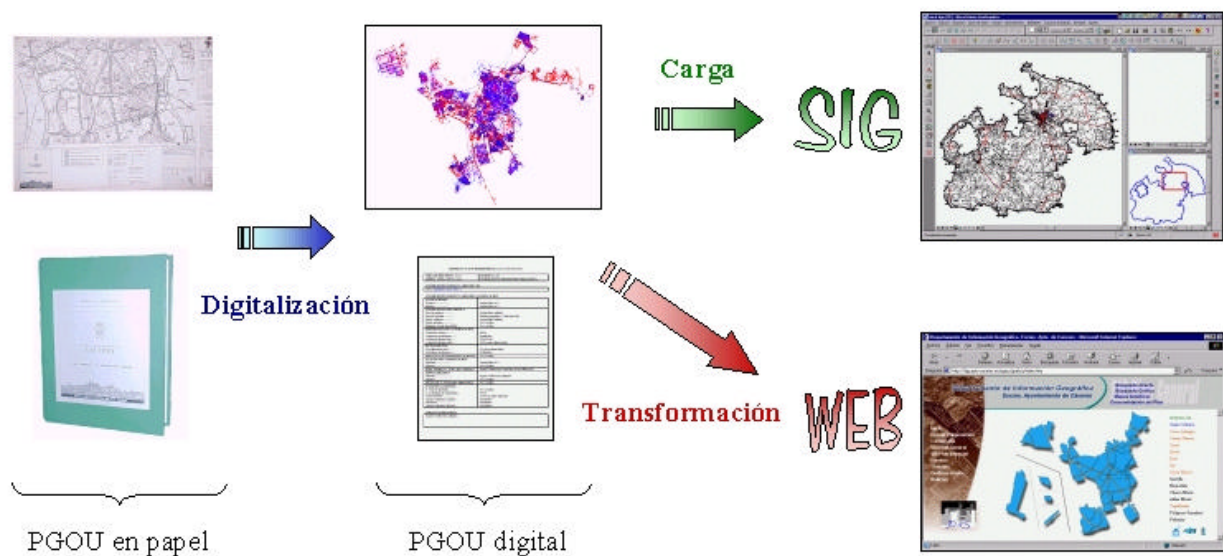
Por ejemplo, vamos a digitalizar un límite de calificación. Comprobamos que en la cartografía del planeamiento la línea coincide con el límite de fachada. Identificamos en la cartografía digital la misma fachada. Una vez comprobada, se traza una nueva línea que coincida con ésta y que representa la calificación, 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.

El proceso general de digitalización se resume gráficamente en la siguiente imagen:



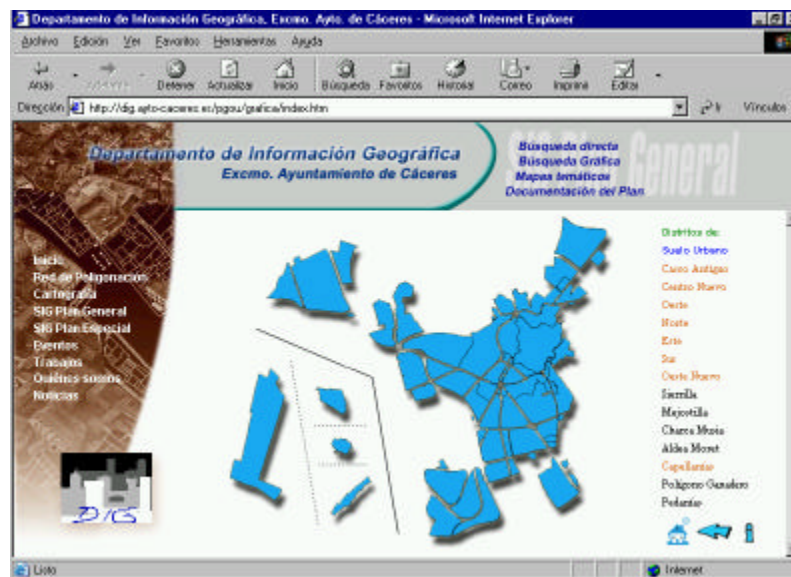
### Consultas a través de Internet. La web del Departamento.

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 trata de ofrecer algunos de los datos gestionados por el sistema. Mediante una aplicación integrada en el entorno de Microstation Geographics (Modelserver Discovery), cualquier persona con acceso a Internet puede recuperar información del SIG de Cáceres.



En la actualidad los contenidos que ofrece esta página (<http://dig.ayto-caceres.es>) se centran fundamentalmente en aspectos urbanísticos y de planeamiento relacionados con el PGOU digitalizado. Se ha implementado una versión Intranet accesible únicamente desde el Ayuntamiento que amplía los contenidos, añadiendo consultas restringidas de interés para el personal municipal.

Centrándonos en las consultas del PGOU digitalizado, se pueden realizar búsquedas de datos de planeamiento de forma gráfica o directa, además de visualizar y descargar algunos planos temáticos de interés general. Pero posiblemente la opción más visitada sea la correspondiente a la normativa del Plan, convertida a formato PDF, y que permite recuperar cualquiera de los documentos del mismo rápidamente y con el mismo aspecto y contenidos del original. Esta posibilidad ahorra a muchos ciudadanos tener que desplazarse al Ayuntamiento solamente para realizar estas consultas. Lógicamente para más aclaraciones o temas más complejos será inevitable la consulta con el técnico competente.

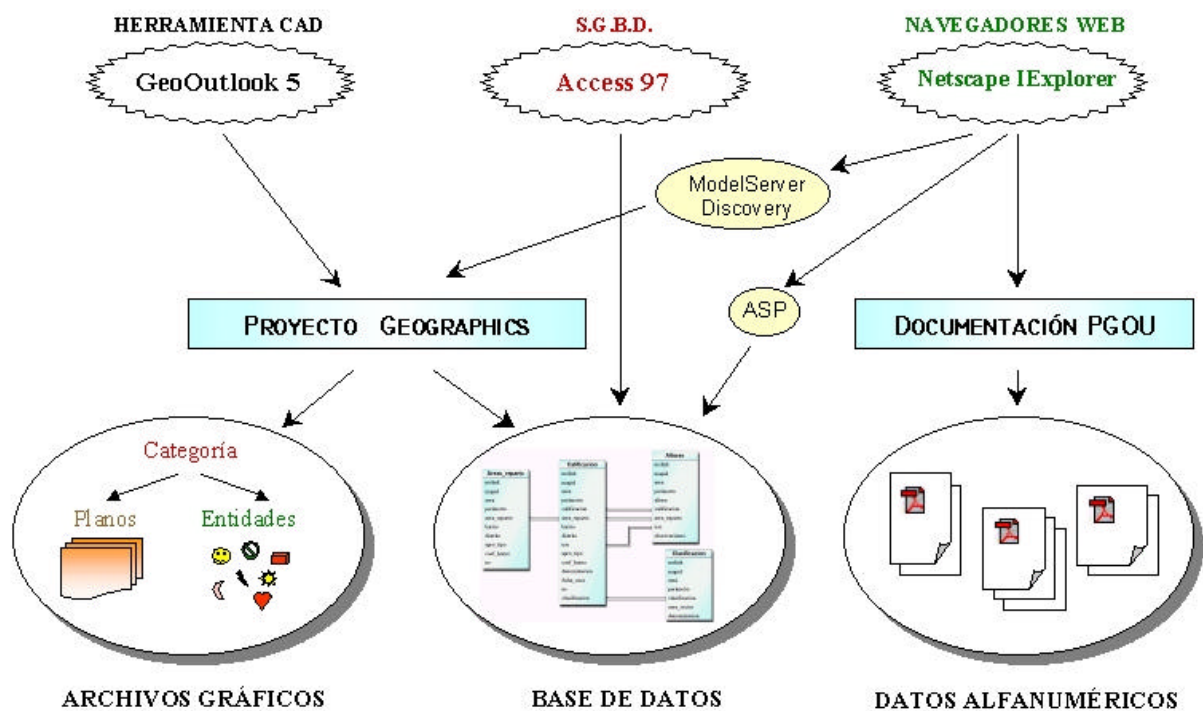


Hasta el momento la experiencia ha resultado muy positiva. Cada vez son más las personas que tratan de resolver cuestiones relacionadas con el PGOU consultando la web de nuestro Departamento antes de dirigirse a las oficinas municipales. Esta buena acogida nos obliga a mejorar el funcionamiento y los contenidos de la página, y próximamente a renovar el hardware del propio servidor.

### **Esquema general del SIG. Trabajos futuros.**

El siguiente gráfico muestra resumidamente el resultado final del trabajo realizado en la digitalización del PGOU de Cáceres y su posterior integración en el SIG municipal. En la parte inferior se sitúa la información geográfica y alfanumérica; en el centro el proyecto de Microstation Geographics, que relaciona ambos tipos de datos; y en la parte superior las herramientas que facilitan el acceso al sistema.





Los nuevos objetivos planteados de cara a la ampliación y mejora el SIG aumentarán el número de niveles de información temática y los contenidos de la base de datos asociada. Los proyectos en los que seguimos trabajando 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 nos faciliten esta información gráfica (Iberdrola, Canal de Isabel II, Gas Extremadura, Telefónica, etc).
- Enlazar la base datos de IBI que gestiona el propio Ayuntamiento con las líneas básicas del catastro aparente incluido en nuestra propia cartografía digital, creando así un nuevo nivel de información.
- 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.