

Dinámica geomorfológica y urbanización en áreas periurbanas. Norte de Bahía Blanca, Argentina¹

Marilina González² *, Verónica Gil³ ** y Jorge Osvaldo Gentili⁴

* Departamento de Geografía y Turismo - Universidad Nacional del Sur (UNS)

** Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

@ [marilina.gonzalez@uns.edu.ar] | [verogil@uns.edu.ar] | [jogentili@uns.edu.ar]

RECIBIDO: 01-03-17

ACEPTADO: 17-04-17

Cita sugerida: González, M, Gil, V. y Gentili, J. (2017). Dinámica geomorfológica y urbanización en áreas periurbanas. Norte de Bahía Blanca, Argentina. Revista *Huellas* Volumen 21, Nº 1, Instituto de Geografía, EdUNLPam: Santa Rosa. Recuperado a partir de: <http://cerac.unlpam.edu.ar/index.php/huellas>

DOI: <http://dx.doi.org/10.19137/huellas-2017-2105>

Resumen

La expansión de la ciudad de Bahía Blanca ha intervenido gran parte del espacio periurbano norte con la consecuente modificación del paisaje natural y en particular el trazado de la red hidrográfica. Los mapas geomorfológicos son instrumentos que posibilitan el análisis evolutivo y facilitan la visualización de los procesos y formas de la superficie. En este contexto, su elaboración mediante software SIG facilita el análisis de los cambios en el entorno natural debido al avance de la urbanización. El objetivo del trabajo es estudiar las implicancias mutuas entre la dinámica geomorfológica y el proceso de urbanización en el periurbano norte de la ciudad de Bahía Blanca. La identificación de geformas y procesos se realizó a partir de la lectura de documentos geológicos del área, análisis visual de imágenes satelitales de alta resolución (2009 y 2015) y control de campo. Se imple-

- 1 Trabajo realizado en el marco el Proyecto de Grupo de Investigación “*Geografía Física Aplicada al estudio de la interacción Sociedad-Naturaleza. Problemáticas a diferentes escalas témporo-espaciales*”, 24/G067, subsidiado por SGCyT, UNS.
- 2 Alumna avanzada de la carrera de Licenciatura en Geografía. Departamento de Geografía y Turismo de la Universidad Nacional del Sur. *Becaria del Consejo Interuniversitario Nacional*.
- 3 Dra. en Geografía. Profesora Adjunta de Climatología, Hidrografía Continental y Marina y Geografía Física del Departamento de Geografía y Turismo de la Universidad Nacional del Sur e Investigadora Adjunta del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.
- 4 Dr. en Geografía. Asistente de Docencia de Climatología, Cartografía General y Temática y Sistemas de Información Geográfica I del Departamento de Geografía y Turismo de la Universidad Nacional del Sur e Investigador Asistente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

mentó una base de datos geográfica mediante ArcGIS 10® que posibilita el análisis evolutivo y la elaboración de cartografía temática digital. A partir del análisis cuali-cantitativo de la cartografía se identificaron áreas naturales modificadas por la urbanización y sectores de la nueva trama urbana más propensos a ser afectados por la dinámica hidrogeomorfológica.

Palabras clave: dinámica geomorfológica; proceso de urbanización; periurbano, Bahía Blanca.

Geo-morphological dynamics and urban development
in periurban areas. North of Bahía Blanca, Argentina

Abstract

The urban growth of Bahía Blanca city has intervened the northern periurban area with the consequent modification of the natural landscape, in particular the drainage network. Geo-morphological maps are instruments that make possible a temporal analysis and facilitate the visualization of processes and forms of the surface. The GIS software facilitates the analysis of the changes produced in the natural environment due to urban development. The aim of this work is to study the mutual implications between the geo-morphological dynamics and the urbanization process in the northern periurban area of Bahía Blanca city. The identification of geoforms and processes was carried out on the basis of geological documents of the area, visual analysis of high resolution satellite images (2009 and 2015) and field control. A geographic database was implemented using ArcGIS 10® that enables temporal analysis and the development of thematic cartography. Natural areas modified by urbanization and new periurban areas affected by hydro-geo-morphological dynamics were identified from a quantitative and qualitative cartographic analysis.

Key words: geo-morphological dynamics; urbanization process; periurban, Bahía Blanca.

Dinâmica geomorfológica e urbanização em áreas periurbana.
Norte de Bahía Blanca, Argentina

Resumo

Na expansão da cidade de Bahia Blanca interveio grande parte da área suburbana norte com a consequente modificação da paisagem natural e particularmente o traçado da rede hidrográfica.

Os mapas geomorfológicos são instrumentos que permitem a análise evolutiva e facilitam a visualização dos processos e das formas da superfície. Neste contexto, o processamento através do software GIS facilita a análise das mudanças no ambiente natural devido ao avanço da urbanização.

O objetivo deste trabalho é estudar as implicações mútuas entre a dinâmica geomorfológica e do processo de urbanização no periurbano norte da cidade de Bahía Blanca. A identificação de geoformas e processos foram baseadas a partir da leitura de documentos geológicos da área, análise visual de imagens de satélites de alta resolução (2009 e 2015) e controle de campo.

Identificou-se uma base de dados geográfica ArcGIS 10® que possibilita a análise evolutiva e a elaboração de cartografia temática digital. A partir da análise qualitativa e quantitativa da cartografia se identificaram áreas

naturais modificadas pela urbanização e setores da nova área urbana mais susceptível a serem afetadas pela dinâmica da hidro geomorfológicos.

Palavras-chave: dinâmica geomorfológica; processo de urbanização; periurbano, Bahía Blanca.

Introducción

El periurbano de una ciudad, definido por Sánchez (2009: 93) como *“la extensión continua de la ciudad y la absorción paulatina de los espacios rurales que le rodean”*, se encuentra actualmente afectado por las nuevas tendencias de expansión y crecimiento propias de los espacios urbanos. Una de las principales causas es la necesidad de hallar lugares alternativos en busca de mejores condiciones de vida. Este espacio dinámico y ambientalmente frágil se convierte así en un sistema en el cual la multiplicidad de actores, intereses y decisiones se articulan dando origen a un tipo de organización espacial particular que en muchos casos presenta contrastes debido a las distintas racionalidades que allí se superponen (Zinger y Campos, 2002; Lorda, 2008).

La ciudad de Bahía Blanca se caracteriza por presentar importantes superficies de tierra vacante al interior del anillo de circunvalación. A pesar de esto, en el año 2010 el municipio sancionó el Plan Director del Periurbano Bahiense (Ordenanza N° 15637) que autoriza la habilitación de nuevos desarrollos suburbanos en las periferias (Urriza y Garriz, 2014). En este contexto, el reconocimiento y análisis de las formas del relieve, de los procesos y las interrelaciones entre ellos se torna fundamental a la hora de identificar y comprender los cambios en el ambiente vinculados al avance de la urbanización. Así, el estudio de los procesos geomorfológicos exógenos se ha convertido en un elemento fundamental para la gestión ambiental y la toma de decisiones, razón suficiente para justificar su incorporación a los planes de ordenamiento territorial (Dai, Lee y Zhang, 2001; Mardones y Vidal, 2001; Renschler y Harbor, 2002; Castro y Brignardello, 2002; Bocco, Priego y Cotler, 2005; Hara, Takeuchi y Okubo, 2005; Romero y Vásquez, 2005; Camarasa-Belmonte y Soriano-García, 2012).

El uso de la cartografía geomorfológica como expresión gráfica detallada de los procesos y las geoformas puede proporcionar información concreta sobre un sitio determinado contribuyendo a detectar problemas específicos (Tricart, 1979; Peña Monné, 1997). En un principio la aplica-

ción de los mapas geomorfológicos se vinculaba directamente a los mapas geológicos-ingenieriles (Anon, 1972). Actualmente, con el avance de las tecnologías, las aplicaciones se amplían incluyendo la planificación urbana y la gestión del riesgo (Benavente, Del Rio, Gracia y Martínez del Pozo, 2006; Vidal y Romero, 2010; Frodella, Morelli, Fidolini, Pazzi y Fanti, 2013). Así, la relación entre el desarrollo y crecimiento de las ciudades y las modificaciones que se producen en las formas y procesos geomorfológicos e hidrológicos ha sido abordada por diversos autores (Schick, Grodek, y Wolman, 1999; Chin, 2006; Rivas, Cendrero, Hurtado, Cabral, Gimenez, Forte, Del Rio, Cantu y Becker, 2006). Particularmente los efectos de los cambios del uso del suelo y su impacto en la morfología fluvial fueron estudiados por Keesstra et al. (2005); Kang y Marston (2006) y Taniguchi y Biggs (2015) entre otros.

En la actualidad, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) constituyen una herramienta que facilita el análisis y la actualización constante de la información generada durante la investigación. Por lo anteriormente señalado, resultan indispensables para responder adecuadamente a los nuevos requerimientos de una geomorfología puesta al servicio de los tomadores de decisiones (Mardones y Vidal, 2001; Castro Correa, Soto Bauerle, Torres, Marker y Rodolfi, 2009; Lamelas, Hoppe, De La Riva y Marioni, 2009; *Horacio y Ollero, 2011*; Huelmo y Mezzano, 2012; Wang, Belle y Hassler, 2015).

En Argentina, los estudios geomorfológicos aplicados a problemáticas ambientales son de diversa índole y la utilización de los SIG para analizar y cartografiar los diferentes hechos geográficos son cada vez más frecuentes (Ciminari, Torrens y Jurio, 2003; Barbeito, Contreras, Ambrosino y González, 2011; Contreras, 2013). En el sur de la provincia de Buenos Aires, donde se enmarca el área de estudio, Campo de Ferreras (1999), Carbone (2003), Torrero (2009) y Gil (2010), han abordado el estudio de cuencas a través del análisis de las cartas hidrogeomorfológicas a fin de establecer sus características, dinámica y procesos prevalecientes. Sin embargo, el uso de la cartografía geomorfológica aplicada al análisis del espacio periurbano es poco común.

Según Urriza y Garriz (2014) la franja periurbana de la ciudad de Bahía Blanca se caracteriza por ser un espacio discontinuo y fragmentado. En él se puede apreciar una importante disponibilidad de tierras vacantes susceptibles de ser absorbidas por el proceso de expansión urbana. El desarrollo de un espacio urbano implica una nueva impronta en las condiciones del ambiente natural que da origen a nuevos conflictos ambientales. Para el análisis de estos cambios, el conocimiento del medio

físico se torna fundamental y la gestión de la información a través de los SIG permite la identificación, análisis y continua actualización de los mismos. Por lo planteado anteriormente, se propone como objetivo del trabajo estudiar las implicancias mutuas entre la dinámica geomorfológica y el proceso de urbanización en el periurbano norte de la ciudad de Bahía Blanca, Argentina.

Área de estudio

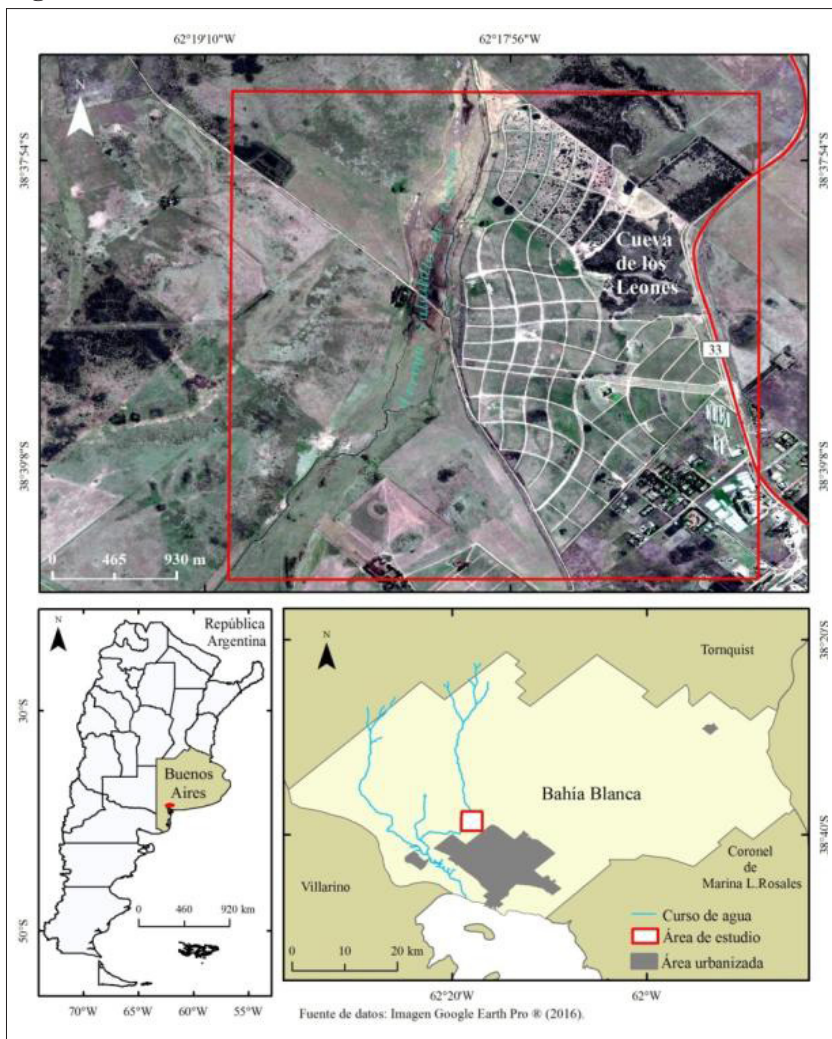
El área de estudio, de aproximadamente 11 km², se encuentra ubicada en el periurbano norte de la ciudad de Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires, Argentina. Esta pertenece a la cuenca inferior del arroyo Saladillo de García que desemboca en el estuario de Bahía Blanca (Figura N° 1). Geomorfológicamente, la zona se encuentra emplazada dentro del “Positivo de Ventania”, que comprende dos unidades principales, el “Sistema serrano” (Ss) y el “Nivel de planación general” (Npg) propuesto por González Uriarte (1984). En este sector predominan depósitos sedimentarios limoarenosos que culminan con un banco de tosca (nombre local para definir las rocas sedimentarias químicas carbonáticas) de extensión regional denominado Superficie Finipampeana (Tricart, 1973). Esta topografía, más ondulada que la de la planicie actual, hace que la tosca aflore en posiciones de loma y se profundice en lugares bajos donde su ausencia es debido a la erosión hídrica o su presencia genera en ocasiones depresiones cerradas con características de paisajes tipo “pseudokarst” (Tricart, 1973; Grill, Gil y Gentili, 2011).

El área correspondiente a la “Cueva de los Leones” presenta geofor- mas asociadas a procesos de meteorización y transporte de sedimentos vinculados a la acción conjunta de la dinámica gravitacional y pluvio- fluvial que actúan desde hace más de 2 millones de años. La presencia de desniveles y microformas en las capas de tosca evidencian períodos con diferentes condiciones climáticas (Zinger, Campo, Gil, Gentili y Rosell, 2011).

El área de análisis se caracteriza actualmente por una baja densidad de ocupación del suelo con presencia de actividades de tipo agrícola- ganaderas e industriales. Hacia el este del área de estudio se destacan una importante plantación de olivares, una granja avícola y un pequeño sector residencial de baja densidad. Recientemente, el proceso de ocu- pación de este sector de la franja periurbana continuó con un desar- rollo inmobiliario de aproximadamente 2,8 km² en la margen izquierda

del arroyo Saladillo de García cercano a la denominada “Cueva de los Leones”. En torno a este último sector, Zinger et al. (2011) proponen la creación de una Reserva Natural Urbana (RENAU) de 400 m² aproximadamente, para preservar la herencia geológica regional ya que presenta una morfología pseudo-kárstica típica con un alto grado de conservación.

Figura N° 1. Área de estudio



Fuente: González et al. (2017).

Materiales y métodos

La base para la elaboración de la cartografía geomorfológica fueron imágenes satelitales de alta resolución del año 2009 extraídas de Google Earth Pro®. La información altimétrica fue obtenida de la carta topográfica Bahía Blanca (3963-17-1) del Instituto Geográfico Militar (I.G.M.) a escala 1:50.000. La georreferenciación de las imágenes y de la carta topográfica, la implementación de la base de datos geográficos y la elaboración de la cartografía temática se realizaron con ArcGIS 10®. Para la elaboración de la carta geomorfológica se utilizó la metodología propuesta por Peña Monné (1997). La identificación de procesos y unidades geomorfológicas se realizó a través del análisis visual de las imágenes y trabajo de campo. La zonificación del valle del arroyo fue realizada según Pedraza Gilsanz (1996) donde se diferenciaron el cauce, la llanura inundable y los canales actuales y abandonados. La geodinámica actual del área de estudio fue valorada sobre la base de la clasificación de elementos y procesos asociados a una vertiente propuesta por Pedraza Gilsanz (1996) a través de la relación Intensidad/Frecuencia de ocurrencia de los procesos geomorfológicos. La relación entre la urbanización y la geomorfología del sector se abordó mediante un análisis visual multi-temporal de imágenes satelitales de alta resolución de los años 2009 y 2015 extraídas de Google Earth Pro®. Se identificó el área ocupada por la futura urbanización y a través del SIG se registraron de manera cuantitativa y cualitativa las modificaciones de la expansión urbana sobre las áreas naturales del espacio teniendo en cuenta las unidades geomorfológicas afectadas por el loteo del proyecto urbanístico.

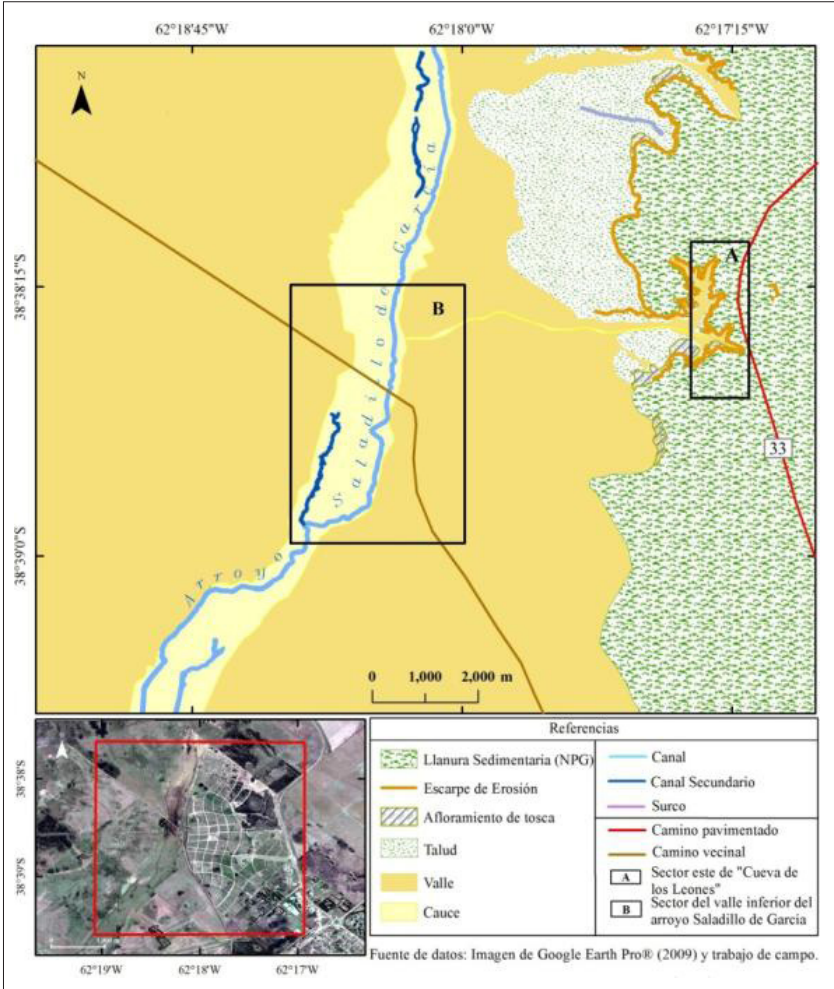
Resultados

1. Geomorfología del área

El área de estudio comprende un sector del extremo sur del Npg y un sector del valle inferior de la cuenca de llanura del arroyo Saladillo de Garcia, delimitados ambos mediante un escarpe de erosión (Figura N° 2). Las unidades geomorfológicas reconocidas en el lugar son resultado de condiciones climáticas pretéritas que han desencadenado procesos de meteorización de distintas intensidades quedando impresas diversas morfologías como testigos de procesos pasados. La tosca es el elemento constitutivo principal del área y se encuentra aflorando en su mayoría en sectores próximos a los escarpes de erosión. Es la unidad geomorfológica en la

cual se observa la mayor cantidad de microformas asociadas a procesos de meteorización.

Figura N° 2. Mapa geomorfológico de un sector del periurbano norte de Bahía Blanca



Fuente: González et al. (2017).

1.1. Llanura sedimentaria (Nivel de Planación General)

La unidad denominada Llanura Sedimentaria, Npg en términos de González Uriarte (1984), constituye la unidad más representativa de la evolución post-

miocena en la región de Bahía Blanca. La pendiente regional se orienta hacia el sur y los gradientes en las cercanías del pie de sierra son del orden del 5 %, pero distalmente toman valores mínimos menores al 0,5 % condición que hace problemática la delimitación de las cuencas inferiores de las corrientes que disectan la planicie. Sobre este nivel nacen, bajo condiciones pseudokársticas y dentro de la misma llanura, redes de drenaje no integradas denominadas por Zavala, García y Di Meglio (2005) redes de drenaje en crisis o R2. Estas zonas de captación se asocian principalmente a escurrimientos laminares, controlados por un bajo gradiente regional y materiales superficiales arenosos que favorecen la infiltración y no permiten el labrado de cauces o cuando lo hacen, los mismos poseen fondos planos como en el sitio “Cueva de los Leones” (Grill, et al., 2011).

1.2. Afloramientos de tosca

Los afloramientos de tosca se localizan principalmente en torno al escarpe de erosión que constituye el límite entre el valle y la llanura sedimentaria. Estos afloramientos son afectados por procesos de meteorización que moldean su forma y condicionan el desarrollo del escarpe. En términos generales, la composición química de la tosca es: C_aCO_3 : 79,28 % (C_aO -42,62 %); S_iO_2 : 12,30 %; M_gO : 3,05 %; Al_2O_3 : 2,12 % y Fe_2O_3 : 2,03 %. La calcita y la dolomita son los minerales carbonatados dominantes y van acompañados fundamentalmente por cuarzo, ópalo y minerales de la arcilla. En el área de estudio Grill et al. (2011) destacan que existen valores ligeramente inferiores a los documentados a nivel global para este tipo de costras, registrándose las mayores proporciones de carbonatos en los niveles más superficiales. El resto de los componentes (MgO , Fe_2O_3 y Al_2O_3) están subordinados y en proporciones < 3,5 %.

Procesos de meteorización física, química y/o biológica inciden en la evolución de las geoformas del sector. Distintos tipos de microformas pseudo-kársticas se desarrollan cuando la capa de tosca aflora en forma de superficie plana. Un ejemplo, son las pequeñas depresiones cerradas o *gnammas*. Su evolución se debe a la acumulación de clastos del orden de los centímetros, dentro de las zonas deprimidas, que ensanchan estas pequeñas oquedades. En ocasiones se conectan mediante surcos o coalescen a medida que su tamaño aumenta. En los sectores donde el afloramiento se encuentra cubierto por una delgada capa de clastos angulosos de tosca, no se observa la presencia de estas microformas.

1.3. Escarpe de erosión y procesos que lo afectan

El escarpe constituye el límite entre la Llanura Sedimentaria y el valle/ta-lud. En la pared del mismo se observa el típico corte natural que caracteriza a

la llanura subventánica y que involucra a los “sedimentos pampeanos” (loess con alta proporción de carbonatos) en la parte más baja y el banco de tosca en la parte superior (Grill et al., 2011). Posee alturas que varían entre los 0,5 y 5 metros y se encuentra afectado por procesos de meteorización que originan su retroceso. La velocidad del proceso de retroceso del escarpe resulta del balance entre sus características físicas y la intensidad de los agentes que lo afectan. En algunos sectores se observan dos niveles de escarpe/talud. Su configuración presenta diferencias dadas por la distancia vertical entre uno y otro. Esta evolución desigual en el retroceso del mismo podría deberse a las diferencias de composición existentes en las capas de tosca que afloran en el sector.

La combinación de procesos de meteorización (química, física y biológica) constituyen el origen de las cuevas y aleros en el área de estudio. Estas morfologías son de tamaños variables (entre los 2 y 3 metros de altura) y evolucionan en el frente del escarpe y en el sector de contacto con el talud. Según Pedraza Gilsanz (1996) el origen de este tipo de morfología en paisajes pseudo-kársticos se vincula a la presencia de un mayor contenido de agua en la base de los afloramientos de tosca, en parte debido al ascenso por capilaridad, por lo que la meteorización es mayor en las partes superiores, donde la roca está seca y prácticamente sin meteorizar dando origen a la formación de las cuevas. Para el área de estudio Grill et al. (2011) relacionan el origen de las cuevas y aleros a la capacidad de disolución y precipitación de los carbonatos en presencia de anhídrido carbónico. Distintos tipos de meteorización química y biológica afectan los techos de las cuevas y aleros provocando en algunos casos el desprendimiento de rocas de diversas formas y tamaños. En el sector de la Cueva de los Leones la precipitación, las variaciones de temperatura y la vegetación son los principales factores desencadenantes de la rotura de la tosca. Los bloques desprendidos, al impactar en la ladera, suelen romperse en fragmentos más pequeños. Algunos se encuentran fijos al suelo y cubiertos de vegetación mientras que los más actuales no presentan vegetación.

1.4. Talud y conos aluviales

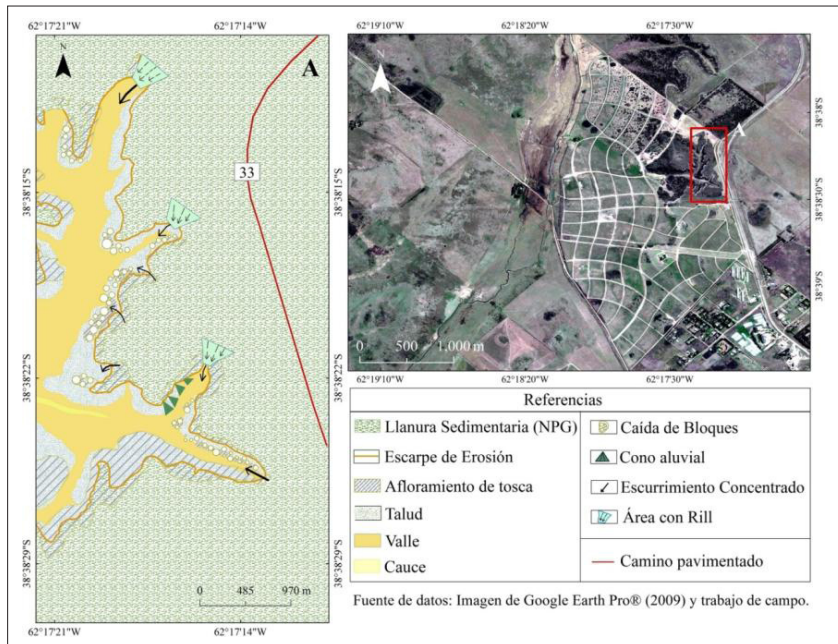
La unidad geomorfológica correspondiente al talud se presenta como un sistema de pendientes que comienzan al pie de los escarpes y culminan en el valle. Hay sectores en los cuales el talud presenta pendientes más abruptas y su tamaño es reducido y áreas en las cuales el talud aumenta en tamaño degradando su pendiente hasta llegar al valle (Gentili, Gil, Campo, Rosell, 2012). En general se encuentra vegetado a excepción de aquellos lugares en donde aflora la tosca. En algunos sectores se ha identificado la presencia de conos aluviales de origen mixto. Los factores que influyen en su desarrollo son múltiples y va-

riables. Grill et al. (2011) los vinculan fundamentalmente a las precipitaciones de alta intensidad. Puede estar relacionado a condiciones climáticas pretéritas en el ambiente ya que el factor climático incide directamente en los procesos de meteorización que tienen lugar en su desarrollo. Los conos irrumpen en forma perpendicular al escarpe, recubren o se integran al talud y actualmente se encuentran estabilizados por la vegetación. En el sector correspondiente a esta unidad se reconocieron incisiones lineales que dan lugar a morfologías en surco. Estas conectan el sector superior de la vertiente con el sector del valle.

1.5. Áreas con escurrimiento difuso y concentrado

Desde el punto de vista de la geodinámica actual han sido identificados dos tipos de escurrimientos: el difuso o laminar y el concentrado. Ambos nacen sobre la Llanura sedimentaria y atraviesan la estructura de la tosca incidiendo en el frente del escarpe. El primero de ellos se produce sobre pendiente suave o casi nula caracterizado en las zonas con mayor pendiente por la formación de rills (surcos) que cambian según la presencia de la vegetación. El segundo, está caracterizado por la existencia de un flujo lineal

Figura N° 3. Mapa geomorfológico del sector este de “Cueva de los Leones”



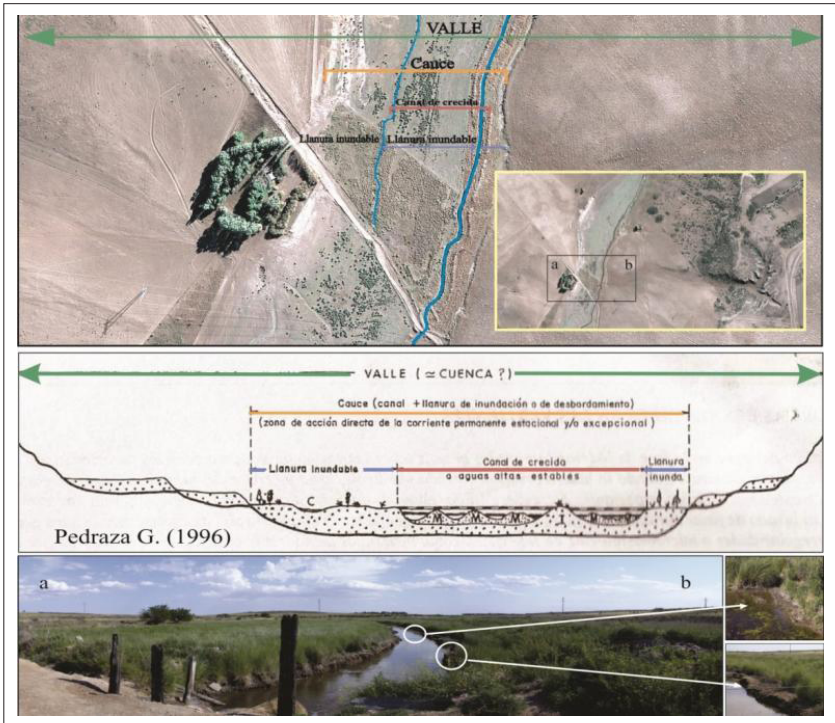
Fuente: González et al. (2017).

del agua y se presenta en pendientes más abruptas ante aportes de precipitaciones abundantes. En este caso se comienza las primeras incisiones que evolucionan formando barrancos (Figura N° 3).

1.6. Valle, cauce y otras formas fluviales

Según Pedraza Gilsanz (1996) los valles fluviales pueden entenderse en sentido amplio o restringido. El primero corresponde al dominio territorial comprendido entre las divisorias hidrográficas: “Valle” (línea verde) de la figura 4 (superior y central). El segundo, denominado por el autor valle simple, abarca el dominio morfológico labrado por la acción directa de la corriente a lo largo de toda su evolución y corresponde al dominio fluvial: “Cauce” (línea amarilla) y sectores aterrazados adenaños de la figura 4 (superior y central). Sobre esta base, en el área de estudio, se han reconocido geofomas asociadas al valle simple (Figura N° 4).

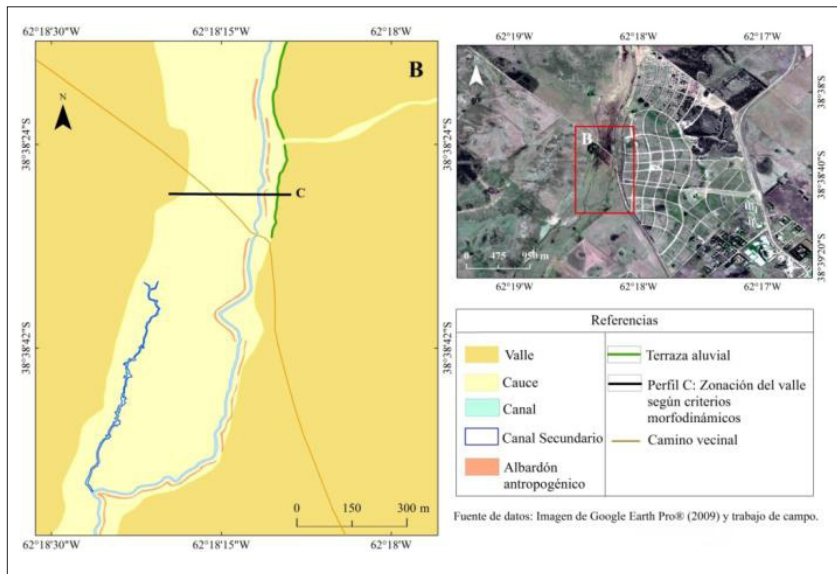
Figura N° 4. Perfil C: Zonación del valle según criterios morfodinámicos



Fuente: González et al. (2017).

El cauce, que actúa como colector en períodos de exceso de precipitación, presenta un fondo plano y una pendiente longitudinal casi nula. Esto genera en ciertos sectores escurrimiento difuso o laminar que da origen a la formación de encharcamientos. Se identificó un nivel de terraza no continuo sobre la margen derecha (Figura N° 4 inferior). Dentro del cauce se determinaron dos tipos de canal: el canal principal o conducto “habitual” de las aguas y un canal secundario, que en épocas de precipitación intensa actúa como conducto transitorio (canal de crecida) conectándose al canal principal. En este tramo del arroyo se identificaron depósitos de origen antrópico que forman diques artificiales en los bordes del canal (albardones antropogénicos). Estos cumplen la función de contenedor de aguas en momentos de excesos de precipitación (Figura N° 5).

Figura N° 5. Mapa geomorfológico de un sector del valle inferior del arroyo Saladillo de García



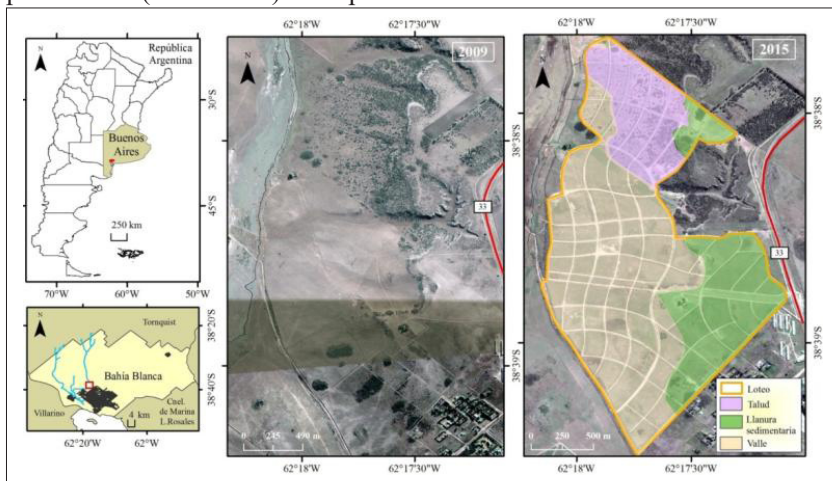
Fuente: González et al. (2017).

2. Urbanización y cambios en las unidades geomorfológicas

Las unidades geomorfológicas afectadas por el loteo de la futura urbanización fueron identificadas cuantitativa y cualitativamente a través del SIG. La figura 6 muestra dos imágenes satelitales pertenecientes al sector del área de estudio en el cual se desarrolla el loteo urbano a través de

las cuales se puede distinguir de forma visual las unidades modificadas. Se identificó por medio de un polígono el área total del loteo y mediante la superposición con las unidades geomorfológicas se estimó la superficie ocupada de cada unidad (Cuadro N° 1). Aproximadamente un 58 % del área total del loteo se encuentra emplazado sobre el valle. El talud, la unidad geomorfológica más activa en términos de geodinámica, se encuentra ocupado en un 25 % aproximadamente.

Figura N° 6. Unidades geomorfológicas ocupadas por el loteo (2009-2015) en el periurbano norte de Bahía Blanca



Fuente: González et al. (2017).

Cuadro N° 1. Cálculo de áreas de cada unidad geomorfológica afectada por el loteo.

Unidad geomorfológica	Área afectada por loteo (km ²)	Área afectada por loteo (%)
Valle	1,64	58,36
Llanura Sedimentaria	0,71	16,37
Talud	0,46	25,27

Fuente: González et al. (2017).

El grado de la geodinámica actual del sector es relativamente bajo (Cuadro N° 2). Sin embargo, el área del loteo se encuentra sobre una vertiente con una inclinación aproximada de 3 ° lo que convierte a este espacio en un terreno propicio para el desarrollo de procesos gravitacionales y pluvio-

fluviales propios de este tipo de vertientes, asociados principalmente a las precipitaciones intensas. Las modificaciones producidas por la expansión de zonas urbanas y el consecuente cambio en el uso del suelo a escala de cuenca fueron también planteadas por Castro Correa et al. (2009) y Vidal y Romero (2010) cuyos trabajos arrojan resultados similares al presente estudio.

Cuadro N° 2. Intensidad/frecuencia de la geodinámica actual.

Geoforma / Unidad geomorfológica	Geodinámica actual		Intensidad / Frecuencia de ocurrencia
Escarpe	Meteorización física, química y biológica: Formación de cuevas y aleros Fenómenos de caída		Baja
Talud	Movimientos de deslizamiento y flujos	Movimiento gravitacional: Deslizamiento de rocas o derrubios	Baja o nula
		Transporte hídrico: Deslizamientos de material fino o sedimento no consolidado	Media
Valle	Arroyada en manto y estancamiento de la escorrentía Acción de lavado por aguas subsuperficiales		Media
Cono aluvial	Deslizamientos. Flujo de material		Nula. Inactivos actualmente
Cuevas y aleros	Meteorización física, química, biológica: Desprendimiento de bloques		Media

Fuente: González et al. (2017) sobre la base de la propuesta de Pedraza Gilsanz (1996).

El talud es el elemento de la vertiente más activo ya que constituye el sector con mayor pendiente dentro del área del loteo urbano. La urbanización en esta unidad significa reemplazar la cubierta de vegetación por el trazado de calles y por la construcción de viviendas. Esto puede derivar en un aumento de las tasas de impermeabilización de los suelos y llevar a un incremento directo de la escorrentía superficial y subterránea que se traduce en una mayor capacidad de erosión y transporte de sedimentos. El

aumento de la escorrentía y las variaciones en la composición y cantidad de sedimentos pueden derivar en cambios de forma y tamaño de surcos, canales y cauces presentes en el sector del loteo y aledaños (Figura N° 2).

Actualmente, el sector se caracteriza por la estabilidad en las geoformas y los procesos, sin embargo, las modificaciones del entorno natural asociadas al cambio en los usos del suelo le otorgan una nueva impronta espacial. Estos usos, a partir de los cambios espaciales que implican, tendrán repercusiones directas e indirectas sobre los procesos naturales que se desarrollan en el área, principalmente en aquellos lugares en los cuales las condiciones de dinámica geomorfológica se encuentran activos.

Si bien el nivel de la geodinámica en el sector es relativamente bajo, las transformaciones producto del desarrollo urbano pueden desencadenar nuevos procesos o dinamizar los actuales como resultado de ajustes de equilibrio del sistema que deriven en alteraciones en el ambiente. Al mismo tiempo, los procesos físico-naturales y en particular la dinámica hidrogeomorfológica inciden de manera directa e indirecta en los procesos de ocupación territorial y de producción urbana. Esto da origen a una serie de relaciones mutuas entre la geodinámica natural actual y la urbanización que pueden determinar vulnerabilidades ambientales.

Conclusiones

La expansión de la urbanización introdujo cambios en el ambiente natural derivó en la generación de nuevas dinámicas o procesos y al mismo tiempo en la acentuación de otros. La elaboración del mapa geomorfológico del área permitió establecer las relaciones entre el proceso de urbanización y la dinámica geomorfológica propia del espacio y en consecuencia identificar sectores en los cuales esta relación se acentúa.

Del análisis de las características de las unidades geomorfológicas y de los procesos que se desarrollan, se establece que el sector obedece a una morfología de tipo pseudo-kárstica en la cual distintos procesos pasados y actuales han modelado el espacio otorgándole su configuración actual. La mayor expresión de la dinámica actual del espacio está representada por el sector de la Cueva de los Leones ya que es aquí donde se desarrollan los procesos de meteorización y transporte que dan origen a la formación de las geoformas relevantes del sector, las cuales contribuyen al desarrollo de la vertiente.

Por otra parte, la utilización del SIG permitió la actualización de esta cartografía de manera más sencilla y brindó herramientas de análisis es-

pacial que mejoraron la comprensión de las relaciones existentes entre el medio natural y los procesos de urbanización. Del reconocimiento de las formas y procesos y las interrelaciones entre ellos se concluye que el sector presenta actualmente una geodinámica relativamente baja. El talud representa la unidad geomorfológica con mayor grado de dinamismo e inestabilidad por ser el sector más inclinado de la vertiente. Aquí, se torna de suma importancia conocer los efectos que podrían ocasionarse en el espacio debido la reconversión en los usos del suelo. Por ello la cartografía geomorfológica y el uso de los SIG son herramientas útiles para una mejor planificación territorial.

Referencias bibliográficas

- ANON, (1972). The preparation of Maps and Plans in terms of Engineering Geology. *Q. J. Engng Geology*, 5, 293-381.
- BARBEITO, O., CONTRERAS, P., AMBROSI-NO, S. Y GONZÁLEZ, S., (2011). Hidráulica fluvial: Procesos de erosión y sedimentación, obras de control y gestión de ríos. *Geomorfología y alerta temprana en la prevención de crecientes repentinas*. Hector Daniel Farias, José Daniel Brea, Carlos Marcelo García (ed.), Comunas del río Anizacate. Córdoba.
- BENAVENTE, J., DEL RIO, L., GRACIA, F. J. Y MARTÍNEZ DEL POZO, J. A., (2006). Coastal flooding hazard related to storms and coastal evolution in Valdelagrana spit (Cadiz Bay Natural Park, SW Spain). *Continental Shelf Research*, 26 (9), 1061-1076. DOI: 10.1016/j.csr.2005.12.015
- BOCCO, G., PRIEGO, A. Y COTLER, H. (2005). La geografía física y el ordenamiento ecológico del territorio. Experiencias en México. *Gaceta Ecológica* (76), 23-34.
- CAMARASA-BELMONTE, A. M. Y SORIANO-GARCIA, J. (2012). Flood risk assessment and mapping in peri-urban Mediterranean environments using hydrogeomorphology. Application to ephemeral streams in the Valencia region (eastern Spain). *Landscape and Urban Planning*, 104 (2), 189-200. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.10.009>.
- CAMPO DE FERRERAS, A. M. (1999). *Hidrografía del río Quequén*. (Tesis Doctoral). Departamento de Geografía y Turismo, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca.
- CARBONE, M. (2003). *Hidrografía del arroyo Claromecó*. (Tesis Doctoral). Departamento de Geografía y Turismo. Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca.
- CASTRO, C., Y BRIGNARDELLO, L. (2005). Geomorfología aplicada a la ordenación territorial de litorales arenosos. Orientaciones para la protección, usos y aprovechamiento sustentables del sector de Los Choros, comuna de La Higuera, IV Región. *Revista de Geografía Norte Grande*, (33), 33-58.
- CASTRO CORREA, C. P. C., SOTO BAUERLE, M.V., TORRES, R. F., MARKER, M. Y RODOLFI, G. (2009). Impacto en la geodinámica actual del valle de Nantoco, cuenca del río Copiapó, asociado a la reconversión productiva. *Revista de Geografía Norte Grande*, (42), 81-99.
- CHIN, A. (2006). Urban transformation of river landscapes in a global context. *Geomorphology*, 79 (30), 460-487. DOI: 10.1016/j.geomorph.2006.06.033
- CIMINARI, M., TORRENS, C. Y JURIO, E. (2003). Los Sistemas de Información Geográfica: una herramienta eficaz para el análisis ambiental. Memorias Primer congreso de la ciencia cartográfica y VIII Semana Nacional de Cartografía. Vol. 25, 1-11. Buenos Aires -Argentina.
- CONTRERAS, F. I. (2013). Aplicación de SIG en el estudio de la evolución geomorfológica de

- las lagunas de la Lomada Norte, Corrientes, Argentina. *Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. 5591-5598. Foz de Iguaçu -Brasil.
- DAI, F. C., LEE, C.F. Y ZHANG, X.H. (2001). GIS-based geo-environmental evaluation for urban land-use planning: a case study. *Engineering Geology*, 61 (4), 257-271. doi:10.5194/nhess-12-143-2012
- FRODELLA, W., MORELLI, S., FIDOLINI, F., PAZZI, V. Y FANTI, R. (2013). *Geomorphology of the Rotolon landslide*. (Veneto Region, Italy). *Journal of Maps*, 10 (3), 394-401. <http://dx.doi.org/10.1080/17445647.2013.869666>
- GENTILI, J., O., GIL, V., CAMPO, A., M., ROSELL, P. (2012) Calidad ambiental en "Cueva de los Leones", periurbano de Bahía Blanca, Argentina. 265-278
- GIL, V. (2010). *Hidrogeomorfología de la cuenca alta de río Sauce Grande aplicada al peligro de crecidas*. (Tesis doctoral). Departamento de Geografía y Turismo. Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca.
- GONZÁLEZ URIARTE, M. (1984). *Características geomorfológicas de la porción continental que rodea la Bahía Blanca, Provincia de Buenos Aires*. Actas del 9no. Congreso Argentino de Geología. Bariloche. Argentina.
- GRILL, S., GIL, V., GENTILLI, J. (2011). Geología y geomorfología Cueva de los Leones. Informe Técnico. Departamento de Geografía y Turismo. UNS. 13p.
- GUTIÉRREZ ELORZA, M. (2008). *Geomorfología*. Madrid: Pearson Educación S.A.
- HARA, Y., TAKEUCHI, K. Y OKUBO, S. (2005). Urbanization linked with past agricultural land-use patterns in the urban fringe of a deltaic Asian mega-city: a case study in Bangkok. *Landscape and urban planning*, 73 (1), 16-28. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2004.07.002
- HORACIO, J. Y OLLERO, A. (2011). Clasificación geomorfológica de cursos fluviales a partir de Sistemas de Información Geográfica (SIG). *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 56, 373-396.
- HUELMO, S. Y MEZZAMO, A. (2012). *Algunos cambios geomorfológicos debido a la urbanización en un sector de Montevideo*. Jornadas de geología. Montevideo. Uruguay.
- KANG, R. Y MARSTON, R. (2006). Geomorphic effects of rural-to-urban land use conversion on three streams in the Central Redbed Plains of Oklahoma. *Geomorphology*, 79 (3-4), 488-506. DOI: 10.1016/j.geomorph.2006.06.034
- KEESSTRA, S. D., HUISSTEDEN, V., VANDENBERGHE J., VAN DAM, O., DE GIER, J. Y PLEIZIER, I. D. (2005). Evolution of the morphology of the river Dragónja (SW Slovenia) due to land-use changes. *Geomorphology*, 69 (1-4), 191-207. DOI: 10.1016/j.geomorph.2005.01.004
- LAMELAS, M. T., HOPPE, A., DE LA RIVA, J. Y MARIONI, O. (2009). *Modelling environmental variables for geohazards and georesources assessment to support sustainable land-use decisions in Zaragoza (Spain)*. *Geomorphology*, 111 (1-2), 88-103. DOI: 10.1016/j.geomorph.2008.10.021
- LORDA, M., A. (2008). Lógicas socioespaciales en el espacio periurbano de Bahía Blanca. *Huellas*, 1-23.
- MARDONES, M. Y VIDAL, C. (2001). La zonificación y evaluación de los riesgos naturales de tipo geomorfológico: un instrumento para la planificación urbana en la ciudad de Concepción. *EURE*, 27 (81), 97-122.
- PEDRAZA GILSANZ, J. (1996). *Geomorfología. Principios, métodos y aplicaciones*. Madrid, España: Editorial Rueda.
- PEÑA MONNÉ, J. L. (1997). *Cartografía Geomorfológica básica y aplicada*. Geoforma Ediciones, Logroño.
- RENSCHLER, C. S. Y HARBOR, J. (2002). Soil erosion assessment tools from point to regional scales: the role of geomorphologists in land management research and implementation. *Geomorphology*, 47 (2-4), 189-209.
- RIVAS, V., CENDRERO, A., HURTADO, M., CABRAL, M., GIMÉNEZ, J., FORTE, L., DEL RIO, L., CANTU, M. Y BECKER, A. (2006). Geomorphic consequences of urban development and mining activities; an analysis of study areas in Spain and Argentina. *Geomorphology*, 73 (3-4), 185-206. DOI: 10.1016/j.geomorph.2005.08.006
- ROMERO, H. Y VASQUEZ, A. (2005). Evaluación ambiental del proceso de urbanización de las cuencas del piedemonte andino de Santiago de Chile. *EURE*, 21 (94), 97-117.
- SÁNCHEZ, H., A. (2009). Periurbanización y espacios rurales en la periferia de las ciudades. *Estudios agrarios*, 41, 93-123.
- SCHICK, A. P., GRODEK, T. Y WOLMAN, M. G. (1999). Hydrologic processes and

- geomorphic constraints on urbanization of alluvial fan slopes. *Geomorphology*, 31 (1–4), 325–335.
- TANIGUCHI, K. Y BIGGS, T. (2015). Regional impacts of urbanization on stream channel geometry: A case study in semiarid southern California. *Geomorphology*, 248, 228–236. Doi: 10.1016/j.geomorph.2015.07.038.
- TORRERO, M. P. (2009). *Río Sauce Chico: Estudio hidrográfico para un desarrollo sustentable*. (Tesis doctoral). Departamento de Geografía y Turismo. Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca.
- TRICART, J. (1979). Mapas geomorfológicos, ¿por qué? *Acta Geol. Hispánica*, 14, 416–420.
- TRICART, J.F.L. (1973). *Geomorfología de la Pampa Deprimida*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Buenos Aires. Argentina.
- URRIZA, G. Y GARRIZ, E. (2014). ¿Expansión urbana o desarrollo compacto? Estado de situación en una ciudad intermedia: Bahía Blanca, Argentina. *Revista Universitaria de Geografía*, 23 (2), 97–123.
- VIDAL, C. Y ROMERO, H. (2010). Efectos ambientales de la urbanización en las cuencas de los ríos Biobío y Andalién sobre los riesgos de inundación y anegamiento de la ciudad de Concepción. Planes, procesos y proyectos. Serie GEOLibros, Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- WANG, T., BELLE, I. Y HASSLER, U. (2015). Modelling of Singapore's topographic transformation based on DEMs. *Geomorphology*, 231, 367–375. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geomorph.2014.12.027>
- ZAVALA, C., GARCIA, M. Y DI MEGLIO, L. (2005). Redes de drenaje y paleoclimas en el cuaternario del sur de la provincia de Buenos Aires. Inédito.
- ZINGER, A. S., CAMPO, A. M., GIL, V., GENTILI, J. O., ROSELL, P. (2011). Propuesta de Creación. Reserva Natural Urbana “Cueva de los Leones”. Informe Técnico. Departamento de Geografía y Turismo. UNS. 75 pp
- ZINGER, A. S. Y CAMPOS, M. M. (2002). Múltiples conflictos ambientales caracterizan el periurbano nor-noroeste de Bahía Blanca. *Revista Universitaria de Geografía*, 11 (1 y 2), 39–56.