

EL SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA: UN INSTRUMENTO PARA LA PLANIFICACION Y GESTION URBANA

Angel PUEYO CAMPOS.
Universidad de Zaragoza

Resumen: Los SIG son las nuevas herramientas de trabajo en la planificación y gestión urbana. Puentes entre el mundo real y su interlocutor, mejoran el conocimiento de la realidad y facilitan la tarea de trabajo al espacializar, organizar y normalizar la información. Además posibilitan la representación gráfica, la inserción de modelos algrítmico-lógicos y la realización de preguntas complejas. Todo ello redundará en una mayor efectividad en la toma de decisiones.

Abstract: GIS have been proved as the new ideal tools for urban planification and management. They bridge the real world and its interlocutor, urban technician; they improve our knowledge of reality and help us in our tasks of organising, spatialising and normalising the information coming how this same real world. They also facilitate the graphic rpresentation of this rality and make easier the insertion of models and informative questions. All this will decisively benedit the efectivity and performance in our reaching of decisions.

Sumario: Objetivos y funciones de un sistema de información geográfica (SIG).- Articulación de la base de datos para la puesta en marcha de un sistema de información geográfica.- Posibilidades que ofrece un SIG a la planificación y la gestión urbana.- Conclusiones.

Las rápidas transformaciones de las estructuras económicas y urbanísticas; la complejidad en la gestión y diseño de infraestructuras y servicios (que demandan tanto la población como el sector productivo); el control de los costes y reparto de cargas financieras, o una rápida actualización de la información (ayuda a la toma de decisiones por parte de los diferentes servicios municipales), obligan a la adopción de sistemas de trabajo rápidos y ágiles que eviten colapsos y ralentizaciones que, a la larga, pueden resultar funestas para el desarrollo espacial y socioeconómico de la propia ciudad y su entorno. Más aún cuando ya se habla de fuertes conflictos y competencias entre áreas urbanas dentro de un marco de escala supranacional, que considera a los centros urbanos como pieza clave de la planificación espacial, integrando políticas de ordenación y de desarrollo regional como puntos de inversión pública dentro del marco europeo¹. Esto replantea los espacios de producción y por lo tanto reorganiza su localización, que se caracterizan por:

¹HEBRARD, J. y TREUNER, P. (1991) *Perspectives de l'aménagement du territoire européen*. Service de Planification et statistique. Conseil Regional Nord-Pas-de-Calais. Lille

- Una mano de obra bien cualificada y preparada para asumir los cambios tecnológicos del sector, obligando a una formación y puesta a punto continuada.
- La existencia de establecimientos públicos o semi-públicos para la formación inicial y/o continuada, la investigación y el desarrollo, así como la transferencia tecnológica².
- El acceso a un sistema de comunicación y transporte de primera calidad³.
- Un buen funcionamiento de los canales de comunicación y de las estructuras de cooperación en el seno de la economía regional⁴.
- Una gestión hacia el sector productivo y ciudadano, rápido y ágil, que no se vea entorpecido por la lentitud de las gestiones burocráticas, la falta de coordinación de servicios, o de información actualizada.
- Las condiciones de vida en las que la calidad del hábitat, la oferta cultural y recreativa, y un medio natural preservado de las agresiones del hombre se erigen como nuevos factores para el desarrollo y la atracción de nuevas inversiones.

Toda esta enumeración muestra claramente que la localización espacial depende de toda una serie de nuevos intereses que los tradicionales métodos de análisis en planificación no son capaces de instrumentar con la suficiente rapidez como lo están demandando los poderes públicos, la

² Ya se está dando en muchas ciudades con la creación de "parques tecnológicos", los "viveros de empresas", o mediante la financiación de programas de I+D dentro de los laboratorios y centros de investigación públicos para el desarrollo tecnológico de empresas que, bien por su tamaño o la falta inicial de recursos humanos y/o económicos, no pueden afrontar los retos de competitividad y la innovación. Los resultados obtenidos en muchos núcleos urbanos europeos, convierten a este factor en uno de los fundamentales para aquellas comunidades que no pueden basar su desarrollo ni en los recursos naturales, ni en una mano de obra abundante y barata.

³ El desarrollo de infraestructuras de transporte y comunicación, y la adecuada integración multimodal son factores que van a ayudar a la mejora de la accesibilidad y, por lo tanto, a la inserción de las economías regionales y urbanas a una escala superior, convirtiendo a esos espacios en áreas de interés para la inversión.

⁴ No hay que olvidar que la adecuada sintonía entre el poder público y el sector privado agilizará y optimizará la planificación territorial, bien a través de la cooperación en planes de ordenación territorial (integración dentro de planes de ordenación metropolitana o comarcal), el acceso a la información, las nuevas formas de organización, o el diálogo oferta-demanda de las estructuras socio-económicas.

economía de mercado o la colectividad social⁵. Se hace necesario el desarrollo de instrumentos que ayuden a la:

- Actualización de la información.
- Agilicen la espacialización y compresión de la misma.
- Ofrezcan métodos de análisis que permitan una correcta previsión y prospectiva para la toma de decisiones de los agentes territoriales⁶.

Por ello, en los países desarrollados se tiende a la introducción de nuevas herramientas de trabajo para la captura de información⁷ susceptible de ser utilizada para el análisis espacial. Además al tratarse tanto la planificación como la gestión urbana de trabajos a nivel interdisciplinar, se hace necesario el contar con elementos que faciliten el intercambio de la información entre disciplinas, y la presentación fácilmente comprensible de la misma a colectivos no especializados, manteniendo el nexo común a todos: el espacio.

OBJETIVOS Y FUNCIONES DE UN SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA (SIG)

La aproximación a un sistema computerizado para romper este escollo puede proveer al intercambio de información, facilitando la inserción, presentación, estudio, evaluación e interpretación de los datos. El entorno que se propone para solventar el problema de la organización de éstos, y de la creación de una base orientada a la gestión, prospectiva y planeamiento territorial es un SIG que actúe como sistema experto integrando los elementos de análisis espacial⁸ y que

⁵ PUEYO CAMPOS, A. (1991) "Los sistemas de análisis espacial como apoyo a la prospectiva y planeamiento regional". *Jornadas Internacionales de Desarrollo y Medio Ambiente en la Cuenca del Duero*. Soria. 1991

⁶ CALVO PALACIOS, J.L. y PUEYO CAMPOS, A. (1990) "Ventajas de la cartografía automatizada como técnica de análisis y presentación de resultados para la ordenación del territorio". *Actas XVI Reunión de Estudios Regionales*. pags. 340-348. Asociación española de ciencia regional. San Sebastián

⁷ No hay que olvidar que la recogida y actualización de la información conlleva una actividad ardua y pesada, con elevados costes en tiempo y personal dedicados a estas tareas. Muy superior a las labores de prospectiva y planificación, sobre todo cuando se piensa en análisis espacio-temporal (con seriaciones que permitan inferir tendencias y evoluciones), un adecuado desglose de la información, o la recopilación de datos de diferentes secciones y organismos, sino se trata de distintas administraciones públicas y/o privadas.

⁸ Esto añade una novedad a lo que tradicionalmente se está exigiendo a los SIG: Presentación o superposición de capas de información, acercándolos más a las tareas y fines de los sistemas cartográficos tradicionales.

sirva de elemento de ayuda a la toma de decisiones para el planificador o gestor de un espacio urbano. El SIG ha de ser puente entre el mundo real y su interlocutor, mejorando su conocimiento de la realidad y facilitando la tarea de trabajo⁹. El objetivo¹⁰ de estos sistemas es tener:

- Espacialización del problema en estudio
- Sistema normal de recolección de datos
- Información organizada, actualizada e inmediata, con integración completa de la información gráfica y alfanumérica
- Representación gráfica de la cuestión demandada
- Posibilidad de modelos y preguntas complejas para una mayor efectividad en la toma de decisiones
- Capacidad ilimitada para el tratamiento de la información
- Arquitectura abierta que permita enlazar con otras aplicaciones y bases de datos

El SIG ha de ser puente para la toma de decisiones entre el "mundo real" y su interlocutor, mejorando su conocimiento de la realidad y facilitando la tarea de trabajo, evitando la pérdida de tiempo en la búsqueda de la información a través de ficheros manuales y ordenadores. El hecho de mantener una base de datos única o interrelacionada, elimina la existencia de duplicaciones y los errores provocados al tener la información repartida en diferentes fuentes inconexas; además asegura la actualización de la misma. Muy generalizados desde hace dos décadas en los países anglosajones, han dado interesantes resultados y planteado el desarrollo de nuevos procedimientos de manipulación electrónica de la información en los siguientes aspectos entre otros:

- Comunicación hombre máquina en lenguajes próximos al natural
- Descentralización de la información
- Asimilación de tipos de información cada vez más complejos
- Enriquecimiento de la capacidad de deducción automática de los sistemas

Dos unidades fundamentales deben distinguirse siempre en un SIG¹¹: a) el componente operativo o funcional, procedimientos u operaciones que actúan sobre la información contenida en

⁹ GUEVARA, A. (1988) "Guía para la implementación de un sistema de información geográfica para la planificación regional y urbana". *1 curso sobre enseñanza e investigación asistida por ordenador: Los sistemas de información geográfica*. pags. 245-265. Departamento de Geografía (Universidad de Extremadura). Cáceres

¹⁰ CORTINA LANDALUCE (1990) "Visión corporativa del sistema de información geográfica". *Actas XII Jornadas de Informática Administración Local*. pags 26.1-26.27. Federación Española de Municipios y Provincias. Granada.

¹¹ COCCIA, E (1986) "Planification territoriale, instruments de controle et gouvernement du territoire". *Actas European Conference or Ministers Responsible for Regional Planning: Committee or experts on cartography, statistics and terminology*. Barcelona

la base de datos; y b) la base de datos espaciales. Más precisamente, una función de un SIG puede ser definida como un procedimiento algorítmico abstracto, o conjunto de éstos, que permite seleccionar, procesar y actualizar el contenido de la base espacial. Cada una de las funciones de un SIG debe ser formulada en los términos más generales posibles, independientemente de su implementación concreta en un determinado centro de la administración, de tal manera que la información pueda ser estandarizada, evaluada, criticada y actualizada en cualquier momento, permitiendo su utilización con nuevos avances tecnológicos.

Todo SIG debe ofrecer una solución¹² a cada uno de los tres problemas fundamentales en el campo de la documentación:

- Entrada de información. El diseño y manejo de la base de datos deberá prever la capacidad de añadir y almacenar tanto atributos gráficos como alfanuméricos.

- Archivo/recuperación de información. Gestionada a través de la unidad central de proceso (CPU), bien por la memoria de almacenamiento, la unidad de control o la unidad aritmético-lógica, según las demandas que se le hagan al sistema.

- Salida de información. Muestra ésta analizada y procesada, tanto de resultados gráficos (para lo cual se deberá contar con un adecuada periferia: pantallas de alta resolución, plotter o impresoras), como de análisis o diagnóstico (implementando los ficheros y algoritmos de programación que permitan cruzar la información existente).

Estas tres tareas, las más familiares y las más a tener en cuenta por el usuario del sistema, dependen en su concreta realización de la estructura de la base datos. No obstante, al nivel lógico en que nos vamos a mover, podemos hacer abstracción de esta dependencia al considerar las funciones que resuelven los tres problemas mencionados anteriormente. Un SIG para la planificación y gestión urbana deberá tener los siguientes atributos¹³:

¹² JURADO ALMONTE, J.M. (1991) "Los sistemas de información territorial en la planificación regional". *Actas II Congreso Internacional de Ordenación del Territorio*. pags. 1831-1849. Universidad Politécnica. Valencia

¹³ SAN LEANDRO, J. (1990) "Sistemas de información geográfica integrados". *Actas XII Jornadas de Informática Administración Local*. pags. 25.1-25.13. Federación Española de Municipios y Provincias. Granada.

- Su base de datos deberá aceptar, y cuando sea necesario interrelacionar datos estadísticos, alfanuméricos, simbólicos, puntuales, de red y superficiales.
- Cualquier dato de tipo socioeconómico o de recursos naturales que pueda ser expresado como atributo, indicador o cualificador de un punto, una red o área podrá ser almacenado o manipulado.
- Almacenará y procesará datos a variados niveles de resolución espacial, posibilitando el manejo de grandes volúmenes de información.
- Deberá permitir la integración de otros subsistemas con facilidad de intercomunicación, independientemente de su localización.
- El sistema será de naturaleza interactiva, con un mismo método de interrogación, a pesar de la heterogeneidad de los datos.
- Dará soporte gráfico para dibujar mapas y gráficas asociadas con el análisis o por especificación del usuario.
- Permitirá nuevos atributos de punto, red o área ser calculados en aquellos datos que puedan ser manejados mediante expresiones matemáticas.

Para que un SIG pueda implementarse con éxito en los servicios municipales debe ser poderoso y aceptable. Su poder estará relacionado con la organización, velocidad, capacidad y flexibilidad de ofrecer información con respecto a los sistemas de trabajo tradicionales. Muchas veces el fracaso de los SIG obedece a un fallo en el sistema al no ajustarse a las necesidades demandadas, es decir, a los departamentos o secciones de la administración que dependerán de él, o a la incapacidad en la conexión y/u organización de los bancos de datos y de computación. Implícito está que el SIG debe sobrevivir a los cambios de estructuras organizativas del municipio y que debe poderse integrar con sistemas de estructuras superiores (Mancomunidad, Diputación, Comunidad Autónoma, Estado Nacional)¹⁴, en caso contrario su operatividad y agilidad se verá mermada, planteando graves problemas a futuras demandas.

Por ello, un paso previo a la introducción de un SIG, es la clasificación del potencial usuario por el tipo de información que producen, su uso, medición del efecto que el sistema puede tener en

¹⁴ La falta de coordinación entre administraciones (e incluso entre servicios), está llevando a la adquisición de equipos incompatibles que dificultan el intercambio de los bancos de datos, duplican esfuerzos en la introducción y codificación de la información, sin tener en cuenta criterios de homogeneidad, escala, seriación temporal, etc.; perdiéndose gran parte de las ventajas apuntadas anteriormente.

el flujo de información y en el ambiente del organismo de gestión. Por ello es necesario definir las necesidades y problemas de manera que sea un instrumento que permita:

- Ayudar a la toma de decisiones con respecto a la Gestión y Planificación Urbana de un municipio.
- Generar alternativas a diferentes problemas que se planteen a la hora de desarrollar el Plan o cualquier documento subsidiario susceptible de gestionar.
- Crear un modelo acoplable a otras escalas territoriales (tanto para el intercambio de información, como para la consecución de actuaciones)
- Proporcionar un instrumento que ayude a procesar la mayor cantidad de información posible con la menor inversión de tiempo y costo.

ARTICULACION DE LA BASE DE DATOS PARA LA PUESTA EN MARCHA DE UN SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA

Para garantizar la máxima operatividad del SIG, es necesario que tenga incorporado un gestor de base de datos para relacionar y referenciar las ligazones entre los diferentes subsistemas de información que constituye el SIG, más aún cuando, además la información se encuentra descentralizada en diferentes servicios del ayuntamiento¹⁵. La información se debe encontrar integrada en seis subsistemas¹⁶, que a su vez pueden depender de forma descentralizada, como anteriormente se ha apuntado:

- Subsistema de Información Urbanística. Agrupará la información general de la ciudad relativa al planeamiento, con toda la información necesaria: Plan General, Planes Parciales, Estudios de Detalle, y reparcelaciones; urbanización e infraestructuras (agua, gas, electricidad, teléfono, alcantarillado, acequias, red de transporte público, caminos, carreteras, etc.); clasificaciones, calificaciones, edificabilidad y ordenación urbanística del suelo; usos, destinos,

¹⁵ SAN LEANDRO, J. (1990) "Sistemas de información geográfica integrados". *Actas XII Jornadas de Informática Administración Local*. pags. 25.1-25.13. Federación Española de Municipios y Provincias. Granada.

¹⁶ OSTOLAZA ZABALLA, J.L (1990) "Nuevas tecnologías aplicadas al planeamiento regional y urbano". *Ciudad y Territorio*. nº 84. pags. 151-157. Ministerio para las Administraciones Públicas. Madrid

características técnicas y tipológicas, y superficie de parcelas inmuebles y edificios; dotaciones en equipamientos y servicios. También es de interés incluir la información del estudio económico-financiero y su referenciación a los proyectos a desarrollar por el Planeamiento en gestión. Esta información es básica para la operatividad del planeamiento y la gestión urbana, por ello es de gran interés que el grado de detalle y la información aneja sea la máxima posible.

- Subsistema de Información Catastral¹⁷. Presenta este subsistema los datos sobre la propiedad de bienes inmuebles. Elementos son: Cartografía del parcelario y edificaciones, cuidando mucho la información referente a la titularidad de la propiedad, arrendamientos, alquileres o cesiones; referenciación geodésica (para una adecuada parametrización de las superficies). A través de este subsistema se facilita toda la información sobre la repercusiones que cualquier actuación urbanística va a tener sobre el territorio. La base óptima de una cartografía de este tipo es la constituida por un levantamiento a escala 1:500.

- Subsistema de Valoración e Imposición. Permite modificar el conjunto de valores asociados a los elementos físicos, así como relaciona los valores catastrales con los objetos tributarios y los contribuyentes. Fundamentalmente lo componen: Valor del suelo (atendiendo si es urbano, urbanizable programado, no urbanizable, su localización e interés, su valor intrínseco, ...); valor de repercusión del suelo sobre el valor de la edificación; coste de la construcción (inmuebles urbanos, edificaciones industriales o agrícolas, ...); Coeficientes correctores del suelo, dependiendo de sus características (secano o regadío, zona residencial o barrio de extrarradio, ...); Intensidades de ocupación del suelo (si se atiende a la normativa de planeamiento vigente), así como la calificación urbanística; valor catastral de los inmuebles; Bases imponibles y liquidables, exenciones y bonificaciones; tipos de gravámenes impositivos: Tasas, impuestos, cuotas; datos fiscales y bancarios de los titulares de las propiedades y sus arrendatarios.

Estos tres apartados van a constituir la base más importante para la ejecución de la gestión y planificación urbanística, ya que, a los instrumentos propios del Plan, se introducen aquellos que posibilitan la ponderación y cuantificación de las actuaciones que, en materia urbanística, van a necesitar para los procesos de valoración y distribución de cargas y beneficios en el desarrollo y

¹⁷ CENTRO DE GESTION CATASTRAL Y COOPERACION TRIBUTARIA (1990) *El sistema de información catastral*. Ministerio de Economía y Hacienda. Madrid

ejecución del planeamiento. No obstante se hacen necesarios la introducción de otros subsistemas¹⁸ que ayuden a la cualificación de las medidas urbanas y que introduzcan nuevos elementos de valoración en ejecuciones de Planes Parciales, Estudios de Detalle, reparcelaciones, estudios de localización de equipamientos, análisis de dotaciones asistenciales, mejora de infraestructuras, impacto de nuevas localizaciones ... Además las ventajas de tener basado en el mismo soporte informático y gráfico toda la información del planeamiento urbano son tan evidentes, que este proceso se está llevando a cabo en los grandes municipios españoles¹⁹. Subsistemas a considerar serán, por lo tanto:

- Subsistema de Información del Medio. Englobará todos los estudios sectoriales que hayan analizado el medio: Modelo digital del municipio (a ser posible con una definición inferior al metro), geología, litología, suelos, capacidad portante del terreno, microclima, hidrología, impacto ambiental, flora y fauna, espacios con valor paisajístico, y elementos de interés artístico-cultural.

- Subsistema de Variables Socio-económicas. En el se incluyen los ficheros con información acerca de la población: Padrón del municipio; encuestas sociales en el que se reflejen las demandas y prestaciones en servicios y equipamientos; informes de los sectores industriales y servicios de la ciudad; relaciones de licencias urbanísticas y establecimientos comerciales e industriales; rendimientos económicos de los cultivos de las diferentes parcelas cultivadas; número de vehículos de motor y titularidad de los mismos.

- Subsistema de Información Jurídica. Con el se pretende tener, de forma rápida y sencilla los límites de afección de las distintas leyes (leyes y decretos estatales y autonómicos, normativas municipales, figuras de protección, etc.) y que ha de cumplir en la gestión urbanística de un espacio. Aunque en principio se puede diseñar como un proceso en el que se enumere las condiciones que ha de cumplir el desarrollo de una figura de planeamiento, atendiendo a la propia figura y al espacio en el que se va a ejecutar, más adelante se puede implementar un sistema de

¹⁸ TOBÍO, C. y SANCHEZ MONTAÑES, J.P. (1990) "Las fuentes de datos demográficos y socioeconómicos para el planeamiento". *Ciudad y Territorio*. nº 84. pags. 141-150. Ministerio para las Administraciones Públicas. Madrid

¹⁹ No hay que olvidar que la base fiscal fundamental del futuro en los municipios es la contribución territorial urbana y que esta se basa en a su vez en el planeamiento para la definición de sus parámetros fundamentales.

retroalimentación que de acuerdo a la solución expresada, diagnostique los puntos oscuros de la resolución urbanística presentada.

POSIBILIDADES QUE OFRECE UN SIG A LA PLANIFICACION Y LA GESTION URBANA

La ciudad queda, para un SIG, definida como un conjunto homogéneo de capas de información superponibles, estructurada cada una a su vez en niveles que posibilite la gestión integrada de la ciudad, con información coherente, compatible, compartida y no repetida²⁰. Esta estructura de la ciudad se complementa con información alfanumérica y lógica (información territorial, de planeamiento, socioeconómica, así como fiscal y jurídica). Tal complejidad de fuentes han de recogerse con objeto de poder hacer efectiva, rápida y dinámica la operatividad de gestión, permitiendo²¹:

- Recoger, validar, y en su caso integrar y gestionar la información resultante de los procesos de planeamiento, revisión catastral, información socioeconómica, financiera y fiscal realizados hasta la fecha²².

- Establecer unos procesos de calidad, que permitan corroborar esta información con la realidad, para los procesos de captura y paso a soporte magnético de la información obtenida anteriormente, en las revisiones en curso, así como las que se van a realizar en lo sucesivo. Su cumplimiento es de gran importancia, ya que la existencia de una fuentes de información incorrectas

²⁰ RUIZ CONTRERAS, F. y ARBOLI AYALA, S. (1990) "Bases de datos ciudad: soporte de la base de datos gráfica". *Actas XII Jornadas de Informática Administración Local*. pags. 35.1-35.11. Federación Española de Municipios y Provincias. Granada.

²¹ CENTRO DE GESTION CATASTRAL Y COOPERACION TRIBUTARIA (1990) *El sistema de información catastral*. Ministerio de Economía y Hacienda. Madrid

²² Ejemplos pueden ser la ordenación urbanística vigente, con la calificación y clasificación de la unidad, aprovechamiento privado que determina la base de reparto (superficie edificable) y terrenos de cesión obligatoria (sistemas generales, viario, zona escolar, zona verde), de gran interés para los proyectos de urbanización, expropiación o reparcelación. La relación de propietarios puede ayudar a los servicios de gestión fiscal y tributaria, especificándose tanto los datos del personales del propietario, parcelas aportadas y sus características (afección, superficie, linderos, finca, construcciones, plantaciones), datos registrales, derechos y cargas, arrendatarios, observaciones, datos catastrales (polígono, naturaleza rústica y/o urbana, valor catastral), actividades productivas, medidas de control ambiental, restricciones urbanísticas, ...

o con un grado de error alto, invalidarían tanto los algoritmos de trabajo, sistemas de interrogación o cartografías base.

- Dotar a las Gerencias Urbanísticas de un conjunto de aplicaciones informáticas que sostengan y den coherencia a las tareas de gestión, sobre todo en los momentos caracterizados por la puesta en marcha de planes parciales, estudios de detalle, reparcelaciones, etc., en los que el sistema ha de ser capaz de gestionar grandes volúmenes de información, de muy diversa procedencia y escala.

- Diseñar procesos informáticos claramente separados de las aplicaciones de valoración, de forma que sea posible la modificación de valores operada (aprovechamiento medio de la unidad de actuación, edificabilidad, valores catastrales de la parcela o vivienda, carga tributaria de la propiedad, etc.)²³ por simple variación de los programas y parámetros de valoración, que se independiza de la gestión de los datos físicos, espaciales y jurídicos de los mismos.

- Atender desde un primer momento a los procesos de intercambio de información con el resto de servicios y concejalías del municipio²⁴, así como de las administraciones públicas, ya que una parte de los datos se encuentran en organismos diferentes. Por ejemplo, las valoraciones catastrales dependen directamente del Ministerio de Economía y Hacienda, las Directrices Territoriales o los estudios sectoriales o de infraestructuras regionales de las diferentes Consejerías de la Comunidad Autónoma, Diputación o Mancomunidad en la que se integre ese municipio.

²³ Así, en la valoración de los derechos aportados, el SIG calculará la participación que cada propietario tiene en el aprovechamiento de la unidad de actuación, esto es, realizar una valoración relativa de lo aportado. No hay que olvidar que no regirán los criterios de simple proporcionalidad de superficie, sino conforme al rendimiento que tenga atribuida al aprovechamiento. Por el contrario para la valoración de los terrenos resultantes del planeamiento, las superficies edificables que serán objeto de adjudicación, se tasarán con criterios objetivos que se pueden implementar en el sistema con arreglo al uso, volumen edificable y en función de su situación, características, clase, calidad y destino de las edificaciones y grado de la urbanización existente.

²⁴ Control de licencias urbanísticas como parcelaciones urbanas, movimientos de tierra, cerramiento o vallado, corta de árboles, edificaciones e instalaciones de nueva planta, incluidas las instalaciones subterráneas dedicadas a aparcamientos, actividades industriales, mercantiles o profesionales, servicios públicos, modificación de los edificios (como ampliación de edificios e instalaciones, reformas que afecten a la estructura y/o aspecto exterior, obras de reforma interior y/o instalaciones de servicios públicos), demolición de construcciones, usos de suelo nuevos permanentes o provisionales, primera ocupación o modificaciones de instalaciones o edificaciones, actos de edificaciones o uso del suelo realizados por particulares sobre terrenos de dominio público. El control por parte del SIG va a permitir la perfecta actualización y consulta de la información y solicitud por parte de los diferentes servicios atendiendo a sus necesidades, permitiéndoles acceder a una información actualizada permanentemente.

Especialmente en el caso de los ayuntamientos, pequeños y de escaso presupuesto, su dependencia de las administraciones de escala superior se hace patente, por lo que se encuentran obligados a coordinar su sistema de gestión.

- Garantizar, mediante la adecuada elección de herramientas lógicas y hardware, la viabilidad de la conexión entre la información alfanumérica y cartográfica. Esto es fundamental, teniendo en cuenta la diversidad de formatos, tanto de la información estadística como gráfica, por la multiplicidad de fuentes y organismos de origen (incluso en una misma administraciones, cada sección puede estar trabajando con metodologías y equipos distintos). Ello va a obligar a buscar un SIG con una arquitectura lo suficientemente abierta que permita la entrada y generación de información con unos parámetros muy diversos. Esto, a la larga, supondrá un ahorro substancial de costes en la consecución de la misma, toda vez que ésta se encuentre en manos de otras administraciones.

- Desarrollar salidas cartográficas con escalas e información flexible y adecuada al trabajo de acuerdo a las necesidades²⁵ que se planteen en los diferentes procesos de la Gestión Urbanística (1:5.000 y 1:2.000 para planos de información del territorio en el Plan General, Normas Subsidiarias o Plan Parcial según los supuestos de ordenanzas reguladoras, extensión superficial de la ordenación o tipos de propiedades, 1:500 Estudios de detalle, y 1:200 apoyo a trabajos de urbanización)²⁶.

- Integración de los diversos módulos con las utilidades de seguimiento de expedientes que debe tener toda oficina administrativa gestionada con criterios de transparencia y proximidad al administrado. Ello no sólo facilita todos los procesos de consulta (características de una parcela, edificación, etc., situación de la ejecución de una determinada fase del Plan en un sector de la ciudad, afecciones a un espacio de futuras infraestructuras o actuaciones urbanas, etc.), sino también de

²⁵ GUTIERREZ, M. (1986) "La cartografía en el planeamiento territorial". *Curso de urbanismo: Introducción al planeamiento urbano y al uso de la cartografía y del urbanismo*. pags. 9-22. Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía. Madrid

²⁶ Un ejemplo es la elaboración de un plano de propiedades. A través de este documento se establecerá el punto de partida para otros procesos (expropiación, reparcelación, planes de detalle, etc.); los datos incluidos procederán de la ordenación urbanística vigente y son los que prevalecerán en el sistema para calcular superficies, valorar lo aportado y considerar cada una de las propiedades y afecciones de las propiedades aportadas. Este plano de delimitación e información se corresponderá con fichas individuales de derechos aportados, con una escala comprendida entre 1:500 y 1:2.000.

preparación de la documentación necesaria para la ejecución y valoración en parcelaciones y reparcelaciones, sistemas de compensación, estudios de detalle, planes parciales, etc., que requieren una prolija información cartográfica, de expedientes de propiedades y propietarios, informaciones anejas al Plan, estudios sectoriales, etc.

- Contribuir a una planificación y periodificación de las inversiones con criterios de viabilidad presupuestaria, permitiendo a un ayuntamiento decidir su capacidad de inversión urbanística futura de una forma más globalizada, lo que ayudaría a dar una coherencia a la Gestión Urbanística de acuerdo al estudio económico-financiero que se realiza en las determinaciones del Plan. Igualmente, se lograría la contrastación entre necesidades de inversión-recursos disponibles y tipo de ejecución, así como la distribución de costos de acuerdo a distintos convenios de entes financieros: Ayuntamiento, Diputación, Comunidad Autónoma, Estado, Fondos Comunitarios, y/o sector privado. Igualmente permite la aplicación de fórmulas diferentes de gestión que posibiliten distribuciones sustitutorias de la inversión entre el sector público y el sector privado, fundamentalmente entre el ayuntamiento y éste último. La introducción de un SIG, al interrelacionar información tan diversa, obligaría a definir más claramente las inversiones, ajustándose más las previsiones de inversión y los recursos existentes; también, resaltaría claramente las diferencias entre las inversiones definidas y las realizadas, convirtiéndolo en un elemento de gran interés para posteriores revisiones del Plan y del estudio económico-financiero²⁷.

²⁷ Teniendo acceso a esta información se podría solventar con mayor claridad escollos en la gestión del Planeamiento urbano como son el reparto de beneficios y cargas, la adjudicación de fincas resultantes, o el establecimiento de indemnizaciones o compensaciones. En el reparto de beneficios y cargas, entre los puntos que el SIG puede tratar a través de los algoritmos y subsistemas son los siguientes: Influencia del aprovechamiento medio; derecho de los propietarios de fincas o titulares de derechos reales a ser considerados como adjudicatarios en el mismo concepto en el que lo fueron anteriormente; parcela mínima que debe contar una finca adjudicable; criterio de proximidad; derecho a la conservación de las propiedades primitivas de los titulares de terrenos ya edificados con arreglo al planeamiento; casos en los que hay que decretar desalojo y demolición de las edificaciones; conservación de fincas no edificadas.

En la adjudicación de las fincas resultantes, el sistema para la ayuda en la distribución tiene en cuenta los cálculos sobre los aprovechamientos correspondientes en unidades de valor, así como las unidades de valor de cada tipo de suelo. Ello permitirá una distribución numérica y/o cartográfica basándose en el total de unidades de valor de la actuación.

Con respecto al establecimiento de las indemnizaciones y compensaciones, permite analizar la distribución de indemnizaciones y gastos de urbanización necesarios en la reparcelación, recogiendo el porcentaje final en el que cada propietario es considerado adjudicatario. El sistema puede ayudar a considerar plantaciones, edificaciones y arrendatarios a indemnizar, edificaciones a derribar, otras cargas y derechos a extinguirse. La tasación se efectuará de acuerdo a las valoraciones con arreglo a las normas que rigen la expropiación forzosa.

- Ser un sistema descentralizado²⁸, por el que cada servicio del ayuntamiento se encargaría de gestionar la información y la base de datos. Aunque de entrada eleve los costes, a la larga supondría un ahorro en la consecución de la información, ya que esta se trataría en origen, facilitándose el control de calidad y la veracidad de la misma. Además posibilitaría a otros departamentos distintos a la Gerencia de Urbanismo disponer de un instrumento de gestión y análisis de altas prestaciones, por sus posibilidades de interconexión múltiple. Tal vez esta descentralización se presta más bien a ayuntamientos de tamaño medio-grande, con una multiplicidad de servicios, que le obliga a trabajar descentralizado y a no tener una dependencia tan directa de administraciones de rango superior.

- El sistema, además de ser abierto y descentralizado, ha de ser normalizador, capaz de producir estándares de información y coordinar y mantener la sintonía de los restantes subsistemas, por lo que se exige la adopción de normas que sean lo suficientemente flexibles para incorporar módulos de trabajo posteriores (algoritmos adaptados a las nuevas exigencias de la gestión, nuevas bases de valoración catastral, entradas gráficas procedentes de la teledetección o la fotografía aérea, etc.). Por ello puede ser útil la concepción de subsistemas apoyados en la descentralización del propio SIG, con entidad y características propias y susceptibles, de ser tratados y modificados de forma independiente. No deberán alterar las posibilidades y prestaciones del sistema, y habrán de permitir la adecuada actualización permanente de esta información. Esto es de vital importancia si se quiere llegar a obtener las máximas prestaciones del SIG, ya que sino provocaría graves errores para la gestión que lo harían inoperantes (Un ejemplo, la no introducción de la modificación de parcelas y cambio de propietarios, puede llevar a un cambio en las cargas y beneficios de los mismos, al error en las afecciones, o incógruencias en cuanto a la superficie reflejada en la base de datos y la verdaderamente real).

- Mejorar la capacidad de análisis directo y de consulta tanto por la propia administración como por los particulares, de una manera rápida, ágil y a costos reducidos, personalizando la información de acuerdo a las necesidades urbanísticas específicas, y coordinando y normalizando la producción cartográfica de acuerdo a los estándares que proporciona el sistema acordados por los

²⁸ Esto obliga a la existencia de unas bases interrelacionadas por medio de una red de comunicaciones operativa en tiempo real.

usuarios (fundamentalmente los servicios municipales y administraciones de orden jerárquico superior).

- Organizar la información de manera similar al análisis inteligente del hombre con el manejo cartográfico y de la información convencional. Es importante contar con ficheros eficaces y flexibles para el desarrollo de los SIG . Los bancos de datos más recientes se caracterizan por ser estructuras que resultan más convenientes para la etapa de entrada que para los usos de trabajo del sistema, falta de coordinación entre información gráfica y alfanumérica, y ausencia de análisis sobre la función de vecindad. Por ello, para lograr esta capacidad la información debe organizarse de tal manera que pueda gestionarse y extraerse en forma directa y sin procesos de cálculo complejo conceptos como los de:

- * Entidad, parcela, manzana, sección, distrito, área, u otro objeto cartográfico como imagen de una unidad espacial individual, que puede extenderse, sin limitaciones de dominio por todo el territorio a cartografiar: Puede ser puntual, lineal o superficial (desde infraestructuras, parcelario, áreas del Plan, edificaciones, etc.).
- * Nodo, como punto de discontinuidad en un objeto cartográfico lineal, que origina la partición de éste en tramos, y que, además, puede ser punto de confluencia y/o bifurcación (Ejemplos serían las redes de abastecimiento de aguas, gas o electricidad)
- * Segmento o tramo, como unidad homogénea y continua de información geográfica lineal dentro de un objeto cartográfico limitado por dos nodos consecutivos
- * Atributos o características cualitativas y cuantitativas que pueden adscribirse a las entidades o a sus segmentos. Será el soporte de toda la información alfanumérica asociada a la base cartográfica y la que le dará todo el valor e importancia a las salidas gráficas en el sistema, ya que mediante el desarrollo de las herramientas de interrogación al SIG y de los algoritmos de trabajo, prepararan a éste para una respuesta adecuada y coherente en la gestión urbana. (Puede ir desde elementos de clasificación y calificación del suelo, edificabilidad de un polígono, características portantes y morfológicas del suelos, hasta estado de un edificio, o relación de propietarios de varias parcelas. No hay que olvidar que cuanta mayor información le demos al sistema, mejores resultados nos ofertará).
- * Relaciones topológicas de vecindad de áreas o segmentos (bordes) y de tramos, cerrando áreas (recintos), además de las existentes entre segmentos y entre puntos y tramos

definidos por nodos. Es de gran interés para la presentación de afecciones en la infraestructuras, parcelario, etc. cuando se realizan actuaciones urbanísticas, permitiendo incluso ver las implicaciones más allá del espacio de trabajo delimitado.

* Descripción geométrica, bidimensional y/o tridimensional de la información espacial, lo que proporciona una información estadística de superficie, características del terreno, localización espacial de los objetos de gran interés, no sólo a la hora de las valoraciones, sino también para la toma de decisiones en los estudios de detalle, distribución de espacios e infraestructuras, etc..

-Introducir métodos e instrumentos de análisis susceptibles de ayudar a la toma de decisiones, que agilicen su comprensión y la espacialización de la misma. Por ello se han de implementar sistemas de análisis que permitan una correcta previsión y prospectiva para la toma de decisiones en la planificación y la gestión urbana, permitiendo análisis y modelizaciones de "caja negra" como apoyo al trabajo y reflexión de los técnicos y políticos. Apoyados en un SIG permite la referenciación espacial de las diferentes variables, así como cruzarlas y superponerlas para obtener presentaciones que se aproximen a las distribuciones e interrelaciones espaciales; por otro, introduciendo técnicas de emulación de decisiones alternativas o previsiones sobre determinados impactos. En esta línea se inserta la introducción del sistema de potenciales²⁹ en cuestiones de planificación y gestión urbana, ya que puede proporcionar buenos resultados en la elección de iniciativas para el establecimiento y/o dimensionamiento de nuevos equipamientos. Todo ello, matizado con la introducción del análisis multivariante y multicriterio en el estudio de potenciales, trata la información combinando numerosas variables, bien a través del estudio de componentes principales, bien por medio del análisis factorial discriminante. La unión de estos métodos estadísticos junto con el análisis de vecindad de la técnica de potenciales permite la aproximación a un sistema experto que llena de contenido y operatividad a un SIG³⁰.

²⁹ CALVO PALACIOS, J.L. y PUEYO CAMPOS, A. (1989) "La adecuación espacial de equipamientos y servicios mediante la técnica de potenciales". *Actas II Jornadas sobre la población española*. pags. 1-9. Universitat de les Illes Balears. Palma de Mallorca

³⁰ CALVO PALACIOS, J.L y PUEYO CAMPOS, A. (1991) "La valoración de la información urbana para el tratamiento cartográfico mediante la técnica de potenciales". *Actas II Congreso Internacional de Ordenación del Territorio*. pags. 1803-1815. Universidad Politécnica. Valencia

- Desarrollo de útiles que permitan la gestión del transporte: Mejorando y reduciendo los tiempos en el desplazamiento intraurbano y facilitando la accesibilidad de los flujos a la ciudad (en función de las modificaciones sobre las red o de las demandas) tanto de los sectores productivos como poblacionales³¹. Ello debe obligar a contrastar un modelo teórico y simplificado con la realidad; es en este punto en donde se manifiesta el interés del SIG, ya que se erige en gestor de la información más detallada aportada, generalmente, por los padrones, registros administrativos, y encuestas. Ello ayudará a estimar la demanda y tipo de desplazamiento (transporte público, vehículo privado, camiones, ...) origen-destino³². La buena inserción de un modelo de transporte beneficiará a otras tareas del SIG en cuanto a una buena racionalización de recursos urbanos, mejoras en el transporte, predicciones con nuevas infraestructuras, modificación en la planificación, adecuación de futuras inversiones, actividades o equipamientos a los criterios de accesibilidad e interconexión, etc.

- Intrumentar nuevas tecnologías que recreen "escenarios urbanos" para constituir y gestionar figuraciones del espacio considerado³³, evitando el riesgo de una localización exclusiva en los problemas de la forma y la apariencia de la visión bidimensional. Así se plantean sistemas de reconocimiento de formas que permitan: elaborar tipologías, dividir parcelarios, generar volumetrías, proceder a los rellenos (aperturas de vías, texturas, colores), que muchas veces pueden quedar engañosos en los planos de dos dimensiones. Estas maquetas en tres dimensiones de la ciudad serán indispensables asociarlas a otros sistemas de adquisición de la información: tomas de video, fotogrametría, tratamiento de imágenes, etc. Algunos ejemplos se empiezan a dar de la mano del diseño asistido por ordenador, aunque más ligado a las necesidades de los arquitectos³⁴. Sólo en ciudades con una larga trayectoria en la utilización de un SIG en la planificación y gestión urbana (Lille, Marsella, Londres o París) han empezado a introducir las imágenes de síntesis como complementos dentro de sus sistemas, mejorando sus capacidades para sopesar, evaluar y medir actuaciones, bien de renovación o de nueva creación.

³¹ YOINT, P. (1991) "La modélisation du transport". *La Recherche*. nº 235. pags. 1026-1034. Ed. Soumilion. París

³² Además es preciso conocer diferentes características del ciudadano y su entorno: población, estructura sociológica, medios de transporte que dispone, frecuencias, medidas disuasorias, etc.

³³ PENEAU, J.P. (1990) "Nuevos instrumentos de gestión y de concepción del espacio urbano". *Ciudad y Territorio*. nº 84. pags. 247-261. Ministerio para las Administraciones Públicas. Madrid

³⁴ FORGIA, A. y REMY, V. (1990) "El diseño asistido por ordenador". *Ciudad y Territorio*. nº 84. pags. 235-246. Ministerio para las Administraciones Públicas. Madrid

CONCLUSIONES

La ayuda de un SIG para la Gestión Urbanística busca emplear el instrumento de la informática como elemento de unificación y ligazón entre informaciones ya existentes. La computerización de los archivos alfanuméricos y espaciales van a permitir localizarlos y actualizarlos en tiempo real, a pesar de la descentralización en diferentes secciones del ayuntamiento, muchas veces de dificultosa accesibilidad y que, generalmente, no eran contrastados, ni confrontados con algoritmos aritméticos-lógicos, produciendo así nuevas informaciones para la gestión del territorio.

La heterogeneidad de argumentos tratados puede parecer excesivo, pero no hay que olvidar que la conexión real de los elementos y variables son los que van a aportar la información necesaria para la correcta consecución de los procesos de gestión, gracias a los programas lógicos del sistema que al tratar la información producirá síntesis significativas aptas para su elaboración.

Vista la información requerida se plantea la duda de si todos los municipios pueden plantearse la adopción de estos sistemas. Baste señalar que en 1990 para un municipio de 500.000 habitantes un SIG estaba entre un mínimo de 50 y un máximo de 150 millones de pesetas considerando 3.000 has. de suelo consolidado y entre 5.000 y 8.000 de suelo agrícola, coste al que hay que añadir el inmovilizado en material informático del centro de cálculo necesario y que representaba una inversión mínima del orden 25.120 millones de pesetas³⁵. No obstante en los municipios pequeños estos costes se podrían reducir cuantiosamente si las Comunidades Autónomas asumieran desde sus Consejerías de Ordenación del Territorio y Urbanismo gran parte de los subsistemas básicos, así como la adopción de la información espacial y alfanumérica del catastro desarrollado por Hacienda. En este caso el coste más elevado provendría de la introducción de la información estrictamente municipal y no existente en los organismos anteriormente citados, así como el mantenimiento permanentemente actualizado de los subsistemas (que bien podría solucionarse mediante la mancomunación de municipios de reducido tamaño y/o potencial).

³⁵ ESCRIBANO BELTRAN, A. (1991) "Planeamiento urbanístico: Planes parciales, especiales, estudios de detalle", documentación del *Master de Planificación Territorial, Medioambiental y urbana*. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia