

# Sistemas de información geográfica: Algunas aplicaciones en planificación y gestión urbana

ROBERTO A. FIGUEROA

Instituto de Geografía Pontificia Universidad Católica de Chile

## RESUMEN

*En un contexto de continuo crecimiento urbano en el mundo el presente artículo revisa algunas de las aplicaciones de Sistemas de Información Geográfica (SIG) en planificación y gestión urbana. Diferentes beneficios operacionales son descritos (e.g., búsqueda de planos y mapas). La inclusión de los SIG en estudio de sitio es analizada, tomando como caso los procesos de control, las evaluaciones y selecciones de sitio. La participación de SIG en estrategias de planificación es también considerada, señalando las ventajas en términos de sobreposición de coberturas o cartas y en el análisis sociodemográfico. Al mismo tiempo las restricciones en términos de costos de aplicación son mencionadas. En este sentido, el desarrollo de Sistemas de Información Geográfica Multipropósito (SIGMP) es propuesto como alternativa de reducción de costos. Una segunda restricción planteada se relaciona con la capacidad limitada de simulación de escenarios urbana que actualmente poseen los SIG comerciales. Dos modelos de simulación de crecimiento urbano son descritos (Waterloo Generic Urban Model, Regional Growth Forecast).*

## ABSTRACT

*In the context of continuous urban growth throughout the world, this paper examines some Geographical Information System (GIS) applications in urban planning and management. Operational benefits are described (e.g., site and maps searches). GIS in site analyses [i.e., control processes] and site evaluation and selection are discussed. GIS in urban planning strategies is considered as well, regarding overlay and socio-economic analysis advantages. At the same time GIS restrictions in terms of financial constraints are mentioned. The development of Multipurpose Geographical Information Systems (MPGIS) is proposed as a way to save costs. A second restriction regards to the weak capability of current commercial GIS to simulate different urban scenarios. Two GIS models of urban growth are described (Waterloo Generic Urban Model and Regional Growth Forecast).*

## INTRODUCCION

Durante las dos últimas décadas, la mayor parte de las ciudades han experimentado un rápido crecimiento a un ritmo exponencial. En el futuro se espera que este crecimiento continúe con una tasa de 6% por año. Ello significará duplicar la población urbana en los próximos 12 ó 15 años (De Brouwer *et al.*, 1990). De hecho, el United Centre for Human Settlements (UNCHS) calcula que el número de personas viviendo en áreas urbanas en el mundo aumentará de 830 millones en 1985 a 2.150 millones en el año 2000 (Yaakup *et al.*, 1990).

En el caso de países desarrollados este incremento se ha reflejado en el crecimiento de ciudades de tamaño medio y menor. Uno de los impactos ha sido la necesidad de ampliar la cobertura de infraestructura, servicios públicos y equipamiento hacia las nuevas áreas urbanizadas. En el contexto de los países en desarrollo, el sostenido aumento de población urbana se ha asociado con un crecimiento en extensión de las ciudades mayores, conformado en importante parte por viviendas de carácter precario. No obstante, las nuevas áreas no han sido

objeto de relocalización de servicios básicos y equipamiento. Asimismo, en varios casos, las viviendas precarias además han invadido zonas de alto riesgo natural.

El déficit en términos de servicios, equipamiento e infraestructura, en aquellos nuevos barrios y áreas urbanas, puede relacionarse con las condiciones restrictivas en términos de recursos financieros, particularmente en la década de los ochenta, donde un gran número de países fue afectado por una recesión económica. Al mismo tiempo el déficit puede relacionarse con una falla o limitación de los instrumentos tradicionales de planificación urbana, tanto en detectar estas situaciones como en resolverlas. En este sentido los Sistemas de Información Geográfica (SIG) aparecen como una nueva tecnología, la cual puede representar grandes beneficios en diversas actividades de manejo urbano. El mismo argumento es propuesto por Nakamura y Shimizu (1990), quienes sugieren que el importante desarrollo de los SIG en planificación urbana es el resultado de la ineficiencia de mapas y gráficos convencionales en la representación y gestión de un espacio urbano altamente dinámico. De acuerdo a los mismos autores, los SIG han sido aplica-

dos a una gran gama de actividades en planificación urbana, como manejo ambiental, manejo del equipamiento y servicios básicos, administración de impuestos territoriales y navegación urbana.

Otro elemento citado como impulsor de la incorporación de los SIG en planificación urbana se asocia con el hecho de que 70 a 80% de la información administrada por los gobiernos locales se relaciona con una localización geográfica, particularmente la información referente a sitios o terrenos (Dale, 1991). Esta podría ser la causa de que cientos de SIG hayan sido aplicados, especialmente en países desarrollados. Así, por ejemplo, en Estados Unidos se espera que aproximadamente 3.000 condados, 20.000 ciudades y muchos más pueblos implementen en la década de los noventa un SIG en sus gobiernos locales, como una nueva herramienta de planificación (Somers, 1991). Es el mismo caso de Gran Bretaña, donde alrededor del 60% de condados y autoridades regionales posee actualmente plataformas de SIG (Campbell y Masser, 1992).

En este contexto el presente artículo pretende describir algunas de las aplicaciones más recientes de SIG en planificación urbana, particularmente analizando sus beneficios, usos y limitaciones. Así, en la primera parte se mencionan los beneficios operacionales de la incorporación de SIG en planificación urbana. Posteriormente es tratada la aplicación de SIG en estudios de sitio, tanto al corto como largo plazo. La sección que sigue discute las restricciones básicas en la implementación y aplicación de SIG en planificación urbana. Finalmente, el artículo sintetiza los usos principales de los SIG en el ámbito urbano y señala algunas de las aplicaciones que deberían incorporarse más frecuentemente en planificación urbana.

## 1. BENEFICIOS OPERACIONALES DE LA APLICACION DE SIG EN PLANIFICACION URBANA

La incorporación de SIG en planificación urbana presenta ventajas similares a cualquier sistema de geoprocésamiento considerado por algún organismo de planificación. Wood (1990) describe los beneficios resultantes de la utilización de un Sistema de Base Geográfica e Interdepartamental (SGB) en la ciudad de Tacoma, Washington, EE.UU.

- (i) Un acceso rápido y coherente a la información: rápida obtención de la información, producción de mapas e informes, en comparación con el tiempo de generación manual.
- (ii) Integración y combinación de la información: obteniendo la data requerida, independiente

del departamento de procedencia de los archivos y en un formato de acuerdo a los requerimientos necesarios para producir mapas y/o informes.

- (iii) Reducción en la duplicación de trabajo: compartiendo los archivos automatizados por distintos departamentos y centralizando los mapas computarizados bases en un sistema de información único.
- (iv) Mayor precisión y resolución: correlacionando las distintas fuentes de información y mejorando la capacidad de edición y corrección de la información, identificando errores o equivocaciones de una manera sistemática.
- (v) Mejora en la capacidad de actualización de la información: renovando la información cada ciertos períodos gracias a la automatización del proceso y siempre disponiendo de la información más reciente.
- (vi) Reducción del trabajo manual: ahorrando tiempo debido a la posibilidad de compilar la información y producir mapas en forma automatizada gracias al SGB. Eliminando las actividades manuales y destinando dicho personal a otras actividades de planificación.

En el mismo sentido, Charlton y Ellis (1991) reconocen consideraciones prácticas y ventajas en la aplicación de SIG. Un aspecto central mencionado es la reducción notable de tiempo en la ubicación de mapas o geoinformación vía un sistema automatizado, en comparación con un proceso de búsqueda manual. Thomasson (1989) señala que en el distrito sur de Oxford (Inglaterra) se ha concluido que cualquier municipio que requiera entre 7.000 y 8.000 búsquedas de planos o mapas por año justifica por sí solo la incorporación de un SIG.

Asimismo, mapas computarizados pueden ser ampliados y reducidos con facilidad, por supuesto dentro de los límites de resolución de la información. El software y un plotter digital pueden producir mapas de "calce perfecto" (e.g., tramado de calles), sin las distorsiones ópticas presentadas en el proceso de reproducción o duplicación (Charlton y Ellis, 1991).

## 2. ANALISIS DE SITIO EN EL CORTO PLAZO

Las aplicaciones de SIG en actividades de manejo urbano periódicas se relacionan con los procesos de control, evaluaciones de sitio y selecciones de sitio. En el caso de las solicitudes de permisos de construcción, ya sea nuevas edificaciones o ampliaciones, son procesadas en forma más expedita y eficiente. El departamento de control, te-

niendo una información digital detallada de loteos, sitios y una base de datos relacionada, puede evaluar si el proyecto de edificación propuesto cumple con todas las normas de construcción y condiciones de uso del suelo, señaladas en la legislación en sus distintos niveles. En otras palabras, el departamento de control puede rechazar o aceptar el proyecto presentado considerando los requerimientos de construcción y de uso del suelo del sitio en consideración.

Otro elemento asociado a la reducción del período de aprobación y recepciones de obras se relaciona con el formato de presentación del proyecto. Un variado número de departamentos urbanos en la actualidad está exigiendo la presentación de propuestas en archivos digitales o DXF (Digital Exchange Files). Un ejemplo es la ciudad de Honolulu, en Hawai, donde cualquier permiso de subdivisión requiere los planos y mapas del sitio presentados en formatos DXF o archivos de exportación ARC/INFO. De este modo no existe duplicación del trabajo, redibujando las secciones antiguas, y se dinamiza el proceso de actualización de la información (Schmidt, 1991; Yeh, 1990). Para otros autores los beneficios reales se traducen en una recopilación actualizada de impuestos territoriales de acuerdo a la situación más reciente (De Brujin, 1990).

Las evaluaciones de sitio y análisis de área de influencia son estudios que también pueden ser desarrollados utilizando SIG. Las evaluaciones de sitio consisten en la examinación de un lugar y sus alrededores, en términos de su aceptabilidad y capacidad para el uso propuesto, considerando factores como usos del suelo vecinos, equipamiento e infraestructura presentes (Dueker y DeLacy, 1990). Por ejemplo, un sitio potencial para un centro comercial debe ser evaluado en términos de su área potencial de mercado y beneficios factibles; un sitio propuesto para uso industrial puede ser evaluado de acuerdo a su impacto ambiental en el área inmediata. En el caso de importantes proyectos de vivienda, los SIG facilitan la evaluación del impacto de una nueva concentración de población, tales como el impacto en el transporte público. Otros aspectos de evaluación pueden incluir la demanda creada por nuevos centros comunitarios, equipamiento de salud, escuelas, comercio, entre otros (Charlton y Ellis, 1991).

La selección de sitio se relaciona con la generación de un listado de sitios que cumplen con ciertos criterios (ibíd.). Dueker y DeLacy (1990) señalan que la selección de sitio corresponde a un proceso exhaustivo de rastreo de terrenos o localizaciones factibles para ciertos tipos de desarrollo urbano. A través de los SIG se puede ejecutar eficientemente este proceso de rastreo, localizando aquellos sitios que cumplen con ciertas caracte-

terísticas. Un ejemplo de ello puede ser el caso de la ciudad de Regina, Canadá, la cual posee requerimientos especiales para la construcción de proyectos orientados a personas senectas. Este tipo de proyectos debe localizarse dentro de un radio de 300 metros de un centro comercial y de vías con transporte público. Así, gracias al SIG, se pueden definir las zonas potenciales en el plano regulador para este tipo de proyectos residenciales.

### 3. ESTRATEGIAS DE PLANIFICACION EN EL LARGO PLAZO

Por otra parte, la cartografía estratégica de largo plazo se asocia más bien a planes de desarrollo urbano y con planes sectoriales (Charlton y Ellis, 1991). Generalmente dichos planes consideran los futuros escenarios de expansión urbana y los potenciales usos del suelo. La sobreposición (overlay) de coberturas o cartas es una de las técnicas aplicadas en los SIG, en la ubicación de áreas para un desarrollo urbano futuro. De esta manera, a través del SIG puede ser confeccionada una carta integrada o cobertura final que muestre las distintas restricciones en términos de usos del suelo, como es el caso de planos de inundación, deslizamiento de laderas, áreas de protección natural, entre otras. Un ejemplo es la metodología aplicada en la región de Randstad, en Holanda, donde metas y objetivos de la política nacional de desarrollo urbano han sido transferidos a un criterio espacial (Geertman y Toppen, 1990). Uno de los objetivos planteados es que el desarrollo de nuevas áreas urbanas no debe incrementar los niveles de movilidad de la población y además no deben invadir áreas de protección natural. Con el propósito de identificar áreas para la futura expansión urbana un proceso de sobreposición de cartas fue ejecutado. De esta manera, a través del SIG, todas las áreas que no se encontraran adyacentes a áreas urbanas ya consolidadas y que correspondieran a "cinturones verdes" (áreas de protección natural), fueron descartadas como áreas potenciales de expansión urbana (Figura 1).

Al mismo tiempo los planes de desarrollo urbano incluyen diferentes estrategias para espacios abiertos, parques, áreas de conservación y áreas verdes. Comúnmente la existencia de estas áreas ha sido evaluada en términos generales considerando la superficie de área verde por habitante. Sin embargo, con la inclusión y utilización de SIG, el análisis puede mejorar en forma substancial. Elementos que pueden ser incorporados son la procedencia u origen de los usuarios de las áreas verdes, la relación entre la distribución espacial de áreas verdes y la distribución de niveles socioeconómicos, así como también la eficiencia de abas-

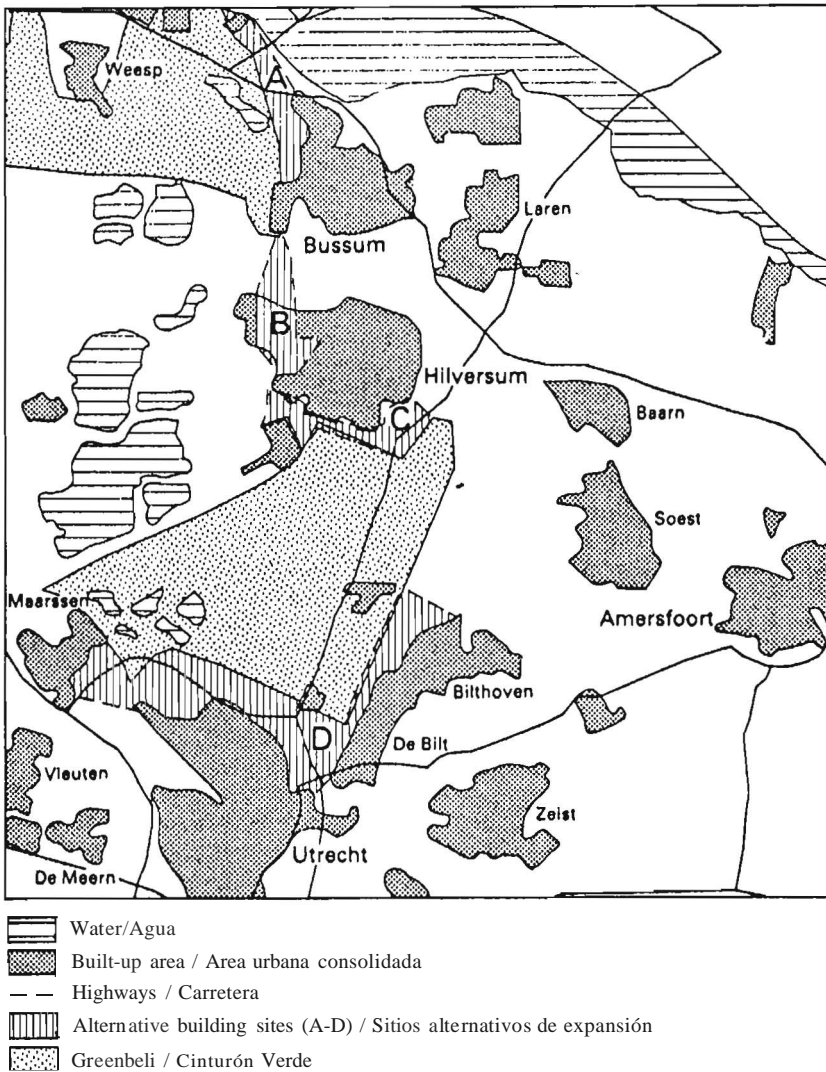


Figura 1: Sitios alternativos de expansión urbana en la región de Randstad, Holanda, de acuerdo a áreas consolidadas y cinturones verdes (Geertman y Toppen, 1990),

tecimiento de áreas verdes, considerando su distribución y la localización de áreas residenciales y otros usos del suelo. Asimismo, los corredores de vida silvestre o natural, definidos por biogeógrafos, biólogos y zoólogos, han sido evaluados en términos de su uso potencial, definiendo las distintas actividades que pueden ser desarrolladas en ellos; por ejemplo, acceso restringido a vehículos, zonas de *campings*, sendas, ciclovías, etc. (Charlton y Ellis, 1991). Otras aplicaciones de SIG a áreas verdes han tenido un carácter bastante innovador. Una metodología en SIG desarrollada en la ciudad de Aurora, Colorado, EE.UU., permitió relacionar al Departamento de Parques la información espacial de precipitación o agua lluvia caída, con el sistema de riego. De esta manera el gasto de agua fue reducido en aquellos lugares de mayor

precipitación. Un riego más eficiente pudo ser desarrollado sin desperdiciar un recurso escaso, como es el agua en el oeste de Estados Unidos (Stutheit, 1991).

La mayor parte de los planes de desarrollo urbano se basa en un análisis de la información sociodemográfica. La aplicación de SIG permite relacionar la información sociodemográfica con distintas unidades espaciales y así, por ejemplo,

<sup>1</sup> Sin embargo, es necesario considerar en este sentido los problemas técnicos que son encontrados en el análisis socioespacial. Es común asumir que un valor simple o agregado es aplicable igualmente para toda un área. El problema de la 'falacia ecológica' aparece cuando se asume que el valor real 'promedio' es aplicable a todos los elementos individuales dentro de la unidad espacial en consideración (Openshaw, 1984).

ubicar aquellos lugares con grupos en desventaja, como ancianos y niños. La asociación espacial entre el equipamiento, servicios y los grupos de mayor vulnerabilidad puede ser establecida. Así es posible determinar 'brechas' o áreas con déficit, las cuales deben ser abastecidas según distintas prioridades, considerando la importancia de los grupos involucrados y la dimensión de las brechas (Charlton y Ellis, 1991).

En el mismo contexto, los análisis sociodemográficos utilizan como fuente de información principal los censos nacionales de población. Inevitablemente en muchos casos la información posee varios años de antigüedad y no permite representar una situación actualizada de la realidad. Sin embargo, combinando estimaciones recientes, SrG y paquetes estadísticos, es posible modelar los cambios ocurridos en el espacio urbano y definir tendencias en términos de montos de población, empleo, comercio, entre otras. Así, requerimientos y necesidades (transporte público, equipamiento, infraestructura) para ciertas áreas urbanas pueden ser definidos.

#### 4. LIMITACIONES EN LA IMPLEMENTACION y APLICACION DE SIG EN PLANIFICACION URBANA

Aunque la incorporación de SrG es reconocida ampliamente como una herramienta de planificación urbana, particularmente en términos de ahorro de tiempo, también ella posee ciertas restricciones de orden económico. La adquisición de programas y equipos computacionales significa una inversión de envergadura, la cual muchos departamentos de planificación no pueden afrontar. En este sentido un elemento crucial en la aplicación de SrG es el compartimiento e integración de la información entre distintos departamentos y organismos. Generalmente diferentes departamentos municipales utilizan los mismos mapas e información base. De esta forma, un SrG central puede prevenir la duplicación de información base, así ahorrando costos que pueden ser transferidos al equipamiento del srG.

Dale (1991) señala que los beneficios de automatizar los archivos de sitios y loteos puede igualar los costos de inversión. En otras palabras, la existencia de un sistema automatizado por sí mismo produce pequeños beneficios. Solamente a través de usos 'adicionales' del sistema, por ejemplo, previniendo la duplicación, creando nueva información e incentivando el uso de la información en nuevos estudios, es posible alcanzar beneficios que puedan duplicar los costos de inversión.

Los SrG que atienden las demandas de diferentes departamentos han sido denominados Sistemas

de Información Geográfica de Multipropósito (SrGMP). Así, siendo los SrGMP compartidos por diferentes organismos y la información integrada, nuevos resultados pueden emerger, los cuales sería muy difíciles de generar en forma unitaria. En este caso, los beneficios de los SrGMP pueden superar tres o cuatro veces los costos de inversión (Somers, 1991).

Sin embargo, la elaboración de un SrGMP requiere de un largo período de entrenamiento y adaptación. La ciudad de Tacoma, Washington, luego de diez años de aplicaciones de SrG, coordinación y discusión entre departamentos, pudo desarrollar un SrGMP (Figura 2) (Wood 1990). Organizaciones y departamentos deben acordar un sistema de direcciones de calles estándar, una clasificación de vías, tipologías de uso del suelo, entre otros (Dueker y DeLacy, 1990). Por otro lado, la compra repentina de un equipo computacional y terminales para cada departamento es demasiado costosa e inoperacional. De hecho, muchas personas sufren del "miedo al computador". De esta forma, la mayoría de los gobiernos locales ha decidido partir con un proyecto piloto en uno o pocos departamentos, o con una aplicación sencilla para todos los departamentos (Charlton y Ellis, 1991).

Por otra parte, una herramienta esencial en planificación urbana y manejo de recursos urbanos es el desarrollo de un marco de modelos en SrG que permita al usuario manipular componentes independientes del crecimiento urbano a treinta o cincuenta años, desarrollar resultados gráficos y generar coberturas integradas. En la actualidad ningún srG comercial posee todos estos requerimientos. Es por ello que durante varios años la Universidad de Waterloo (Canadá) ha venido tratando de superar estas barreras a través de la interconexión de un srG y un conjunto de modelos de simulación. Waterloo Generic Urban Model (WATGUM) es un modelo que ha sido diseñado incorporando las relaciones claves entre procesos económicos, espaciales y demográficos, y para resolver preguntas de simulación, como "¿qué sucede si...?", De esta forma escenarios óptimos de mercado pueden ser alterados, no forzando los resultados a un marco contextual rígido y constante. WATGUM ha sido aplicado al área del Gran Toronto, simulando tres escenarios de crecimiento (expansión, central y nodal). A través de la simulación, requerimientos de servicios, costos de infraestructura e impactos ambientales han podido ser evaluados (Newkirk, 1991).

Una metodología similar está siendo aplicada por la Asociación de Gobiernos de San Diego, EE.UU., Regional Growth Forecast (RGF) es un sistema de modelación urbano basado en un SrG, el cual posee una gran variedad de usos y

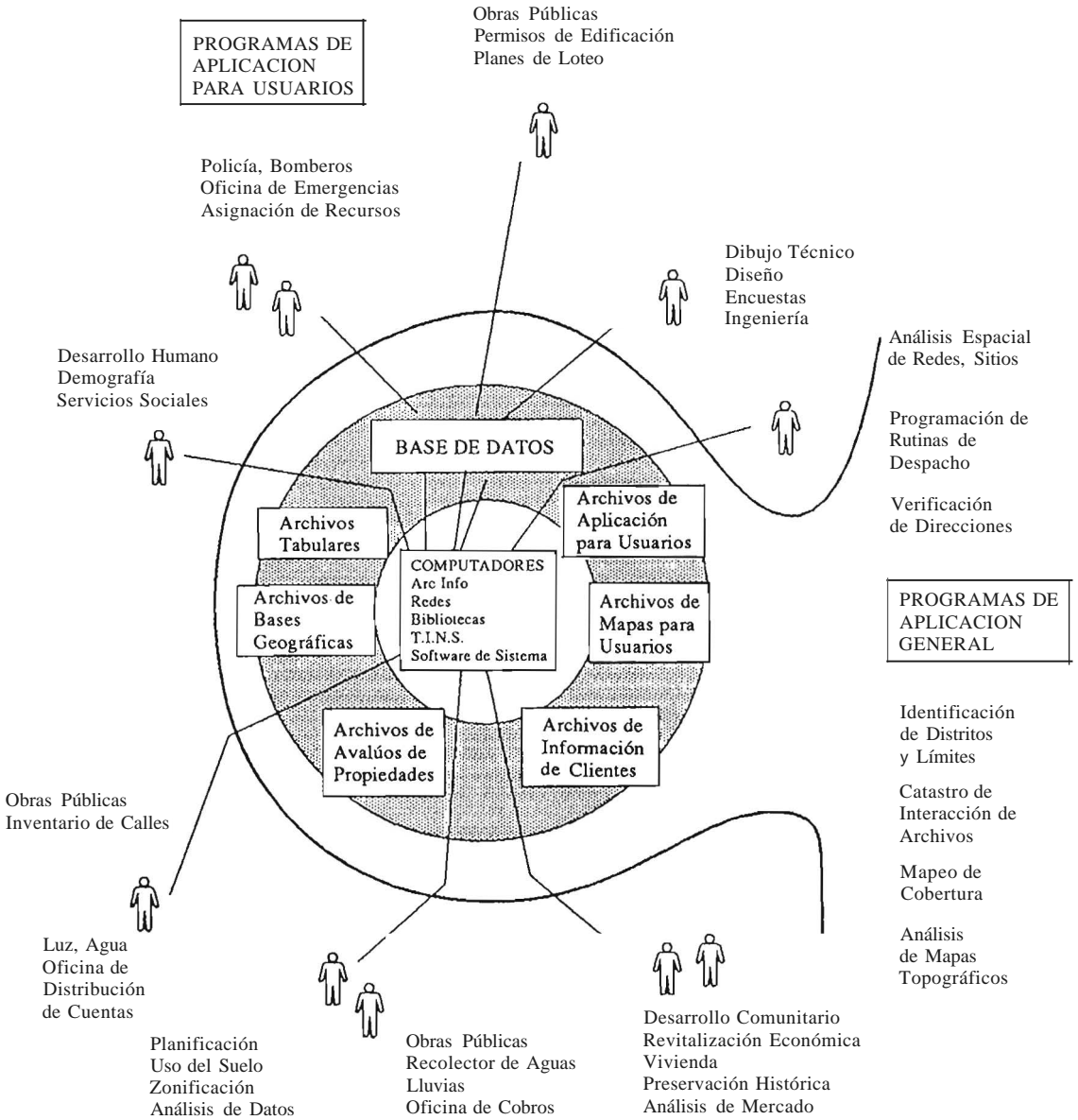


Figura 2: Esquema del Sistema de Base Geográfica (SBG) en la ciudad de Tacoma, Washington, Estados Unidos (Wood, 1990).

aplicaciones. Gracias al sistema se han podido determinar las necesidades de transpone público, el tamaño y localización del equipamiento, servicios e infraestructura, como estaciones de bomberos, escuelas, hospitales, alcantarillado y plantas de tratamiento de agua, RGF ha sido utilizado para evaluar las futuras demandas de agua y energía según áreas geográficas. Al mismo tiempo, ha permitido predecir la calidad futura del aire en toda la región, basándose en aspectos de uso del suelo y crecimiento de la población (Parrot y Stutz, 1991).

**CONCLUSION**

De acuerdo a las proyecciones, el mundo tendrá un incremento sustancial en términos de áreas urbanas en los próximos 20 años. Uno de los factores más importantes será el crecimiento más acelerado de la población y espacios urbanos. En este contexto, la incorporación de nuevas herramientas de planificación urbana es altamente requerida. Los nuevos instrumentos y técnicas deben ser capaces de manejar el rápido crecimiento urbano. En este sentido, los SIG aparecen como una herra-

mienta de notable utilidad para planificadores urbanos.

Los principales beneficios en la incorporación de SIG en planificación urbana se relacionan con ventajas operacionales, análisis de sitio y estrategias de planificación. En términos de ventajas operacionales, es claro que los SIG han disminuido la posibilidad de duplicación y la cantidad de trabajo manual, mejorando la capacidad de actualización de la información y facilitando la búsqueda de mapas e información relacionada.

En el caso de análisis de sitio al corto plazo, aspectos beneficiados han sido el proceso de control y administración de áreas urbanas, como asimismo la capacidad de efectuar evaluaciones y selecciones de sitio. Los departamentos de control poseen un gran apoyo que les permite acceder fácilmente a las regulaciones de un determinado lugar. Algunos departamentos urbanos ya solicitan las propuestas de subdivisión en archivos intercambiables, de manera que el proceso de aprobación se hace más expedito. La aplicación de SIG también ha permitido la ejecución de evaluaciones de sitio, en términos de su capacidad y aceptabilidad para determinados usos del suelo. En el caso de las selecciones de sitio, los SIG permiten localizar ágilmente aquellos lugares que cumplen con ciertos requerimientos o requisitos.

Asimismo, los SIG han sido un buen aporte para la planificación estratégica al largo plazo. Las técnicas de sobreposición han permitido identificar áreas para futuras expansiones de la ciudad. Sin embargo, la variable natural no ha sido incorporada frecuentemente en aplicaciones urbanas. Como sugieren French y Wiggins (1991), analizando el caso de las agencias de planificación en California, la mayoría de las aplicaciones ha estado relacionada mayormente con información de loteos y con actividades tradicionales de planificación (e.g., revisión de permisos y examinación de zonificaciones). Muy pocas agencias han incluido factores y recursos naturales en sus estudios (e.g., planos de inundación, áreas de conservación natural, zonas con potencial de flujos de escombros, calidad de suelos, entre otras).

Dos son las restricciones presentes en el equipamiento y aplicación de SIG en planificación urbana. Primero, la adquisición de una plataforma que permita correr estos programas computacionales es demasiado costosa tanto para departamentos urbanos como para otros organismos. Esta dificultad puede ser resuelta compartiendo la geoinformación y geoanálisis a través de un GISMP. No obstante, la generación de un SIG central requiere tiempo, tanto en experiencia como en el acuerdo de estándares en unidades y clasificaciones base.

La segunda restricción se relaciona con la capacidad de simulación de los SIG. Quizás ello sea la razón de que algunos gobiernos locales señalen que el uso de SIG no ayuda en el proceso de toma de decisiones (Campbell y Masser, 1992). En el caso de planificación urbana los SIG deben estar basados en modelos de crecimiento urbano, que permitan evaluar el impacto de diferentes escenarios urbanos. Los mayores beneficios se asocian con la definición de políticas y estrategias urbanas, las cuales deberían basarse en una decisión racional para seleccionar las distintas alternativas. Esto implica que la aplicación de SIG no solamente requiere de técnicos sino también de profesionales 'detrás' de ellos. Lugar donde el campo para los geógrafos está abierto...

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ANDERSON, DON. 1992: 'GIS Supports Garbage Hauler Franchising'. *GIS World* 5(5), pp. 36-38.
- CHARLTON, MARTIN and SIMON, ELLIS. 1991: 'GIS in Planning'. *Planning Outlook*, 34(1), pp. 20-26.
- CAMPBELL, H. y MASSER, I. 1992: 'GIS in local government: some findings from Great Britain'. *International Journal of Geographical Information Systems*, 6(6), pp. 529-546.
- DALE, PETER F. (1991): 'GIS and their role in urban development'. *Cities*, 8(1), pp. 10-16.
- DE BROUWER, HANS *et al.* 1990: 'Rapid assessment of urban growth using GIS-RS techniques'. *ITC Journal*, 3, pp. 233-235.
- DE BRUIJN, C.A. 1990: 'New systems, other methods: The introduction of LIS and GIS in urban planning'. *Regional Development Dialogue*, 11(3), pp. 95-116.
- DUEKER, KENETH J. YDELACY P., BARTON. 1990: 'GIS in the Land Development Planning Process. Balancing the needs of land use planners and real estate developers'. *Journal of the American Planning Association*, 56(4), pp. 483-491.
- FRENCH, STEVEN y WIGGINS, LINA. 1991: 'California planning agency experiences with automated mapping and geographic information systems'. In: WORRAL, LES (ed.). *Spatial Analysis and Spatial Policy using Geographic Information Systems*. London: Belhaven Press, pp. 62-74.
- GEERTMAN, STAN E.M. y TOPPEN, FRED J. 1990: 'Regional Planning for new housing in Randsd Holland'. In: SCHOLTEN, H.J. and STILLWELL, J.C.H. (eds.). *Geographical Information Systems for Urban and Regional Planning*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, pp. 95-106.
- LEE, Y.e. 1990. 'Geographic Information Systems for urban applications: problems and solutions'. *Environment and Planning* 8,17(4), pp. 463-473.
- NAKAMURA, H. y SHIMIZU, E. 1990. 'Development and Utilization of Geographical Information Systems in Urban Management. Reviewed from examples of Japan'. *Geo-Information- Systeme*, 3, pp. 3-9.
- NEWKIRK, ROSS. 1991. 'Mapping metropolitan area futures: a case study from Toronto'. In: WORRAL, LES (ed.). *Spatial Analysis and Spatial Policy using Geographic Information Systems*. London: Belhaven Press, pp. 62-74.

- OPENSHAW, S. 1984. 'Ecological fallacies and the analysis of area! census data'. *Environment and Planning A*, 16, pp. 17-31.
- PARROT, R. y STUTZ, F.P. 1991. 'Urban GIS applications'. In: MAGUIRE, DAVID J., GOODCHILD, MICHAEL F., and RHIND, DAVID W. *Geographical Information Systems. Principles and Applications*. New York: John Wiley & Sons. Vol. 2, pp. 247-260.
- SEONG, KAM TIM 1990. 'A Microcomputer-Based Geographic Information System for Urban and Regional Planning: A case study of Brunei Darussalam'. *Regional Development Dialogue*, 1J(3). pp. 171-186.
- SCHMIDT, KEN. 1991. 'Development of the City and County of Honolulu'. *GIS World* 4(2). pp. 46-48.
- SOMERS, REBECA. 1991. 'GIS in US local government'. *Cities*, 8(1). pp. 25-32.
- STUTHEIT, JUANN. 1991. 'Handling rapid suburban growth no problem with GIS'. *GIS World* 4(5), pp. 56-59.
- THOMASSON, M. 1989. 'South Oxfordshire's SOLAPS'. *Mapping Awareness*, 3(6).
- WOOD, STEARMS I. 1990. 'Geographic Information System development in Tacoma'. In: SCHOLTEN, H.I. and STILLWELL, J.C.H. (eds.) *Geographical Information Systems [or Urban and Regional Planning]*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, pp. 72-92.
- YAAKUP, A.B. *et al.* 1990. 'The application of Geographic Information Systems for urban land use planning and monitoring: a case study of low cost-housing development in Kuala Lumpur, Malaysia'. *Environment and Planning B*, 17(4), 385-393.
- YEH, ANTHONY GAR-ON. 1990. 'Geographic Information System for urban planning in Hong Kong'. *Regional Development Dialogue*, 1J(3), pp. 120-140.