

MONITOREO DINÁMICO DE INDICADORES DE CALIDAD DE VIDA URBANA USANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICOS

D. Barbero¹, C. Discoli², E. Rosenfeld²

Instituto de Estudios del Hábitat, Unidad de investigación N°2, (IDEHAB, UI2). Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de La Plata.

RESUMEN: El presente trabajo muestra una metodología que permite el monitoreo de indicadores de calidad de vida urbana (CVU) manteniendo la consistencia de las variables interdependientes típicas de tales modelos.

La metodología propuesta puede aplicarse a sistemas de información geográficos (SIG) independientemente del formato de la base de datos espacial que maneje, sea ésta raster o vectorial. Finalmente, se expone un ejemplo que ilustra su uso.

Palabras clave: Calidad de vida; programación orientada a objetos; SIG; patrones de diseño

MARCO DE REFERENCIA

Este trabajo se inscribe en el marco del proyecto “Sistema de diagnóstico de necesidades básicas en infraestructura, servicios y calidad ambiental en la escala urbano-regional”, financiado por la ANPCyT, proyecto N° 13-14509, cuyos objetivos principales son: a) Establecer una metodología que permita diagnosticar el estado real y de necesidades de los servicios de infraestructura y saneamiento; servicios básicos adicionales; energéticos y la situación ambiental, b) Cualificar y cuantificar las variables urbanas relevantes, evaluando sus cualidades, c) Establecer métodos que permitan dimensionar el grado de cobertura y/o carencia de cada variable, d) Conocer y evaluar la opinión y/o percepción de los habitantes de la ciudad o sector urbano, y e) Formular indicadores urbanos que permitan establecer patrones de comportamiento y sostenibilidad. Entre los objetivos más específicos se busca perfeccionar un modelo con el cual se pueda estimar la calidad de vida urbana (CVU) a través de un conjunto de aspectos entre los que podemos mencionar a los de infraestructura y servicios básicos, los energéticos y los ambientales. Dicho modelo consta de un conjunto de indicadores que tienden a sintetizar a las variables mencionadas y sus relaciones.

En lo que se refiere al concepto de calidad de vida, no existe un consenso generalizado acerca de su significado y la mayoría de las interpretaciones al respecto abarcan sólo algunas de sus dimensiones. Su definición ha sido debatida por filósofos y profesionales de otras disciplinas dando como resultado múltiples definiciones (Nussbaum y Sen, 1996).

La *calidad de vida urbana*, por lo tanto, la entendemos complementaria al concepto anterior, al que se le incorpora el medio en el que se desarrollan las actividades de gran parte de la población, que indefectiblemente pauta, condiciona, genera, y modifica gran parte de los componentes que intentan dimensionar la “calidad de vida”. Este marco conceptual nos permitió establecer criterios amplios e integradores al conjunto de las variables consideradas. Por otro lado, en el marco de la sustentabilidad, la calidad de vida también se debe entender desde las diversas dimensiones que abarca sin perder de vista que su objetivo principal es consolidar un desarrollo social sin deteriorar la base de recursos (naturales, humanos, energéticos y ambientales).

Existen hoy en día numerosos modelos para estimar la calidad de vida urbana (Forrester, J. 1969, Salvador Rueda et.al 1999, Salvador Rueda 2002, Rosenfeld et.al 2000, Diputación de Barcelona 2000, European Communities 2000, European Commission 1998, por citar sólo algunos de ellos). En general, estos modelos constan de un conjunto de indicadores que permiten dar una idea cuali-cuantitativa de los aspectos relevantes de la ciudad, sus habitantes y de ciertas dimensiones de la sustentabilidad.

En este contexto, el trabajo busca dar respuesta a ciertas dificultades inherentes al monitoreo dinámico, utilizando como soporte los sistemas de información geográfica (SIG). En consecuencia se busca que los datos de entrada del modelo guarden un significativo grado de consistencia y actualización, dado que existe una fuerte interdependencia entre variables, dimensiones e indicadores, además de una importante dinámica de carga de datos, necesaria para este tipo de monitoreos.

En este sentido, dentro del área informática, existen diversos paradigmas de programación de los que podemos valernos para tratar este problema. En particular, la programación orientada a objetos (POO) y, más específicamente, los patrones de diseño, permiten desarrollar aplicaciones nuevas adaptando soluciones que en el pasado han sido usadas con éxito en problemas similares.

LA PROGRAMACIÓN ORIENTADA A OBJETOS Y SUS VENTAJAS

Históricamente, la forma más simple y más antigua de reutilizar aplicaciones desarrolladas anteriormente, consiste en la técnica de copiar y pegar con la cual podemos insertar código en diferentes lugares de un programa sin necesidad de reescribirlo de nuevo. Sin embargo, si bien es cierto que se reduce el número de líneas que escribimos, el código sigue teniendo la misma

¹ Becario de ANPCyT.

² Investigador CONICET.

longitud que tendría si no hubiésemos usado tal técnica y hubiéramos escrito las líneas correspondientes. Una idea mejor es escribir el código que se usa en diferentes lugares como una función con parámetros una sola vez, de modo que cuando se necesite sólo debemos invocarla escribiendo el nombre de la función con sus parámetros, pero no su código. Este concepto recibe el nombre de abstracción, y permite crear aplicaciones más legibles y con menor cantidad de líneas.

En su intento por lograr aplicaciones de mayor calidad, las formas de reusabilidad han comenzado con el copiado de fragmentos de código y han evolucionado hacia desarrollos de software más reutilizables y con mayor grado de abstracción.

La aparición de los lenguajes de programación orientados a objetos (POO) y la introducción del concepto de clase asociado a ellos, permitió un significativo avance en términos de abstracción y reutilización de código dado que una clase cuenta con una estructura (los datos que maneja) y funciones (para acceder a tales datos). Posteriormente se comenzó a agrupar clases para formar bibliotecas de código, APIs y componentes que pudieran ser usados por diferentes aplicaciones. Finalmente, los patrones de diseño proporcionan soluciones probadas con un alto grado de reusabilidad y una genericidad muy buena (Figura 1). Esto último implica que la solución final puede fácilmente ser aplicada en otros contextos. Los patrones de diseño constituyen soluciones a problemas que se presentan frecuentemente en el desarrollo de software y que los expertos han resuelto empleando conceptos de POO.

Tipo de reutilización	Reusabilidad	Abstracción	Genericidad
Fragmento de código	Muy pobre	Nada	Muy pobre
Estructura de datos	Buena	Tipo de datos	Moderada-buena
Funcional	Buena	Método	Moderada-buena
Plantilla	Buena	Operación para tipo	Buena
Algoritmo	Buena	Fórmula	Buena
Clase	Buena	Datos + métodos	Buena
Interfaz			
Polimorfismo			
Clase abstracta			
Biblioteca de código	Buena	Funciones	Buena-muy buena
API	Buena	Clases útiles	Buena-muy buena
Componente	Buena	Grupo de clases	Buena-muy buena
Patrón de diseño	Excelente	Solución a problema	Muy buena

Figura 1. Comparación de las aproximaciones para reutilización y abstracción. Fuente: Stelling y Maassen 2005.

LOS PATRONES DE DISEÑO

La idea que hay detrás de los patrones de diseño es desarrollar una forma estandarizada para representar soluciones generales de problemas que se encuentran comúnmente en el desarrollo de aplicaciones de software.

Los patrones de diseño son soluciones documentadas que los expertos en desarrollo de software aplican para solucionar nuevos problemas porque han sido utilizadas con éxito en el pasado. La idea es reconocer partes de un problema que son similares a otros problemas que se han encontrado anteriormente. Después, recuerdan la solución aplicada y la generalizan. Finalmente, adaptan la solución general al contexto de su problema actual.

Existen en la actualidad patrones que sirven para solucionar problemas relacionados con el manejo complejo de dependencias (Gamma E., et. al, 1995) como es el caso de la interdependencia de indicadores en modelos de calidad de vida urbana (CVU).

En particular, el patrón Observer puede aplicarse en este tipo de problemas. La idea de este patrón es pensar una aplicación como un sistema formado por partes que cooperan entre sí. Cada una mantiene un listado de otras partes del sistema a las que debe informar (partes dependientes) cada vez que se produzca un cambio en ella para que las partes dependientes se actualicen convenientemente.

Si consideramos como ejemplo un modelo sistémico de indicadores de CVU; se tiene que para el cálculo del valor de cada indicador en un momento dado, se requiere normalmente de:

- Tablas sobre las cuales realizar la consulta.
- Datos externos.
- Algún indicador previamente calculado.

Es posible expresar un modelo o conjunto de indicadores por medio de un grafo dirigido donde cada nodo sea cualquiera de los 3 elementos mencionados previamente (Tabla, dato o indicador) y cuyos arcos definan relaciones de precedencia en el cálculo como se muestra en el ejemplo de la figura 1.

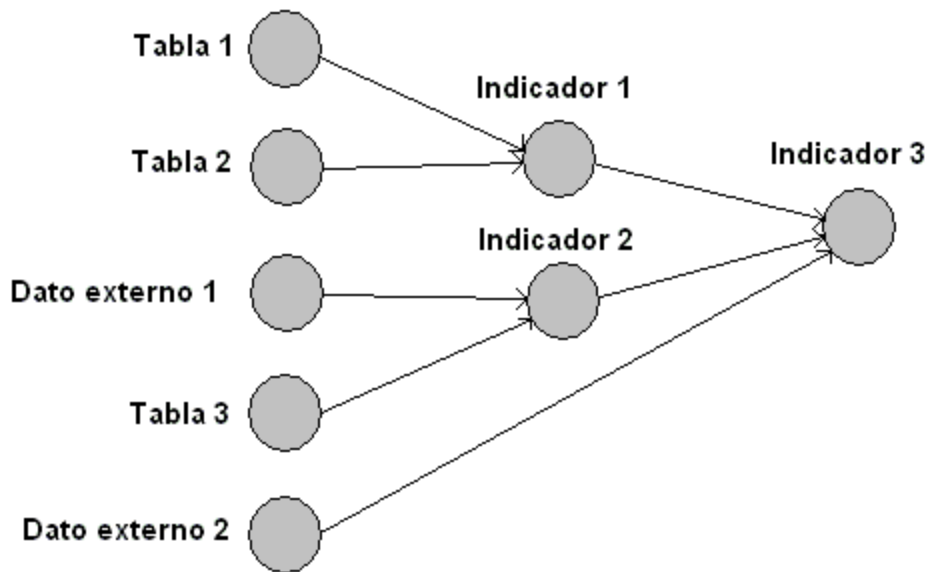


Figura 1. Grafo de dependencias de un modelo de calidad de vida.

En la figura 1 se observa que el indicador 1 depende de los datos de la tablas 1 y 2, por lo tanto cualquier modificación que sufran cualquiera de éstas 2 tablas afectará al indicador 1. El indicador 2, por su parte, depende de un dato externo y de la tabla 3 de modo que si se modificara cualquiera de éstos, el indicador 2 debería actualizarse convenientemente. Por último el indicador 3, depende de 2 indicadores que deben calcularse previamente, los indicadores 1 y 2, y del dato externo 2.

De este modo puede observarse fácilmente que, por ejemplo, un cambio del dato externo 1 no tiene incidencia sobre el indicador 1, pero sí lo tiene para el indicador 2 y, en consecuencia, también con el indicador 3.

Si aplicamos el patrón Observer antes mencionado al ejemplo de la Figura 1 tendríamos un sistema compuesto por nueve partes (nodos del grafo). Cada una monitorea si se produce algún cambio en sus datos, en cuyo caso notifica de lo ocurrido a las partes que dependen de ella (nodos que se encuentran a su derecha en el grafo y a los que se llega pasando por una sola arista).

En consecuencia, el resultado que se obtiene es un modelo sistémico que ante la modificación de cualquiera de sus elementos, el resto del sistema se actualiza de manera consistente una vez que el o los objetos modificados informen, a quienes dependen de ellos, que han cambiado.

EJEMPLO DE APLICACIÓN

Un aspecto de importancia en modelos de calidad de vida suele ser la proximidad a los distintos servicios urbanos(ej: educación, salud, abastecimiento alimentario, transporte público, etc.). A continuación se muestra un ejemplo donde se considera un indicador que monitorea las manzanas que tienen un lugar de abastecimiento de alimento a 300 metros o menos. Normalmente se requiere de dos *layers* o capas en un SIG para el cálculo de este tipo de indicador: una capa corresponde al plano base de la ciudad donde la unidad mínima considerada es la manzana y la otra capa corresponde a los lugares de aprovisionamiento de comestibles. Se tiene en consecuencia el grafo de dependencias que se observa en la figura 2 y su correspondiente visualización geográfica (figura 3).

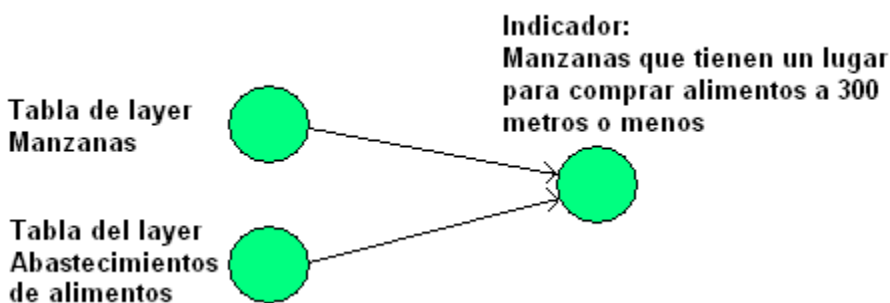


Figura 2. Grafo de dependencias del ejemplo.

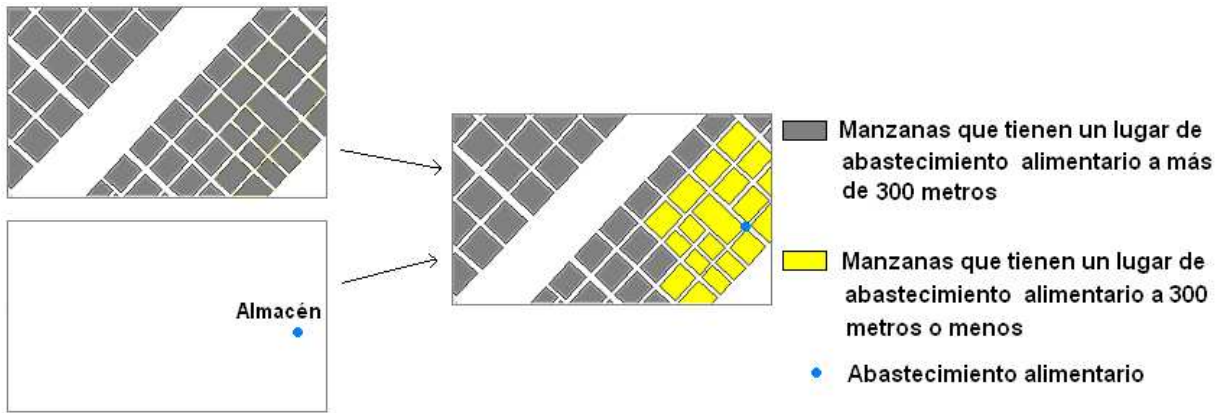


Figura 3. Visualización geográfica de los layers y del indicador correspondientes al grafo de la figura 2.

En el caso de que se agregara un nuevo establecimiento (en el ejemplo, un mercado), la cantidad de manzanas con abastecimiento alimentario a 300 metros o menos pasaría a ser mayor que la que se tenía inicialmente. En la figura 4 se observa como el hecho de agregar un mercado hace que el indicador deba actualizarse a los efectos de mantener una consistencia en los datos y en su correspondiente visualización.

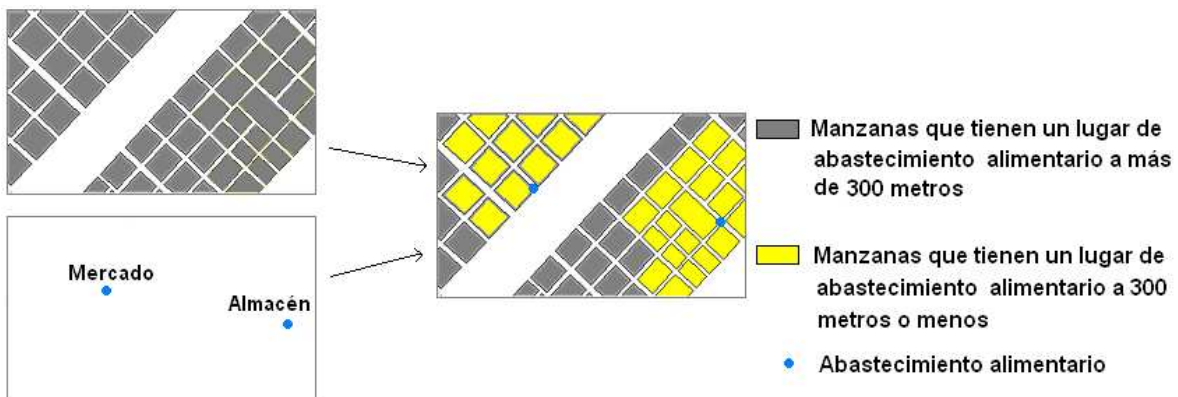


Figura 4. Actualización producida al agregar un nuevo lugar de abastecimiento de alimentos.

En consecuencia, la implementación de la metodología aplicada a monitoreos urbanos basada en la utilización de patrones de diseño permite que la misma pueda ser utilizada como un framework de manera que pueda ser válida para diferentes modelos. En todos los casos debe responder al siguiente orden de implementación:

- Seleccionar el modelo de calidad de vida a representar.
- Representar en forma de grafo las relaciones existentes entre los distintos indicadores.
- Cada vez que se modifique un nodo del grafo (tabla, indicador o dato externo); actualizar convenientemente a partir del nodo modificado, todos los nodos que se encuentran a su derecha en el grafo.

CONCLUSIONES

La metodología propuesta tiende a dar respuesta a los problemas de actualización y consistencia de variables e indicadores interrelacionados utilizando SIG como plataforma de trabajo. Se verifica la posibilidad de actualizar indicadores en un modelo de calidad de vida a partir de información proveniente de fuentes de datos posiblemente heterogéneas de modo que sea posible realizar un seguimiento o monitoreo de aspectos relevantes de una ciudad observando su evolución temporal en forma simultánea.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Diputación de Barcelona. Sistema municipal de indicadores de sostenibilidad. 2000.
- Rosenfeld, E. Discoli, C. San Juan, G. Índice de calidad de vida urbana para una gestión territorial sustentable. Avances en energías renovables y medio ambiente. Vol. 4. Nro. 1. 2000.
- Gamma, E. Helm, R. Johnson, R. Vlissides, J. Design Patterns. Elements of Reusable Object-Oriented Software. Addison-Wesley. 1995.

- Stelting, S. Maassen, O. Patrones de diseño aplicados a Java. Pearson Educación, S.A. Madrid. 2003.
- Rueda, Salvador. Modelos de ordenación del territorio más sostenibles. Barcelona, 2002. URL: geobuzon.fcs.ucr.ac.cr/modelosurbanos.pdf.
- Nussbaum, Martha C. Sen, Amartya. (compiladores). La calidad de vida. Fondo de cultura económica. México. 1996.
- European Commission. Sustainable urban development in the European Union: A framework for action. 1998.
- European Communities. The urban audit. Towards the benchmarking of quality of life in 58 european cities. Vol I, II, III. 2000. URL: <http://www.inforegio.cec.int/urban/audit/>
- Salvador Rueda. Agencia Europea del Medio Ambiente. Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya. Modelos e indicadores para ciudades más sostenibles. 1999. URL: www.forumambiental.org.
- Forrester, J. W. Urban dynamics. M.I.T. Press. 1969.

ABSTRACT

This paper shows a methodology that allows following the quality of urban life index (CVU) maintaining the consistence of the interdependent variables characteristic of such models. The methodology can be applied to any GIS, no matter its representation (raster or vectorial). Finally, an example is presented that shows its way of use.