UTILIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL CÁLCULO DE INDICADORES A ESCALA URBANA

PAU QUERALTÓ I ROS Y PILAR GARCÍA ALMIRALL

ACE: Architecture, City and Environment = Arquitectura, Ciudad y
Entorno [en línea]. 2009, Año 4, núm. 11 Junio. P. 59-86

ISSN: [1886-4805](http://www.issn.org/1886-4805)

Website access: http://www-cpsv.upc.es/ace/Articles_n11/PDF/ACE_11_ST_30.pdf

UPCommons access: <http://hdl.handle.net/2099/8247>

ACE

Architecture, City, and Environment
Arquitectura, Ciudad y Entorno

C

THE USE OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS IN THE CALCULATION OF INDICATORS AT THE URBAN SCALE

Key words: Urban parameter, urban scale, Geographic Information System.

Abstract

Historically the calculation of indicators at an urban scale has been undertaken to analyze the urban fabric of cities, however the frequent transformation of cities has implied the necessity to update such indicators. In the field of urbanism the interest of indicators focuses on urban parameters, which have an important role in planning, in its management and its future improvement. This article explores some urban parameters of three areas of Barcelona: the Gothic Quarter, the area of the Sagrada Familia and the Pedralbes area, from data provided by Barcelona City Council. Using Geographic Information Systems (GIS) technology different parameters are calculated and spatial differences between these areas are obtained, enabling an understanding to be reached of the net floor space, the built occupation and the compactness of the urban fabric for each of the case study areas. The analysis using GIS technology allows for new spatial information to be obtained, which should be taken into consideration given its importance for future strategic decisions within the scope of planning and urban management.

UTILIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL CÁLCULO DE INDICADORES A ESCALA URBANA

QUERALTÓ i ROS, Pau ¹
GARCÍA ALMIRALL, Pilar

Remisión artículo: 01-07-2009

Remisión definitiva: 5-10-2009

Palabras Clave: Parámetro urbanístico, escala urbana, Sistema de Información Geográfica.

Resumen:

El cálculo de indicadores a escala urbana ha sido históricamente motivo de estudio para analizar el tejido urbano de las ciudades, lo cual supone una periódica revisión de éstos debido a las frecuentes transformaciones urbanas. En el ámbito de la ciudad, el interés en el cálculo de indicadores se centra en los parámetros urbanísticos, los cuales tienen un papel muy importante en el planeamiento, su gestión y mejora cara el futuro.

En el presente artículo se estudian algunos parámetros urbanísticos de tres barrios de la Ciudad Condal: el Barrio Gótico, el Barrio de la Sagrada Familia y el Barrio de Pedralbes; a partir de los datos facilitados por el Ayuntamiento de Barcelona. Utilizando la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica se calculan diferentes parámetros y se obtienen las diferencias espaciales existentes entre estos barrios, resultados que permiten entender cuál es la edificabilidad neta, la ocupación de la edificación o la compacidad de los tejidos urbanos de cada uno de los casos estudiados.

El análisis mediante la tecnología SIG permite obtener nueva información espacial, que debe ser considerada dada su importancia por los urbanistas en futuras decisiones estratégicas dentro del ámbito del planeamiento y la ordenación urbana.

¹ Pau Queraltó i Ros y Pilar García Almirall, Centro de Política del Suelo y Valoraciones, Universidad Politécnica de Cataluña, Avenida Diagonal, 649, 4 planta, 08028 Barcelona, España. Email de contacto: pau.queralto@upc.edu

1. Antecedentes

A lo largo de la historia moderna, aparece la ciudad industrial para encontrar una problemática urbana de grandes dimensiones que suponga la puesta en marcha de políticas urbanas con la finalidad de dar respuesta a esta problemática. Por tanto, puede considerarse que a efectos de la Revolución Industrial, que tiene lugar a finales del siglo XVIII en Inglaterra y que posteriormente se extiende a otros estados europeos y a Norteamérica, las ciudades empiezan a crecer y es durante la segunda mitad del siglo XIX cuando tiene lugar el mayor crecimiento demográfico urbano del cual se tienen datos en toda la historia de la humanidad.

La progresiva aglomeración de personas en las grandes ciudades no es tenida en cuenta en sus inicios, llegando al punto en que la situación es grave debido a los problemas derivados de la insuficiencia de alcantarillados, las redes de agua potable, entre otros factores. No existe una idea clara de política urbanística, sólo se intentan remediar los problemas sin tener en cuenta una visión general. Hasta finales del siglo XIX y a lo largo de los inicios del siglo XX no se observan los cambios producidos en las principales ciudades europeas, Londres o París, dónde se ponen en marcha políticas para sanear las ciudades aportando más espacio, edificabilidad y sanidad.

En este momento se observan en las diferentes políticas urbanas las intenciones de regular el crecimiento de la ciudad y de la consciencia de mejorar las condiciones de vida de las poblaciones que en ellas residen. Según Ribas Piera (1982), se utilizan a partir de los años veinte los estándares urbanísticos, los cuales son considerados como los primeros indicadores a escala urbana, que tenían como finalidad regular las superficies y los porcentajes mínimos que debían ser reservadas como dotaciones por cualquier planificador urbano.

A partir de la segunda mitad del siglo XX crece la preocupación de crisis urbana. Las ciudades empiezan a perder población y actividad productiva, lo cual comporta una degradación urbana. La población emerge de las ciudades en búsqueda de mejores condiciones y calidad de vida y la urbanización empieza a extenderse como una mancha de aceite en el territorio. La ciudad jardín es el ejemplo que siguen muchas aglomeraciones urbanas, tendencia que provoca un consumo de suelo y de recursos elevado, aumenta la movilidad del transporte privado, aparecen problemas de segregación de la población, entre otros. Es a partir de la década de los setenta cuando comienzan a valorarse estos problemas y se toman iniciativas políticas para poder remediarlos. Aparecen los indicadores medioambientales, la sostenibilidad y el desarrollo urbano son conceptos que adquieren importancia y que en los inicios del siglo XXI el desarrollo futuro de las sociedades contemporáneas dependerá de una racionalización y una adecuada gestión del crecimiento de las ciudades, es decir, dependerá de tener en cuenta la sostenibilidad del desarrollo urbano.

En este periodo se encuentran algunos de los trabajos pioneros. A nivel europeo debe destacarse el papel de la Comisión Europea en su voluntad de realizar programas con

acciones concretas y ser evaluados mediante informes, siendo el *Libro verde del medio ambiente urbano* (1990) y el *European Sustainable Cities Report* (1996) los referentes más destacados. A nivel nacional Rueda (1996) enfrenta la ciudad compacta a la conurbación difusa, exponiendo las diferencias existentes entre ambos tejidos urbanos. A nivel local, iniciativas como la del Fòrum Cívic per la Barcelona Sostenible (1997) y la Xarxa de Ciutats i Pobles cap a la Sostenibilitat de la Diputació de Barcelona (1998), aportan criterios y procedimientos para desarrollar indicadores de sostenibilidad, así como las herramientas para una gestión municipal con la práctica de l'Agenda 21 Local.

En la actualidad, el uso de los indicadores a escala urbana permite analizar de una forma sistemática los problemas y los impactos de determinadas políticas de gobierno y, si están bien diseñados, permite dar respuesta a objetivos políticos definidos. Un indicador es una medida que resume información sobre una cuestión en particular, pudiendo mostrar tendencias a partir de la información cuantitativa que posee. No debe entenderse un indicador como una sucesión de datos estadísticos, sino como una herramienta integrada en un programa de actuación política que, de forma sistemática y regular en el tiempo, va reflejando las necesidades y la eficiencia de la actuación ejecutada.

Pero en el contexto urbanístico el planeamiento utiliza los parámetros, como concepto entendido como un valor cuantitativo resultante de los fenómenos estrictamente edificatorios. El parámetro urbanístico determina, por ejemplo, el valor máximo de edificabilidad en una actuación urbanística. Se trata de valores establecidos, normalmente regulados por la legislación, que sirven de referencia y que no deben ser superados, y que tienen la finalidad de regular la edificación. Por tanto, puede afirmarse que un parámetro urbanístico no es un indicador a escala urbana por sí solo, pues sólo aporta información cuantitativa y no cualitativa, y no explica los problemas urbanos ni da respuesta a actuaciones políticas.

Estos antecedentes ya explicados permiten contextualizar el presente artículo, cuyo objetivo principal es realizar el cálculo de indicadores a escala urbana utilizando los Sistemas de Información Geográfica (SIG), tecnología que permite determinar con detalle la ocupación y la intensidad de uso de la ciudad. A partir de la disponibilidad de datos georeferenciados y la utilización del SIG, es posible la intersección espacial de la información que aproxima un nuevo conocimiento esencial para el seguimiento y control de la transformación urbana. Así es posible identificar las diferencias en los tejidos urbanos y la morfología social de los barrios, aportando información clave en la toma de decisiones.

Es un objetivo específico la posibilidad realizar un estudio empírico, en el que se pretende crear un prototipo de indicadores y convertir la cartografía disponible en formato Computer Asisted Design (CAD) al formato propio de los SIG encaminada a constituir una base cartográfica asociada a una base alfanumérica que permite efectuar los cálculos de los indicadores, actualizarlos y mapificarlos.

2. Metodología

Con motivo de cumplir con los objetivos anteriormente planteados, se realiza el cálculo de indicadores a escala urbana mediante la utilización del SIG. Se toma como referencia el trabajo que está realizando el Centro de Política de Suelo y Valoraciones de la Universidad Politécnica de Cataluña llamado *Paràmetres urbanístics de la ciutat de Barcelona*² del cual se escogen finalmente tres parámetros urbanos: la edificabilidad neta real por manzana, la ocupación de la edificación por manzana, y la compacidad del tejido por manzana. También se decide calcular dos indicadores con componente de sostenibilidad, que se forman parte de la propuesta realizada por la organización *Fòrum Civic*: el porcentaje de habitantes que tienen acceso a pie en menos de diez minutos a una zona verde (jardín o parque), y la evolución de los usos del suelo en Km² de espacios libres.

El software SIG utilizado en el estudio empírico es MapInfo, elección justificada por la existencia de datos en este formato elaborados para el trabajo anteriormente citado y por las potencialidades de salida de que goza este software. Se deberán preparar los datos para la posterior gestión en el SIG, lo cual implica transformar la cartografía digital disponible en formato CAD al formato que todos los SIG son capaces de reconocer, el formato shape.

Los resultados obtenidos serán presentados en forma de mapa temático, con la finalidad de representar espacialmente los datos y que puedan ser comparados y relacionados. Se realizará un pequeño comentario de los resultados de cada indicador y se tratará de valorar la información que cada uno de ellos aporte. Finalmente, en las conclusiones se realizarán propuestas e hipótesis de estudio en función de los resultados obtenidos.

3. El cálculo de indicadores a escala urbana en tres barrios de la ciudad de Barcelona

El estudio empírico realizado tiene como ámbito de estudio la ciudad de Barcelona y, particularmente, tres barrios de la ciudad condal: el barrio Gótico, el barrio de la Sagrada Familia y el barrio de Pedralbes. La estructura del estudio se compone, en primer lugar, de una pequeña descripción y delimitación geográficas de los ámbitos de estudio, tres barrios de la ciudad de Barcelona. A continuación se confecciona un prototipo de indicadores a escala urbana, el cual contendrá los indicadores que serán posteriormente calculados. Y, finalmente, se presentan los resultados obtenidos del cálculo de los indicadores del prototipo mediante mapas temáticos.

² Trabajo de investigación inédito financiado por el Ayuntamiento de Barcelona, del cual se utilizan datos para realizar el presente artículo.

3.1 Contexto del estudio: los barrios de Barcelona.

Como anteriormente ya ha sido descrito, los ámbitos de estudio son tres barrios de la ciudad de Barcelona: el barrio gótico, el barrio de la Sagrada Familia, y el barrio de Pedralbes (ver figura 1). Se escogen los mencionados barrios partiendo de la hipótesis que el estudio se verá beneficiado de forma directa o indirecta analizando tres tejidos urbanos que parecen tener características muy distintas.

Figura 1: **Fotografía aérea con la delimitación de los ámbitos de estudio en la ciudad de Barcelona**

Fuente: Elaboración propia a partir Imagen aérea de Google Earth 2008.

A continuación se cree necesario identificar cada uno de los tres barrios de la ciudad de Barcelona que forman los ámbitos de estudio.

El barrio Gótico

El barrio Gótico (ver figura 2) es el núcleo más antiguo de la ciudad condal y supone su centro histórico. Es el lugar donde se encuentran la mayoría de los edificios y calles con un significado histórico importante de la ciudad. Al largo de los siglos ha asumido el papel de centro de representación política e institucional.

Figura 2: **Delimitación del Barrio Gótico de la ciudad de Barcelona**

Fuente: Elaboración propia a partir Imagen aérea de Google Earth 2008.

Como se puede observar en la Imagen superior, el barrio Gótico está compuesto a la vez por diferentes microbarrios históricos que aun conservan su propia personalidad: “el Call”, “Sant Just i Pastor”, “Santa Maria del Pi”, “la Catedral”, “Santa Anna”, “la Mercè” i “el Palau”.

El barrio de la Sagrada Família

Más allá del límite de la derecha de *l'Eixample*, en la parte alta de éste, hay el barrio de la Sagrada Família (ver figura 3), anteriormente conocido como *el Poblet*. Éste era un vecindario que al largo de muchos años se redujo a campos, con un pequeño núcleo de casa bajas situadas alrededor del actual *Carrer de València*. No llegó a tener una cierta entidad hasta los primeros años del siglo XX, cuando se caracterizó como barrio obrero a los alrededores de muchas industrias.

Figura 3: Delimitación del Barrio de la Sagrada Familia de la ciudad de Barcelona

Fuente: Elaboración propia a partir Imagen aérea de Google Earth 2008.

L'Avinguda Gaudí atraviesa el barrio, uniendo la Sagrada Familia con otra obra puntal del modernismo catalán: *l'Hospital de la Santa Creu i Sant Pau*, de Lluís Domènech i Montaner. Los dos edificios están declarados Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO.

El barrio de Pedralbes

El topónimo "Petras Albas" o piedras blancas, documentado el año 986, hace referencia al color claro de la roca en esta zona y fue adoptado por la masía que la presidía, de la cual deriva el nombre del actual barrio de Pedralbes (ver figura 4).

Figura 4: Delimitación del Barrio de Pedralbes de la ciudad de Barcelona

Fuente: Elaboración propia a partir Imagen aérea de Google Earth 2008.

Pedralbes es hoy en día la zona residencial de más “alto standing” de la ciudad de Barcelona, con grandes mansiones, antiguas y nuevas, envueltas de jardín como son los entornos de la Avenida Pearson y el *Parc de l’Oreneta*, o bloques aislados envueltos de zonas ajardinadas como son los entornos de la *Avinguda de Pedralbes* o la *Carretera d’Esplugues*.

3.2 Cálculo de indicadores a escala urbana

Se pretende realizar un prototipo de indicadores a escala urbana partiendo del análisis de estudios y/o propuestas realizadas en la ciudad de Barcelona. En el apartado de antecedentes se han tratado los indicadores urbanísticos, los indicadores sociales y de bienestar o calidad de vida, y los indicadores medioambientales, y para cada uno de ellos se han detallado los indicadores que han sido utilizados en diferentes estudios, trabajos o investigaciones referentes a la ciudad de Barcelona.

El prototipo de indicadores (ver tabla 1) a ser calculado en el presente estudio empírico se ha elaborado teniendo en cuenta la disponibilidad de información y el grado de utilización de estos en los diferentes estudios a escala urbana analizados. Sin embargo, no se encontró una metodología discriminatoria válida desde la perspectiva teórica. Por este motivo se escogieron cinco indicadores que cumplieran, como mínimo, la disponibilidad de datos para que pudieran ser calculados.

Tabla 1: **Prototipo de indicadores**

<p>1. Edificabilidad neta real por manzana</p> <p><u>Superficie de techo (m² construidos sobre rasante de la manzana, incluido los equipamientos)</u></p> <p>Superficie de suelo calificado de edificable (m² de suelo edificable de la manzana)</p>
<p>2. Ocupación de la edificación por manzana</p> <p><u>Superficie ocupada por edificación (m² suelo edificado en PB de la manzana, incl. equip.)</u></p> <p>Superficie de suelo calificado de edificable (m² suelo calificado de edificable de la manzana)</p>
<p>3. Compacidad del tejido por manzana</p> <p><u>Superficie ocupada por la edificación en Planta Baja (m² suelo edificado en Planta Baja de la manzana, incl. equip.)</u></p> <p>Superficie total de suelo (m² suelo de la manzana)</p>
<p>4. Porcentaje de habitantes que tienen acceso a pie en menos de diez minutos a una zona verde (jardín o parque)</p>
<p>5. Evolución de los usos del suelo en el ámbito metropolitano de Barcelona. Kilómetros cuadrados de espacios libres.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Para cada uno de los ámbitos descritos anteriormente ha debido de generarse la cartografía. Los datos disponibles, conseguidos gracias a que el Ayuntamiento de Barcelona los cedió en motivo del trabajo anteriormente ya citado, eran de naturaleza CAD. Concretamente los datos gráficos disponibles habían sido generados gracias al software de cartografía digital llamado Microstation. Se trataba de tantos archivos como manzana hay en la ciudad de Barcelona agrupados por distritos, con lo cual el procedimiento a seguir para poder conseguir los datos gráficos en formato SIG se debe juntar en un archivo CAD con Microstation todas las manzanas correspondientes a los distritos de Barcelona donde se encuentran los ámbitos de estudio (los tres barrios), en este caso fueron los distritos 1, 2 y 4 (ver figura 5).

Figura 5: Imágenes en formato CAD de los tres distritos de la ciudad de Barcelona dónde se encuentran los barrios a estudiar

Distrito 1 de Barcelona – Barrio Gótico

Distrito 2 de Barcelona – Barrio Sagrada Família

Distrito 4 de Barcelona – Barrio Pedralbes

Fuente: Institut Municipal d'Informàtica (IMI) de l'Ajuntament de Barcelona.

En primer lugar se debe realizar los ajustes necesarios en el software SIG utilizado, en este caso GeoMedia Professional v6.0 Professional, para poder realizar la conversión de datos CAD a datos SIG. Estos se caracterizan, entre otros factores, por estar georeferenciados (se utilizó el sistema de coordenadas geográficas Universal Transverse Mercator zona 31 Norte, y el European Datum de 1950 como geoide de referencia). Finalmente, la conversión de los datos en formato shape a MapInfo, operación en la que debe tenerse en cuenta las unidades de medición de uno y otro software (GeoMedia utiliza como unidad de medición el milímetro y MapInfo el metro).

En segundo lugar, una vez analizados y depurados los datos SIG conseguidos se trazó un polígono que delimitara cada uno de los ámbitos del estudio para cada uno de los distritos anteriormente mencionados (ver figura 6).

Figura 6: Imágenes en formato SIG de la delimitación de los tres ámbitos de estudio: Barrio Gótico, Barrio de la Sagrada Familia y Barrio de Pedralbes

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del CPSV.

Por otro lado, la obtención de los datos alfanuméricos para realizar el presente estudio empírico supuso la creación de una base de datos a partir de las siguientes fuentes de información:

- Base de datos del Catastro: partiendo de los datos facilitados por el Centro de Política de Suelo y Valoraciones (CPSV) de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) en motivo del estudio *"Paràmetres Urbanístics de la ciutat de Barcelona"*, que datan del mes de Octubre de 2007, se ha elaborado una base de datos en formato Access en la cual se estructuró la información proveniente de las fincas, de la edificación (los edificios), de los locales y de los servicios existentes en los tres barrios de la ciudad de Barcelona (ámbito de estudio).
- Padrón de Habitantes: se acceden a los datos siguiendo la misma metodología anteriormente explicada, pero en este caso se estructuran los datos por manzana y se consigue el número de habitantes de cada una de éstas existentes en los tres barrios de la ciudad de Barcelona (ámbito de estudio).
- Superficie construida sobre rasante: se elabora una base de datos con los totales en metros cuadrados de superficie construida a nivel de finca, mediante consultas a la base Access anteriormente mencionada.
- Número de viviendas: se construye una base de datos con el número de viviendas mediante consultas a la base Access citada anteriormente, con la condición que el uso de los locales existentes en los edificios de cada finca sea residencial y, además, que su superficie sea superior a los 25 metros cuadrados.

3.3 Resultados obtenidos

A continuación se mapifican los resultados obtenidos del cálculo de los indicadores del prototipo, uno a uno, para cada uno de los tres barrios de la ciudad de Barcelona que constituyen el ámbito de estudio.

INDICADOR 1: Edificabilidad neta real por manzana

Aplicando la fórmula de dicho indicador (ver tabla 1), a continuación se muestran los mapas de cada barrio con los resultados obtenidos en las figuras 7, 8 y 9:

Figura 7: **Mapa del Barrio Gótico de la ciudad de Barcelona en el que se representa la edificabilidad neta real por manzana**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por el CPSV.

Se observa en el mapa temático una edificabilidad neta real alta distribuida de forma irregular por todo el barrio, aunque parece más presente en los límites norte, este y sur.

Los valores de densidad más bajos también se distribuyen de forma irregular por la superficie del barrio, aunque se detecta una zona de baja edificabilidad el centro de éste.

La media de edificabilidad del barrio es de 4,77.

Figura 8: Mapa del Barrio Sagrada Familia de la ciudad de Barcelona en el que se representa la edificabilidad neta real por manzana

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por el CPSV.

Se observa en el mapa temático una concentración elevada de edificabilidad en el norte y el sur del barrio, siendo el centro la zona menos edificada.

La media de edificabilidad del barrio es de 4,89.

Figura 9: Mapa del Barrio Pedralbes de la ciudad de Barcelona en el que se representa la edificabilidad neta real por manzana

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por el CPSV.

Se observa en el mapa temático una concentración importante de edificabilidad en el Sureste del barrio, siendo en la parte Norte dónde los valores son más bajos o iguales a cero pues se trata de las primeras estribaciones de Collserola.

La media de edificabilidad del barrio es de 1,28.

INDICADOR 2: Ocupación de la edificación por manzana.

Aplicando la fórmula de dicho indicador (ver tabla 1), a continuación se muestran los mapas de cada barrio con los resultados obtenidos en las figuras 10, 11 y 12:

Figura 10: **Mapa del Barrio Gótico de la ciudad de Barcelona en el que se representa la ocupación de la edificación por manzana**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por el CPSV.

En el mapa temático se observa que las manzanas del barrio están, de forma mayoritaria, ocupadas plenamente por edificación, siendo la media del barrio de 0,92.

Figura 11: Mapa del Barrio Sagrada Familia de la ciudad de Barcelona en el que se representa la ocupación de la edificación por manzana

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por el CPSV.

La ocupación de las manzanas por la edificación no es completa en el barrio, aunque el valor medio del barrio es de 0,86.

Figura 12: Mapa del Barrio Pedralbes de la ciudad de Barcelona en el que se representa la ocupación de la edificación por manzana

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por el CPSV.

La ocupación de las manzanas por la edificación sólo se da en el Sur del barrio, siendo la media de 0,23.

INDICADOR 3: Compacidad del tejido por manzana.

Aplicando la fórmula de dicho indicador (ver tabla 1), a continuación se muestran los mapas de cada barrio con los resultados obtenidos en las figuras 13, 14 y 15:

Figura 13: **Mapa del Barrio Gótico de la ciudad de Barcelona en el que se representa la compacidad del tejido por manzana**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por el CPSV.

La compacidad del tejido urbano es superior en la mitad Norte del barrio que en la mitad Sur, siendo el valor medio de ésta de 0,65.

Figura 14: **Mapa del Barrio Sagrada Familia de la ciudad de Barcelona en el que se representa la compacidad del tejido por manzana**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por el CPSV.

La compacidad del tejido urbano se distribuye de forma irregular por el barrio, siendo la media de 0,53.

Figura 15: **Mapa del Barrio Pedralbes de la ciudad de Barcelona en el que se representa la compacidad del tejido por manzana**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por el CPSV.

La compacidad del tejido urbano es prácticamente nula excepto en ocasiones puntuales en el Sur del barrio. La media de compacidad del tejido urbano es de 0,11.

INDICADOR 4: Porcentaje de habitantes que tienen acceso a pie en menos de cinco minutos a una zona verde (jardín o parque).

Para realizar el cálculo de este indicador se empleará la herramienta "buffer" del SIG, la cual permitirá crear áreas de influencia de 200 metros en torno a las consideradas zonas verdes. Las áreas que queden fuera de estos "buffer" corresponderán a distancias a zonas verdes superiores a 200 metros (equivalente a 5 minutos andando de una persona) y deberá calcularse la proporción de personas que residen en aquella área (utilizando datos catastrales) para, posteriormente, saber cuál es el porcentaje de habitantes que tienen a más de 5 minutos andando una zona verde en su propia ciudad.

Los mapas de cada barrio con los resultados obtenidos se muestran en las figuras 16, 17 y 18:

Figura 16: **Mapa del Barrio Gótico de la ciudad de Barcelona en el que se representan las áreas de influencia (de 200 metros) de las zonas verdes**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por el CPSV.

Como muestra la Imagen 26, el número de habitantes que tiene acceso a pie en menos de 5 minutos a una zona verde es de 4.231, lo cual significa un porcentaje del 26,52% respecto al total (16.138 habitantes).

Figura 17: Mapa del Barrio Sagrada Familia de la ciudad de Barcelona en el que se representan las áreas de influencia (de 200 metros) de las zonas verdes

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por el CPSV.

Como muestra la Imagen 27, el número de habitantes que tiene acceso a pie en menos de 5 minutos a una zona verde es de 27.220, lo cual significa un porcentaje del 51,82% respecto al total (52.521 habitantes).

Figura 18: Mapa del Barrio Pedralbes de la ciudad de Barcelona en el que se representan las áreas de influencia (de 200 metros) de las zonas verdes

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por el CPSV.

Como nos indica la Imagen 28, el número de habitantes que tiene acceso a pie en menos de 5 minutos a una zona verde es de 11.446, lo cual significa un porcentaje del 79,78% respecto al total (14.346 habitantes).

INDICADOR 5: Evolución de los usos del suelo en el ámbito metropolitano de Barcelona (Kilómetros cuadrados de espacios libres).

Para obtener la información necesaria y realizar el cálculo de dicho indicador, es necesario hacer una selección por el atributo de las entidades “manzanas”, teniendo en cuenta que los espacios libres pueden ser las plazas, los jardines y los parques existentes en la trama urbana. Una vez convertida esta selección en entidades debe calcularse el área de éstas y, posteriormente, buscar la proporción de la superficie de espacios libres respecto a la superficie total del barrio.

Los resultados alfanuméricos se muestran en la tabla 2, mientras que los resultados representados espacialmente, sobre cada mapa de los tres barrios, se muestran en las figuras 19, 20 y 21.

Tabla 2: Superficies totales de espacios libres en KM² por ámbito de estudio y proporción de estos respecto al total de superficie

Ámbito estudio	Sup. total en km ²	Sup. espacios libres en km ²	Representación respecto al total en %
Barrio Gótico	0,62	0,028	4,52
Barrio Sagrada Familia	1,03	0,031	3,01
Barrio Pedralbes	2,73	1,741	63,78

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del CPSV.

Imagen 19: Mapa del barrio Gótico con la distribución los espacios libres

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por el CPSV.

Figura 20: Mapa del barrio Sagrada Familia en el que se representa la distribución los espacios libres

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por el CPSV.

Imagen 21: Mapa del barrio Pedralbes en el que se representa la distribución los espacios libres

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por el CPSV.

4. Conclusiones

El objetivo principal del artículo ha sido cumplido con la realización del cálculo de indicadores a escala urbana utilizando la tecnología SIG. Y con ello se han detectado dos propiedades fundamentales, la georeferenciación y la topología, responsables de la generación de conocimiento fruto del análisis de los resultados conseguidos del cálculo de indicadores. Estas propiedades permiten disponer de una información con valor añadido, la cual permite la relación, contrastación o comparación con otra existente dando lugar a un avance del conocimiento y a la producción de nueva información. Por tanto, se está en condiciones de afirmar que la utilización del SIG en el cálculo de indicadores a escala urbana no sólo supone un avance tecnológico en el mundo del urbanismo, sino que también lo es respecto al conocimiento.

El cálculo de indicadores urbanos mediante la utilización del SIG ha permitido disponer de unos resultados, presentados en forma de mapas temáticos, los cuales permiten divisar las siguientes diferencias en cuanto al tejido urbano de cada uno de los casos de estudio:

- Se trata de tres tipos de tejido urbano totalmente diferente. El barrio Gótico y el barrio de la Sagrada Familia tienen valores similares en cuanto a la edificabilidad neta real, ligeramente inferiores a 5, lo cual supone que se trata de dos barrios densamente edificados, pero no pasa lo mismo en cuanto a la intensidad de la edificación se refiere, siendo el barrio Gótico mucho más denso y gozando de menos espacios libres. Por su parte, el barrio de Pedralbes presenta un valor entorno al 1,5 en cuanto a la edificabilidad, lo cual sumado a la bajísima intensidad edificatoria permite adivinar el carácter ciudad-jardín de que goza este barrio.
- También se trata de tres tejidos totalmente diferentes cuando tenemos en cuenta un indicador medioambiental, como es la proximidad de una zona verde o parque. En el barrio Gótico, el 25% de su población (aprox.) disfrutan de una zona verde o parque a menos de 200 metros de su vivienda, mientras que en el barrio de la Sagrada Familia esta proporción asciende al 51% y en el barrio de Pedralbes roza el 80%.
- Finalmente, es importante de considerarla información que proporciona el cálculo del indicador de uso del suelo por barrio, el cual ofrece la proporción de superficie libre existente en cada barrio respecto al total de superficie de éste. Mientras el barrio Gótico sólo tiene un poco más del 4% de espacio libre y el barrio de la Sagrada Familia no llega al 4%, el barrio de Pedralbes más del 60% de espacios libres.

Respecto a la realización de un prototipo de indicadores, el cual pretendía ser elaborado a partir de la creación de una metodología discriminatoria de estos, no ha sido conseguido debido a la falta de fundamento teórico, es decir, no se ha encontrado un discurso teórico válido que permitiera realizar la discriminación de indicadores en función del ámbito de estudio.

La realización del cálculo de indicadores a escala urbana ha evidenciado las ventajas que, sin lugar a dudas, facilita el uso de la herramienta. La componente espacial es fundamental para poder visualizar los datos distribuidos de forma real, lo cual permite conocer las propiedades del tejido urbano y la posibilidad de poder sacar conclusiones en función de la localización de los datos y la comparación de los tejidos urbanos. Esto, unido a las propiedades topológicas que tiene los SIG, permite obtener un conocimiento real de la situación que tiene lugar en la ciudad respecto a una variable determinada, con lo cual se está en condiciones de poder tomar decisiones desde la planificación urbana.

Sin embargo, a pesar de las adversidades encontradas, fruto de los resultados obtenidos en la realización del estudio podemos concluir que la herramienta SIG nos permite visualizar datos alfanuméricos distribuidos espacialmente, con lo que esta información nueva permite entender las diferencias existentes entre el barrio Gótico, el barrio de la Sagrada Familia y el de Pedralbes en cuanto a la compacidad del tejido urbano o la proximidad de una zona verde. Es la información visual la que da lugar, posteriormente, a la toma de decisiones.

Finalmente, hay que destacar que una de las principales dificultades ha consistido en la dificultad de acceso a la información correspondiente a la escala urbana y, sobretudo, micro urbana y, en varios casos, a la no existencia de ésta. Respecto a ello, parece inevitable lo que anteriormente ya ha sido mencionado referente a la necesidad de disponer de datos urbanos. En este sentido, las distintas Administraciones Públicas competentes en materia de urbanismo, debería plantearse iniciativas semejantes a las IDE (Infraestructuras de Datos Espaciales) que, actualmente, son una de las iniciativas punteras de las TIG (Tecnologías de la Información Geográfica). El objetivo principal de este tipo de tecnología TIG es poner al servicio del máximo número de usuarios la disponibilidad de acceso a recursos cartográficos y datos alfanuméricos digitales.

Bibliografía

COMISIÓN de las Comunidades Europeas (CCE). *Libro verde del medio ambiente urbano*. Bruselas, Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, 1990. 81p.

DIPUTACIÓN de Barcelona. *Propuesta de 50 indicadores de sostenibilidad*. Secretaria técnica de la Red Ciudades y Pueblos hacia la Sostenibilidad, 1998.

EUROPEAN Commission. *European Sustainable Cities Report*. 1ª Edición. Brussels, Directorate General XI Environment, Nuclear Safety and Civil Protection, 1996.

FERIA, José María. *Indicadores de sostenibilidad: un instrumento para la gestión urbana*. En: La ciudad, nuevos procesos, nuevas respuestas por José Somoza "et al". León, Secretariado de Publicaciones y Medios Audiovisuales, 2003. pp. 254-281.

FÒRUM Cívic per una Barcelona Sostenible (FCBS). *Indicadores de sostenibilidad*. Barcelona, 1998.

GUTIÉRREZ, Javier y GOULD Michael. *SIG: Sistemas de Información Geográfica*. Madrid, Editorial Síntesis, Colección Espacio y Sociedades, volumen 2, 1994. 251 p.

ORTIZ Rico, Gabriel Jesús. *Sistemas de Información Geográfica (SIG)*. Boletín de los Sistemas Nacionales Estadístico y de Información Geográfica [En línea]. 2005, vol. 1, nº 2, Septiembre–Diciembre 2005. [fecha de consulta: 10 de Agosto de 2008]. Pp. 56-65. Disponible en: <<http://www2.inegi.gob.mx/sneig/contenidos/espanol/superior/bolsneig2.pdf>>

RIBAS Piera, Manel. *Los denominados standards urbanísticos y su aplicación al planeamiento*. Barcelona, Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona de la Universitat Politècnica de Catalunya, Monografía 6.16, 1982. 17 p.

RUEDA Salvador. *La ciudad compacta y diversa frente a la conurbación difusa*. Primer Catálogo español de Buenas Prácticas Hábitat II [en línea]. 30 de Junio de 1997. [fecha consulta: 20 de Agosto de 2008]. Disponible en: <<http://habitat.aq.upm.es/cs/p2/a009.html>>.

SUREDA Vicenç. *Eines per a una gestió municipal cap a la sostenibilitat. La pràctica diària de l'Agenda 21 Local*. Barcelona, Àrea de Medi Ambient de la Diputació de Barcelona, 1998.

SUREDA Vicenç. *Sistema Municipal d'Indicadors de Sostenibilitat*. Barcelona, Diputació de Barcelona, 2000. 326 p.