



Análisis de evolución espacial de áreas urbanas de la cuenca del río Luján (1990-2010)

Analysis of spatial evolution of urban areas of the Luján river basin (1990-2010)

Luis Humacata¹

Fecha de recibido: 24 de agosto de 2021

Fecha de aceptado: 15 de marzo de 2022

Resumen

El estudio de la dinámica urbana, desde un enfoque temporal, se centra en determinar el avance de la superficie urbanizada y su incidencia en los cambios de usos del suelo. En primera instancia, es fundamental contar con un diagnóstico de la evolución espacial histórica, que nos permita realizar aportes orientados a la cuantificación y análisis del crecimiento urbano. En tal sentido, la Geografía, en su vertiente cuantitativa y racionalista, brinda los conceptos y metodologías de análisis espacial orientados a la generación de modelos cartográficos para el análisis de la distribución espacial. El presente trabajo tiene por objetivo realizar un análisis de la evolución espacial de áreas urbanas de la cuenca del río Luján, en un periodo temporal que abarca los años 1990 a 2010, a partir de cartografía temática e indicadores cuantitativos utilizando Sistemas de Información Geográfica. Los resultados alcanzados, indican un crecimiento urbano del 34% con respecto al periodo inicial, con una marcada diferenciación espacial según las categorías urbano compacto y disperso, siendo este último, el que mayor incremento ha presentado en el periodo bajo estudio.

Palabras clave: Evolución espacial, cambios de usos del suelo, áreas urbanas, Sistemas de Información Geográfica.

¹ Universidad Nacional de Luján, Argentina, correo electrónico: luisumacata@hotmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4294-1314>

Abstract

The study of urban dynamics, from a temporal approach, focuses on determining the progress of the urbanized area and its impact on changes in land use. In the first instance, it is essential to have a diagnosis of the historical spatial evolution, which allows us to make contributions aimed at quantifying and analyzing urban growth. In this sense, Geography, in its quantitative and rationalist aspect, provides the concepts and methodologies of spatial analysis oriented to the generation of cartographic models for the analysis of spatial distribution. The present work aims to carry out an analysis of the spatial evolution of urban areas of the Luján river basin, in a time period that covers the years 1990 to 2010, based on thematic cartography and quantitative indicators using Geographic Information Systems. The results achieved indicate an urban growth of 34% with respect to the initial period, with a marked spatial differentiation according to the compact and dispersed urban categories, the latter being the one that has presented the greatest increase in the period under study.

Keywords: Spatial evolution, urban growth, Geographic Information Systems.

Introducción

Se han generado una gran variedad de aportes que abordan la estructura y dinámica de crecimiento de las grandes ciudades latinoamericanas en las últimas décadas. Uno de los temas que mayor preocupación ha tenido, es el acelerado proceso de urbanización y sus efectos en la sostenibilidad territorial (Hernández, 2014), bajo el modelo de ciudad fragmentada (Borsdorf, 2003), cuya característica es la forma de crecimiento insular (Janoshcka, 2002), y la agudización de las disparidades socioespaciales (Buzai y Marcos, 2014).

La estructura socio-territorial de las áreas metropolitanas presenta una configuración espacial diferenciada a partir de la componente urbana, cuya densidad disminuye desde la ciudad central hacia los sectores más periféricos. En las últimas décadas, el crecimiento acelerado de la urbanización está produciendo conflictos por la competencia espacial entre usos del suelo en espacios que forman parte de la franja urbano-rural (Carter, 1983), generando un impacto negativo en las coberturas naturales y usos del suelo sobre los cuales se expande (Matteucci *et al.*, 2006).

El estudio de la dinámica urbana, desde un enfoque temporal, se centra en determinar el avance de la superficie urbanizada y su incidencia en los cambios de usos del suelo. En primera instancia, es fundamental contar con un diagnóstico de la evolución espacial histórica, que nos permita realizar aportes

orientados a la cuantificación y análisis del crecimiento urbano. En tal sentido, la Geografía, en su vertiente cuantitativa y racionalista, brinda los conceptos y metodologías de análisis espacial orientados a la generación de modelos cartográficos para el análisis de la distribución espacio-temporal. El presente trabajo tiene por objetivo realizar un análisis de la variación espacial de áreas urbanas de la cuenca del río Luján, en un periodo temporal que abarca los años 1990 a 2010, a partir de cartografía temática e indicadores cuantitativos utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Análisis de evolución espacial

La temática urbana, como campo multidisciplinar, ha generado una gran variedad de líneas de investigación. En este contexto, la Geografía se presenta como la disciplina con mayor potencial para el estudio de los patrones de distribución espacio-temporal a través de su postura cuantitativa y racionalista, la cual permite realizar aportes orientados en los conceptos de localización, distribución espacial, asociación espacial, interacción espacial y evolución espacial. La metodología de análisis espacial apoyado en el uso de SIG, en el marco de la Geografía Aplicada, se orienta en la búsqueda de generalidades y regularidades en el comportamiento espacial y permite llegar a modelizaciones con la finalidad de explicar y predecir patrones espaciales (Buzai y Baxendale, 2013).

El enfoque temporal, desde el análisis espacial cuantitativo (Buzai, 2010), pretende captar las variaciones de las distribuciones espaciales en el tiempo. En este sentido, se han realizado interesantes avances orientados al análisis y modelización espacio-temporal (Aguilera, 2002; Batty, 2005; Buzai y Baxendale, 2011), entre los cuales podemos mencionar aquellos enfocados en la dinámica urbana y modelos de cambios de usos del suelo a diferentes escalas espaciales. De esta manera, se puede proceder a partir de un análisis histórico y prospectivo. En el primer caso, se busca conocer la evolución pasada de las configuraciones espaciales actuales, es decir, conocer el origen del proceso de expansión urbana actual. Para ello, se ha propuesto la metodología de detección de cambios de usos del suelo (Pontius *et al.*, 2004), cuya aplicación se encuentra en numerosos trabajos de investigación a nivel nacional e internacional que han obtenido interesantes resultados (Plata *et al.*, 2009; Ramírez y Pértile, 2013; Lara, 2014; Humacata, 2017). El diagnóstico territorial de la situación pasada y presente, nos permite avanzar hacia la generación de escenarios a futuro, considerando a la Geografía como una ciencia prospectiva. En este sentido, el avance hacia la modelización espacial permite determinar cuáles son los sitios más aptos para el crecimiento urbano, es decir, aquellos sitios que minimizan el conflicto entre usos del suelo (Malczewski, 1999; Gómez y Barredo, 2006; Príncipi, 2016), donde es

posible que la ciudad se expanda sin comprometer el desarrollo de espacios productivos y ecosistemas naturales (Xie y Sun, 2000; Aguilera *et al.*, 2009; Gómez y Rodríguez, 2012; Linares, 2015). De esta manera, se plasma uno de los objetivos principales de la Geografía con carácter aplicado, para lograr un desarrollo territorial sostenible en el marco del ordenamiento territorial a escala urbano-regional.

El modelo ciudad latinoamericana

Los modelos de estructuración urbana tienen su origen en la Escuela de Chicago en la primera mitad del siglo XX, cuyo aporte pionero fue realizado por Burgues (1925), con el modelo de los anillos concéntricos. Años más tarde, Hoyt (1939) propone el modelo de los sectores. Como último aporte, se encuentra el modelo de núcleos múltiples formulado por Harris y Ullman (1945). Si bien estos modelos fueron propuestos para las ciudades estadounidenses, su aplicabilidad puede extenderse a las ciudades latinoamericanas. Como señala Buzai (2014), el trabajo de Schnore de 1965 estableció las diferencias estructurales entre las ciudades de América Anglosajona y América Latina. Se llega a la conclusión de que las diferencias encontradas entre ambas ciudades forman parte de un modelo evolutivo que va desde las ciudades preindustriales a las ciudades industriales, siendo imposible la creación de modelos que contemplen las pautas histórico-culturales de cada región. Por tal motivo, Buzai (2014), siguiendo a Yujnovsky (1971), concluye que el modelo de ciudad latinoamericana es el resultado de la confluencia de diferentes tipologías de ciudades.

A partir de la década de los setenta, se propusieron modelos para analizar la estructura urbana de las ciudades latinoamericanas. Los primeros aportes vinieron de los geógrafos alemanes (Bähr, 1976; Mertins, 1980), los cuales propusieron el modelo de grandes ciudades latinoamericanas (Bähr y Mertins, 1981). En años posteriores se produjeron aportes de los geógrafos norteamericanos (Griffin y Ford, 1980; Ford, 1996), que se sumaron al debate sobre la formulación de modelos adecuados para el análisis del crecimiento de las ciudades latinoamericanas.

Los aportes más recientes intentan lograr una actualización incorporando las nuevas tendencias del desarrollo urbano de las últimas décadas. Con base en esto, Borsdorf (2003), menciona los aportes de Meyer y Bähr (2001), para el caso de Santiago de Chile; el modelo de la ciudad de Buenos Aires propuesto por Janoschka (2002), y el modelo de Borsdorf (2002) basado en las ciudades de Santiago de Chile, Lima, Quito y Ciudad de México. Estos aportes han sido incorporados en un modelo unificado presentado en Borsdorf, Bähr y Janoschka (2002), y se presenta como el modelo de ciudad fragmentada

(Buzai, 2014), cuyas características culturales propias de la posmodernidad han dado lugar a un espacio urbano cada vez más fragmentado.

En ese sentido, Janoschka (2002), señala que los modelos elaborados para la ciudad latinoamericana no tienen en cuenta las tendencias actuales de estructuración urbana, principalmente el cambio de escala del patrón de segregación socio-espacial bajo el proceso de fragmentación territorial. Es así como este autor plantea un modelo de ciudad latinoamericana (Figura 1) cuya característica es la forma de crecimiento insular, que puede expresarse en cuatro dimensiones integradas con los modelos propuestos en años anteriores:

- Islas de riqueza: hace referencia a la proliferación de nuevas urbanizaciones cerradas (bajo la modalidad de Barrios cerrados, Countries y Clubes de chacras) como desplazamiento de las clases sociales de poder adquisitivo medio-alto hacia las zonas suburbanas. En esta modalidad también se encuentran los condominios urbanos.
- Islas de producción: indica la localización de grandes parques industriales en las zonas suburbanas, que cuentan con un alto nivel de accesibilidad a partir de la red de autopistas.
- Islas de consumo: se refiere a la concentración de actividades terciarias (grandes centros comerciales y de negocios), como nuevas centralidades que se contrastan con los sub-centros urbanos tradicionales.

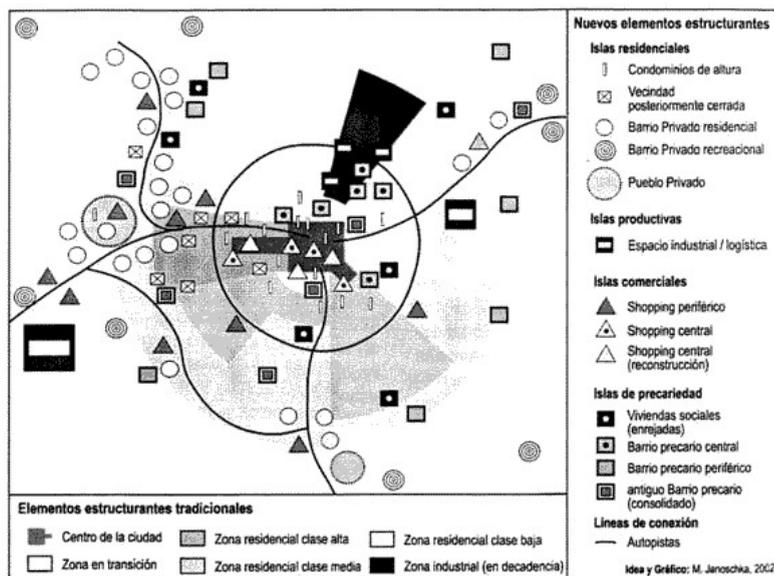


Figura 1. Modelo de ciudad latinoamericana propuesto por Janoschka (2002). Fuente: Janoschka (2002).

- Islas de precariedad: son los barrios informales que se encuentran en la zona central y periférica constituidos como asentamientos de marcada precariedad. Se incluyen los barrios de vivienda social.

Una de las características en el patrón de urbanización es la coexistencia de urbanizaciones cerradas y asentamientos precarios, acentuando la segregación socio-espacial. Esta situación se asocia a la extensión del sistema de autopistas metropolitanas, siguiendo un patrón tentacular, que privilegia la accesibilidad por transporte automotor privado.

El modelo evolutivo de la ciudad latinoamericana se presenta en la Figura 2. Se puede observar la configuración espacial urbana característica de cada periodo. Dicho modelo evolutivo refleja el cambio de la ciudad compacta a la ciudad fragmentada (Borsdorf, 2003).

En este trabajo nos centraremos en representar cartográficamente la distribución espacial de las urbanizaciones cerradas y las áreas urbanas compactas, a su vez nos ocuparemos en analizar la evolución espacial de estas dos modalidades de ocupación del suelo.

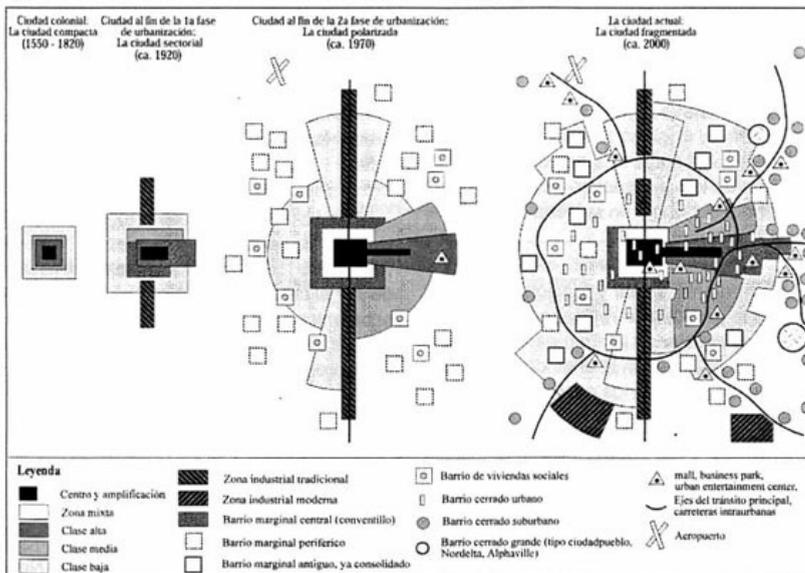


Figura 2. Modelo del desarrollo estructural de la ciudad latinoamericana.
Fuente: Borsdorf (2003).

El área de estudio

El área de estudio (Figura 3), corresponde a la cuenca hidrográfica del río Luján, ubicada al noreste de la provincia de Buenos Aires, cuya población total

es de 1.925.072 (INDEC, 2013), y tiene una superficie de 3.762 km². La cuenca tiene una orientación suroeste-noreste, cuyo curso principal es el río Luján, con un recorrido de 157 km desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río de la Plata. Se divide en tres sectores (Instituto Nacional del Agua [INA, 2007]): cuenca alta, cuenca media y cuenca baja, abarcando de forma parcial dieciséis municipios (Buzai y Lanzelotti, 2019).

Presenta una gran diversidad de coberturas y usos del suelo, bajo un esquema de organización espacial que configura un gradiente urbano-rural, en dirección este-oeste, desde los municipios que forman parte del segundo anillo de la Región Metropolitana de Buenos Aires e integran la mancha urbana del Gran Buenos Aires, con altos niveles de densidad poblacional y ocupación del suelo, disminuyendo a medida que aumenta la distancia a la ciudad de Buenos Aires, como centro urbano de mayor densidad, extendiéndose hacia los municipios que forman parte de la franja urbano-rural, en el tercer y cuarto anillo, que presentan una mayor heterogeneidad de usos del suelo, hasta el sector de la cuenca alta, sujeto a la dinámica rural, donde la actividad agropecuaria ocupa la mayor superficie.

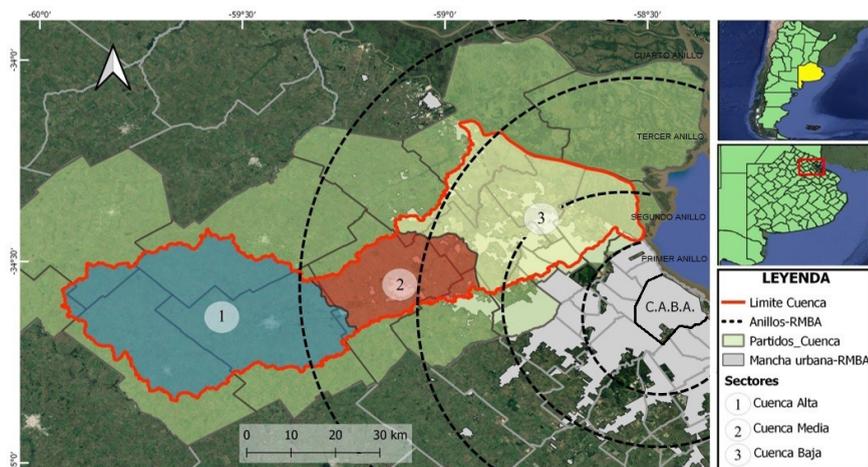


Figura 3. Cuenca del río Luján (Provincia de Buenos Aires, Argentina).
Fuente: elaboración del autor.

Materiales y métodos

Categorías de análisis

Con base a los modelos urbanos para las ciudades latinoamericanas, podemos señalar que el crecimiento urbano en la cuenca del río Luján se presenta bajo dos modalidades. Tradicionalmente, el proceso de expansión de la aglomeración urbana ha seguido un patrón de crecimiento compacto en forma

de anillos concéntricos y sectores, cuya dinámica se centró en las ciudades de tamaño intermedio y a partir de la conurbación del Gran Buenos Aires. El actual proceso de urbanización, bajo el modelo de crecimiento urbano disperso o *urban sprawl* (Arellano y Roca, 2010), se caracteriza por la proliferación de urbanizaciones cerradas de baja densidad poblacional, con altos niveles de accesibilidad a partir de la red de autopistas metropolitanas, cuyo proceso se asocia a la suburbanización de clases sociales altas. A continuación, se definen las dos categorías que se considerarán para el análisis de la evolución del espacio urbano.

Crecimiento urbano compacto

La modalidad de crecimiento urbano compacto hace referencia a una configuración espacial tradicional de las ciudades latinoamericanas, presentando un diseño en damero, con distinto grado de aglomeración de manzanas edificadas. Las mayores densidades de edificaciones corresponden a las ciudades cabecera de los municipios (Figura 4). La diversidad de tipos de asentamientos urbanos en el área de estudio, se plasman en tres subclases, según nivel de densidad de edificación y demográfica. Las áreas urbanas de mayor densidad, que forman parte de la aglomeración del Gran Buenos Aires y el centro histórico de las ciudades cabecera de municipios. Estas áreas cuentan con valores altos de concentración de población y viviendas, desde 50.000 habitantes para las ciudades de tamaño intermedio y de más de 500.000 habitantes para la conurbación de Buenos Aires. Las áreas urbanas de densidad media, se presentan en la zona periférica de las ciudades de tamaño intermedio y ciudades menores, cuentan con una menor densidad



Figura 4. Uso urbano compacto.
Fuente: fotografía del autor.

de edificación, presencia de vegetación arbórea y de espacios libres. Estas localidades tienen una población que va de 10.000 a 50.000 habitantes. Por último, las áreas urbanas de baja densidad, hacen referencia a localidades menores a 10.000 habitantes, presentan una baja densidad de edificaciones y mayor presencia de vegetación.

Crecimiento urbano disperso

En cuanto a esta modalidad, podemos señalar que uno de los rasgos más característicos es la baja densidad de edificaciones, contando con amplios sectores para la realización de actividades deportivas y recreativas, cuyo diseño urbano es irregular. Estas áreas, cuentan con un perímetro cerrado, con accesos controlados por dispositivos y fuerzas de seguridad privadas (Figura 5). Para el área de estudio, podemos definir cuatro tipos de urbanizaciones cerradas. Los barrios cerrados, presentan una residencia permanente de sus habitantes, cuya característica distintiva es el cerramiento mismo. Su ubicación se asocia a vías rápidas de circulación. La subclase, Club de campo, cuenta con una residencia permanente y en otros casos es transitoria, posee grandes espacios destinados a actividades deportivas y/o de esparcimiento (tales como polo y golf). Dentro de este tipo de urbanizaciones, se encuentran los clubes náuticos, que se localizan en áreas alejadas de los centros urbanos, donde existen espacios disponibles para la realización de este tipo de emprendimientos. Los clubes de chacras, cuentan con terrenos de gran superficie. Esta nueva modalidad se relaciona con un estilo de vida muy diferente al ámbito urbano, con un mayor contacto con la naturaleza, contando con equipamiento recreativo de uso comunitario y se ubican en áreas rurales. Por último, se encuentran los pueblos privados o ciudad pueblo, que son un conjunto de barrios asociados, con un área



Figura 5. Uso urbano disperso.
Fuente: fotografía del autor.

de los patrones de distribución espacial de las categorías bajo análisis, cuyos procedimientos de superposición temática logran la definición de correspondencias espaciales desde un enfoque temporal. En este sentido, se procede al cruce de categorías de dos mapas de usos del suelo correspondiente a dos cortes temporales, dando como resultado la combinación de categorías que indican cambios y permanencias de usos del suelo (Buzai y Baxendale, 2011). Como hemos mencionado, el método de detección de cambios ha sido desarrollado por Pontius *et al.* (2004). Los procedimientos parten de la tabulación cruzada de dos mapas, lo que genera la denominada matriz de cambios (Tabla 1). La matriz se organiza en filas y columnas. En las filas se encuentran las categorías del mapa con corte temporal 1 (T1), mientras que en las columnas se representan las categorías del último corte temporal (T2). En la diagonal (señalado en color gris) se encuentran representadas las superficies que han permanecido estables, mientras que fuera de dicha diagonal, se registran las superficies de cada categoría que presentan transiciones a otras categorías desde el inicio al final del periodo analizado. Cabe señalar, que las columnas Total T1 y Total T2 representan la suma de cada categoría para cada año. La columna de pérdidas, hace referencia a la disminución de superficie de cada categoría entre los dos años, y la fila de ganancias, indica el aumento de superficie de cada categoría.

Tabla 1. Matriz de cambios

<i>Categorías</i>	<i>Categoría 1</i>	<i>Categoría 2</i>	<i>Categoría 3</i>	<i>Categoría n</i>	<i>Total T1</i>	<i>Pérdidas</i>
Categoría 1	P11	P12	P13	P1n	P1+	P1+ - P11
Categoría 2	P21	P22	P23	P2n	P2+	P2+ - P22
Categoría 3	P31	P32	P33	P3n	P3+	P3+ - P33
Categoría n	Pn1	Pn2	Pn3	Pnn	Pn+	Pn+ - Pnn
Total T2	P+1	P+2	P+3	P+n	1	
Ganancias	P+1-P11	P+2-P22	P+3-P33	P+n-Pnn		

Fuente: elaborado con base en Pontius *et al.* (2004).

A partir de la matriz de cambios se procede a la obtención de indicadores cuantitativos y cartografía dinámica, que permiten evaluar la magnitud de los cambios, enfocados en determinar las superficies de aumento y disminución (ganancias y pérdidas), cambio neto y cambio total, y los intercambios entre categorías. En nuestro caso de estudio, enfocado en la evolución de áreas urbanas, y considerando que no presentan superficies de pérdidas, nos centraremos en cuantificar las superficies de expansión urbana, como avance o ganancia de este uso sobre otros usos del suelo. De esta manera, la

obtención de las superficies ligadas al crecimiento urbano serán consideradas a partir de las siguientes fórmulas:

Crecimiento urbano absoluto (CUA): Valor final – Valor inicial

Crecimiento urbano relativo (CUR): ((Valor final – Valor inicial)/Valor inicial)*100

A continuación, presentamos un esquema que sintetiza la propuesta metodológica.

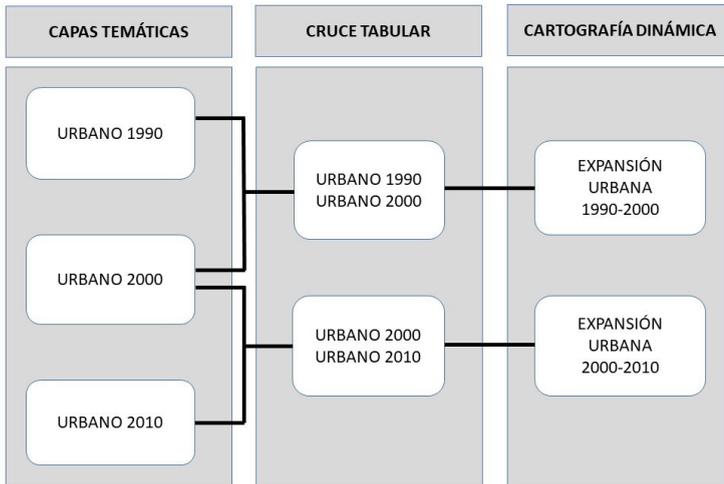


Figura 7. Esquema metodológico.
Fuente: elaboración del autor.

Análisis de los resultados

Evolución de áreas urbanas de la cuenca del río Luján

La componente urbana para el año 2010, presenta una superficie de 52.786 ha, lo que representa el 14% de la superficie total de la cuenca, siendo las áreas urbanas compactas, con el 9%, las que mayores superficies ocupan. El crecimiento urbano en el periodo considerado, presenta un incremento absoluto de 17.879 ha, lo que representa un aumento del 34% de la superficie urbana total, lo cual indica el avance de la urbanización sobre otros usos del suelo. En la Tabla 2, se presenta la matriz de cambios para el periodo 1990-2000, que señala que el mayor crecimiento urbano se dio por el avance de la modalidad urbano disperso, con un total de 5.225 ha. En este periodo, la superficie total de expansión urbana fue de 6.289 ha, representando un 35% de la superficie de cambio total para el periodo considerado. En la Tabla 3, los cambios para el periodo 2000-2010, indican el mayor crecimiento urbano

de todo el periodo, con un total de 11.590 ha, que se suman al uso del suelo urbano, representando un 65% de la superficie total. En este periodo, la tendencia del avance urbano disperso se acentúa, con un crecimiento de 8.062 ha, frente a las 3.528 ha del uso urbano compacto.

Tabla 2. Matriz de cambios (ha), 1990-2000

		<i>Año 2000</i>				
	<i>Categorías</i>	<i>Urbano compacto</i>	<i>Urbano disperso</i>	<i>Otros usos</i>	<i>Total</i>	<i>Pérdidas</i>
Año 1990	Urbano compacto	30.296	0	0	30.296	0
	Urbano disperso	0	4.611	0	4.611	0
	Otros usos	1.064	5.225	341.296	347.585	6.289
	Total	31.360	9.836	341.296		
	Ganancias	1.064	5.225	0		

Fuente: elaboración del autor.

Tabla 3. Matriz de cambios (ha), 2000-2010

		<i>Año 2010</i>				
	<i>Categorías</i>	<i>Urbano compacto</i>	<i>Urbano disperso</i>	<i>Otros usos</i>	<i>Total</i>	<i>Pérdidas</i>
Año 2000	Urbano compacto	31.360	0	0	30.296	0
	Urbano disperso	0	9.836	0	4.611	0
	Otros usos	3.528	8.062	335.006	346.596	11.590
	Total	34.888	17.898	335.006		
	Ganancias	3.528	8.062	0		

Fuente: elaboración del autor.

Evolución espacial del uso urbano compacto

El uso urbano compacto se presenta con una marcada diferenciación espacial, según los sectores de la cuenca (Figura 8). La mayor superficie urbana se encuentra en el sector de la cuenca baja, donde se localizan los municipios que forman parte del Aglomerado Gran Buenos Aires. Cuenta con un total de 27.260 ha para 2010, alcanzando para esa fecha un valor relativo del 20% con respecto

a la superficie del sector. En cuanto al resto de los sectores, no superan las 5.000 ha de superficie urbana, siendo el sector de la cuenca alta el que cuenta con la menor proporción de superficie urbana.

En términos relativos (Tabla 4), el crecimiento urbano se ha dado con un aumento mayor en el sector de la cuenca alta y media. En el primer caso, con un 29.49% de incremento de superficie, y en el segundo, con un 22.23%, siendo el periodo de 2000 a 2010, el que mayor aporte de superficie generó. En cuanto al sector de la cuenca baja, presenta un incremento total del 12.7%, dándose la mayor expansión urbana en el último periodo.

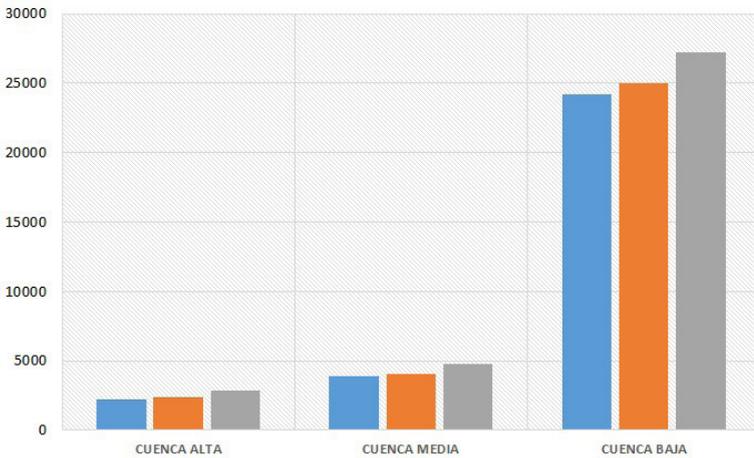


Figura 8. Evolución de la superficie (hectáreas) del uso urbano compacto (1990-2010), según sectores.

Fuente: elaboración del autor.

Tabla 4. Evolución de la superficie (hectáreas) del uso urbano compacto (1990-2010), según sectores

Sector	Área del sector (Ha)	Compacto 1990 (Ha)	Compacto 2000 (Ha)	Compacto 2010 (Ha)	% sobre total sector 1990	% sobre total sector 2000	% sobre total sector 2010	Incremento 1990-2000 (%)	Incremento 2000-2010 (%)	Incremento 1990-2010 (%)
Cuenca Alta	184168	2184	2354	2828	1,19	1,28	1,54	7,78	20,14	29,49
Cuenca Media	61343	3927	4041	4800	6,40	6,59	7,82	2,90	18,78	22,23
Cuenca Baja	130556	24185	24965	27260	18,52	19,12	20,88	3,23	9,19	12,71
Total Cuenca	376067	30296	31360	34888	8,06	8,34	9,28	3,51	11,25	15,16

Fuente: elaboración del autor.

La metodología de superposición cartográfica de series temporales, nos permite analizar la expansión urbana y definir la evolución de los patrones de distribución espacial. Como hemos señalado, gran parte del espacio urbano compacto integra la aglomeración del Gran Buenos Aires, principalmente

aquellos municipios que forman parte de la cuenca baja, tales como José C. Paz, Pilar, y Tigre, entre otros. Sumado a esto, en el resto de los sectores, existen una serie de ciudades intermedias cabecera de municipios, tales como Luján y Mercedes que cuentan con la mayor superficie de crecimiento, y numerosas localidades menores, las cuales se mantuvieron estables. En la Figura 9 y la Figura 10, se presenta el crecimiento del uso urbano compacto. El crecimiento de la superficie compacta se ha realizado siguiendo un patrón de contigüidad espacial, avanzando desde áreas urbanas preexistentes.

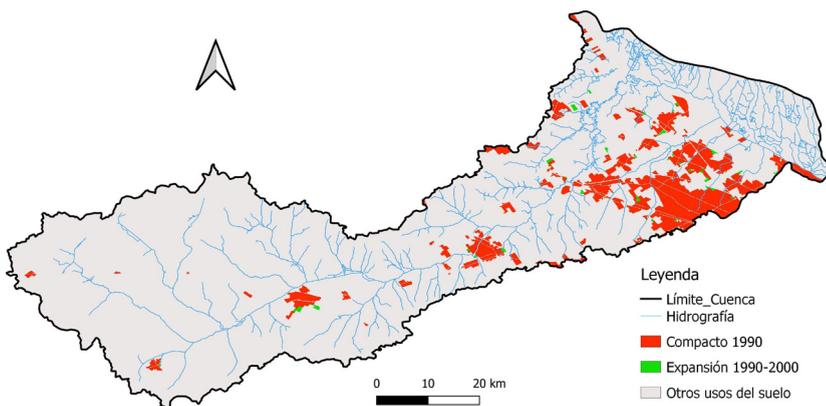
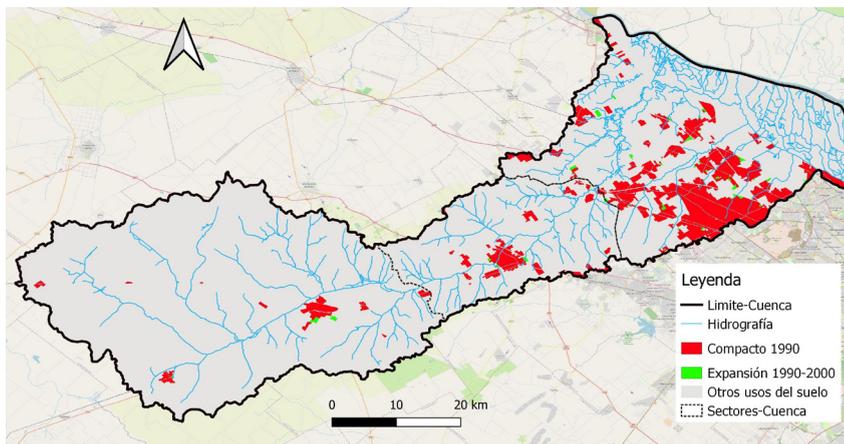


Figura 9. Evolución espacial del uso urbano compacto 1990-2000.
Fuente: elaboración del autor.

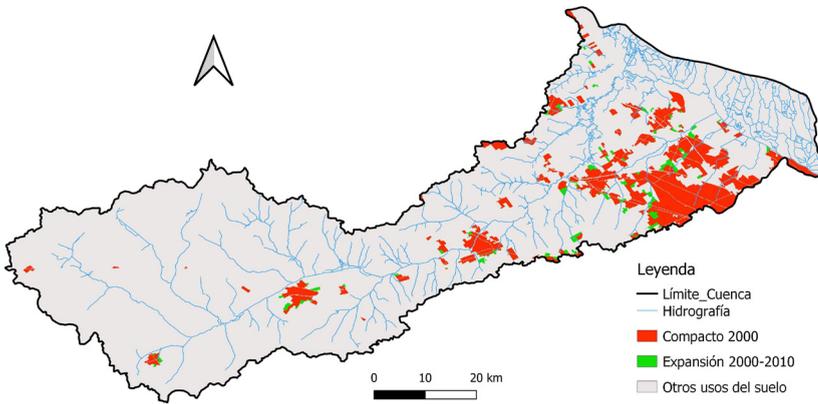
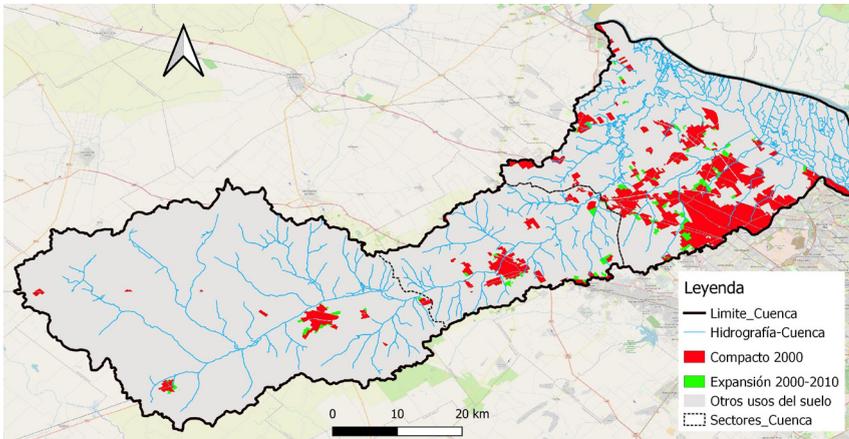


Figura 10. Evolución espacial del uso urbano compacto 2000-2010.
Fuente: elaboración del autor.

Evolución espacial del uso urbano disperso

El uso urbano disperso (Figura 11), se distribuye con mayor presencia en el sector de la cuenca baja, donde se inició esta modalidad de ocupación del suelo. Para el año 2010, este sector reúne un valor absoluto de 13.403 ha, llegando a ocupar el 10% de la superficie total del sector. Por su parte, el sector de la cuenca media, cuenta con un total de 4.448 ha, ocupando el 7% de la superficie de su sector. Por último, el sector de la cuenca alta, es el que presenta la menor superficie de urbanizaciones cerradas, dándose en el último periodo.

En cuanto al crecimiento relativo (Tabla 5), los sectores de la cuenca media y baja fueron los que presentaron los mayores incrementos. En el primer

caso, que abarca gran parte del municipio de Luján y el sector oeste de Pilar, se dio un incremento total del 607,15%, siendo el último periodo el de mayor expansión. El sector de la cuenca baja, tuvo un incremento total de 236,59 %, dándose el mayor avance en el periodo 1990-2000.

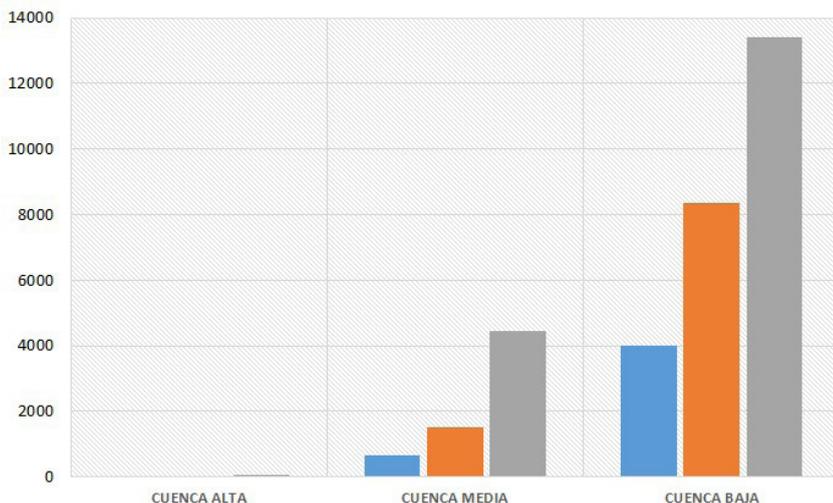


Figura 11. Evolución de la superficie (ha) del uso urbano disperso (1990-2010), según sectores.

Fuente: elaboración del autor.

Tabla 5. Evolución de la superficie (hectáreas) del uso urbano disperso (1990-2010), según sectores

Sector	Área del sector (Ha)	Disperso 1990 (Ha)	Disperso 2000 (Ha)	Disperso 2010 (Ha)	% sobre total sector 1990	% sobre total sector 2000	% sobre total sector 2010	Incremento 1990-2000 (%)	Incremento 2000-2010 (%)	Incremento 1990-2010 (%)
Cuenca Alta	184168	0,00	0,00	47	0,00	0,00	0,03	0,00	100	100
Cuenca Media	61343	629	1487	4448	1,03	2,42	7,25	136,41	199,13	607,15
Cuenca Baja	130556	3982	8349	13403	3,05	6,39	10,27	109,67	60,53	236,59
Total Cuenca	376067	4611	9836	17898	1,23	2,62	4,76	113,32	81,96	288,16

Fuente: elaboración del autor.

Quando se analiza la evolución espacial del uso urbano disperso (Figura 12 y Figura 13) en el periodo bajo estudio, se puede notar que las primeras urbanizaciones cerradas, se encuentran localizadas en torno a la red de autopistas. En este caso, podemos mencionar la autopista Panamericana, que a partir de la extensión de sus ramales atraviesa varios municipios de la cuenca, tales como Tigre, Escobar y Campana, y la extensión del ramal Pilar hacia Exaltación de la Cruz. Por su parte, la autopista del Oeste, recorre los

municipios de Moreno, General Rodríguez y Luján, a partir del cual se extiende la autovía de la ruta 5 hacia el municipio de Mercedes. La gran mayoría de urbanizaciones cerradas para el año 1990, fueron countries, mientras que los barrios cerrados se presentan con una menor cantidad. La configuración espacial para el año 2000, se presenta con un nuevo tipo de urbanización, que corresponde a la subcategoría pueblo privado-ciudad pueblo, cuyo referente es Nordelta, en el municipio de Tigre. Además, surgen los primeros clubes de chacras en el ámbito rural, principalmente en los municipios de Campana y Luján. En el corte temporal referido a 2000-2010, la tendencia del uso urbano disperso se acentúa en todos sus tipos y se produce la mayor expansión. Crece la cantidad de barrios cerrados en los municipios de la cuenca baja, aparecen nuevos megaemprendimientos y clubes de chacras, siendo el sector de la cuenca media el que presenta el mayor dinamismo.

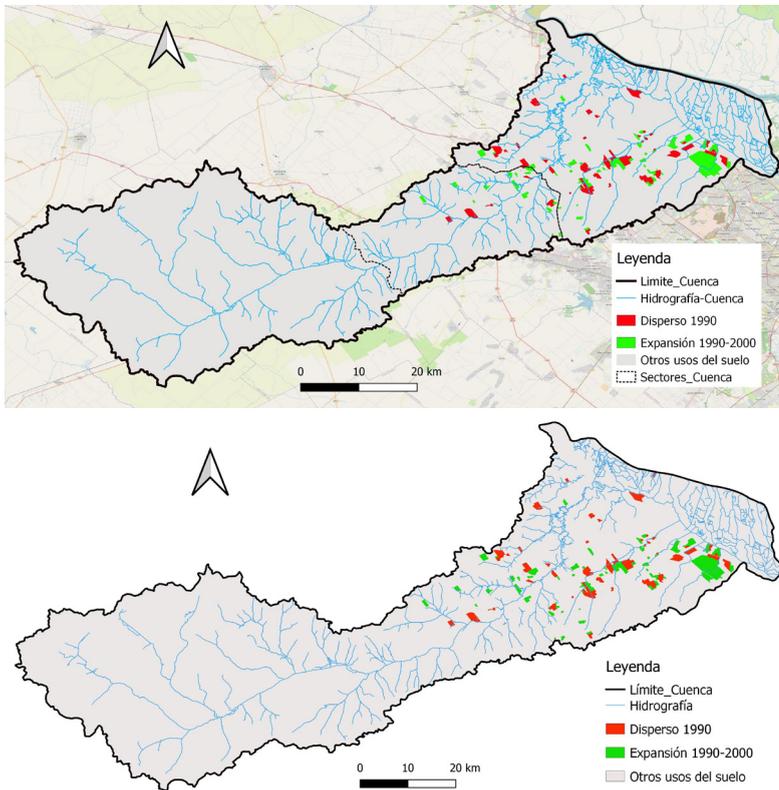


Figura 12. Evolución espacial del uso urbano disperso 1990-2000.

Fuente: elaboración del autor.

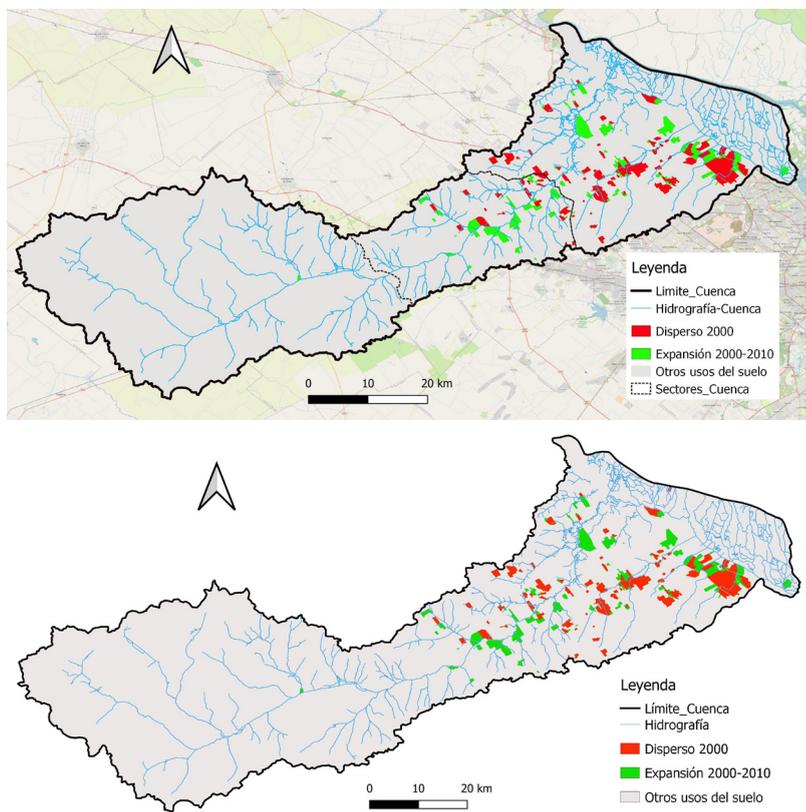


Figura 13. Evolución espacial del uso urbano disperso 2000- 2010.
Fuente: elaboración del autor.

Conclusiones

A lo largo del presente trabajo, hemos desarrollado los aspectos conceptuales y metodológicos que guían la aplicación de los SIG para el análisis de evolución espacial de áreas urbanas. El objetivo de los estudios que se enfocan en la dinámica espacial, apuntan al descubrimiento de los patrones de crecimiento urbano y cambios de usos del suelo. Los aportes metodológicos del análisis espacial posibilitaron la realización de cartografía temática y el análisis temporal de las categorías urbano compacto y urbano disperso. Los procedimientos corresponden al modelado cartográfico, que se orientan a la cuantificación de los cambios y la distribución espacial de usos del suelo.

Los resultados obtenidos indican que el área de estudio presenta una evolución espacial diferenciada a partir de las categorías de análisis y los sectores de la cuenca. Se hace notar el gran dinamismo que han atravesado

los municipios que forman parte de la cuenca baja. La modalidad urbano disperso, es la que ha representado el mayor cambio, con un avance de superficie de 12.287 ha en estos veinte años bajo estudio. En tal sentido, los aportes futuros en esta línea de investigación apuntan a medir el impacto del crecimiento urbano sobre otros usos del suelo y coberturas del medio natural.

Bibliografía

- Aguilera Benavente, F., Plata Rocha, W., Bosque Sendra, J., Gómez Delgado, M. (2009). Diseño y simulación de escenarios de demanda de suelo urbano en ámbitos metropolitanos. *Revista Internacional Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo*, 4, 57-80.
- Aguilera Ontiveros, A. (2002). *Ciudades como tableros de ajedrez. Introducción al modelado de dinámicas urbanas con autómatas celulares*. San Luis Potosí: El Colegio de San Luis.
- Arellano, B., Roca, J. (2010). El UrbanSprawl, ¿Un Fenómeno de alcance planetario? Los Ejemplos de México y España. *Arquitectura, Ciudad y Entorno*, 4 (12), 115-147.
- Bähr, J. (1976). Neuere Entwicklungstendenzen lateinamerikanischer Großstädte. *Geographische Rundschau*. 28, 125-133.
- Bähr, J., Mertins, G. (1981). Idealschema der sozialräumlichen Differenzierung lateinamerikanischer Grosstädte. *Geographische Zeitschrift*, 1 (69), 1-33.
- Batty, M. (2005). Approaches to Modelling in GIS: Spatial Representation and Temporal Dynamics. En Maguire, D. J., Batty, M., Goodchild, M. F. (Eds.), *GIS, Spatial Analysis, and Modelling* (pp. 41-61). ESRI Press. Redlands.
- Borsdorf, A. (2002). Barrios cerrados in Santiago de Chile, Quito y Lima: tendencias de la segregación socio-espacial. En Cabrales, L. F. (Ed.), *Latinoamérica: Países abiertos, ciudades cerradas* (pp. 581-610). Guadalajara: Universidad de Guadalajara-UNESCO.
- Borsdorf, A. (2003). Cómo modelar el desarrollo y la dinámica de la ciudad latinoamericana. *EURE*, 29 (86), 37-49.
- Borsdorf, A., Bähr, J., Janoschka, M. (2002). Die Dynamik stadtstrukturellen Wandels in Lateinamerika im Modell der lateinamerikanischen Stadt. *Geographica Helvetica*, 57.
- Burguess, E. W. (1925). The growth of the city: an introduction to a research Project. In R. E. Park, E. W. Burgess and R. D. McKenzie (Eds.), *The City* (pp. 47-62). University of Chicago Press. Chicago.
- Buzai, G. D. (Ed.) (2010). *Geografía y Sistemas de Información Geográfica. Aspectos conceptuales y metodológicos*. Universidad Nacional de Luján. Luján.
- Buzai, G. D.; Baxendale, C. A. (2011). *Análisis socioespacial con Sistemas de Información Geográfica. Tomo 1: Perspectiva científica/Temáticas de base raster*. Buenos Aires.
- Buzai, G. D.; Baxendale, C. A. (2013). Aportes del análisis geográfico con Sistemas de Información Geográfica como herramienta teórica, metodológica

- y tecnológica para la práctica del ordenamiento territorial. *Persona y Sociedad*, 27 (2), 113-141.
- Buzai, G. D.; Lanzelotti, S. (2019). *Atlas de Geografía Humana de la cuenca del río Luján*. Instituto de Investigaciones Geográficas: Luján.
- Buzai, G. D.; Marcos, M. (2014). Buenos Aires (Argentina): el mapa social a través de puntajes de clasificación espacial. *Mapas Sociales Urbanos*. 2da. Ed., Buenos Aires.
- Carter, H. (1983). *El estudio de la Geografía Urbana*. Instituto de Estudios de Administración Local: Madrid.
- Ford, L. (1996). A new and Improved Model of Latin American City Structure. *Geographical Review*, 86 (3), 437-440.
- Gómez Delgado, M., Barredo Cano, J. I. (2006). *Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio*. Alfaomega-Ra-Ma: México.
- Gómez Delgado, M., Rodríguez Espinosa, V. M. (2012). *Análisis de la dinámica urbana y simulación de escenarios de desarrollo futuro con tecnologías de la Información Geográfica*. Ra-Ma: Madrid.
- Griffin, E.; Ford, L. (1980). A model of Latin American city structure. *Geographical Review*, 70 (4), 397-422.
- Harris, C. D., Ullman, E. L. (1945). The nature of cities. *The Annals of the American Academy of Political and Social Sciences*, CCXLII, 7-17.
- Henríquez Ruíz, C. (2014). *Modelando el crecimiento de las Ciudades Medias*. Ediciones UC: Santiago.
- Hoyt, H. (1939). The Structure and Growth of Residential Neighborhoods in American Sities. *Federal Housing Administration*. Washington.
- Humacata, L. (2017). *Análisis espacial de los cambios de usos del suelo en partidos de interfase urbano-rural de la Región Metropolitana de Buenos Aires, en el periodo 2000-2010, mediante la aplicación de Tecnologías de la Información Geográfica* [Tesis de Maestría en Teledetección y Sistemas de Información Geográfica, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires].
- Humacata, L., Cantarelo, C., Vilella, S. (2020). Cartografía de Áreas Urbanas de la cuenca del río Luján (Provincia de Buenos Aires, Argentina), en el periodo 1990-2010. *Revista Posición*, 3, 1-16.
- INA (2007). *Diagnóstico del funcionamiento hidrológico hidráulico de la cuenca del río Luján (Provincia de Buenos Aires)*. <http://www.delriolujan.com.ar/estudioina.html>
- INDEC (2013). Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda 2010. Instituto Nacional de Estadística y Censos, Buenos Aires.
- Janoschka, M. (2002). El nuevo modelo de la ciudad latinoamericana: fragmentación y privatización. *EURE*, 28 (85), 11-20.
- Lara, B. (2014). *Fragmentación de pastizales en el centro de la provincia de Buenos Aires mediante imágenes LANDSAT* [Tesis de Maestría en Teledetección y Sistemas de Información Geográfica. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires].

- Linares, S. (2015). Aplicación de modelos de simulación de crecimiento urbano. En Buzai, G. D., Cacace, G., Humacata, L., Lanzelotti, S. L. (Comp.) (2015). *Teoría y métodos de la Geografía Cuantitativa. Libro 1: Por una Geo-grafía de lo real*. MCA Libros: Mercedes.
- Malczewski, J. (1999). *GIS and multicriteria decision analysis*. John Wiley & Sons. New York.
- Matteucci, S., Morello, J., Buzai, G., Baxendale, C., Silva, M., Mendoza, N., Pengue, W., Rodríguez, A. (2006). *Crecimiento urbano y sus consecuencias sobre el entorno rural. El caso de la ecorregión pampeana*. Orientación Gráfica Editora. Buenos Aires.
- Mertins, G. (1980). Typen inner-und randstädtischer Elendsviertel in Großstädten des andinen Südamerika. *Lateinamerika Studien*, 7, 269-295.
- Meyer, K., Bähr, J. (2001). Condominios in Greater Santiago de Chile and their Impact on the Urban Structure. *Die Erde*, 132 (3), 293-321.
- Plata Rocha, W., Gómez Delgado, M., Bosque Sendra, J. (2009). Cambios de usos del suelo y expansión urbana en la comunidad de Madrid (1990-2000). *Scripta Nova. Revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. Universidad de Barcelona.
- Pontius, R. G., Shusas, E., McEachern, M. (2004). Detecting important categorical land changes while accounting for persistence. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 101, 251-268.
- Príncipi, N. (2016). *Evaluación Multicriterio para la identificación de áreas con potencial conflicto entre usos del suelo en la cuenca del río Luján (Buenos Aires, Argentina)*. [Tesis de Maestría en Sistemas de Información Geográfica y Teledetección, Universidad de Costa Rica y Universidad Nacional] Costa Rica.
- Ramírez, L., Pértile, V. C. (2013). Cambio de uso de suelo y tendencias de la expansión urbana entre 1990 y 2030 en Juan José Castelli y Villa Ángela, Chaco, Argentina. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica*, 5 (5), 194-216. <https://revistageosig.wixsite.com/geosig>
- Xie, Y.; Sun, Z. (2000). *Dynamic Urban Evolution Model Base don Cellular Automata*. Igr: Ypsilanti.
- Yujnovsky, O. (1971). *La estructura interna de la ciudad. El caso latinoamericano*. Ediciones SIAP: Buenos Aires.