



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFÍA Y TURISMO**

TESIS DE LICENCIATURA EN GEOGRAFÍA

**“Hidrogeomorfología de la cuenca del arroyo
Saladillo de García aplicada al ordenamiento del
periurbano de Bahía Blanca”**

MARILINA AYELEN GONZÁLEZ

Director: Dr. Jorge Osvaldo Gentili

Co-Directora: Dra. Verónica Gil

**BAHÍA BLANCA
2018**

AGRADECIMIENTOS

A las autoridades, personal docente y administrativo de la Universidad Nacional del Sur y del Departamento de Geografía y Turismo. Al Consejo Interuniversitario Nacional por la Beca de Estímulo a las Vocaciones Científicas 2016 que me permitió finalizar con esta investigación. A mis compañeros del Gabinete 16 por brindarme un lugar de trabajo y su apoyo en esta investigación.

A la Bolsa de Cereales y Productos de Bahía Blanca (BCP) y del Instituto Nacional de Tecnología Argentino (INTA) por los datos climatológicos brindados.

A mi Director de tesis Dr. Jorge Gentili y mi Co-Directora Verónica Gil por darme la oportunidad de formar parte del grupo de investigación, por la confianza brindada y por sus consejos y enseñanzas.

A mis amigos, por ser mis compañeros en todo momento y por sus palabras de aliento. En especial a mis compañeras, amigas y futuras colegas Anto, Vale y Guada por la buena onda y los buenos momentos compartidos en esta etapa.

A mi familia, en especial a mis padres, por su apoyo incondicional, por sus consejos y por ser mi ejemplo de que con esfuerzo se llega a los objetivos.

ÍNDICE

1. CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	
1.1. Reseña de antecedentes	7
1.2. Localización del área de estudio	10
1.3. Características generales de la cuenca del arroyo Saladillo de García	12
1.4. Descripción y justificación de la problemática	14
1.5. Hipótesis de trabajo	16
1.6. Objetivos de la investigación	16
2. CAPÍTULO 2. ASPECTOS CONCEPTUALES Y METODOLÓGICOS	17
2.1. Marco teórico-conceptual	17
2.1.1. La Geografía Física y los Sistemas Naturales	17
2.1.2. El ciclo hidrológico en Geografía Física	18
2.1.3. La cuenca hidrográfica como unidad de análisis	19
2.1.4. La hidrogeomorfología aplicada a los estudios del ambiente	20
2.1.5. Áreas periurbanas y ordenamiento territorial	21
2.2. Materiales y métodos	22
2.2.1 Bibliografía	22
2.2.2. Fuentes cartográficas	22
2.2.3. Datos climatológicos	23
2.2.4. Delimitación de la cuenca	24
2.2.5. Morfología y morfometría de la cuenca	26
2.2.6. Cartografía geomorfológica y determinación de cambios en la red fluvial	27
3. CAPÍTULO 3. ASPECTOS FÍSICOS DEL ÁREA DE ESTUDIO	30
3.1. Elementos climáticos que inciden en el comportamiento hidrológico de la cuenca	30
3.1.1. Temperatura	30
3.1.2. Variabilidad interanual de las precipitaciones	31
3.2. Hidrogeomorfología de la cuenca del arroyo Saladillo de García	35
3.2.1. Morfología del relieve	40
3.2.2. Morfometría de la cuenca y red de drenaje	41
3.2.3. Aspectos geomorfológicos de las formas fluviales	45

4. CAPÍTULO 4. EL AVANCE DE LA URBANIZACIÓN Y LOS CAMBIOS EN LA	50
DINÁMICA HIDROGEOMORFOLÓGICA EN LA CUENCA BAJA DEL ARROYO	
SALADILLO DE GARCÍA	
4.1. Caso de estudio: Cueva de los Leones	51
4.1.1. Geomorfología del área	52
4.1.1. a. Llanura sedimentaria (Nivel de planación general (Npg))	52
4.1.1. b. Afloramientos de tosca	52
4.1.1. c. Escarpe de erosión y procesos que lo afectan	53
4.1.1. d. Talud y conos aluviales	54
4.1.1. e. Áreas con escurrimiento difuso y concentrado	54
4.1.1. f. Valle, cauce y otras formas fluviales	56
4.1.2. Urbanización y cambios en las unidades geomorfológicas	56
4.2. Caso de estudio: El sector noroeste y oeste del periurbano	59
4.2.1 Cambios históricos en la geomorfología de los canales	59
4.3. Propuestas de ordenamiento para el periurbano norte y oeste de Bahía Blanca	61
5. CONCLUSIONES	63
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Figura 1. Área de estudio	11
Tabla I. Cartas topográficas	23
Figura 2. Localización de las estaciones meteorológicas	24
Figura 3. Esquema metodológico-conceptual para la delimitación de cuencas de llanura aplicado a la cuenca del arroyo Saladillo de García	25
Figura 4. Sistemas de jerarquización de las redes de drenaje propuestos por Horton (1945) y Strahler (1964)	27
Tabla II. Índices morfométricos calculados para la cuenca del arroyo Saladillo de García	27
Figura 5. Mosaico elaborado como base para la cartografía geomorfológica	28
Figura 6. Temperatura media anual y temperaturas medias mensuales para el período 2015-2017 en Estación La Vitícola	30
Tabla III. Temperatura media, Máxima media, Mínima media y Amplitud térmica para el período 2015-2017 en Estación La Vitícola	31
Figura 7. Mapa de distribución espacial de las precipitaciones medias anuales para período 2015-2017 de la cuenca del arroyo Saladillo de García	32
Figura 8. Precipitación media mensual para el período 2015-2017 en la Estación La Vitícola	33
Figura 9. Precipitación mensual para los años 2015, 2016 y 2017 en la Estación La Vitícola	34
Tabla IV. Estadísticos de dispersión de la precipitación media mensual (mm) para el período 2015-2017. Estación meteorológica La Vitícola	34
Figura 10. (A) Gradientes de pendientes y (B) alturas de la cuenca del arroyo Saladillo de García	36
Figura 11. a) Esquema de las redes de drenaje en crisis; b) Zona divisoria de aguas; c) Vista frontal del nacimiento de los cauces; d) Vista superior del nacimiento de los cauces	38
Figura 12. Jerarquización de la red de drenaje y perfil longitudinal de la cuenca	39
Figura 13. Perfiles longitudinales y transversales de la cuenca del arroyo Saladillo de García	42

Figura 14. Comienzo de incisión de cauces en a) Comienzo de incisión de cauces en a) cuenca superior del arroyo Saladillo de García y b) cuenca superior del río Sauce Grande	46
Figura 15. Sector medio de la cuenca del arroyo Saladillo de García	47
Figura 16. Sector inferior de la cuenca del arroyo Saladillo de García: a) anegamiento; b-c) desbordes en márgenes de canales; d-e) acumulación de agua por desbordes en cunetas antrópicas	49
Figura 17. Localización de las áreas seleccionadas	51
Figura 18. Mapa geomorfológico de un sector del periurbano norte de Bahía Blanca	55
Figura 19. Unidades geomorfológicas ocupadas por el loteo (2009-2015) en el periurbano norte de Bahía Blanca	57
Tabla V. Cálculo de áreas de cada unidad geomorfológica afectada por el loteo	57
Tabla VI. Intensidad/frecuencia de la geodinámica actual	58
Figura 20. Sectores con cambios en la forma y distribución de los canales	60
Tabla VII. Tipología de cambios en el canal ante procesos antropogénicos y su ajuste morfológico	60

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Reseña de antecedentes

El agua de escorrentía constituye un tema de vital importancia en la Geografía. Esto se debe a su capacidad de transformar los relieves y porque de ella dependen los recursos básicos naturales sobre los que se apoya en gran parte la agricultura y el desarrollo industrial (Strahler, 1964; Pedraza Gilsanz, 1996; Dollar, 2000; Schumm, 2005). Las cuencas constituyen las células básicas, ya que son consideradas las unidades hidrogeomorfológicas que ofrecen bienes y servicios ecosistémicos a las sociedades y al mismo tiempo imponen restricciones a su avance (Chorley, 1969; Sheng, 1992; Schumm, 2005).

Actualmente, el papel protagónico que adquieren las sociedades como agentes modificadores de los sistemas naturales ha generado el incremento de los estudios vinculados a las transformaciones sobre las cuencas, principalmente en áreas urbanas y más recientemente en sectores suburbanos (Perrin *et al.*, 2001; Braud *et al.*, 2013a; Braud *et al.*, 2013b; Rodríguez *et al.*, 2013; Jankowfsky *et al.*, 2014; Miller *et al.*, 2014). Como indican Zinger y Campos (2002: 40) “el avance de la urbanización altera e irrumpe procesos y funciones naturales propias de áreas rurales donde los sistemas ecológicos, a pesar de estar intervenidos, aún conservan algunas de sus propiedades originales”. Este complejo y acelerado proceso de reconversión de tierras rurales a urbanas desencadena diversos efectos sobre la dinámica hidrográfica y geomorfológica de estos espacios y genera transformaciones en la dinámica natural de los ambientes (Hollis, 1975; Conesa García *et al.*, 2012). Bajo este contexto, el análisis del medio físico-social constituye el marco necesario e imprescindible para el correcto diagnóstico ambiental y el ordenamiento territorial. Los estudios vinculados a esta temática son numerosos. Entre ellos se destaca el trabajo realizado por Chin (2006) quien a partir de una compilación de estudios realizados en una serie de áreas describe cómo la urbanización ha transformado paisajes fluviales en toda la superficie de la Tierra, haciendo hincapié en la distribución de los impactos en un contexto comparativo global.

En Europa, Poesen y Hooke (1997), Hooke (2006), Macklin *et al.* (2006), Vandenberghe *et al.* (2012), Conesa García y Pérez Cutillas (2014), Rhoads *et al.* (2016) y Poepl *et al.* (2017), mediante métodos y técnicas que incluyen cartografía geomorfológica, fotografías aéreas y una gama de técnicas de datación, reconstruyen la evolución de la morfología de distintos

tipos de cursos fluviales con el fin de comprender mejor la complejidad del sistema y las respuestas ante los cambios inducidos por los grupos humanos. En Alemania Fohrer *et al.* (2001) y Niehoff *et al.* (2002) aplicaron modelos de simulación para cuantificar la respuesta hidrológica de una cuenca a diferentes opciones de uso de la tierra con el objetivo de crear escenarios para evaluar la influencia de los cambios potenciales del uso de la tierra y/o de la cubierta vegetal en la generación de escorrentía.

En Estados Unidos se han realizado distintos aportes al estudio de los efectos hidrológicos y geomorfológicos asociados a la transformación productiva y la ocupación de los suelos (Hammer, 1972; Simmons y Reynolds, 1982, Matheussen *et al.*, 2000; Bledsoe y Watson, 2001; DeFries y Eshleman, 2004; Burns *et al.*, 2005; Gregory, 2006; Rhoads *et al.*, 2016). En el año 2006 en la ciudad de Binghamton (Estados Unidos) se desarrolló el simposio de geomorfología aplicada al rol del hombre en el cambio de los sistemas fluviales (James y Marcus, 2006). En él se revisó la investigación actual sobre las interacciones antropogénicas en los sistemas fluviales y se anticiparon las direcciones futuras en este campo. Otros estudios se vinculan a la problemática de las inundaciones en áreas urbanas e incorporan modelos de simulación hidrológica referentes a la relación entre la urbanización y los cambios en la dinámica de las cuencas. Entre ellos se puede citar a Brun y Band (2000); Steuer y Hunt (2001); Im *et al.* (2003); Pinter y Heine (2005) y Choi y Deal (2008).

En Latinoamérica, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) recopiló y clasificó información relacionada con la gestión de cuencas y ríos vinculados a centros urbanos con el objetivo de analizar situaciones de conflicto por el uso del agua y de las cuencas (Dourojeanni y Jouravlev, 1999). En relación con el ordenamiento espacial de cuencas en Latinoamérica se destacan los trabajos realizados por Infante y Contreras (1992), Guillén Zelaya (2002), Márquez y Valenzuela (2007), Vidal y Romero (2010), Rivera (2011), Silva y Conceição (2011), Veitia y Montilla (2013) y Rojas *et al.* (2017). En Brasil, los cambios en el régimen hidrológico debido a la reconversión productiva de los suelos fueron analizados a través de métodos estadísticos por Campana y Tucci (2001) y Heil Costa *et al.* (2003) para las cuencas de los ríos Dilúvio en Porto Alegre y Tocantis en el sureste de la cuenca del río Amazonas.

Según Ruiz (2009) para enfrentar los desafíos que plantea el proceso de urbanización, en especial los vinculados a las consecuencias de las precipitaciones extremas es fundamental contar con una visión integrada que reconozca a la cuenca hidrográfica como unidad de planificación territorial. En la Argentina esta perspectiva ha sido abordada en los trabajos de Alberto (2005), Ruberto *et al.* (2006), Pittaluga y Suvires (2010) y Pintos y Sgroi (2013), quienes han desarrollado y analizado ampliamente los efectos de la ocupación predominantemente urbana en áreas con riesgo hídrico. En la provincia de Buenos Aires, Cappuccio y Mignaqui (2012) analizaron a la cuenca Matanza-Riachuelo como unidad de gestión en la planificación urbana y el ordenamiento territorial haciendo referencia a la necesidad de realizar un manejo integrado de cuencas en espacios donde se suma el problema de la interjurisdiccionalidad del territorio.

En el suroeste de la provincia de Buenos Aires existen numerosos estudios, desarrollados en los últimos 20 años, vinculados a la dinámica y el funcionamiento de las principales cuencas que lo integran: Campo de Ferreras (1999) cuenca del río Quequén Grande, Marini (2002) cuenca del río Quequén Salado, Carbone (2003) cuenca del arroyo Claromecó, Munguía (2003) cuenca del arroyo Pescado Castigado, Torrero (2009) cuenca del río Sauce Chico, Gil (2010) cuenca alta del arroyo Sauce Grande, Gentili (2012) cuenca del arroyo Sauce Corto y Volonté (2017) cuenca del arroyo San Bernardo. Se destacan también los trabajos de Marini y Piccolo (2000); Gaspari *et al.* (2007); García Martínez *et al.* (2008) y Carbone y Piccolo (2010). Gaspari y Bruno (2003), Gaspari *et al.* (2009) y Gentili (2006) efectuaron evaluaciones sobre la erosión hídrica superficial para las cuencas del arroyo Napostá Grande, Ventana y subcuencas del arroyo Pantanoso con el objetivo de analizar la degradación hídrica del suelo. Londoño *et al.* (2013) elaboraron para el sureste de la provincia de Buenos Aires un modelo de anegamiento y estrategia de predicción-prevención del riesgo de inundación en áreas de llanura. En relación con la problemática hídrica vinculada a las inundaciones en áreas urbanizadas se destacan los trabajos de Aldalur (2011), Zapperi (2012) y Zapperi *et al.* (2012) que desde la hidrografía urbana aportan soluciones a los problemas hidro-ambientales en el sector urbano de Bahía Blanca e Ingeniero White.

Las condiciones climáticas regionales y del área de estudio fueron abordadas por Capelli de Steffens y Campo de Ferreras (1994); Campo de Ferreras *et al.* (2004); Zapperi *et al.* (2006);

Zapperi *et al.* (2007); Gil *et al.* (2008); Campo *et al.* (2009); Scian (2009); Bohn *et al.* (2011) y Gentili y Gil (2013).

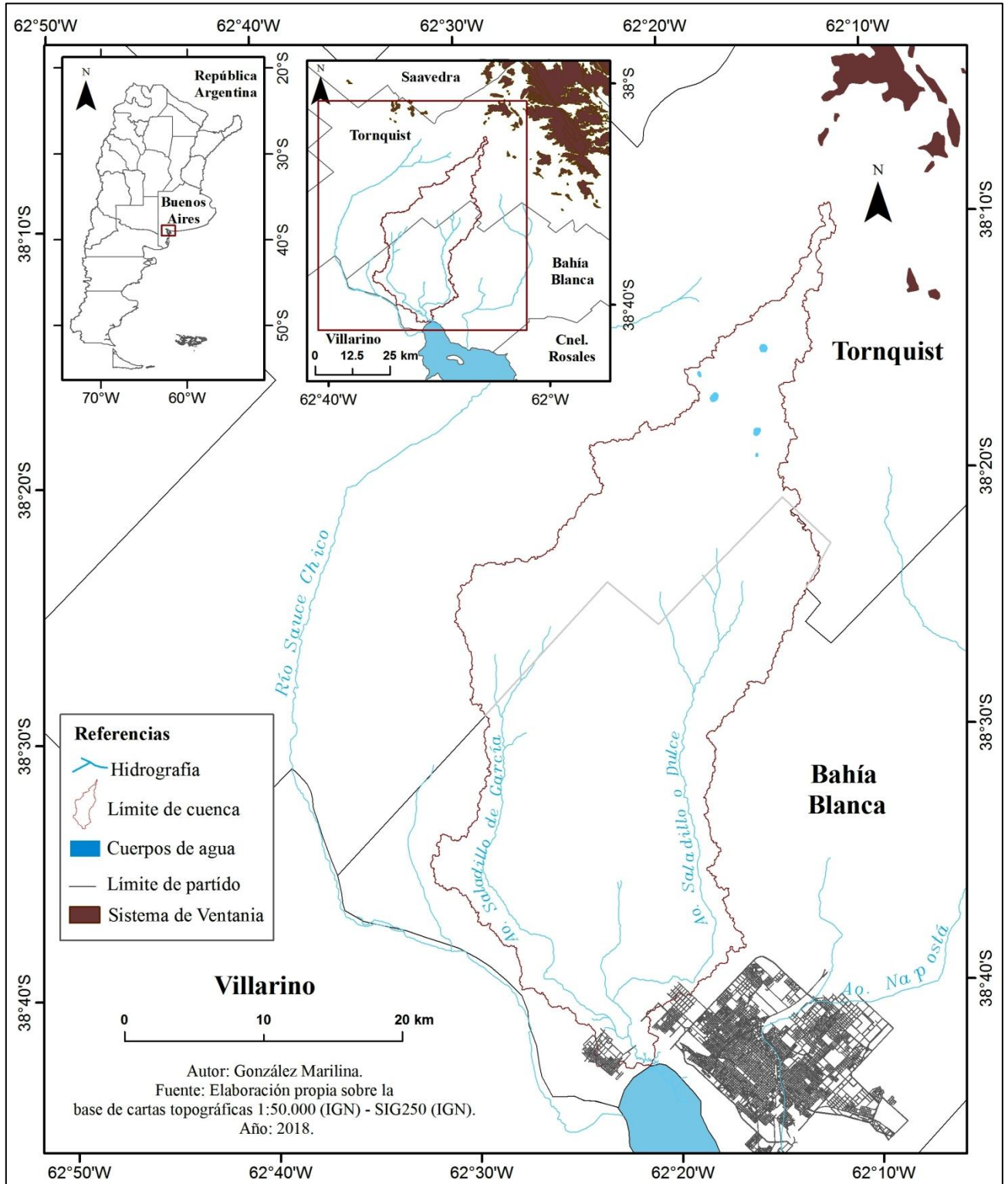
Por su parte Ameghino (1880), Frenguelli (1957), Harrington (1947), González Uriarte (1984, 2010), Amiotti *et al.* (2001), Carrica (1998), Zavala y Quattrocchio (2001), Zárata y Rabassa (2005), Gil *et al.* (2009); Grill *et al.* (2011) y González *et al.* (2017) realizaron aportes con respecto a la geología y geomorfología del lugar. En relación con la vegetación del lugar se destacan los trabajos realizados por Verettoni (1950), Nebbia y Zalba (2007) y Gil *et al.* (2012). Vinculado con la biogeografía y las características ambientales del área de estudio se destacan los trabajos realizados por Benedetti *et al.* (2010) y Gentili *et al.* (2012) respectivamente. En particular, referente al sector periurbano de la ciudad de Bahía Blanca se encuentran estudios vinculados al proceso de ocupación del suelo y transformación territorial (Urriza, 1998; Zinger y Campos, 2002; Kraser y Ockier, 2007; Lorda, 2008; De La Fuente, 2014; Schroeder y Pasciaroni, 2010; Sereno *et al.*, 2010; Prieto, 2014; Urriza y Garriz, 2014; Sereno, 2017) y relacionados con la gestión ambiental (Campos y Zinger, 2003; Lorda, 2005; Lorda, 2006; Spagnolo, 2012).

1.2. Localización del área de estudio

La cuenca del arroyo Saladillo de García se encuentra ubicada geográficamente entre los meridianos 62° 12' O y 62° 32' O y los paralelos de 38° 09' S y 38° 43' S, cubriendo una superficie total de 834 km². Abarca sectores de los partidos de Tornquist y Bahía Blanca y limita hacia el este con la cuenca del arroyo Napostá Grande y al oeste con la cuenca del río Sauce Chico (Fig. 1).

El área de la cuenca comprende dos cursos principales: el arroyo Saladillo o Dulce y el propio arroyo Saladillo de García que nacen y se desarrollan en un ambiente de llanura en el cual predominan, en general, valores bajos de pendiente. En la parte inferior de la cuenca se encuentra el periurbano noroeste de la ciudad de Bahía Blanca, sector que está actualmente sometido a transformaciones constantes provocadas por el avance de la urbanización y las actividades vinculadas a ello. El arroyo desemboca en el estuario de la bahía Blanca.

Figura 1
Área de estudio



Fuente: elaborado por González Marilina (2018).

1.3. Características generales de la cuenca del arroyo Saladillo de García

La cuenca del arroyo Saladillo de García se desarrolla en el sector de planicies extendidas de la vertiente suroccidental del Sistema de Ventania. Nace en cercanías del sistema serrano y junto con los ríos Sauce Chico y Napostá constituye uno de los aportes de agua permanentes al estuario de la bahía Blanca. Presenta una forma alargada en sentido norte-sur y recorre un amplio valle caracterizado por una baja a muy baja pendiente general del terreno. Estos reducidos valores de las pendientes topográficas dificultan en algunos sectores su delimitación.

El área de estudio se encuentra latitudinalmente comprendida en la faja zonal de los climas templados de características continentales con variaciones térmicas y pluviométricas a lo largo del año (Campo de Ferreras *et al.*, 2004; Campo *et al.*, 2009). Esto se debe a que se ubica en la zona de encuentro de masas de aire que provienen de los centros Anticiclónicos Subtropicales del Pacífico Sur (frías) y Atlántico Sur (cálidas). Esta alternancia permanente de masas de aire de distinta índole le imprimen una condición del tiempo de alta variabilidad, que se manifiesta en todas las estaciones del año (Campo de Ferreras *et al.*, 2004; Scian, 2009). Las temperaturas medias oscilan entre los 14 °C y los 20 °C y es característica de esta región la gran variabilidad de las precipitaciones, que es común a ambientes áridos o semiáridos (Campo de Ferreras *et al.*, 2004; Casado, 2013). La distribución de las lluvias en este sector poseen dos estaciones bien definidas, otoño y primavera, interrumpida por una estación seca a fines del invierno y otra semiseca de mediados de verano con alta evapotranspiración (Campo de Ferreras *et al.*, 2004; Scian, 2009).

En la región, los suelos más representativos son los Molisoles, de buen drenaje, desarrollados generalmente bajo vegetación de pastizales de estepas y praderas. La mayor parte de estos suelos evolucionaron sobre el estrato superficial de los depósitos de limos loessoides de origen eólico conocidos bajo el nombre genérico de “sedimentos pampeanos” (Ameghino, 1880; Frenguelli, 1940, 1957; Harrington, 1947) cuya edad se extiende desde el Plioceno más temprano hasta el Pleistoceno más alto. Balsa y López Castro (2011) los definen como suelos con horizonte superficial oscuro y espeso, bien estructurados, blandos, con un contenido de materia orgánica superior al 1 % y cuyo complejo de intercambio está saturado con más de 50 % de bases, predominantemente calcio, magnesio y potasio. Según Gril *et al.*, (2011: 2) se trata

de “limolitas compactadas (loess) que suelen alcanzar algunos cientos de metros de espesor, con una composición textural alternante entre arenas muy finas, limos y arcillas, color pardo amarillento, rojizo claro y estructura masiva o de bloques finos cuando tiene mayor proporción de arcillas”. El conjunto descrito, en general culmina con un potente banco de tosca de extensión regional típico de la región denominado: Superficie Finipampeana (Tricart, 1973 a), parte del Araucano (Ameghino, 1880), habiéndosele asignado una edad correspondiente al Plioceno / Pleistoceno (González Uriarte, 2010). En sectores deprimidos donde la tosca se encuentra en profundidad, las secuencias culminan con sedimentos en general loésicos, que pueden corresponder a más de un ciclo sedimentario y que constituyen el material parental de los suelos actuales de la región (González Uriarte, 2010).

Con respecto a la vegetación natural del área de la cuenca, según las regiones fitogeográficas de Cabrera (1976) se encuentra dentro del Dominio Chaqueño, Provincia Pampeana en el denominado Distrito Pampeano Austral. La vegetación predominante es la estepa de gramíneas, formada por grandes matas del género *Stipa*, *Festuca* y *Paspalum*. Según Frenguelli (1940) el sector correspondería a la denominada estepa herbácea de llanura cuyo suelo es loésico en el sentido que en todas sus partes derivan del loess o de sedimentos vinculados con este (limos loessoides). La cobertura vegetal natural se encuentra modificada prácticamente en su totalidad, no solo por las prácticas agrícolas y ganaderas sino también por la introducción de otras especies ajenas al entorno especialmente de origen europeo (cardo, manca caballo, abrojo, abrepuña, cicuta) (Frenguelli, 1940). Sin embargo, en algunos sectores en donde aún se observa vegetación natural se puede distinguir un tapiz vegetal de estepa xerófila donde se alternan arbustos de bajo porte y pastos duros. En sectores en los cuales predominan las planicies intercaladas con afloramientos de tosca la fisonomía de la vegetación corresponde a una estepa arbustiva con un estrato herbáceo dominante (Frenguelli, 1940). En la cuenca baja del arroyo Saladillo de García (cercano a la desembocadura) la vegetación refleja la relación salinidad-paisaje y se encuentran especies como pajonales de *Spartina*, arbustales de *Allenrolfea patagonica*, arbustales de *Atriplex undulata*, estepas de *Sarcocornia perennis*, arbustales de *Cyclolepis genistoides* y sectores con pastizal halófilo (Nebbia y Zalba, 2007).

El arroyo Saladillo de García desde la cuenca alta hasta su desembocadura se desarrolla en un ámbito de llanura. Este tipo de morfología es considerada, desde el punto de vista humano,

como el adecuado para la habitabilidad, la producción agropecuaria y el transporte. Por ello, su estudio es fundamental en el análisis de los efectos de la ocupación humana sobre el paisaje (Fuschini Mejía, 1994).

En la ciudad de Bahía Blanca y sus alrededores, si bien la actividad agropecuaria fue la primera impulsora de la dinámica rural-urbana, a partir de la década del '90 se producen importantes transformaciones en el espacio rural asociadas a la expansión urbana y la instalación de otras actividades productivas tales como la industrial, las cuales generan el debilitamiento de las actividades productivas primarias (Lorda, 2005; Bagnulo *et al.*, 2014). Formiga y Ercolani (1998: 35) indican: “Dentro de las características de estos espacios se destacan fundamentalmente, los procesos de conversión de tierras rurales a urbanas” y Formiga y Schroeder (2015: 160) agregan: “las actividades portuario-industriales de Bahía Blanca han cambiado la funcionalidad y la proyección de la ciudad, por su articulación con el espacio globalizado”.

La distribución espacial de la población dentro de la cuenca se vincula a los distintos procesos económicos, sociales, políticos y culturales por los cuales transitó la población a lo largo del tiempo. El núcleo urbano más importante es la ciudad de Bahía Blanca con 300.000 habitantes aproximadamente según el Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC) del año 2010 seguido de la localidad de General Daniel Cerri (8.200 habitantes) ambos ubicados en el sector inferior de la cuenca del arroyo Saladillo de García. El arroyo, en su fase de culminación, transita el espacio periurbano de la ciudad de Bahía Blanca, el cual se caracteriza por presentar diversos usos de suelos yuxtapuestos tales como el industrial, el hortícola y el residencial. Es un espacio inmerso en un proceso de construcción permanente donde las actividades rurales se ven rezagadas ante el avance de los usos urbanos (Urriza, 1998; Lorda, 2005).

1.4. Descripción y justificación de la problemática

Las ciudades, en sus tendencias de expansión y crecimiento hacia las periferias conllevan una serie de importantes cambios sobre el medio físico-natural que repercuten directamente en su dinámica, otorgándole una complejidad mayor. También este medio físico-natural incide en la forma y dirección de su crecimiento pudiendo originar conflictos ambientales. Las cuencas fluviales no están exentas de tales influencias ya que constituyen uno de los sistemas con

mayor fragilidad ante la creciente presión de los grupos humanos. En muchos casos, la situación de equilibrio en relación con el medio físico en el cual se desarrollan se ve interrumpida como respuesta a los cambios introducidos por las actividades socioeconómicas generándose alteraciones en su funcionamiento y dinámica (Hollis y Lockett, 1976; Gregory *et al.*, 1992; Leopold *et al.*, 2005; Hooke, 2006; Kang y Marston, 2006; Knox, 2006; Vidal y Romero, 2010; Vandenberghe *et al.*, 2012; Rhoads *et al.*, 2016). Reconocer y analizar estos cambios es fundamental para comprender dónde están localizados, cómo y por qué ocurren y cómo será su funcionamiento en el futuro (Gregory *et al.*, 1992). El espacio periurbano, sistema complejo, dinámico y cambiante, se encuentra actualmente afectado por estas nuevas tendencias de expansión y crecimiento propias de las ciudades. La multiplicidad de actores e intereses públicos y privados inciden en su construcción y van modelando el perfil de sus rasgos actuales (Urruela, 1987; Urriza, 1998; Barsky, 2005; Lorda y Prieto, 2007; Sánchez, 2009).

La cuenca baja del arroyo Saladillo de García, sobre la que se desarrolla el periurbano noroeste bahiense, ha experimentado en los últimos años una notoria intervención producto del avance de la urbanización. 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 momentos de intensa precipitación, se producen en la cuenca baja inundaciones y anegamientos debido principalmente a los gradientes de pendientes casi nulos y a las alteraciones en el medio físico-natural producto de la actividad antropogénica. Estos eventos afectan directamente a la población urbana y rural que allí se ubica generando importantes pérdidas económicas y problemas de accesibilidad.

La vigencia de la problemática mencionada y la necesidad de estudios que aborden la relación mutua entre la dinámica hidrogeomorfológica de una cuenca y los efectos de las modificaciones inducidas por el hombre, vinculadas principalmente con el avance de la urbanización en áreas periurbanas, justifican la importancia y pertinencia del tema presentado. En este contexto, se torna necesario reconocer y analizar las características físico-naturales del entorno y los cambios en el ambiente vinculados al desarrollo de la urbanización. Así, el estudio de los procesos hidrogeomorfológicos se convierte en un elemento necesario en la

gestión ambiental y la toma de decisiones, razón suficiente para justificar su incorporación a los planes de ordenamiento territorial (Bocco *et al.*, 2005; Romero y Vásquez, 2005; Camarasa-Belmonte y Soriano-García, 2012). El diagnóstico de la situación actual permitirá a futuro establecer pautas para el ordenamiento territorial y la elaboración de propuestas de gestión que prioricen los principios básicos de la racionalidad ambiental para un desarrollo equilibrado (Dourojeanni y Jouravlev, 1999; Gudiño, 2009; Gaspari y Senisterra, 2016). Por lo expuesto, resulta significativo destacar la importancia de la visión integradora de la geografía y en particular de la geografía física aplicada, que analiza la dinámica natural del sistema y su interacción con los fenómenos sociales a la hora de trabajar en el ordenamiento y la gestión del espacio.

1.5. Hipótesis de trabajo

El conocimiento integrado de las variables hidrogeomorfológicas de la cuenca del arroyo Saladillo de García constituye un aporte de relevancia para el ordenamiento del periurbano de Bahía Blanca.

1.6. Objetivos de la investigación

El objetivo general de la investigación es estudiar la hidrogeomorfología de la cuenca del arroyo Saladillo de García con la finalidad de brindar herramientas para mejorar el ordenamiento territorial del periurbano de Bahía Blanca.

Los objetivos específicos son:

- ✓ Caracterizar climatológicamente la cuenca del arroyo Saladillo de García
- ✓ Describir los procesos y formas fluviales de la cuenca
- ✓ Caracterizar geomorfológicamente sectores de interés de la cuenca
- ✓ Analizar los cambios en las formas y procesos fluviales en relación con el avance de la urbanización
- ✓ Elaborar propuestas de ordenamiento para el periurbano de Bahía Blanca

CAPÍTULO 2. ASPECTOS CONCEPTUALES Y METEODOLÓGICOS

2.1. Marco teórico-conceptual

2.1.1. La geografía física y los sistemas naturales

Strahler (1964) sostenía que el objeto de la geografía física es el estudio descriptivo de una selección de principios básicos de las Ciencias de la Tierra, que dan una visión de la naturaleza del ambiente en que se mueve el hombre y de sus variaciones espaciales. Su enfoque se modificó a lo largo del tiempo hasta orientarse en la actualidad al estudio de procesos (Sala Sanjaume y Batalla Villanueva, 1996). Para Strahler (1987) y Sala Sanjaume y Batalla Villanueva (1996) la geografía física comprende al espacio como un escenario en el cual las actividades humanas y el medio físico-natural, en permanente interacción, conforman una unidad de manera que, la comprensión de cada aspecto requiere del análisis de las conexiones entre ellos. De acuerdo con Capitanelli (1998) la base natural del ambiente no debe ser analizada como inventario de datos físicos agrupados en unidades estrictamente separadas, sino que debe ser entendido como un sistema dinámico. Para Sala Sanjaume y Batalla Villanueva (1996) los hechos que estudia la geografía física son complejos y para llegar a una clara comprensión de ellos es necesario desglosar los temas y estudiar separadamente los fenómenos. Los procesos que se desarrollan son variados y complejos por lo que, no solo interesa descubrirlos sino también comprenderlos y explicarlos (Gil, 2010).

La atmósfera, la hidrosfera, la litosfera y la biosfera -elementos fundamentales del análisis geográfico- constituyen un sistema o geosistema que funciona dentro de un ambiente y forma parte de un conjunto mayor por lo que su estudio e interpretación no puede ser otro más que el propuesto por la Teoría General de los Sistemas (Capitanelli, 1998). Von Bertalanffy (1950) define a los sistemas como un conjunto de elementos interrelacionados entre sí con un cierto grado de organización en función de un objetivo en común. Para Chow *et al.* (1994: 5) un sistema es “un conjunto de partes conectadas entre sí que forman un todo. El ciclo hidrológico puede tratarse como un sistema cuyos componentes son precipitación, evaporación, escorrentía y otras fases del ciclo hidrológico”. En la ciencia geográfica, razonar en términos de sistema implica analizar el espacio geográfico desde el punto de vista de las relaciones que surgen entre los elementos del sistema físico-natural y humano. Capitanelli (1998) considera que debido a la complejidad del mundo real, el enfoque sistémico conforma el método más

adecuado para conducir a esta integridad. Cada parte del sistema es estudiado de acuerdo con su papel dentro del mismo e intenta llegar a decisiones no solo para las partes o elementos individuales, sino también para su total ordenamiento a través de pasos organizados y lógicos.

2.1.2 El ciclo hidrológico en Geografía Física

El agua, elemento indispensable para el desarrollo de la vida sobre la Tierra, siempre ha sido prioridad para el hombre por ser el principal constituyente de todos los seres vivos y por ser una fuerza importante que constantemente está cambiando la superficie terrestre (Chow *et al.*, 1994). Por este motivo se dio lugar a la hidrología como ciencia con el objetivo de estudiar el agua en sus diversos aspectos y lograr un uso sostenible. El ciclo hidrológico implica la circulación general del agua en la tierra y aunque su concepto sea simple, el proceso está compuesto por muchos ciclos interrelacionados de extensión continental, regional y local (Chow *et al.*, 1994). Esta definición ofrece un punto de partida adecuado para situar su estudio dentro de la Geografía Física (Bruniard, 1992). Maderey Rascón (2005) sostiene que la labor del geógrafo no es establecer leyes sobre la circulación del agua sino analizar la interacción entre el sistema físico-natural (en el cual el agua representa un importante papel) y la influencia del hombre sobre el medio.

Para Kutchment (2004) el componente clave del ciclo hidrológico terrestre es la generación de escorrentías fluviales y movimiento de agua en las redes fluviales. La unidad territorial donde este proceso ocurre es la cuenca hidrográfica. Kutchment (2004: 4) agrega que:

“...para describir el ciclo hidrológico terrestre es importante no solo destacar los procesos principales sino también tener en cuenta los aspectos topográficos, geológicos, de vegetación y de suelo relevantes ya que son parámetros que controlan las condiciones de generación de escorrentía y dan la oportunidad de representar la heterogeneidad de la superficie terrestre.”

Las actividades humanas y en especial la urbanización son determinantes en la circulación natural del agua ya que representan uno de los procesos de intervención espacial con mayor potencialidad de perjuicio ambiental (Hollis, 1975). El desarrollo de las ciudades modifica los componentes del ciclo hidrológico, en especial los volúmenes de agua que escurren o anegan la superficie de los suelos durante la ocurrencia de episodios lluviosos. La expansión física del ambiente urbano se traduce en un marcado incremento de usos residenciales en desmedro de

usos y coberturas naturales que son importantes reguladores hídricos del sistema (Vidal y Romero, 2010; Jobbágy, 2011). La desigual distribución del recurso, que agrava situaciones de escasez por un lado y aumento de las inundaciones por otro, motivan la intensificación en los últimos años de los estudios sobre los recursos hídricos (Torrero, 2009; Gil, 2010).

2.1.3. La cuenca hidrográfica como unidad de análisis

La fase terrestre del ciclo del agua es de especial interés para la hidrografía y la geomorfología e incluye un sistema de drenaje superficial y otro subterráneo que fluye dentro de sistemas delimitados denominados cuencas hidrográficas (Huggett, 2011). Se define a la cuenca hidrográfica como “una zona delimitada topográficamente que desagua mediante un sistema fluvial, es decir, la superficie total de tierras que desaguan en un cierto punto de un curso de agua o río” (Sheng, 1992: 3). Siguiendo al mismo autor, la cuenca constituye una unidad conveniente para la medición y el análisis de los parámetros climáticos de un área ya que constituye un sistema con límites naturales específicos de la superficie de la Tierra. Sus recursos naturales y sus habitantes poseen condiciones físicas, biológicas, económicas, sociales y culturales que le confieren características peculiares. Estudiarla como un sistema es acertado no solo desde el punto de vista científico sino también a los efectos prácticos, ya que posee un alto grado de interrelación, interdependencia y afectación recíproca entre usos: los atributos que son afectados aguas arriba repercuten directa e indiscutiblemente aguas abajo (Bruniard, 1992; Chow *et al.*, 1994; Dourojeanni, 2004).

Durante años, los grupos sociales han intervenido los terrenos y modificado la dinámica de los sistemas hídricos según las necesidades particulares. En general, esas intervenciones han aportado beneficios locales pero también han desarrollado efectos adversos no previstos en el sistema. Frente a esto, el manejo de los recursos naturales en el marco de una cuenca hidrográfica, más comúnmente conocido como gestión de cuencas, surge según Dourojeanni (2004) como una opción territorial óptima para llevar a cabo un sistema de acción en el aprovechamiento y protección de los recursos naturales. La validez de usar el espacio conformado por una cuenca o cuencas interconectadas, como territorio base para la gestión integrada del agua ha sido enfatizada y recomendada en las grandes conferencias internacionales sobre los recursos hídricos (CEPAL, 1998). En este sentido Senciales González (1994: 14-15) agrega:

“...los estudios integrales de cuencas fluviales [...] comportan el análisis de los elementos que abarcan las cuencas fluviales, entendidas como sistemas, (morfometría, sustrato, suelos, clima, vegetación, uso del suelo) para entender el funcionamiento de la cuenca (caudales, crecidas, inundaciones, caudales sólidos, etc.) de tal manera que el estudio pueda tener carácter aplicado, tanto en la valoración de los recursos del agua, como en la prevención de las roturas de equilibrio y en la preservación del medioambiente.”

2.1.4. La hidrogeomorfología aplicada a los estudios del ambiente

La hidrogeomorfología según Scheidegger (1973) estudia las relaciones causa-efecto, entre la acción del agua y las formas del terreno (*landforms*) presentes en el territorio. Sidle & Onda (2004) la definen como una ciencia interdisciplinar dedicada al estudio espacio-temporal de las relaciones entre los procesos hidrológicos y las formas del terreno, así como al análisis de las interacciones existentes entre los procesos geomorfológicos activos y la escorrentía.

De lo anterior se desprende que la geomorfología es la base de los estudios hidrogeomorfológicos debido a su influencia en las características y dinámica de una cuenca hidrográfica (Gil, 2010). Para Capitanelli (1998) este modelado hídrico es el resultado de la relación de un sistema de erosión sobre una determinada estructura. Estos dependen del clima y de la naturaleza y ordenamiento de los materiales que se relacionan con los movimientos de la corteza terrestre o litosfera. Pedraza Gilsanz (1996: 35) sostiene que “el objetivo fundamental en geomorfología, es deducir los antecedentes de la superficie terrestre y, en su caso, predecir posibles configuraciones futuras”. Formas y procesos constituyen la esencia misma de la geomorfología conformando así un sistema de erosión organizado que constituye un gran dominio morfoestructural con un equilibrio dinámico particular (Capitanelli, 1998).

Senciales González (1994: 39) explica que:

“el origen de una red de drenaje tiene lugar desde el momento en que se produce en el relieve cualquier inflexión capaz de concentrar las aguas de escorrentía, superando unas dimensiones mínimas, que no puedan ser destruidas por labranza o modificadas ante precipitaciones de corto período de retorno y que además continua a lo largo de la ladera sobre la que se desarrolla hasta unirse con otro cauce, bien de dimensiones semejantes o bien superiores; y así sucesivamente hasta dar lugar a una red de drenaje jerarquizada.”

En particular, la geomorfología fluvial busca investigar la complejidad del comportamiento de estos canales fluviales teniendo en cuenta la escala de tiempo con el objetivo de predecir el comportamiento futuro y la sensibilidad ante los cambios (Dollar, 2000; Schumm, 2005). Entre los referentes más destacados en esta rama se puede mencionar a Horton (1945), Davis (1954), Macking (1948), Strahler (1964), Chorley (1969) y Schumm (1963) quienes realizan diversos aportes sobre morfología fluvial desde una perspectiva sistémica y a Leopold *et al.* (1995) que profundiza la temática con su obra “*Procesos fluviales en geomorfología*” sentando un precedente al incorporar el estudio de la red fluvial dentro del análisis geomorfológico.

2.1.5. Áreas periurbanas y ordenamiento territorial

Para Gómez Orea (2007) el sistema territorial es una construcción social que representa el estilo de desarrollo de una sociedad; se forma mediante las actividades que la población practica sobre el medio físico y de las interacciones entre ellas a través de los canales de relación que proporcionan funcionalidad al sistema. El territorio no es solamente el entorno físico donde se enmarca la vida humana, animal y vegetal junto a los recursos naturales, sino que comprende también la actividad del hombre que modifica este espacio (Gaspari y Senisterra, 2016). Población, actividades y medio físico son los elementos constituyentes de este sistema y se organizan y relacionan en función de intereses comunes o individuales. Formiga *et al.* (2011: 2) indican que: “el producto es un territorio fragmentado y segregado socio-espacialmente, en cuya construcción se evidencian las materialidades del proceso histórico y que ponen en evidencia en el paisaje actual los profundos contrastes en lo morfológico y desigualdades socioeconómicas que se hace patente en la exclusión de una porción importante de sus habitantes.” El territorio se convierte, así, en un sistema donde la multiplicidad de actores, intereses y decisiones se articulan generando una organización espacial particular debido a las distintas racionalidades que allí se superponen (Zinger y Campos, 2002).

Esta característica se presenta con mayor énfasis en los espacios periurbanos de las ciudades. Estos, definidos como “la extensión continua de la ciudad y la absorción paulatina de los espacios rurales que le rodean” (Sánchez, 2009: 93), se encuentran actualmente afectados por las nuevas tendencias de expansión y crecimiento propias de los espacios urbanos. Lorda

(2005) define estas áreas como sectores muy dinámicos, donde se superponen actividades económicas diversas que originan relaciones conflictivas entre el núcleo urbano organizador, sus actores y estos espacios, manifiestas a través de la fricción entre usos del suelo no compatibles. Debido a su condición de borde, “están sometidos a transformaciones provocadas por el crecimiento urbano y sufren los impactos asociados al proceso de globalización” (Serenó *et al.*, 2010: 41). Cuando estos espacios presentan síntomas de insostenibilidad ambiental es necesario recurrir al ordenamiento como una alternativa de rehabilitación. En los conflictos vinculados a la dinámica hídrica de un espacio, el marco territorial ideal para su análisis y tratamiento es la cuenca hidrográfica (Gaspari y Senisterra, 2016). Según Gaspari y Senisterra (2016) para la planificación territorial de una cuenca hidrográfica es indispensable el buen uso y manejo de los recursos naturales y de los servicios ambientales que aporta.

Las relaciones que se desenvuelven entre los elementos constitutivos de la cuenca hidrográfica son tan estrechas que una modificación en cualquiera de sus partes repercute de manera directa en el total funcionamiento del sistema. Es por esto que:

“El Ordenamiento Territorial (OT) se concibe como un proceso y una estrategia de planificación de carácter técnico-político, a través del cual se pretende configurar, en el corto, mediano y largo plazo, una organización del uso y ocupación del territorio, acorde a las potencialidades y limitaciones del mismo, las expectativas y aspiraciones de la población y los objetivos sectoriales de desarrollo (económicos, sociales, culturales y económicos)” (Gaspari y Senisterra, 2016: 55).

2.2. Materiales y métodos

2.2.1. Bibliografía

Se llevó a cabo la revisión bibliográfica para conocer los antecedentes del área y la región recurriendo a distintos tipos de fuentes primarias obtenidas de la Biblioteca Central y de la biblioteca del Departamento de Geografía y Turismo de la Universidad Nacional del Sur, así como a publicaciones científicas en línea.

2.2.2. Fuentes cartográficas

La base cartográfica utilizada para la digitalización de la red de drenaje fueron las cartas 1:50.000 del ex Instituto Geográfico Militar (IGM), actual Instituto Geográfico Nacional (IGN) obtenidas del Centro de Documentación Cartográfica del Departamento de Geografía y

Turismo de la UNS (Tabla I). Para la localización relativa del área de estudio se utilizó el SIG-250 (Sistema de Referencia WGS 84 y Marco de Referencia POSGAR 07) disponible en el sitio web del IGN (www.ign.gob.ar).

Tabla I
Cartas topográficas

Nombre	Escala	Hoja	Año	Fuente	Elementos digitalizados
Ea. Fuerte Argentino	1:50.000	3963-5-3	1955	IGN	Curvas de nivel-Cursos de agua
Tornquist	1:50.000	3963-5-2	1955	IGN	Curvas de nivel-Cuerpos de agua
Ea. La Planicie	1:50.000	3963-11-1	1955	IGN	Curvas de nivel-Cursos de agua
Bahía Blanca	1:50.000	3963-17-1	1955	IGN	Curvas de nivel-Cursos de agua-Rutas y caminos
Chasicó	1:50.000	3963-10-2	1955	IGN	Curvas de nivel-Cursos de agua
Nueva Roma	1:50.000	3963-10-4	1955	IGN	Curvas de nivel-Cursos de agua
Napostá	1:50.000	3963-11-2	1955	IGN	Curvas de nivel-Cursos de agua
La Vitícola	1:50.000	3963-11-3	1955	IGN	Curvas de nivel-Cursos de agua
Corti	1:50.000	3963-11-4	1955	IGN	Curvas de nivel-Cursos de agua

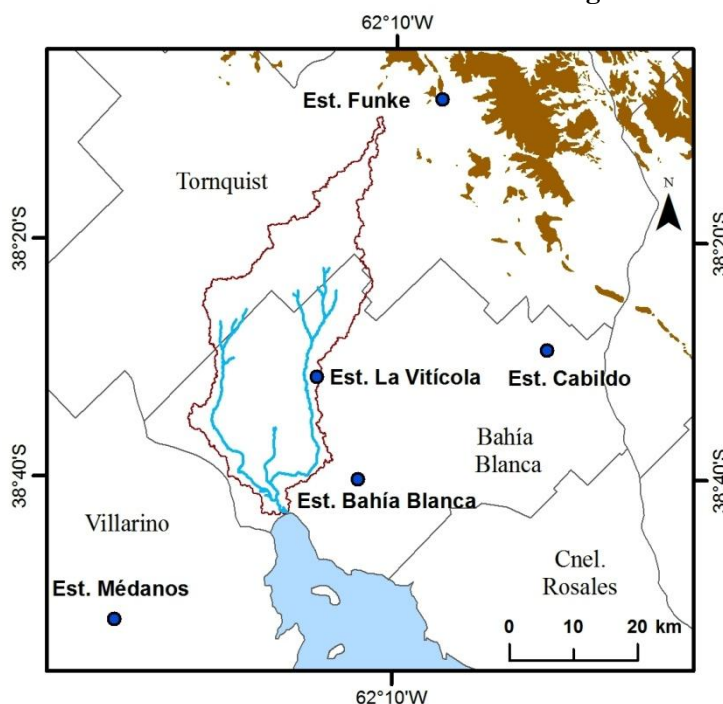
Fuente: elaborado por González Marilina (2018).

2.2.3. Datos climatológicos

Los registros utilizados para la caracterización de temperatura y precipitación del área fueron obtenidos de la red de estaciones meteorológicas de la Bolsa de Cereales y Productos de Bahía Blanca (BCP) y del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y corresponden al período 2015-2017. Este período fue elegido por ser el más actual disponible para la estación de referencia y para las estaciones vecinas de la cuenca (Fig. 2). Se calcularon los parámetros estadísticos básicos y los promedios fueron introducidos al software ArcGIS® 10 a través de

los cuales se elaboró el mapa de distribución de la precipitación para el período mencionado. Para esto se utilizó la herramienta IDW (*Inverse Distance Weighting*, en español, Distancia Inversa Ponderada) que utiliza un método de interpolación que estima los valores de las celdas calculando promedios de los valores de los puntos de datos de muestra en la vecindad de cada celda de procesamiento. Cuanto más cerca está un punto del centro de la celda que se está estimando, más influencia o peso tendrá en el proceso de cálculo del promedio.

Figura 2
Localización de las estaciones meteorológicas



Fuente: elaborado por González Marilina (2018).

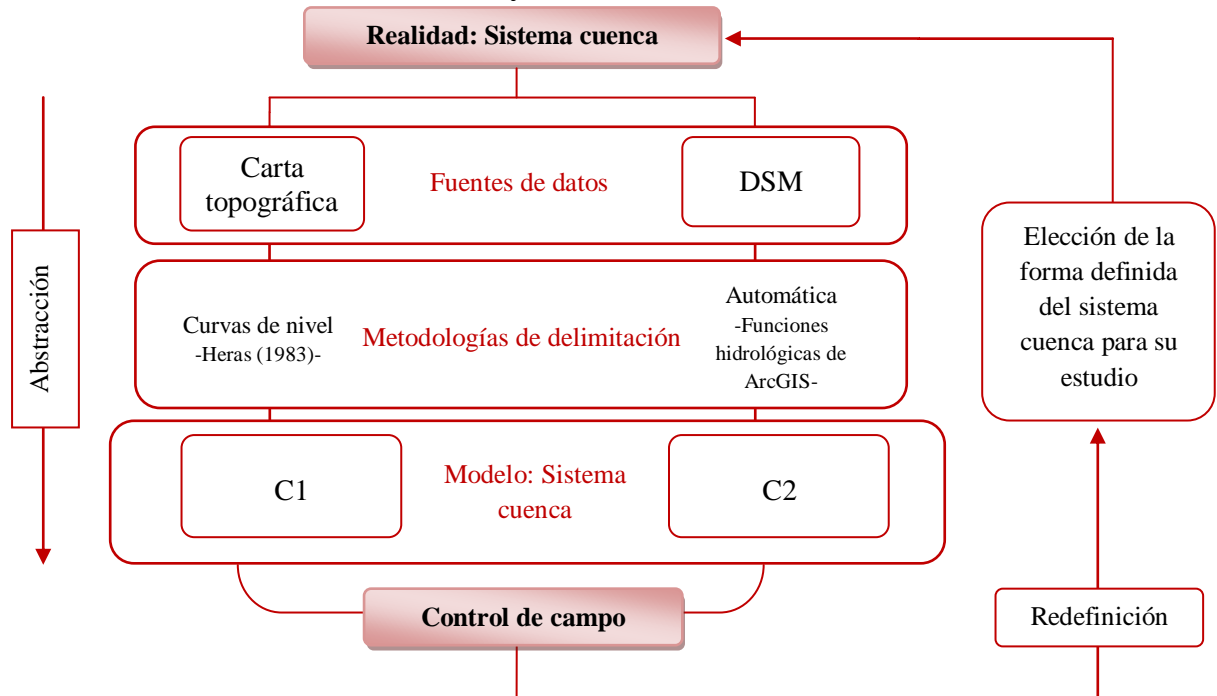
2.2.4. Delimitación de la cuenca

La delimitación de la cuenca hidrográfica se realizó a través del software ArcGIS® 10. Dada su capacidad de análisis y procesamiento integral de variables, el SIG constituye una herramienta que facilita el desarrollo en este tipo de estudios que integran múltiples elementos. Su aplicación es de gran utilidad en el análisis de los fenómenos hidrológicos y especialmente en el estudio de cuencas (Hidalgo *et al.*, 2004; Pusineri *et al.*, 2005; Belmonte y Núñez, 2006; Gentili y Gil, 2009; Geraldí *et al.*, 2010; Conesa García *et al.*, 2011; Aldalur *et al.*, 2013).

En la figura 3 se presenta el esquema metodológico-conceptual que fue elaborado para la delimitación de cuencas que presentan superficies de escasa pendiente. Según la fuente de

datos y metodología que se utiliza para su delimitación se determina distintos modelos del sistema cuenca. Para el primer método (C1) la cartografía nacional de semidetalle con cobertura para todo el territorio no resulta suficiente para la delimitación de este tipo de cuencas de llanura debido a la escala (1:50.000). Esta metodología de delimitación es llevada a cabo por Casado *et al.* (2010) para áreas serranas quienes utilizan una modelización del terreno mediante el uso de curvas de nivel para aplicaciones hidrológicas. Los modelos digitales de superficies globales disponibles gratuitamente y con alta resolución espacial permiten considerar relieves locales que son elementales en la delimitación de las cuencas hidrográficas superficiales de este tipo (C2). La delimitación a través del SIG permite la generación de un modelo de abstracción de la realidad que facilita el análisis geográfico y se aproxima de manera más precisa a la realidad observada.

Figura 3
Esquema metodológico-conceptual para la delimitación de cuencas de llanura aplicado a la cuenca del arroyo Saladillo de García



Fuente: elaborado por González Marilina (2018).

Por lo expuesto, la elección de la fuente de datos para la delimitación de la cuenca hidrográfica es el Modelo Digital de Superficie (MDS) ALOS PALSAR del año 2011 de 12,5 metros de resolución espacial a partir del cual se elaboró un mosaico del área de estudio y se

delimitó de forma automática la cuenca mediante las herramientas “Dirección del flujo”, “Acumulación del flujo” y “Cuenca” del ArcGIS® 10. La utilización de fuentes de datos que permitan considerar variaciones de relieve local y el control de campo posibilitan arribar a límites más precisos. En este caso la disponibilidad en cuanto a cobertura y gratuidad de fuentes de datos de relieves globales facilitó la delimitación automática de la cuenca hidrográfica estudiada.

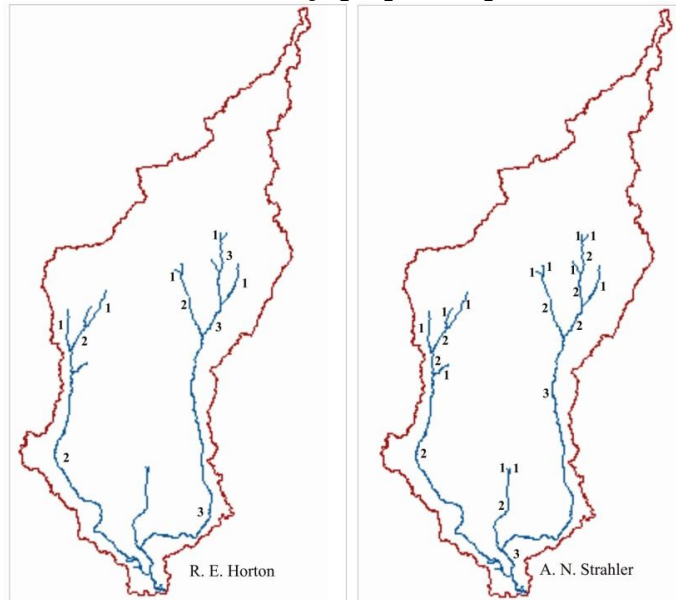
2.2.5. Morfología y morfometría de la cuenca

El estudio de la configuración de una cuenca hidrográfica es necesario para conocer su morfología y las relaciones proceso-forma (Gutiérrez Elorza, 2008). Para este estudio cuali-cuantitativo existen numerosos métodos de los cuales se utilizarán los más representativos para los objetivos del trabajo. Para el análisis morfológico las fuentes utilizadas fueron el DSM SRTM con resolución de 90 metros y el DTM creado a partir de las curvas de nivel de cartas topográficas a escala 1:50.000. Con el primero se realizó el mapa de pendientes de la cuenca y con el segundo se elaboraron los perfiles topográficos. Estos procedimientos fueron llevados a cabo por medio de herramientas propias del software SIG. Los perfiles realizados para la comparación de los cursos de orden 1 se llevaron a cabo con Google Earth Pro®.

La base utilizada para el análisis morfométrico de la cuenca fue la red de drenaje identificada en las cartas del IGN, cuya digitalización se llevó a cabo por segmentos con el fin de establecer el orden jerárquico de los cursos. El orden es una propiedad básica de las redes fluviales ya que se relaciona con el caudal relativo del segmento de un canal (Gutiérrez Elorza, 2008). Esta metodología de jerarquización de redes fluviales fue propuesta por Horton (1945) y luego modificada por Strahler (1964) en el cual el segmento de segundo orden se origina al unirse dos segmentos de primer orden, uno de tercer orden resulta de la confluencia entre dos segmentos de segundo orden y así sucesivamente (Fig. 4).

Siguiendo la propuesta de Senciales González (1999) se calcularon los índices morfométricos: relación de bifurcación (R_b), relación de elongación (R_e), densidad de drenaje (D_d) y pendiente media del curso principal (Tabla II). La elección de los índices se corresponde con el finalidad de explicar la dinámica fluvial de la cuenca del arroyo Saladillo de García, no aforada actualmente. Para la clasificación morfológica de las redes de drenaje se utilizó la propuesta de Gregory y Walling (1973).

Figura 4
Sistemas de jerarquización de redes de drenaje propuestos por Horton (1945) y Strahler (1964).



Fuente: elaborado por Marilina González (2018).

Tabla II
Índices morfométricos calculados para la cuenca del arroyo Saladillo de García

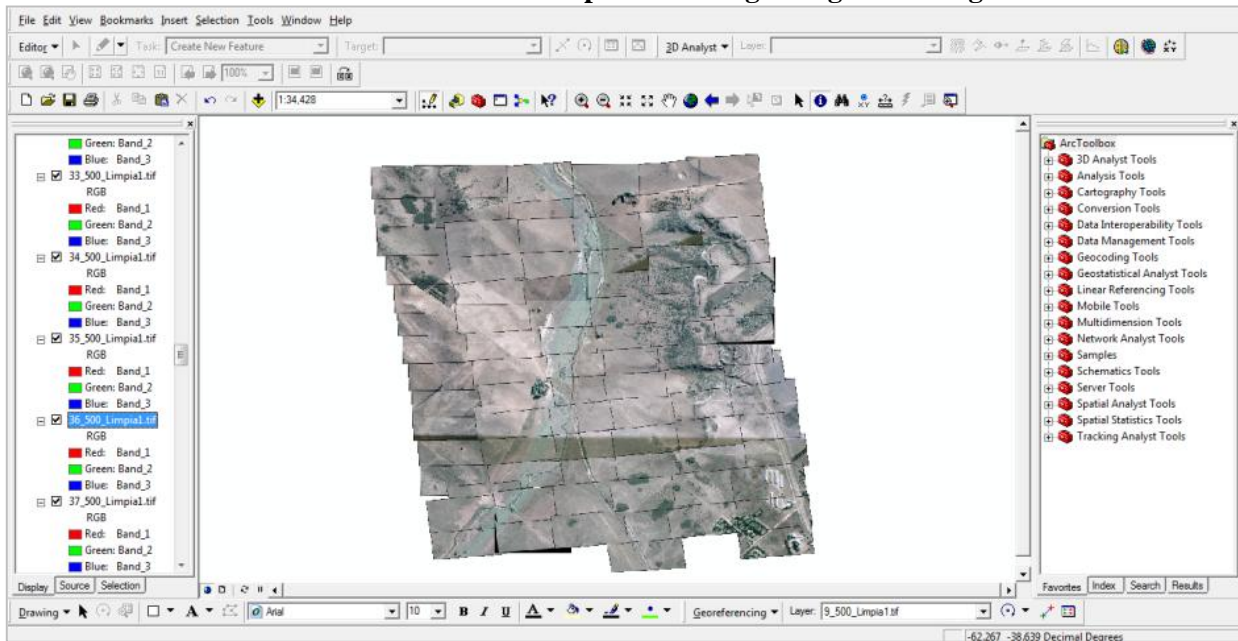
Índice	Fórmula	Definición
Pendiente media del curso principal	$H_{m\acute{a}x}-H_{m\acute{i}n}/L_c$	<i>H_{máx}</i> : Altura máxima del cauce principal; <i>H_{mín}</i> : Altura mínima del cauce principal <i>L_c</i> : Longitud del cauce principal
Relación de bifurcación	$Rb = N_n/N_{n+1}$	<i>N_n</i> : Número de cauces de orden n
Relación de elongación	$1,129*(\sqrt{A}/l)$	<i>A</i> : Área de la cuenca <i>l</i> : Longitud del cauce principal
Densidad de drenaje	L_t/A	<i>L_t</i> : Longitud total de los cauces de todos los ordenes <i>A</i> : Área de la cuenca

Fuente: elaborado por Marilina González (2018) sobre la base de Senciales González (1999).

2.2.6. Cartografía geomorfológica y determinación de cambios en la red fluvial

La base para la elaboración de la cartografía geomorfológica fueron las imágenes extraídas de Google Earth Pro[®] del año 2009 a partir de las cuales se elaboró un mosaico del sector de estudio (Fig. 5). Se complementó la información altimétrica con los datos de la carta topográfica Bahía Blanca (3963-17-1) del I.G.M. a escala 1:50.000.

Figura 5
Mosaico elaborado como base para la cartografía geomorfológica



Fuente: imagen de pantalla del mosaico en el software ArcGIS 10[®].

Para la elaboración de la carta geomorfológica se utilizó la metodología propuesta por Peña Monné (1997; 2002). La identificación de procesos y geoformas se realizó a través del análisis visual de 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 relación entre la urbanización y la geomorfología del sector se abordó mediante un análisis visual multi-temporal de imágenes extraídas de Google Earth Pro[®] de los años 2009 y 2015. Se identificó el área ocupada por una urbanización incipiente y a través del software SIG se registraron de manera cuantitativa y cualitativa las modificaciones de la expansión urbana en el sector teniendo en cuenta las unidades geomorfológicas afectadas. Se siguió la metodología propuesta por Conesa García *et al.* (2012) la cual fue complementada con Pedraza Gilsanz (1996).

Para el análisis de los cambios en la dinámica hidrográfica en el periurbano de Bahía Blanca es importante mencionar que no existe información cartográfica del sector disponible entre el año 1955 y la actualidad por lo cual se utilizaron cortes temporales en función de la disponibilidad de fuentes de registro. El primero corresponde al año 1955 (carta topográfica 1:50.000) y el segundo (imágenes satelitales de Google Earth Pro[®]) al año 2017. El grado de generalización de la carta topográfica no permite observar y establecer en detalle las formas

fluviales, por lo que el análisis comparativo entre ambos años se realiza de forma cualitativa. Los cambios observados fueron clasificados siguiendo la propuesta de Conesa García *et al.* (2012), según tipologías simples o combinadas (rectificación, revestimiento, canalización, desvío y corte de canal) y según la respuesta más frecuente del canal en términos de su anchura (W_c) y longitud (L_c). El mapeo de la red hidrográfica, así como el análisis comparativo de las imágenes fue llevado a cabo a través del software ArcGIS 10[®].

CAPÍTULO 3. ASPECTOS FÍSICOS DEL ÁREA DE ESTUDIO

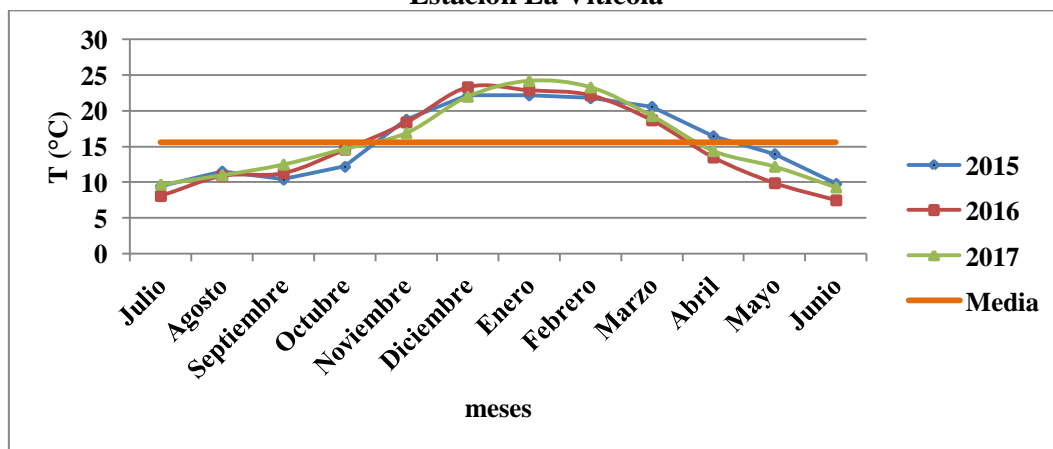
3.1. Elementos climáticos que inciden en el comportamiento hidrológico de la cuenca

3.1.1. Temperatura

El clima constituye uno de los componentes del ambiente físico más importantes ya que controla la producción y el desarrollo integral de los suelos, las formas del modelado terrestre y la vegetación (Gore y Petts, 1989), todos ellos son factores de la dinámica hidrográfica de las cuencas. El conocimiento de la interacción entre los componentes del sistema climático y la respuesta a la modificación de alguno de ellos permite profundizar no solo en las causas sino también en la respuesta y adaptación de las sociedades humanas a la variabilidad climática (Sanz *et al.*, 2011).

Para caracterizar las condiciones de temperatura y precipitación de la cuenca se utilizaron datos provenientes de la estación meteorológica La Vitícola correspondientes al período 2015-2017. Del análisis realizado se observó que la temperatura media para el período fue de 15,6 °C (Fig. 6). En cuanto a las temperaturas medias mensuales, el mes de enero de 2017 registró la más alta del período (24 °C) y en el mes de junio del 2016 se registró la menor temperatura media mensual del período con 7,5 °C.

Figura 6
Temperatura media anual y temperaturas medias mensuales para el período 2015-2017 en Estación La Vitícola



Fuente: elaborado por González Marilina (2018) sobre la base de datos cedidos por la Bolsa de Cereales y Productos de Bahía Blanca.

Las temperaturas medias del periodo (Tabla III) no variaron significativamente a lo largo del período. El año 2016 presentó el valor de temperatura media más baja del período con 15,1 °C y la amplitud más alta (15,8 °C). Campo de Ferreras *et al.* (2004) indicaron para el suroeste de la provincia de Buenos Aires que las variaciones de las temperaturas guardan relación con la continentalidad, exposición a los flujos de aire dominantes, orientación de la costa y corrientes oceánicas. Para la cuenca las amplitudes medias anuales oscilaron entre los 12,7 °C y los 15,8 °C. Las amplitudes térmicas son menores en relación con las obtenidas por Gil (2010), Gentili (2012) y Volonté (2017) para las cuencas serranas, situación que se condice con la condición de continentalidad indicada por Campo de Ferreras *et al.* (2004) para la localidad de Bahía Blanca ubicada en el sector inferior de la cuenca.

Tabla III
Temperatura media, Máxima media, Mínima media y Amplitud térmica para el período 2015-2017 en Estación La Vitícola

Año	T° media	Amplitud
2015	15,8	12,7
2016	15,1	15,8
2017	15,8	14,9

Fuente: elaborado por González Marilina (2018) sobre la base de datos cedidos por la Bolsa de Cereales y Productos de Bahía Blanca.

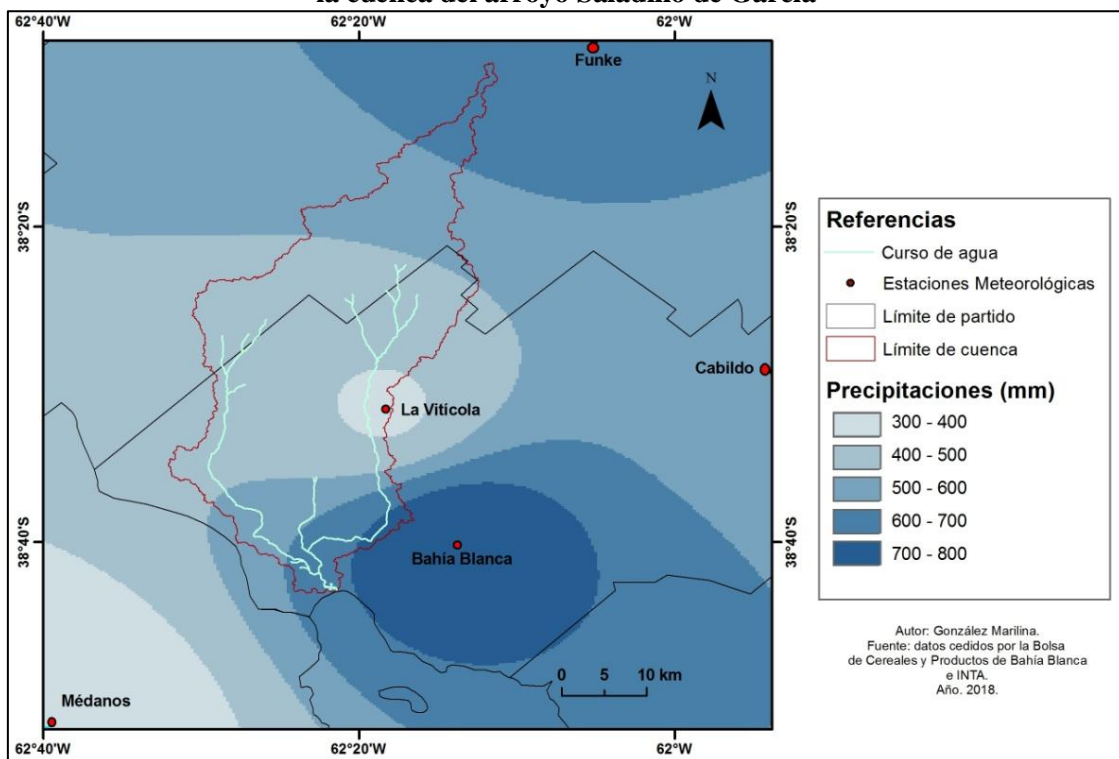
3.1.2. Variabilidad interanual de las precipitaciones

Las precipitaciones son el elemento del ciclo hidrológico más importante a la hora de analizar el comportamiento hidrológico de una cuenca en cualquier régimen. Para Senciales González (1999) la importancia de estudiar la hidrología de una cuenca estriba en la posibilidad de relacionar las aguas superficiales jerarquizadas en un cauce tanto con las precipitaciones (irregularidad, torrencialidad) como con la erosión (capacidad de arrastre, carga sólida). Por ello “conocer cómo tiene lugar tal relación deben estudiarse previamente las características del medio y considerar, especialmente, la incidencia de la morfología y aspectos geométricos del relieve en el comportamiento hidrológico superficial” (Senciales González, 1999: 133). Además conocer cómo es el comportamiento de las precipitaciones a lo largo del tiempo y el espacio es fundamental para la planificación de las urbanizaciones debido principalmente a la reactivación de procesos hidrológicos por eventos de intensa precipitación en las cuencas. Según Torrero (2009) la distribución espacial de las precipitaciones a lo largo del año es de

gran importancia para los estudios de anegamiento y erosión observándose en el área de estudio una gran variación (Fig. 7). Los valores más bajos corresponden al centro de la cuenca y aumentan en gran medida hacia los sectores de las nacientes (próximo a las sierras) y hacia la desembocadura. En la cuenca baja, en cercanías a la ciudad de Bahía Blanca, se registran los mayores valores de precipitación media anual del período.

Figura 7

Mapa de distribución espacial de las precipitaciones medias anuales para período 2015-2017 de la cuenca del arroyo Saladillo de García

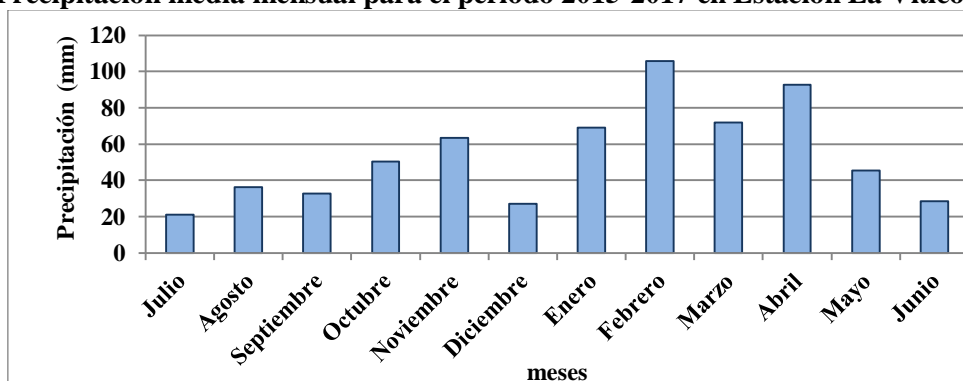


Fuente: elaborado por González Marilina (2018).

En la figura 8 se presenta la variación mensual de las precipitaciones medias del período 2015-2017. Se observa que las mayores precipitaciones se registran entre los meses de enero y abril y las menores a partir de mayo hasta septiembre y el mes de diciembre. Noviembre presenta un máximo relativo. Febrero es el mes que presenta el valor medio de precipitación más alto del período (106 mm) mientras que julio tiene la media de precipitación más baja con 21 mm. El mes de diciembre posee uno de los valores más bajo de precipitación media, situación que no se reproduce en los registros de lluvias de las cuencas vecinas. Este valor provoca una discontinuidad en relación con los meses siguientes pero los valores altos de los meses siguientes son suficientes para considerar al verano como la estación más lluviosa.

El comportamiento de las precipitaciones identificado es comparable con los obtenidos por Gentili y Gil (2013) quienes observaron para las estaciones de El Pantanoso y Nonthué (cuenca serrana del arroyo Sauce Corto y río Sauce Grande) una variación en la distribución mensual y en la concentración de las precipitaciones. Analizaron datos pluviométricos del período 1951-2000 y observaron que desde el decenio 1961-70 el verano comenzó a ser la estación más lluviosa para ambos casos evidenciando una variación en la estacionalidad de las precipitaciones, donde predomina el verano (Gentili y Gil, 2013).

Figura 8
Precipitación media mensual para el período 2015-2017 en Estación La Vitícola



Fuente: elaborado por González Marilina (2018) sobre la base de datos cedidos por la Bolsa de Cereales y Productos de Bahía Blanca.

Campo *et al.* (2009) afirman que la característica distintiva para el suroeste bonaerense es la variabilidad de las precipitaciones, tanto temporal como espacial. Tener conocimiento de este comportamiento oscilatorio es fundamental para la planificación de las actividades que se llevan a cabo en la región. A través de los datos presentados, se puede observar que la cuenca del arroyo Saladillo de García no permanece ajena a esta condición climática.

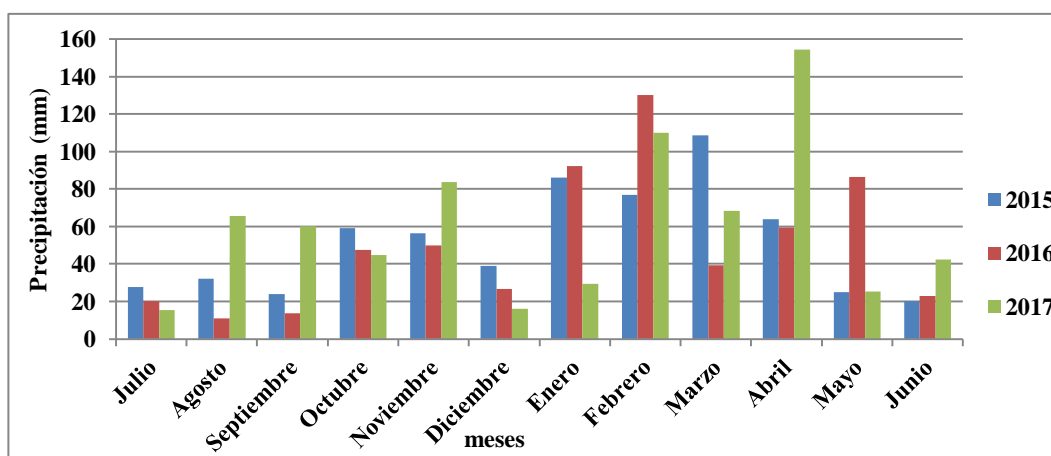
En la Tabla IV se resumen los estadísticos de dispersión de la precipitación media mensual para el período 2015-2017. La información de la tabla se acompaña con el gráfico de la distribución de precipitación mensual para los tres años analizados (Fig. 9).

Tabla IV
Estadísticos de dispersión de la precipitación media mensual (mm) para el período 2015-2017.
Estación meteorológica La Vitícola

Mes	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Valor Máximo	28	66	60	59	84	39	92	130	109	154	86	42
Valor Mínimo	15	11	14	45	50	16	29	77	39	59	25	20
Rango	13	55	46	14	34	23	63	53	70	95	61	22
Desvío St.	6	28	24	8	18	11	35	27	35	54	35	12

Fuente: elaborado por González Marilina (2018) sobre la base de datos cedidos por la Bolsa de Cereales y Productos de Bahía Blanca

Figura 9
Precipitación mensual para los años 2015, 2016 y 2017 en la Estación La Vitícola



Fuente: elaborado por González Marilina (2018) sobre la base de datos cedidos por la Bolsa de Cereales y Productos de Bahía Blanca.

Se observa que enero, febrero, marzo y abril son los meses que presentan los picos máximos de precipitación. El valor máximo corresponde al mes de abril con 154 mm (2017) y el mínimo a agosto con 11 mm (2016). El mes de abril es también el que presenta el mayor rango en las precipitaciones (95 mm) por lo que su desvío estándar es el más elevado (54 mm). Enero, marzo y mayo son los meses siguientes con mayor variabilidad en las precipitaciones (63, 69 y 62 mm respectivamente) cuyo desvío estándar es el mismo (35 mm). Julio es el mes que presenta el menor rango de precipitación (13 mm) y el menor desvío estándar del período (6 mm). El siguiente mes que presenta menor variación entre los tres años es el mes de octubre con un rango de 14 mm y un desvío estándar de 8 mm. Para el período en general, las mayores variaciones en los registros de precipitaciones se dan entre los meses de enero a mayo siendo el resto de los meses los menos variables.

3.2. Hidrogeomorfología de la cuenca del arroyo Saladillo de García

La cuenca del arroyo Saladillo de García nace a los 284 m s.n.m. en cercanías del Sistema de Ventania y posee un área total de 834 km². Evoluciona sobre un amplio sector de llanura de escasa pendiente a la que González Uriarte (1984) denominó “planicies extendidas” y su desembocadura se encuentra en el estuario de la bahía Blanca. Posee aproximadamente 63 km de longitud (norte–sur) y su pendiente media es de 2,04 ° (Fig. 10).

En la figura 10 se observan diferencias relativamente bajas entre las alturas máximas y mínimas si se la compara con las cuencas serranas. Esto lleva a que los gradientes de las pendientes sean en general bajos. Las cuencas serranas de la zona presentan los mayores gradientes de pendientes en la zona de cabecera a diferencia de la cuenca del Saladillo de García cuyos mayores valores de pendientes están asociados a las geoformas fluviales que disectan el paisaje. Estas áreas de gradientes altos se corresponden con las laderas de los valles y constituyen los sectores más dinámicos en términos relativos.

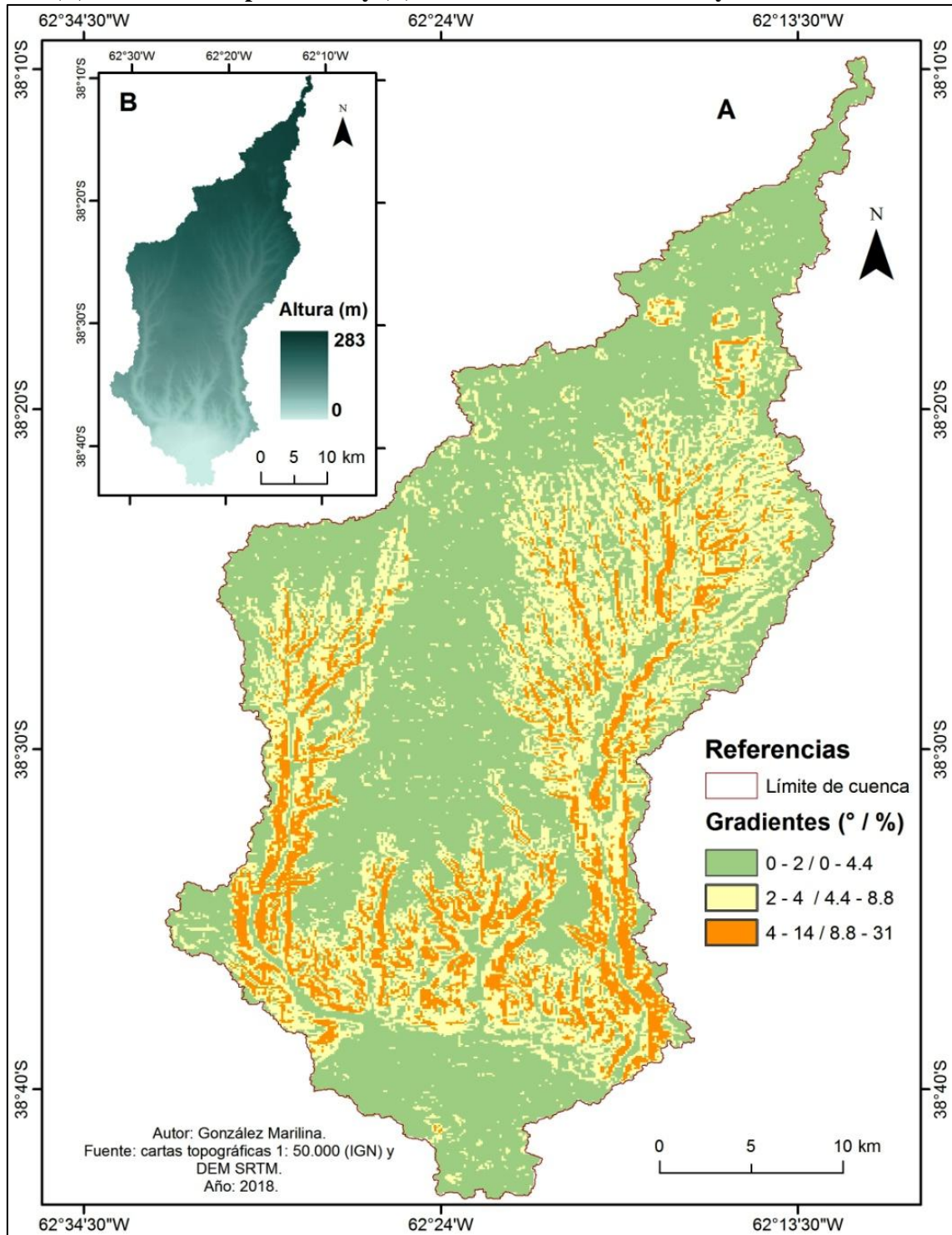
La mayor parte de la cuenca se desarrolla en la unidad denominada "llanura sedimentaria o “nivel de planación general (Npg)” y un pequeño sector en proximidades de la desembocadura denominado "subdominio litoral" en términos de González Uriarte (1984). La primera de ellas constituye la unidad geomorfológica más representativa de la evolución miocena en la región de Bahía Blanca. Su rasgo característico principal es la presencia de una capa subsuperficial de tosca que aflora en zonas erosivas debido a la acción conjunta del agua y el viento o en depresiones cerradas. En el área de estudio el sector más representativo de este hecho está localizado en la denominada “Cueva de los Leones” con características de paisajes tipo “pseudokarst” (Tricart, 1973 a; Grill *et al.*, 2011). Este sector será definido con detalle en el capítulo 4.

Otro elemento testigo de la presencia de la capa de tosca son las suaves y amplias ondulaciones localizadas principalmente en el sector medio inferior de la cuenca cuyos valles se asemejan a lo que Tricart (1973 b) denomina relieves de deflación-acumulación loésica. Su formación responde a procesos de erosión eólica e hídrica y actualmente se encuentran cubiertos por vegetación natural. En este sector el suelo moderno, en términos superficiales, está conformado por depósitos principalmente eólicos que presentan diversos espesores. En

zonas de interfluvio pueden llegar al metro o estar completamente ausente en altos topográficos donde aflora la tosca (González Uriarte, 1984).

Figura 10

(A) Gradientes de pendientes y (B) alturas de la cuenca del arroyo Saladillo de García



Fuente: elaborado por González Marilina (2018).

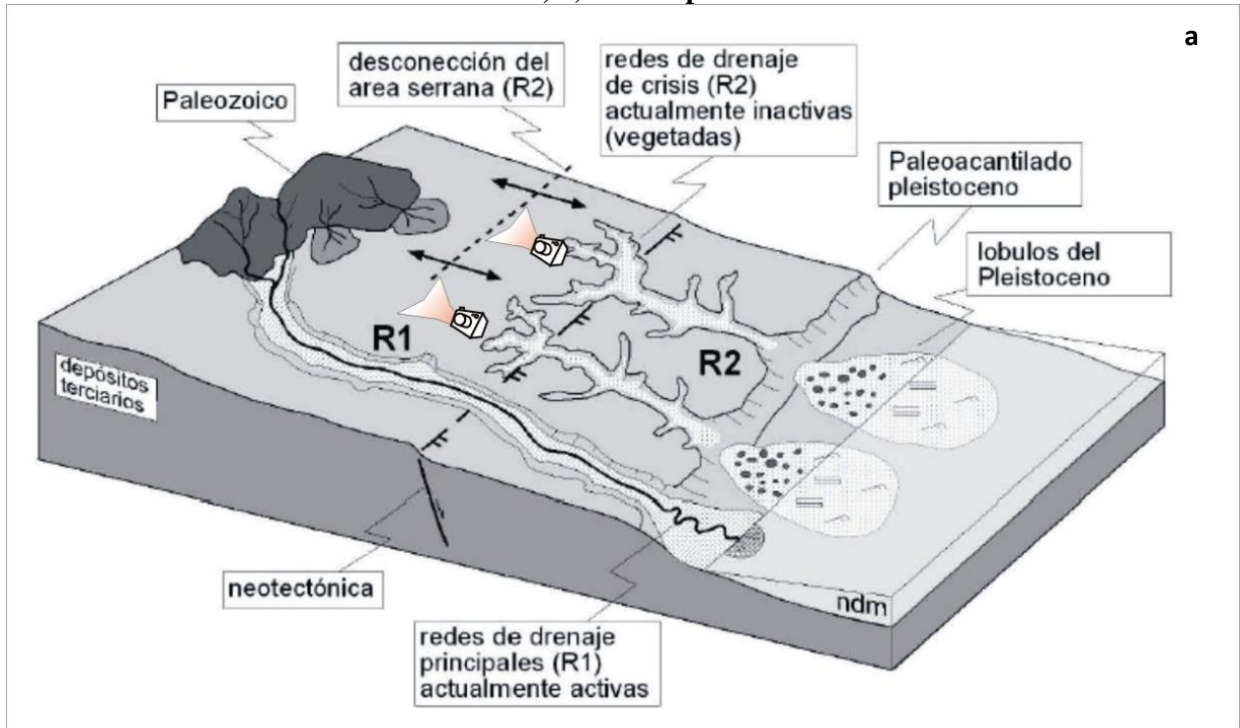
González Uriarte (1984) subdivide el Npg en dos grandes conjuntos a los que denomina “área de piedemonte” y “llanura subventánica”. Ambas son reconocidas en la cuenca siendo la última la más representativa del área. La zona de piedemonte, localizada en la zona de cabecera de la cuenca, se caracteriza por una muy baja disección de drenaje y representa menos del 10 % de la cuenca. La llanura subventánica está, a su vez, dividida según el comportamiento diferencial de los escurrimientos en sectores de drenajes integrados y no integrados, siendo el último el perteneciente al arroyo Saladillo de García que -a diferencia de los ríos y arroyos de la zona- nace en la llanura.

Las redes de drenaje en este tipo de sistemas son denominadas por Zavala *et al.* (2005) como redes de drenaje en crisis o R2. Si bien estos sectores desconectados del sistema serrano, no poseen un cauce definido y se encuentran inactivos en lo referente al drenaje superficial, en momentos de excesos de precipitación actúan como importantes áreas de captación para el drenaje subterráneo. Actualmente estas redes se encuentran vegetadas y en muchos casos intervenidas por las actividades antropogénicas (Fig. 11).

La cuenca en general se caracteriza por presentar un potencial morfogenético mínimo debido al relieve llano o casi llano en su totalidad. En forma longitudinal se identifican 4 rupturas de pendiente suavizadas por depósitos aluviales/coluviales (Fig. 12). El área superior (sector A-cuenca alta) se localiza en el límite entre el área de piedemonte y la llanura subventánica. Este sector transicional se caracteriza por presentar una pendiente rectilínea de muy bajo gradiente (entre 1 ° y 2 °) seguido de un cambio de pendiente abrupto. El primer sector se ubica entre los 283 y los 245 m s.n.m. Los reducidos valores de las pendientes llevan a que el potencial morfogenético sea muy bajo razón por la cual las zonas de drenaje se encuentran poco definidas y los límites del sistema son difusos.

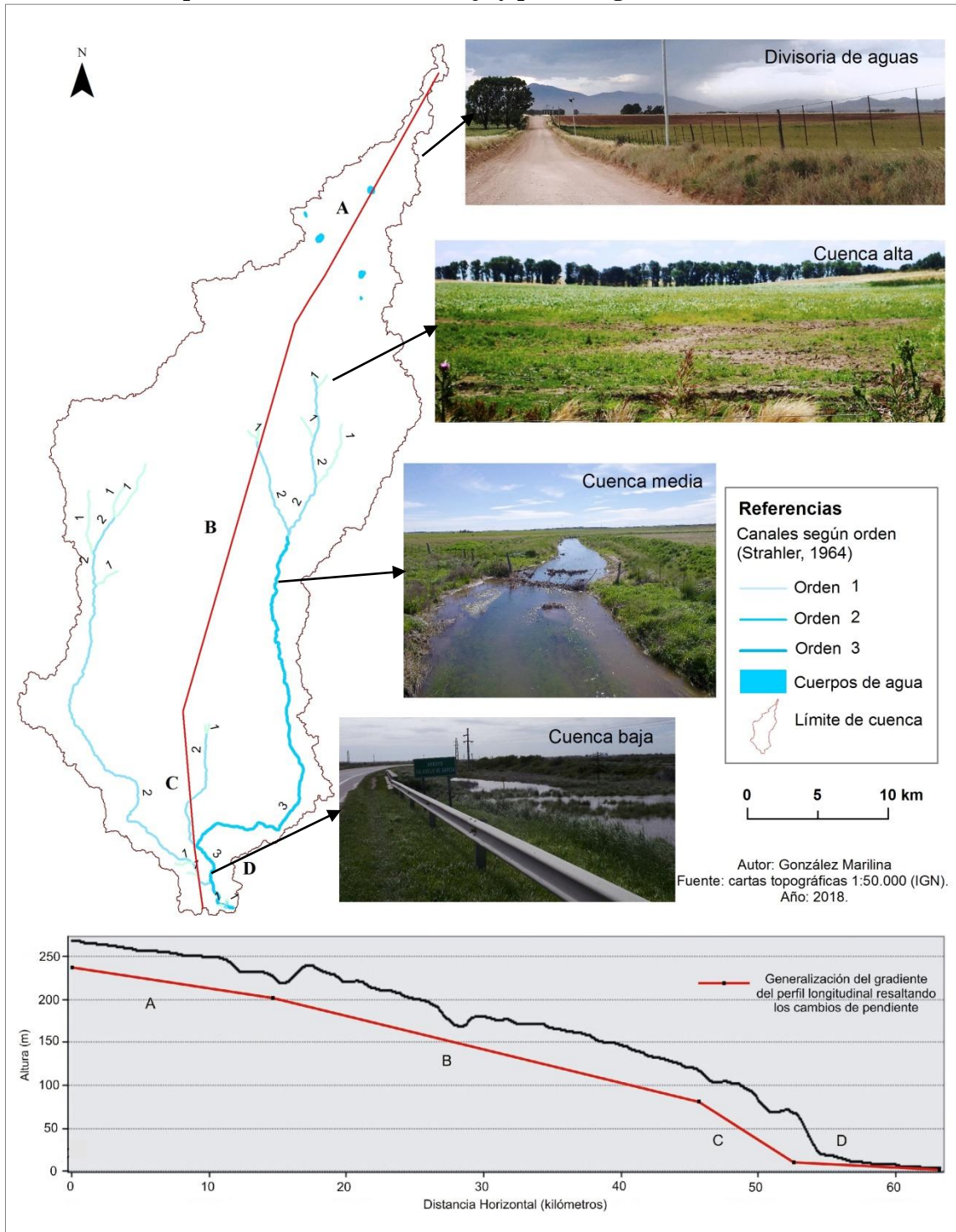
Figura 11

- a) esquema de las redes de drenaje en crisis; b) zona de divisoria de aguas; c) vista frontal del nacimiento de los cauces; d) vista superior del nacimiento de los cauces



Fuente: elaborado por González Marilina (2018) sobre la base de a) Zavala (2001) y d) imagen de Google Earth Pro®

Figura 12
Jerarquización de la red de drenaje y perfil longitudinal de la cuenca



Fuente: elaborado por González Marilina (2018).

El sector B (cuenca media) se caracteriza por presentar una pendiente en forma cóncava que degrada suavemente en sentido longitudinal con valores de entre 2 ° y 4 °. Aquí se localizan los cursos de orden 1 debido a que el agua comienza a encauzarse adquiriendo el caudal suficiente como para labrar los cauces. El sector C se caracteriza por tener los valores de pendientes más altos de toda la cuenca. Este cambio es muy abrupto y corresponde a la transición entre el nivel "planación general" y el "subdominio litoral". En el sector D (cuenca baja) el agua pierde su capacidad erosiva debido a los bajos valores de la pendiente por lo que esta zona carece de un drenaje definido. En este último sector, se desarrolla la zona periurbana de Bahía Blanca por lo que las formas fluviales se encuentran muy intervenidas por el hombre.

3.2.1. Morfología del relieve

Según Pedraza Gilsanz (1996) el objetivo de dimensionar las formas del terreno es llegar a establecer correspondencias entre su geometría y los procesos que la originan por lo que el análisis debe estar basado en su unidad de referencia que es la pendiente del terreno. De acuerdo con esto agrega que: “aislar formas del terreno sobre el conjunto general del relieve implica detectar los cambios y rupturas en la inclinación del mismo” (Pedraza Gilsanz, 1996: 51). Según Bates y Jackson (2003) el análisis de las marcas concretas de tipo geomorfológico de la superficie de la Tierra podría servir para cuantificar procesos y para esto, los perfiles del terreno son herramientas fundamentales ya que muestran con precisión las variaciones de alturas y pendientes. Este tipo de análisis geomorfológico es de gran utilidad para el conocimiento de los procesos exógenos que actúan en las laderas. En estas aparecen gran número procesos y formas asociadas, entre los primeros predominan los de origen gravitatorio y de arroyada (Pedraza Gilsanz, 1996).

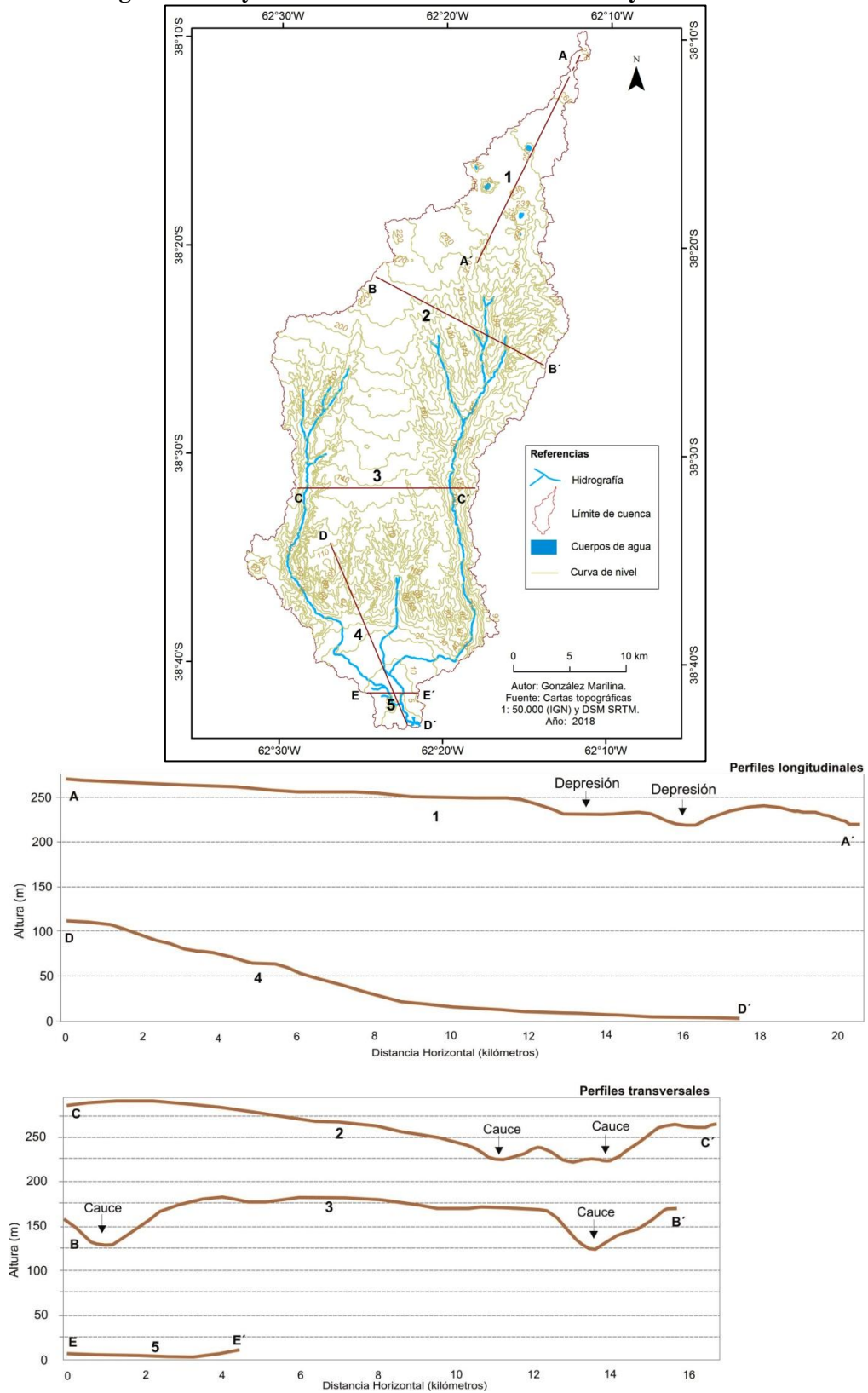
Para el área de estudio se realizaron 5 perfiles topográficos (Fig. 13) de los cuales 3 son transversales (3-2-5) y 2 longitudinales (1-4) a los cursos. En el perfil 1, correspondiente a la cuenca alta, la pendiente es recta o ligeramente cóncava. Se observa hacia el final del mismo (entre los 230 y 240 metros de altura) la presencia de una serie de depresiones que interrumpen la pendiente recta. El tipo de escurrimiento que predomina en esta zona es laminar. Las depresiones actúan como contenedores de agua. Algunos de los procesos que se pueden desarrollar aquí son el lavado del suelo y la arroyada en manto. En general este área presenta buenas condiciones para el desarrollo del suelo.

Los perfiles 2 y 3 son transversales a los cursos de agua. El primero de ellos está localizado en la zona de comienzo de incisión de los cauces. Presenta forma convexa en la parte oeste y hacia el este se pueden distinguir los cauces de ambos cursos. La zona de interfluvio presenta poca pendiente, característica de este tipo de cursos fluviales de llanura. El perfil número 3 es representativo de la zona de interfluvio de la cuenca. A nivel general se observa que este interfluvio no posee grandes rupturas de pendientes a excepción de las que corresponden a las incisiones de los cauces. Si se compara la forma del fondo de los cauces se observa que si bien ambos son claramente redondeados, el curso del este posee un mayor grado de profundización. Esto podría atribuirse al mayor desarrollo de la red de drenaje aguas arriba del perfil (orden 3) y potencialmente mayor poder erosivo en comparación con el cauce oeste que corresponde al orden 2. Se observa además que el cauce del arroyo Saladillo de García (oeste) tiene forma redondeada en las vertientes de ambas márgenes mientras que el arroyo Saladillo o Dulce (este), la vertiente de margen derecha es rectilínea y la vertiente de margen izquierda es cóncava. Esto se debe a que en este sector medio de la cuenca, se identifican procesos de erosión retrocedente en las vertientes haciendo que el valle se ensanche de forma lateral al curso. Este proceso se manifiesta con mayor desarrollo en la zona cerca a la Cueva de los Leones (Fig. 17).

En el perfil número 4 se realizó en sentido longitudinal al cauce inferior con el objetivo de visibilizar el cambio abrupto de las pendientes mencionado anteriormente. Este sector presenta el mayor rango de altura (100 m) de toda el área. Se observa que la forma de la pendiente es cóncava lo que puede generar que, en momentos de precipitaciones excesivas, se genere el caudal suficiente como para producir el arrastre de material sedimentario fino que luego se depositará en el sector de su desembocadura.

Por último, en el perfil número 5, transversal al curso fluvial, puede observarse que las alturas varían entre los 8 y 16 metros y la pendiente de valores bajos es cóncava. Los cauces y canales, de fondos planos y casi imperceptibles en escalas con mínimo detalle, fueron eliminados por completo debido a la actividad antrópica quedando en el lugar algunas geoformas testigo de la presencia del agua.

Figura 13
Perfiles longitudinales y transversales en la cuenca del arroyo Saladillo de García.



Fuente: elaborado por González Marilina (2018).

3.2.2. Morfometría de la cuenca y red de drenaje

Según Senciales González (1999) las redes de drenaje son la manifestación de la escorrentía superficial concentrada y jerarquizada en cauces. Estas corrientes fluviales como sistemas de flujo superficial (encauzados o semiencauzados, efímeros, estacionales o perennes, con dinámica propia media, alta o baja) presentan una organización espacial determinada. Su análisis es necesario para conocer su morfología y las relaciones proceso-forma que se desarrollan con el fin de proporcionar información aplicable al conocimiento de la dinámica fluvial (Pedraza Gilsanz, 1996). Para estos fines resulta necesario resaltar el concepto de generación y concentración de la escorrentía que Pedraza Gilsanz (1996: 199-200) define:

“supuesto un episodio de lluvia o fusión nival cualquiera, el agua que no fue retenida por la cobertura vegetal (intercepción) y supere la “capacidad de infiltración” del suelo o sustrato, pasará a ocupar pequeñas irregularidades sobre el terreno (almacenamiento en depresiones). Si el agua retenida no es evaporada y continúan los aportes, podrá sobrepasar la capacidad de almacenamiento comenzando a fluir desde sus bordes hacia zonas topográficamente más bajas.”

En la cuenca del arroyo Saladillo de García se identificaron dos subcuencas: la perteneciente al arroyo Saladillo o Dulce (al este) y la del arroyo Saladillo de García (al oeste). Con respecto a la identificación del cauce principal existen diversos criterios a la hora de establecerlo. Uno de ellos es el topográfico, que considera como cauce principal aquel cuya cabecera alcanza la cota más elevada y, otro, el criterio de longitud que lo considera como el más alejado del nivel de base (Senciales González, 1999). Para el caso de la cuenca de estudio es el arroyo Saladillo de García o Dulce el que cumple ambas condiciones ya que nace a los 180 m s.n.m. y posee una extensión de aproximadamente 52 km a diferencia del Saladillo de García que nace a los 150 m s.n.m con 42 km de longitud aproximada. Se trata de un cauce relativamente corto en comparación con las cuencas próximas como, por ejemplo, la del río Sauce Chico que presenta 164,3 km (Torrero, 2009).

La red de drenaje de la cuenca se configura bajo el tipo de diseño dendrítico (Fig. 12). Para Gutiérrez Elorza (2008) el orden es una propiedad básica de las redes fluviales, ya que se relaciona con el caudal relativo del segmento de un canal. Para la cuenca del arroyo Saladillo de García se obtuvo un orden 3 de jerarquía máximo. Si se compara este número de orden con el calculado por diversos autores para las cuencas próximas de origen serrano (arroyo Sauce

Corto: 6; río Sauce Grande: 6; río Sauce Chico: 5) se puede interpretar el valor como relativamente bajo. Fueron identificados y contabilizados 40 tramos, 9 de ellos de carácter permanente y 31 de tipo semipermanente o intermitente. En su mayoría corresponden al orden número 1 siendo el arroyo Saladillo o Dulce el de mayor longitud y orden.

Senciales González (1999) sostiene que la pendiente media del curso principal es imprescindible ya que incide directamente en su potencial erosivo debido a la velocidad que puede llevar un caudal a lo largo del cauce. Agrega que, su conocimiento es fundamental, a la hora de determinar la capacidad de carga de una corriente, ya que en áreas con fuertes pendientes transportará con más facilidad que en áreas con menos pendientes, en donde se producirá deposición (Senciales González, 1999). La pendiente media calculada para el curso principal es de 3,46 %. Este valor es relativamente bajo en comparación con los datos obtenidos por otros autores para las cuencas serranas de la región: cuenca del río Sauce Grande: entre 8,13 % (de los Remansos), 7,76 % (Nacimiento o Destierro primero) y 4,68 % (San Bernardo) y arroyo Sauce Corto: 7,43 % (Cerro 832) y 6,48 % (Nacimiento Oeste). El potencial erosivo del cauce es relativamente bajo y según Senciales González (1999) los bajos valores de los gradientes de las pendientes indican el predominio de un área en general llana, como es el caso de la cuenca de estudio.

La densidad de drenaje (Dd) constituye un parámetro muy importante dentro de las mediciones en la cuenca ya que revela el estado erosivo de la red hidrográfica al relacionar forma y procesos de modo claro (Senciales González, 1999). Es definida como el cociente entre la longitud total de los cursos de agua de una cuenca y su área (km/km^2). El valor obtenido para la cuenca del arroyo Saladillo de García es de $0,15 \text{ km}/\text{km}^2$. Se trata de un valor relativamente bajo en relación con las cuencas próximas: entre $0,47 \text{ km}/\text{km}^2$ a $2,68 \text{ km}/\text{km}^2$ para la cuenca del río Sauce Grande y $0,34 \text{ km}/\text{km}^2$ para la cuenca del río Sauce Chico. Para Horton (1932), los valores bajos, que indican baja densidad de drenaje y textura gruesa, suelen darse en zonas con materiales muy permeables y con alta infiltración, características del material loésico de la cuenca del arroyo Saladillo de García.

La relación de bifurcación (Rb) es un parámetro que relaciona la forma de la cuenca con el comportamiento hidrológico y se define como “la proporción existente entre el número de cauces de un orden dado con los del orden inmediatamente superior” (Strahler, 1964, basado

en Horton, 1945). Los valores oscilan normalmente entre 2 y 6, correspondiendo los valores bajos a cuencas redondeadas de menor pendiente y escaso relieve y los valores cercanos a 5 y 6, cuencas con fuertes pendientes y rápida concentración de la escorrentía. Para la cuenca del arroyo Saladillo de García, se obtuvo un valor de 2,67 que corresponde efectivamente a una cuenca de llanura. Otros autores obtuvieron valores mayores (4,1 para el río Sauce Chico; rango entre 3 y 5 para el río Sauce Grande) debido a su condición serrana. Con respecto a la respuesta hidrológica, al comparar el valor obtenido para la cuenca con el calculado en la densidad de drenaje (Dd) se puede concluir en que el tiempo de concentración de la cuenca es mayor ya que el agua debe recorrer más distancia para alcanzar los cauces.

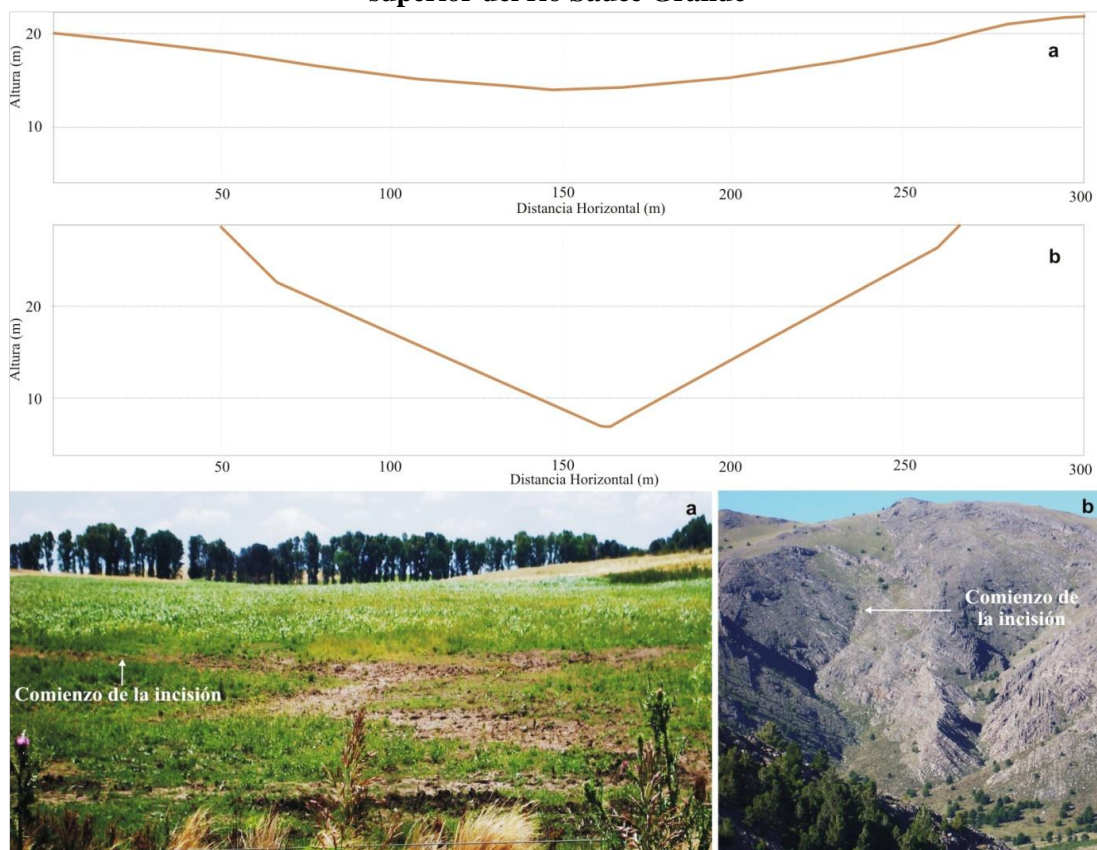
Otro parámetro morfométrico de la cuenca que guarda relación directa con la relación de bifurcación es la relación de elongación (Re) que se define como la razón entre el diámetro de un círculo con la misma área que la de la cuenca y la longitud del cauce principal de la misma. Cuanto más se acerca la razón al valor 1, más se aproxima la forma de la cuenca al círculo es decir, será menos elongada (Schumm, 1963; Sala y Gay, 1981). Es un parámetro que relaciona el área de la cuenca con la longitud del cauce principal. Los índices más bajos (poco circulares) suelen darse en áreas de gran meandrización y baja pendiente. Para la cuenca se obtuvo el valor de relación de elongación de 0,63 por lo que la cuenca es relativamente elongada (alargada). La forma puede compararse con los valores calculados por Volonté (2017) para la cuenca del arroyo San Bernardo (0,47); para algunas subcuencas del arroyo Sauce Corto calculadas por Gentili (2012) tales como Cerro 754 (0,68) y Cerro 832 (0,64) y para las subcuencas del río Sauce Grande calculadas por Gil (2010) como Esmeralda (0,68) y Mambaches (0,69).

3.2.3. Aspectos geomorfológicos de las formas fluviales

Uno de los factores de la variación de las formas y tamaños de los cauces y canales son los gradientes de las pendientes de la cuenca. Como se mencionó, debido al valor bajo de las pendientes de la cuenca del arroyo Saladillo de García, el potencial morfogenético es relativamente débil y el escurrimiento es incapaz de cualquier trabajo morfogenético importante. Por esta razón en la zona de las nacientes se carece de formas fluviales definidas. En este sector se destaca la presencia de una serie de depresiones que actúan como colectores de escurrimientos en momentos de excesos de precipitación, en los cuales el agua se estanca y

permanece por largo tiempo para luego ser evaporada. Aquí se localizan las nacientes de los arroyos de tipo intermitente cuyos valles se presentan como grandes extensiones con fondos planos en donde no se encuentran formas fluviales definidas. Una diferencia importante de destacar es la forma que presentan estos valles que comienzan en la llanura a diferencia de los que nacen en las cuencas serranas vecinas. En el primer caso presentan formas planas o casi planas (Fig. 14-a) mientras que en el segundo los valles son en forma de “V” (Fig. 14-b). En la cuenca objeto de estudio estos valles son interrumpidos por vías de circulación rural o canales artificiales que cortan de manera transversal y modifican la forma natural del curso. Las actividades agrícola-ganaderas son también agentes modificadores de relevancia de este entorno.

Figura 14
Comienzo de incisión de cauces en a) cuenca superior del arroyo Saladillo de García y b) cuenca superior del río Sauce Grande



Fuente: elaborado por González Marilina (2018); b) fotografía Gil, 2010.

Aguas abajo el escurrimiento comienza a concentrarse y empiezan a identificarse los cauces y canales de los arroyos de orden 1 y 2. Aquí los procesos de erosión laminar pierden dominancia y alcanza mayor presencia la erosión lineal para confirmarse como un proceso

estable (Senciales González, 1999). Según el tramo los cauces pueden adquirir formas rectas o meandriformes y siempre son angostos. La profundidad aumenta muy ligeramente en algunos casos en los cuales el caudal es suficiente como para labrar canales relativamente profundos o en sectores en los cuales el material erosionado por el agua es menos resistente (llanura aluvial). En otros sectores son anchos, poseen fondos planos y no superan los 30 centímetros de profundidad (Fig. 15 a-b). En ambos casos las llanuras inundables son amplias debido principalmente a las formas planas o casi planas de los cauces y presentan niveles de terrazas que no superan el orden de los centímetros formadas por material fino consolidado (Fig. 15 f).

Se reconocen elementos testigo de eventos de crecidas tales como los alambrados cubiertos de vegetación seca residual de crecida (resaca) y la rotura de alambrados por efecto de la corriente del agua (Fig. 15 c-d-e). También se identifica en varios sectores del cauce medio la presencia de albardones de origen antropogénico dispuestos de forma longitudinal en ambos márgenes del cauce. Están formados por sedimentos finos removidos del canal y se encuentran vegetados (Fig. 15 c). Otro proceso registrado en algunos sectores es el desplazamiento de los cauces y la presencia de canales abandonados o secundarios. A través de las fotografías aéreas se pueden observar las antiguas formas fluviales que fueron abandonadas; algunas se encuentran vegetadas o modificadas por la acción antrópica y otras son más notables.

Por último, en el sector inferior de la cuenca, correspondiente al periurbano de la ciudad de Bahía Blanca, los cauces se encuentran completamente modificados por la acción antrópica identificándose formas fluviales naturales solo en algunos sectores donde aún predomina el uso de suelo rural. En este sector, como se observa en el perfil de la figura 12 (sector D), la pendiente es nula o casi nula. Se pueden ver distintos tipos de alteraciones antrópicas en el sistema fluvial tales como desvíos del cauce, revestimiento de los canales y rectificaciones de cursos. El funcionamiento de la dinámica hídrica se encuentra completamente transformado y el agua, al no encontrar formas de drenajes definidas se estanca produciendo anegamientos en periodos de excesos de precipitación. En aquellos sectores, en los cuales quedan aún formas fluviales originales, los cauces son angostos con fondos planos. Los nuevos canales creados antrópicamente son pequeños surcos paralelos a los caminos de circulación, creados para el desagüe en momentos de precipitaciones intensas o para el riego. En sectores abiertos el agua se estanca formando encharcamientos (Fig. 16). Este sector será definido con mayor detalle en el capítulo 4.

Figura 15
Sector medio de la cuenca del arroyo Saladillo de García



Fuente: fotografías de González (2015).

Figura 16

Sector inferior de la cuenca del arroyo Saladillo de García: a) anegamiento; b-c) desbordes en márgenes de canales; d-e) acumulación de agua por desbordes en cunetas antrópicas



Fuente: fotografías de González (2015).

CAPÍTULO 4. EL AVANCE DE LA URBANIZACIÓN Y LOS CAMBIOS EN LA DINAMICA HIDROGEOMORFOLÓGICA DE LA CUENCA BAJA DEL ARROYO SALADILLO DE GARCÍA

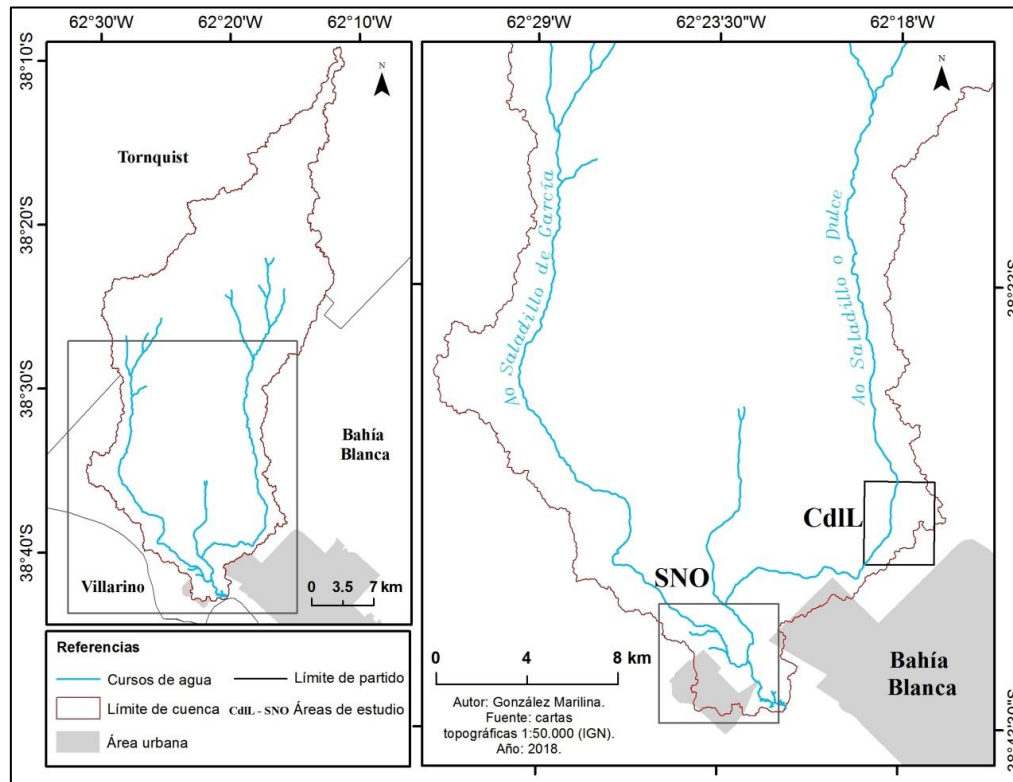
Las zonas periurbanas de las ciudades se encuentran actualmente afectadas por las nuevas tendencias de expansión y crecimiento propias de los espacios urbanos. Sereno (2017: 16) sostiene que “el crecimiento urbano afecta el entorno inmediato, provoca cambios ambientales, en la ocupación y uso del suelo y confronta, también, la lógica y las formas de producción de la ciudad con el estilo de vida de la población que convive en las áreas de avance”. Si bien, los trabajos relacionados con el cambio en el funcionamiento de los sistemas hidrogeomorfológicos ante perturbaciones introducidas por los grupos humanos en el sistema ambiental han sido ampliamente desarrollados, la magnitud de tales ajustes es menos conocida en ambientes de llanura, los cuales se caracterizan por presentar bajas pendientes topográficas, una baja densidad de drenaje y por la presencia de materiales relativamente permeables en la superficie del terreno (Fuschini Mejía, 1994; Kruse y Zimmermann, 2002).

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 su continua actualización (Gentili y Gil, 2009; Aldalur *et al.*, 2013).

En este apartado se tomaron dos sectores correspondientes al periurbano de la ciudad de Bahía Blanca, ambos localizados en el contexto de la cuenca baja del arroyo Saladillo de García (Fig. 17). Uno de ellos, conocido con el nombre de “Cueva de los Leones” (Fig. 17- CdIL) se encuentra localizado en el sector norte del periurbano de Bahía Blanca. Aquí la expansión urbana ha intervenido gran parte del espacio modificando el paisaje natural y ocasionando cambios en la geomorfología del área. Las áreas que aún quedan sin modificación están siendo ocupadas lentamente por proyectos urbanísticos que generarán un cambio en las condiciones naturales (González *et al.*, 2017). El segundo sector se localiza hacia el noroeste del

periurbano de la ciudad (Fig. 17 SNO). En este caso, se registraron alteraciones en la geomorfología de los canales asociados principalmente al propio desarrollo socioeconómico del área. Estos cambios originan una aceleración de los procesos hidrogeomorfológicos naturales del sistema hídrico, que se encuentra en búsqueda constante de equilibrio y estabilidad (González *et al.*, 2017).

Figura 17
Localización de las áreas seleccionadas



Fuente: elaborado por González Marilina (2018).

4.1. Caso de estudio: Cueva de los Leones

El área correspondiente a la “Cueva de los Leones” presenta geoformas 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 *et al.*, 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 ocupación de este sector de la franja periurbana continuó con un desarrollo inmobiliario de aproximadamente 2,8 km² en la margen izquierda del arroyo Saladillo de García cercano a la “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.

4.1.1. 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 García delimitados ambos mediante un escarpe de erosión (Fig. 18). Es la unidad geomorfológica en la cual se observa la mayor cantidad de microformas asociadas a procesos de meteorización (González *et al.*, 2017).

4.1.1. a. Llanura Sedimentaria (Nivel de planación general (Npg))

En la unidad denominada “llanura sedimentaria” (Npg) 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, las redes de drenaje no integradas denominadas anteriormente como redes de drenaje en crisis o R2.

4.1.1. b. 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” (Npg). 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: CaCO₃: 79,28 % (CaO-42,62 %); SiO₂: 12,30 %; MgO: 3,05 %; Al₂O₃: 2,12 % y Fe₂O₃: 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, Fe₂O₃ y Al₂O₃) 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.

4.1.1. c. Escarpe de erosión y procesos que lo afectan

En este sector de análisis el escarpe constituye el límite entre la “llanura sedimentaria” y el valle/talud (Fig. 18-A). 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) constituye el origen de las cuevas y aleros en el área de estudio. Estas geoformas 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 formas 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) relacionaron 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 (Fig. 18). 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.

4.1.1. d. 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 *et al.*, 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 variables. Grill *et al.* (2011) los vinculan principalmente a las precipitaciones de alta intensidad. Puede estar relacionado con 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.

4.1.1. e. 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 del agua y se presenta en pendientes más abruptas ante aportes de precipitaciones abundantes. En este caso comienzan las primeras incisiones que evolucionan formando barrancos.

4.1.1. f. Valle, cauce y otras formas fluviales

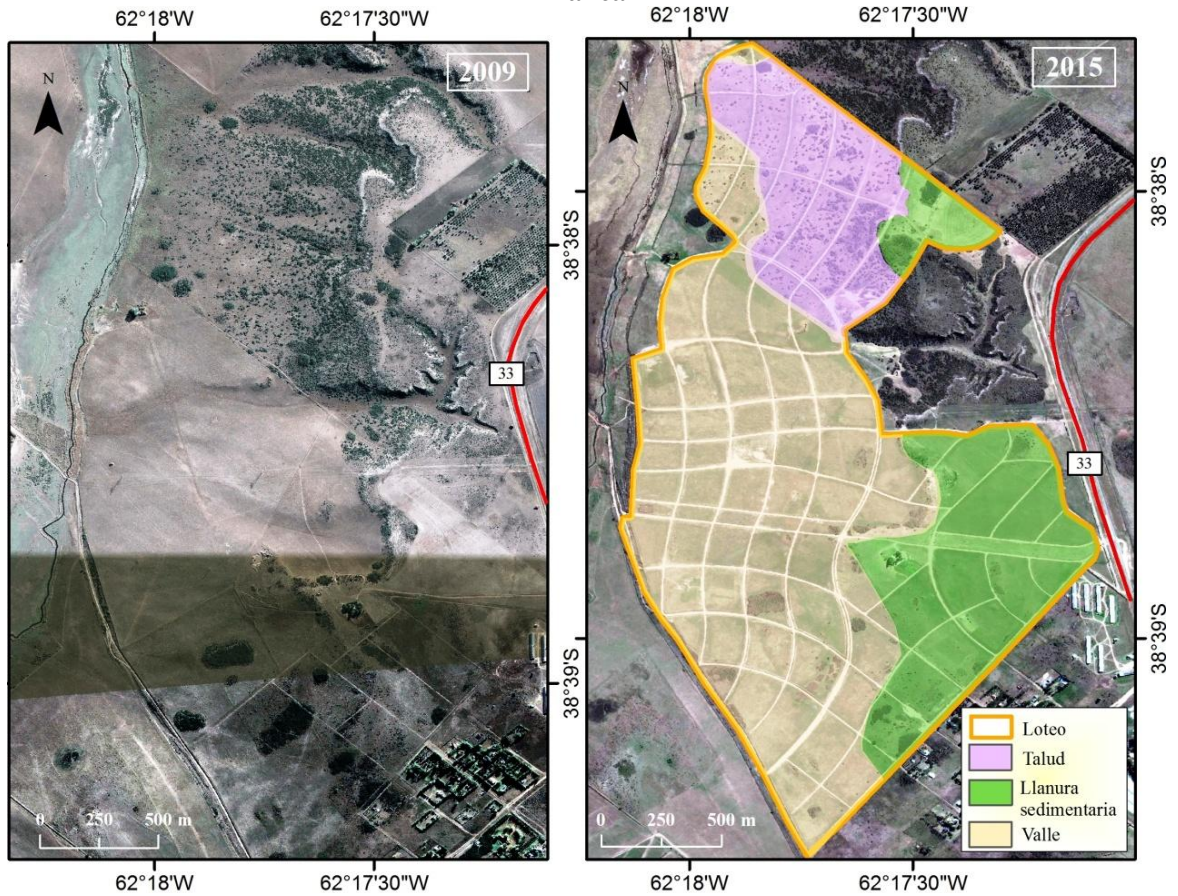
Según Pedraza Gilsanz (1996) los valles fluviales pueden entenderse en sentido amplio o restringido. El primero corresponde al dominio territorial comprendido entre las divisorias hidrográficas: “Valle” (línea verde) de la figura 18 (superior y central). El segundo, denominado por el autor valle simple, 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 naranja) y sectores aterrazados aledaños de la figura 18 (superior y central). Sobre esta base, en el área de estudio, se han reconocido geoformas asociadas al valle simple (Fig. 18).

El cauce (que actúa como colector en períodos de exceso de precipitación) presenta un fondo plano y una pendiente longitudinal casi nula como se indicó anteriormente. 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 del orden de los centímetros. 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) (Fig. 18). Estos cumplen la función de contenedor de aguas en momentos de excesos de precipitación (González *et al.*, 2017).

4.1.2. Urbanización y cambios en las unidades geomorfológicas

En área de estudio de la Cueva de los Leones, las unidades geomorfológicas afectadas por el loteo de la futura urbanización fueron identificadas cuantitativa y cualitativamente a través del SIG. La figura 19 muestra dos imágenes satelitales pertenecientes al sector en el cual se desarrolla este loteo. A través de las mismas 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 (Tabla V). 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 19
Unidades geomorfológicas ocupadas por el loteo (2009-2015) en el periurbano norte de Bahía Blanca



Fuente: González *et al.* (2017).

Tabla V
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 (Tabla VI). Sin embargo, el área del loteo se encuentra sobre una vertiente con una inclinación aproximada de 2° 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 para otras áreas.

Tabla VI
Intensidad/frecuencia de la geodinámica actual

Geoformas / 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).

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.

Actualmente, el área 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.

4.2. Caso de estudio: El sector noroeste del periurbano

En las últimas décadas, en el sector periurbano de la ciudad de Bahía Blanca se aceleró el proceso de reconversión de los usos del suelo asociado principalmente al avance de la urbanización y a las actividades vinculadas a ello (Bagnulo *et al.*, 2014; Formiga y Schroeder, 2015). En el periurbano noroeste y oeste de la ciudad, correspondiente a la cuenca baja del arroyo Saladillo de García, se han registrado alteraciones en la geomorfología de los canales asociados principalmente al propio desarrollo socioeconómico del área. Estos cambios originan una aceleración de los procesos hidrogeomorfológicos naturales del sistema hídrico, que se encuentra en búsqueda constante de equilibrio y estabilidad.

4.2.1. Cambios históricos en la geomorfología de los canales

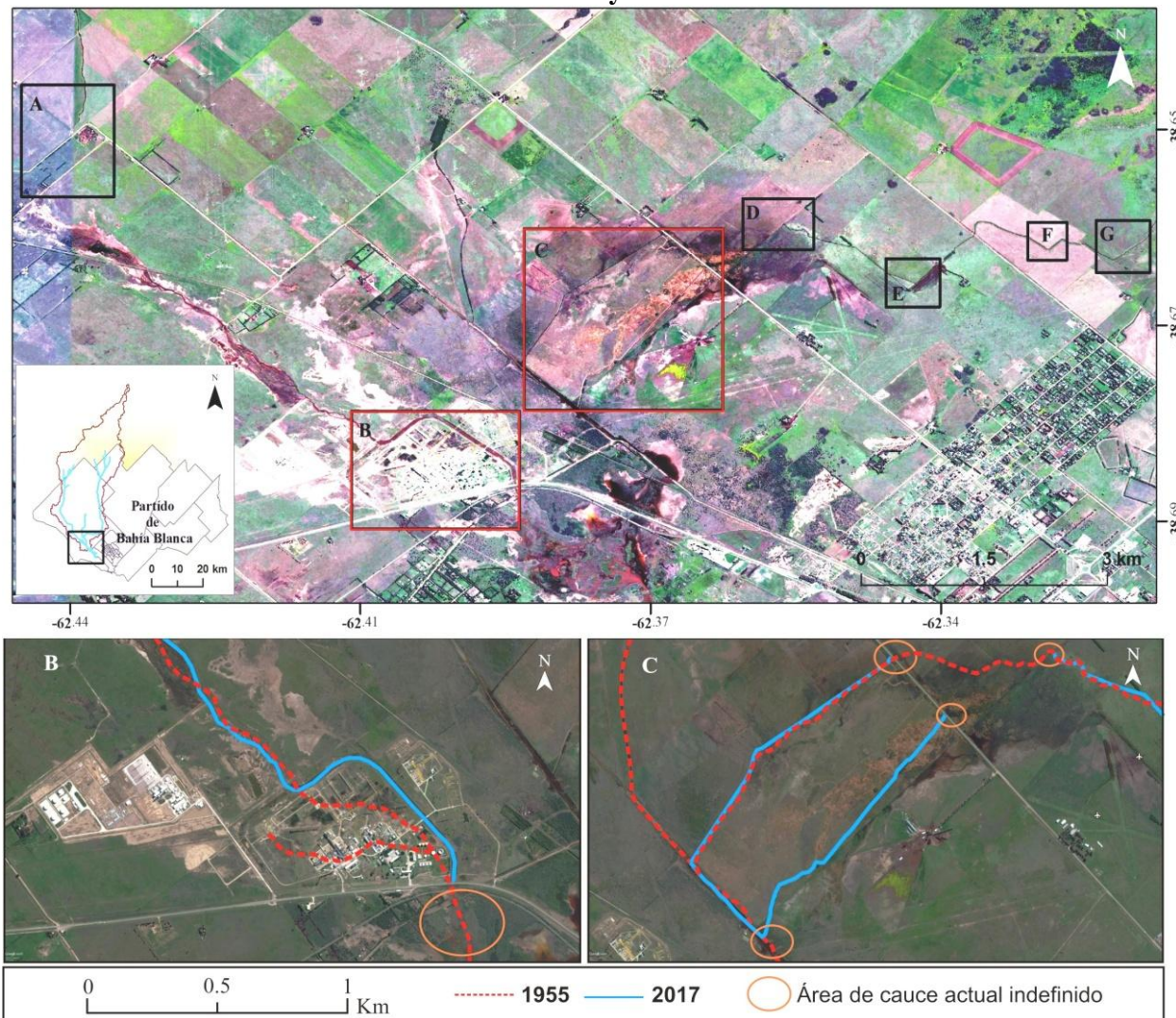
Las variaciones y ajustes a lo largo de los canales analizados no son uniformes ya que existen tramos en los cuales se presentan variaciones simples o combinadas y otros en los cuales predomina la estabilidad. A través del análisis visual de imágenes satelitales se reconocieron 6 sectores en los cuales se identificaron cambios en la forma y distribución de los canales (Fig. 20) los que quedan resumidos y clasificados en la tabla VII.

Las alteraciones y ajustes morfológicos más notorios corresponden al sector B y C del arroyo que son los más próximos a las áreas urbanizadas y de mayor transformación productiva. En el primero de ellos, el canal que originalmente poseía dirección noroeste-sureste fue desviado en sentido noreste-sureste debido a la instalación de la planta industrial transportadora de gas. El curso principal del arroyo fue revestido en su totalidad y aguas abajo pierde continuidad por lo que se dificulta su reconocimiento (Fig. 20 B).

En el sector C se observa que el canal situado al oeste se encuentra actualmente inactivo quedando como elemento identificador la vegetación ribereña. Por otra parte, se identificó el resultado de la rectificación y eliminación de meandros del canal situado en el centro del área. Aquí se reduce la complejidad natural del trazado transformando el canal original en un canal de desagüe (Fig. 20 C). Según Conesa García y Pérez Cutillas (2014) al introducir este tipo de modificaciones se logra generalmente un aumento considerable de la velocidad y de la tensión

de corte del flujo, que favorece los procesos de erosión en el lecho. Por último, paralelo a este, se encuentra un canal artificial sin vinculación con el curso principal del arroyo.

Figura 20
Sectores con cambios en la forma y distribución de los canales



Fuente: González *et al.* (2017).

Tabla VII

Tipología de cambios en el canal ante procesos antropogénicos y su ajuste morfológico

Sector con variación identificada	Tipología/s de cambio	Respuestas del canal	
		Wc (anchura del canal)	Lc (longitud del canal)
Sector A	Desvío y rectificación de canal	Decrece	Aumenta
Sector B	Revestimiento/desvío del canal	Decrece	Sin cambios
Sector C	Canalización/Rectificación del canal	Decrece	Aumenta
Sector D	Corte y revestimiento de canal	Decrece	Sin cambios
Sector E	Desvío y rectificación de canal	Decrece	Aumenta
Sector F	Desvío y rectificación de canal	Decrece	Aumenta
Sector G	Desvío y rectificación de canal	Decrece	Aumenta

Fuente: elaborado por González Marilina (2018) sobre la base de Conesa García *et al.* (2012).

Las campañas en el terreno permitieron dar cuenta de estos cambios morfológicos llevadas a cabo en este sector y sus alrededores. Entre ellos se destaca la remoción del suelo para la instalación de los conductos de gas, la presencia de terraplenes artificiales construidos para la instalación de vías de comunicación y el desvío de aguas. Aquí, muchos elementos morfodinámicos que controlan las crecidas del arroyo por excesos de precipitación quedan interrumpidos, de manera que surgen nuevos ajustes del sistema con el objetivo de lograr la estabilidad y el equilibrio del cauce.

4.3. Propuestas de ordenamiento del espacio noroeste y oeste de Bahía Blanca

A través del análisis de los elementos que constituyen la cuenca hidrográfica se pudieron reconocer sectores que presentan cierto grado de vulnerabilidad ante el desarrollo de procesos hidrogeomorfológicos. Frente a este escenario surgen una serie de propuestas preliminares que pueden contribuir a la disminución de su vulnerabilidad.

A) En sectores donde se generan microcuencas por erosión retrocedente en el talud se deben considerar los siguientes aspectos ante futuros cambios de uso de suelos:

- realizar estudios hidrogeomorfológicos de detalle;
- evitar impermeabilización del suelo que incrementa localmente la escorrentía;
- minimizar la extracción de la vegetación natural para reducir erosión del suelo en zonas de pendiente;

- incorporar en el futuro desarrollo urbano la creación de espacios verdes, parques o espacios abiertos que actúen como áreas de retención de agua de lluvia para ayudar a reducir la impermeabilidad del suelo;
- evitar la urbanización de sectores con alta dinámica hidrogeomorfológica;
- generar diseños del trazado urbano que se ajusten al escurrimiento y las pendientes del terreno.

B) En los sectores planos próximos a la desembocadura se deben considerar:

- realizar estudios de impacto ante la instalación de nuevos emprendimientos industriales
- profundizar canales existentes para contribuir a la aceleración del escurrimiento horizontal del agua;
- implementar medidas normativas que exijan construcciones que respeten la dinámica del ambiente natural
- evitar canalizaciones clandestinas que intervengan en la pendiente general del área.

Además de las propuestas diferenciales para cada sector de la cuenca es necesario que, como propuso Zapperi (2012) para otras áreas de la ciudad, el desarrollo urbano y sus actividades complementarias deban ir acompañados de políticas locales que promuevan una gestión hidráulica adecuada con miras a un desarrollo sostenible aplicado al drenaje urbano. De esta manera se logra minimizar los efectos negativos de la urbanización para el ambiente natural y viceversa.

5. CONCLUSIONES

Los seres humanos son importantes agentes modificadores de las cuencas hidrográficas. En el proceso de reajuste natural del sistema a las nuevas condiciones impuestas se generan con frecuencia conflictos ambientales. Para comprenderlos es necesario estudiar los numerosos aspectos estrechamente entrelazados del espacio físico-natural y los factores humanos. Tal como se indicó al inicio de la investigación, en la cuenca inferior del arroyo Saladillo de García se desarrolla un sector del periurbano bahiense el cual ha experimentado, en los últimos tiempos, una fuerte intervención producto del avance de la urbanización. Los estudios y observaciones realizadas en el área permitieron identificar tendencias de cambios, intervenciones antrópicas que afectan la dinámica del sistema natural y ajustes que realiza el sistema ante los nuevos escenarios en búsqueda de su equilibrio natural.

Se estudiaron las características climáticas del sector a través de las cuales se pudo reafirmar la condición de variabilidad temporal y espacial de las precipitaciones planteada por diversos autores para la región. Debido a esta condición, en momentos de precipitaciones extremas se generan en la cuenca baja inundaciones y anegamientos que pueden representar un peligro potencial para la población allí localizada.

Con respecto a la evaluación morfológica y de parámetros e índices morfométricos, se estableció de forma comparativa el comportamiento hidrológico de la cuenca vinculado a su condición de llanura con respecto a las cuencas vecinas desarrolladas en ambientes serranos. Se observaron cambios significativos en las geoformas fluviales y en la distribución de los valores de los gradientes de pendientes. En análisis morfométrico conjunto permitió corroborar la escasa potencialidad de generar crecidas que presenta la cuenca en favor de la ocurrencia de anegamiento.

Los mapas geomorfológicos se realizaron en sitios de interés debido al avance de la urbanización y actividades vinculadas a ella. A través de su implementación se pudieron reconocer no solo las características de las unidades geomorfológicas sino también los procesos de origen fluvial que se desarrollan allí que son significativos de identificar para comprender el funcionamiento del sistema. 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.

Desde el punto de vista metodológico para el proceso de delimitación de la cuenca en ambientes de llanura es importante contemplar los relieves locales así como las modificaciones en las formas físicas introducidas por los agentes urbanos (camino, terraplenes, construcción de canales, etc.) ya que constituyen en muchos casos importantes obstáculos para los drenajes. Por esto se torna necesario trabajar con fuentes de datos de alta resolución, ya que para estos casos las curvas de nivel de las cartas topográficas nacionales poseen equidistancias no acordes al nivel de detalle requerido.

En relación con las variables hidrogeomorfológicas analizadas y conforme a la hipótesis y objetivos planteados se puede constatar que los resultados obtenidos constituyen un aporte para el ordenamiento futuro del periurbano de Bahía Blanca. Por otra parte, a través de esta investigación se establecieron características preliminares sobre el comportamiento hidrológico de una cuenca de llanura, cómo actúan los procesos y cómo se dan las relaciones entre los elementos constitutivos del sistema que permitieron definir propuestas preliminares de ordenamiento territorial e identificar líneas de investigación futuras.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alberto, J. (2005). Problemáticas ambientales resultantes de la ocupación urbana en ambientes fluviolacustres. Estudio de caso: Área Metropolitana del Gran Resistencia (AMGR). *Revista Geográfica*, (138), 109-127.
- Aldalur N. B. (2011). *Inundaciones y anegamientos en Ingeniero White. Aplicación de Tecnologías de la Información Geográfica para la planificación y gestión de la hidrología urbana* (Tesis Doctoral) Universidad Nacional del Sur.
- Aldalur, B., Campo, A., y Fernández, S. (2013). Urban drainage control applying rational method and geographic information technologies. *Open Engineering*, 3(3), 497-512.
- Ameghino, F. (1880). Resumen geológico. Museo de La Plata. Anales VI: 38-83. La Plata.
- Amiotti, N., Blanco, M. & Sanchez, L. (2001). Complex pedogenesis related to differential aeolian sedimentation in microenvironments of the southern part of the semiarid region of Argentina. *Catena*, 43, 137–156.
- Bagnulo, C., Alamo, M., & Acosta, J. P. (2014). Transformaciones socioproductivas en el espacio rural del partido de Bahía Blanca 1990-2010. *Huellas*, (17), 214-222.
- Balsa, J. & López Castro, N. (2011) La agricultura familiar “moderna”. Caracterización y complejidad de sus formas concretas en la región pampeana. Repensar la agricultura familiar. Aportes para desentrañar la complejidad agraria pampeana, 45-76.
- Barsky, A. (2005). El periurbano productivo, un espacio en constante transformación. Introducción al estado del debate, con referencias al caso de Buenos Aires. *Scripta Nova*, 9, (194) 36 pp.
- Bates, R. L. & Jackson, J. (2003). Glossary of geology. Springer-Verlag, Berlin, 769 pp.
- Belmonte, S. & Núñez, V. (2006). Desarrollo de modelos hidrológicos con herramientas SIG. *GeoFocus. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, (6), 15- 27.

- Benedetti, G., Campo, A., & Geraldi, A. (2010). Las nuevas tecnologías aplicadas a la ecología del paisaje: estudio de un área del Salitral de la Vidriera, Provincia de Buenos Aires. *GESIG-UNLU, Lujan*, 2(1), 126-134.
- Bledsoe, B. P. & Watson, C.C. (2001). Effects of urbanization on channel instability. *Journal of the American Water Resources Association*, 37 (2), 255-270.
- Bocco, G., Priego, A. & Cotler, H. (2005). La geografía física y el ordenamiento ecológico del territorio. Experiencias en México. *Gaceta Ecológica* 76, 23-34.
- Bohn, V., Piccolo, M. C. & Perillo, G. (2011). Análisis de los períodos secos y húmedos en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires (Argentina). *Revista Climatología*, 11, 31-43.
- Braud, I., Breil, P., Thollet, F., Lagouy, M., Branger, F., Jacqueminet, C., Kermadi, S. & Michel, K. (2013). Evidence of the impact of urbanization on the hydrological regime of a medium-sized periurban catchment in France. *Journal of hydrology*, 485, 5-23.
- Braud, I., Fletcher, T. D., & Andrieu, H. (2013). Hydrology of peri-urban catchments: Processes and modelling. *Journal of Hydrology*, 485, p-1.
- Brun, S.E & Band, L.E. (2000). Simulating runoff behavior in an urbanizing watershed. Computers. *Environment and Urban Systems*. 24, (1), 5–22.
- Bruniard, E. (1992). Hidrografía, procesos y tipos de escurrimiento superficial. Buenos Aires: CEYNE
- Burgos, V. (2007). Desarrollo urbano de bajo impacto hidrológico (DUBI): Una alternativa para una adecuada hidrología urbana del Gran Mendoza. En XXI Congreso Nacional del Agua. Tucumán.
- Burns, D., Vitvar, T., McDonnell, J., Hassett, J., Duncan, J. & Kendall, C. (2005). Effects of suburban development on runoff generation in the Croton River basin, New York, USA. *Journal of Hydrology*, 311, (1 y 4), 266–281.
- Cabrera, A. (1971). Fitogeografía de la República Argentina. Sociedad Argentina Botánica, XIV, (1-2).
- Camarasa-Belmonte, A. M., & Soriano-García, 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.
- Campana, N. A. & Tucci, C. E. M. (2001). Predicting floods from urban development scenarios: case study of the Dilúvio Basin, Porto Alegre, Brazil. *Urban Water*, 3, (1 y 2), 113–124.
- Campo De Ferreras, A., Capelli De Steffens, A. & Diez, P. (2004). El clima del Suroeste bonaerense; Departamento de Geografía y Turismo, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca. 105 pp.
- Campo De Ferreras, A.M. (1999). *Hidrografía del río Quequén. Tesis de Doctorado en Geografía*. (Tesis doctoral en Geografía). Universidad Nacional del Sur.
- Campo, A., Ramos, M. B. & Zapperi, P. (2009). Análisis de las variaciones anuales de precipitación en el suroeste bonaerense, Argentina. XII Encuentro de Geógrafos de América Latina, 12.
- Campos, M. M. & Zinger, A. (2003). Calidad paisajística y recreación. El periurbano norte de Bahía Blanca. *Realidad, enigmas y soluciones*, 29-47.
- Capelli de Steffens, A. & Campo de Ferreras, A. (1994). La transición climática en el sudoeste bonaerense. *SIGEO*. Sección de Investigación del Departamento de Geografía. Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca. 75 pp.
- Capitanelli, R. G. (1998). Geografía Física y Medio Ambiente. Revalorización y Enseñanza. Métodos y Técnicas de trabajo. Mendoza: ECOGEO. Capítulo nº 10 102-116 pp.
- Cappuccio, S. & Mignaqui, I. (2012). Planificando la Cuenca Matanza-Riachuelo: Estrategias de ordenamiento territorial y ambiental en debate. En Actas 1 Congreso Latinoamericano de Ecología Urbana.
- Carbone, M. (2003). *Hidrografía del arroyo Claromecó*. (Tesis de Doctoral en Geografía). Universidad Nacional del Sur.
- Carbone, M. E., & Piccolo, M. C. (2010). Zonas de desbordes y anegamientos a través de cartografía hidrogeomorfológica. Caso de estudio cuenca del Arroyo Claromecó, Argentina. *Revista Geográfica*, 23-42.

- Carrica, J. C. (1998). *Hidrogeología de la cuenca del A° Napostá Grande, provincia de Buenos Aires*. (Tesis Doctoral en Geología). Universidad Nacional del Sur.
- Casado, A. (2013). *The effect of flow regulation on the hydrology, morphology and water temperature of the sauce Grande River, Argentina*. (Tesis de Doctoral en Geografía). Universidad Nacional del Sur y Universite Blaise Pascal.
- Casado, A., Gentili, J., Campo, M. A. & Piery, J. L. (2010). Evaluación de la calidad de modelos digitales de elevación derivados de curvas de nivel para aplicaciones hidrológicas. *Tecnologías de la Información Geográfica del Sur Argentino*.
- CEPAL. (1998). *Recomendaciones de las reuniones internacionales sobre el agua: de Mar del Plata a París, LC/R.1865*, Santiago, Chile.
- Chin, A. (2006). Urban transformation of river landscapes in a global context. *Geomorphology*, 79, (3–4), 460–487.
- Choi, W. & Deal, B. (2008). Assessing hydrological impact of potential land use change through hydrological and land use change modeling for the Kishwaukee River basin (USA). *Journal of Environmental Management*, 88, (4), 1119–1130.
- Chorley, R. J. (1969). *Water, earth, and man. A synthesis of hydrology, geomorphology, and socio-economic geography*. Water, earth, and man. A synthesis of hydrology, geomorphology, and socio-economic geography.
- Chow, V.T., Maidment, D.R. & Mays, L. W. (1994). *Hidrología Aplicada*. McGrawHill, Bogotá. 584 pp.
- Conesa García, C. & Pérez Cutillas, P. (2014). Alteraciones geomorfológicas recientes en los sistemas fluviales mediterráneos de la Península Ibérica: Síntomas y problemas de incisión en los cauces. *Revista de Geografía Norte Grande*, (59), 25-44.
- Conesa García, C., García Lorenzo, R. & Pérez Cutillas, P. (2011). Efectos de la acción antrópica en sistemas hidromorfológicos semiáridos: la cuenca de la Rambla de las Culebras en Águilas (Murcia). *Espacio, Tiempo y Forma. Serie VI, Geografía*.

- Conesa García, C., Pérez Cutillas, P., García Lorenzo, R. & Martínez Salvador, A. (2012). Cambios históricos recientes de cauces y llanuras aluviales inducidos por la acción del hombre. *Nimbus*, (29-30), 159-176.
- Davis, W.M. (1954). *Geographical Essays*. Dover, N. York, (reedición de la obra original, publicada en 1909), 777 pp.
- De La Fuente, L. I. (2014). *Procesos de transformación territorial en las áreas hortícolas próximas a la ciudad de Bahía Blanca a partir de la llegada de migraciones bolivianas al lugar*. (Tesis de Magister en PLIDER). Universidad Nacional del Sur.
- DeFries, R. & Eshleman, K. N. (2004). Land-use change and hydrologic processes: a major focus for the future. *Hydrological Processes*, 18 (11), 2183–2186.
- Dollar, E. S.J. (2000). Fluvial geomorphology. *Progress in Physical Geography*, 24 (3) pp. 385–406.
- Dourojeanni, A. (2004). La gestión del agua y las cuencas en América. *Revista de la CEPAL*. (53), 111-127.
- Dourojeanni, A. & Jouravlev, A. (1999). Gestión de cuencas y ríos vinculados con centros urbanos. CEPAL.
- Ercolani, P. & Formiga, N. (1998). Las áreas recreativas en los espacios periurbanos: el caso de Bahía Blanca. Argentina. In Ponencias presentadas al Simposio G. 8. Las actividades turísticas y el espacio geográfico, pp. 35-46.
- Fohrer, N., Haverkamp, S., Eckhardt, K. & Frede, H. G. (2001). Hydrologic Response to land use changes on the catchment scale. *Physics and Chemistry of the Earth, Part B: Hydrology, Oceans and Atmosphere*, 26 (7-8), 577-582.
- Formiga, N., & Schroeder, R. V. (2015). Las nuevas actividades vinculadas al consumo en la ciudad media y la función de intermediación. El caso de Bahía blanca. Urbanización, producción y consumo en ciudades medias/intermedias Urbanização, produção e consumo em cidades médias/intermediárias, 157. Editores: Carmen Bellet, Everaldo S. Melazzo, M.

- Formiga, N., Marengo, S. & Garriz, E. (2011). La territorialización de las acciones en la gestión del espacio urbano. El caso de la ciudad de Bahía Blanca. Argentina. *Revista Geográfica de América Central*, 2, 1-16.
- Frenguelli, J. (1940). Rasgos principales de fitogeografía argentina. La Plata: Museo de La Plata.
- Frenguelli, J. (1957) Neozoico. Sociedad Argentina de Estudios Geográficos (GAEA) T II, 3ra parte, 217 p. Buenos Aires.
- Fuschini Mejía, M. C. (1994). El agua en las llanuras. Unesco.
- García Martínez, B., Carbone, M.E. & Perillo, G. M. E. (2008). Incidencias de la variabilidad hidrológica en la morfología de cauces del arroyo Claromecó (Buenos Aires, Argentina). *Geographicalia*, (54), 61-83.
- Gaspari, F. J. & Bruno, J. E. (2003). Diagnóstico de degradación ambiental por erosión hídrica en la cuenca del arroyo Napostá Grande. *Ecología austral*, 13 (1), pp. 109-120.
- Gaspari, F. J. & Senisterra, G. E. (2016). Valoración de servicios ambientales para el ordenamiento agrohidrológico en cuencas hidrográficas. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP). 137 p.
- Gaspari, F. J., Senisterra, G. E. & Marlats, R. M. (2007). Relación precipitación-escorrentía y número de curva bajo diferentes condiciones de uso del suelo. Cuenca modal del sistema serrano de La Ventana, Argentina. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 39 (1), 21-28.
- Gaspari, F.J., Delgado, M. I. & Senisterra, G. E. (2009). Simulación espacio-temporal de la erosión hídrica superficial en una cuenca serrana bonaerense. Argentina. *GeoFocus*, (9), pp. 67-82.
- Gentili, J. (2006). *Problemáticas de erosión hídrica asociada a la red hidrográfica en la cuenca alta del arroyo Pantanoso, partido de Coronel Suárez*. (Tesis de Grado en Geografía). Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca.
- Gentili, J. O. (2012). *Hidrografía del arroyo Sauce Corto aplicada a peligro de inundaciones y anegamientos*. (Tesis Doctoral en Geografía). Universidad Nacional del Sur.

- Gentili, J. & Gil, V. (2009). Aplicación de Tecnologías de Información Geográficas (TIG) al análisis hidrogeomorfológico. Caso de estudio: cuencas hidrográficas del Sistema de Ventania. Buenos Aires. Argentina, 12.
- Gentili, J. O., & Gil, V. (2013). Variabilidad temporal de las precipitaciones en vertientes opuestas del Sistema de Ventania, Buenos Aires, Argentina. *Revista Universitaria de Geografía*, 22(2), 147-166.
- 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
- Geraldi, A. M., Piccolo, M. & Perillo, G. M. (2010). Delimitación y estudio de cuencas hidrográficas con modelos hidrológicos. *Investigaciones Geográficas*, 52.
- Gil, V. (2010). *Hidrogeomorfología de la cuenca alta del río Sauce Grande aplicada al peligro de Crecidas*. (Tesis de Doctoral en Geografía). Universidad Nacional del Sur.
- Gil, V., Zapperi, P., Campo, A.M., Iuorno, M. V. & Ramborger, A. (2008). Análisis de las precipitaciones de otoño y primavera en el Suroeste bonaerense. Actas de las VII jornadas Nacionales de Geografía Física. Jujuy, 149 -158.
- Gil, V., Gentili, J. O. & Campo, A. M. (2009). Influencia de la litología en la variación de los parámetros morfométricos, Sistema de Ventania, Argentina. *Papeles de Geografía*, (49-50), 55.
- Gil, M. E., Andrada, A. C. & Pellegrini, C. N. (2012). Nuevas citas para la flora de la región de Bahía Blanca (provincia de Buenos aires, argentina). *Bonplandia*, 135-137.
- Gil, V., Gentili, J., Campo, A. M., Jelinski, G. & Crisafulli, M. (2016). Evaluación del peligro potencial de crecidas en cuencas serranas. Sistema de Ventania, provincia de Buenos Aires. Encuentro de Investigadores de formación en recursos hídricos.
- Gómez Orea, D. (2007). Desarrollo Territorial Sostenible. Revista de la Red de Ciudades y Pueblos Sostenibles de Castilla-La Mancha, 12, 3-8.
- González Uriarte, M. (1984). Características geomorfológicas de la porción continental que rodea a Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires. Actas III, IX Congreso Geológico Argentino, San Carlos de Bariloche. 556 –576.

- González Uriarte, M. (2010). Capítulo II: Geomorfología aplicada a la gestión ambiental. Paoloni, JD (compilador). *Ambientes y Recursos Naturales del Partido de Bahía Blanca: Clima, Geomorfología, Suelos y Aguas (Sudoeste de la provincia de Bs. As.)*.
- González, M., Gil, V., & Gentili, J. O. (2017). Dinámica geomorfológica y urbanización en áreas periurbanas. Norte de Bahía Blanca, Argentina. *Huellas*, 21 (1), 65-83.
- Gore, J. A. & Petts, G. E. (1989). *Alternatives in regulated river management*. Florida: Ed. CRC Press, Inc. 344 pp.
- Gregory, K. J. (2006). The human role in changing river channels. *Geomorphology*, 79(3-4), 172-191.
- Gregory, K. J. & Walling, D. E. (1973). *Drainage basin form and process: A geomorphological approach*. Londres, Edward Arnold. 458 pp.
- Gregory, K.J., Davis, R.J. & Downs, P.W. (1992). Identification of river channel change to due to urbanization. *Applied Geography*, 12 (4), 299-318.
- Grill, S., Gil, V. & Gentili, J. (2011). *Geología y geomorfología Cueva de los Leones*. Informe Técnico. Departamento de Geografía y Turismo. UNS. 13p
- Gudiño, M. E., 2009. Instrumentos para la gestión de un territorio. Ley de ordenamiento territorial y sistemas de informacion. En *Jornadas Regionales de Información Geográfica y Ordenamiento Territorial*. Ministerio Secretaría General de la Gobernación, Santa Cruz.
- Guillén Zelaya, R. I. (2002). Modelación del uso de la tierra para orientar el ordenamiento territorial en la sub-cuenca del Río Copán, Honduras. *Magister Scientiae en Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas*. Turrialba, Costa Rica. Escuela de Postgrado. 90 pp.
- Gutiérrez Elorza, M. (2008). *Geomorfología*. Madrid: Ed. Prentice-Hall.
- Hammer, T. R. (1972). Stream channel enlargement due to urbanization. *Water Resources Research*, 8, (6),1530–1540.
- Harrington, H.J. (1947). Explicación de las Hojas Geológicas 33m (Sierra de la Ventana) y 34m (Curamalal). Provincia de Buenos Aires. *Boletín de la Dirección de Minería y Geología*, 61,43 pp. Buenos Aires.

- Heil Costa, M., Botta, A. & Cardille, J.A. (2003) Effects of large-scale changes in land cover on the discharge of the Tocantins River, Southeastern Amazonia. *Journal of Hydrology*, 283 (1 y 2), 206-217.
- Heras, R. (1983). *Recursos Hidráulicos. Síntesis. Metodología y Normas*. Madrid: Cooperativa.
- Hidalgo, D., Alvarez, C., Salazar, B., Lazcano, A., Correa, L. A., Burrows, A. S., Roa, F. & Dattwyler, R. H. (2004). Las Tecnologías de Información Geográfica y su aplicación al análisis urbano. El caso del estudio de los espacios residenciales cerrados en las áreas metropolitanas de Santiago y Valparaíso, *Scripta Nova, Revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, (8), 31.
- Hollis, G. E. (1975). The Effect of Urbanization on Floods of Different Recurrence Interval. *Water Resources Research*. London: Department of Geography, University College, 11 (3), 431-435.
- Hollis, G. E. & Lockett, J. K. (1976). The response of natural river channels to urbanization: two case studies from southeast England. *Journal of Hydrology*, 30(4), 351-363.
- Hooke, J. M. (2006). Human impacts on fluvial systems in the Mediterranean region. *Geomorphology*, 79, (3 y 4), 311-335.
- Horton, R. E. (1932). Drainage-basin characteristics. *Eos, transactions american geophysical union*, 13(1), 350-361.
- Horton, R. E. (1945). Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology. *Geological society of America bulletin*, 56 (3), 275-370.
- Hugget, R. (2011). *Fundamentals of geomorphology*. London: Ed. Routledge.
- Im, S., Brannan, K. M. & Mostaghimi, S. (2003). Simulating hydrologic and water quality impacts in an urbanizing watershed. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 39 (6), 1465-1479.
- INDEC 2010. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010. Buenos Aires: INDEC.

- Infante, J. & Contreras, Y. (1992). Hacia el ordenamiento especial de la cuenca del río Cataniapo, Estado Amazonas. *Ambiente y Sociedad: La Geografía hacia el siglo 21*. 455-463.
- James, A. J. & Marcus, W. A. (2006). The 2006 Binghamton Geomorphology Symposium on The Human Role in Changing Fluvial Systems. *Geomorphology*, 79, (1 y 2), 144-147.
- Jankowfsky, S., Branger, F., Braud, I., Rodriguez, F., Debionne, S. & Viallet, P. (2014). Assessing anthropogenic influence on the hydrology of small peri-urban catchments: development of the object-oriented PUMMA model by integrating urban and rural hydrological models. *Journal of hydrology*, 517, 1056-1071.
- Jobbágy, E. G. (2011). Servicios hídricos de los ecosistemas y su relación con el uso de la tierra en la llanura Chaco-Pampeana. Valoración de Servicios Ecosistémicos Conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial. Ediciones INTA, 163-183.
- Kang, R. & 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
- Knox, J. C. (2006). Floodplain sedimentation in the Upper Mississippi Valley: Natural versus human accelerated. *Geomorphology*, 79(3-4), 286-310.
- Kraser, M. B. & Ockier, C. (2007). La inmigración como factor configurador del circuito productivo local. El caso de la localidad de General Daniel Cerri (partido de Bahía Blanca).
- Kuchment, L. S. (2004). The hydrological cycle and human impact on it. *Water Resources Management*.
- Leopold, L.B., Wolman, M.G. & Miller, J.P. (1995). *Fluvial Processes in Geomorphology*. Dover Publications, INC. New York. 522 pp.
- Leopold, L. B., Huppman, R. & Miller, A. (2005). Geomorphic effects of urbanization in forty-one years of observation. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 349-371.
- Londoño, O. M. Q., Grondona, S. I., Massone, H. M., Farenga, M., Martínez, G. & Martínez, D. E. (2013). Modelo de anegamiento y estrategia de predicción prevención del riesgo de

- inundación en áreas de llanura: el sudeste de la provincia de Buenos Aires como caso de estudio. *GeoFocus. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, 13 (1), 76-98.
- Lorda, M. (2005). *El desarrollo local, estrategia de gestión ambiental de la actividad agropecuaria en espacios próximos a la ciudad de Bahía Blanca*. (Tesis Doctoral en Geografía). Universidad Nacional del Sur.
- Lorda, M. A. (2006). El desarrollo local, estrategia de gestión ambiental de la actividad agrícola en espacios próximos a la ciudad de Bahía Blanca. *Revista Universitaria de Geografía*, 15(1), 201-207.
- Lorda, M. A. (2008). Lógicas socioespaciales en el espacio periurbano de Bahía Blanca. *Huellas*, 12, 90-112.
- Lorda, M. A. & Prieto, M. N. (2007). El espacio urbano y periurbano de Bahía Blanca: Análisis de países para la detección de conflictos ambientales. Provincia de Buenos Aires, Argentina. Las competencias geográficas para la educación ciudadana. Pp. 117-131.
- Mackin, J. H. (1948). Concept of the graded river: *Geol. Soc. America Bull.*, 59, 463-512.
- Macklin, M.G. Benito, M. G., Gregory, K. J., Johnstone, E., Lewin, J., Michczyńska, D., J., Soja, R., Starkel, L. & Thorndycraft, V. R. (2006). Past hydrological events reflected in the Holocene fluvial record of Europe. *CATENA*, 66 (1 y 2), 145-154.
- Maderey Rascón, L. E. (2005). Principios de Hidrografía, Estudio del Ciclo Hidrológico. Serie Textos Universitarios. N°1. UNAM. 105 pp.
- Marini, M. (2002). *Hidrografía del Quequén Salado*. (Tesis Doctoral en Geografía). Universidad Nacional del Sur.
- Marini, M. F. & Piccolo, M. C. (2000). El balance hídrico en la cuenca del río Quequén Salado, Argentina. *Papeles de Geografía*, (31), 39-53.
- Márquez, G. & Valenzuela, E. (2007). Estructura ecológica y ordenamiento territorial ambiental: aproximación conceptual y metodológica a partir del proceso de ordenación de cuencas. *Gestión y ambiente*, 11 (2), 137-148.

- Matheussen, B., Kirschbaum, R. L., Goodman, I. A., O'donnell, G. M. & Lettenmaier, D.P. (2000). Effects of land cover change on streamflow in the interior Columbia River Basin (USA and Canada). *Hydrological Processes*, 14 (5), 867–885.
- Miller, J. D., Kim, H., Kjeldsen, T. R., Packman, J., Grebby, S. & Dearden, R. (2014). Assessing the impact of urbanization on storm runoff in a peri-urban catchment using historical change in impervious cover. *Journal of Hydrology*, 515, 59-70.
- Morisawa, M. (1985). *Rivers. Form and Process*. Virginia: Ed. Longman.
- Munguía, S. (2003). Estudio integrado de la cuenca del arroyo Pescado Castigado. Tesis de Magister en Geografía. Universidad Nacional del Sur, Departamento de Geografía y Turismo, Bahía Blanca.
- Nebbia, A. J., & Zalba, S. M. (2007). Comunidades Halófilas de la costa de la Bahía Blanca (Argentina): Caracterización, mapeo y cambios durante los últimos cincuenta años. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 42(3-4), 261-271.
- Niehoff, D., Fritsch, U. & Bronstert A. (2002). Land-use impacts on storm-runoff generation: scenarios of land-use change and simulation of hydrological response in a meso-scale catchment in SW-Germany. *Journal of Hydrology*, 267 (1–2), 80–93.
- Pedraza Gilsanz, J. (1996). *Geomorfología. Principios, métodos y aplicaciones*. Editorial rueda. Madrid. España. Peña Monné, J. L. (1997). Cartografía geomorfológica básica y aplicada. Geofoma Ediciones. Logroño. España, 227 pp.
- Perrin, J. L., Bouvier, C., Janeau, J. L., Menez, G. & Cruz, F. (2001). Rainfall/runoff processes in a small peri-urban catchment in the Andes mountains. The Rumihurcu Quebrada, Quito (Ecuador). *Hydrological Processes*, 15(5), 843-854.
- Pinter, N. & Heine, R. A. (2005). Hydrodynamic and morphodynamic response to river engineering documented by fixed-discharge analysis, Lower Missouri River, USA. *Journal of Hydrology*, 302, 70–91.
- Pintos, P. A. & Sgroi, A. M. (2013). Efectos del urbanismo privado en humedales de la cuenca baja del río Luján, provincia de Buenos Aires, Argentina. Estudio de la megaurbanización San Sebastián. *AUGMDOMUS*, 4, 25-48.

- Pittaluga, M. A. & Suvires, G. M. (2010). Susceptibilidad a las inundaciones por crecientes estivales y por desbordes en las localidades de Villa Nueva, Puchuzum y Villa Corral, Cuenca del Río Castaño, Calingasta, San Juan. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 66, (4), pp. 520-528.
- Poepl, R. E., Keesstra, S. D. & Maroulis, J. (2017). A conceptual connectivity framework for understanding geomorphic change in human-impacted fluvial systems. *Geomorphology*, 277, 237-250.
- Poesen, J. W. A. & Hooke, J. M. (1997). Erosion, flooding and channel management in Mediterranean environments of southern Europe. *Progress in Physical Geography*, 22 (2), 157-199.
- Prieto, M. B. (2014). La construcción del espacio urbano y la diferenciación socio-espacial: el caso de la ciudad de Bahía Blanca. (Tesis Doctoral en Geografía). Universidad Nacional del Sur.
- Pusineri, G., Pedraza, R. & Lozeco, C. (2005). Uso de modelos digitales de elevación y de sistemas de información geográfica en la modelación hidrológica. Primera Reunión de Usuarios de Sistemas de Información Geográfica y Procesadores Digitales, Universidad Nacional del Nordeste, Argentina.
- Rhoads, B. L., Lewis, Q. W. & Andresen, W. (2016). Historical changes in channel network extent and channel planform in an intensively managed landscape: Natural versus human-induced effects. *Geomorphology*, 252, 17-31.
- Rivera, J. A. (2011). Análisis geomorfológico de la región costera del este “E”, de la provincia de Los Santos. *Revista Geográfica de América Central*, 2, (47E), 1- 14.
- Rodríguez, F., Bocher, E. & Chancibault, K. (2013). Terrain representation impact on periurban catchment morphological properties. *Journal of hydrology*, 485, 54-67.
- Rojas, O., Mardones, M., Rojas, C., Martínez, C. & Flores, L. (2017). Urban Growth and Flood Disasters in the Coastal River Basin of South-Central Chile (1943–2011). *Sustainability*, 9 (2), 195.
- Romero, H. & Vásquez, A. (2005). Evaluación ambiental del proceso de urbanización de las cuencas del piedemonte andino de Santiago de Chile. *Eure (Santiago)*, 31(94), 97-117.

- Ruberto, A. R., Depettris, C. A., Pilar, J. V., Prieto, A., Gabazza, S. & Zárate, S. (2006). Impacto hidrológico por incremento de las áreas impermeables en cuencas urbanas Subcuenca Cisterna, Resistencia, Chaco. Universidad Nacional del Nordeste, Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. *Avaliação e Controle da Drenagem Urbana*, 1 y 2, 1-4.
- Ruiz, C.H. (2009). El proceso de urbanización en la cuenca del río Chillán y su capacidad adaptativa ante precipitaciones extremas. *Estudios Geográficos*, 15 (266), 155-179.
- Sala Sanjaume, M. & Batalla Villanueva, J. (1996). Teoría y métodos en Geografía Física. Madrid: Síntesis.
- Sánchez, H., A. (2009). Periurbanización y espacios rurales en la periferia de las ciudades. *Estudios agrarios*, 93-123.
- Sanz, A. P., Sampériz, P. G., Garcés, B. L. V., Caballud, A. M., Morellón, M., Marcén, C. S. & Izquierdo, A. N. (2011). Clima y actividades humanas en la dinámica de la vegetación durante los últimos 2000 años en el Pirineo Central: el registro palinológico de la Basa de la Mora (Macizo de Cotiella). *Zubía*, (23), 17-38.
- Scheidegger, A. E. (1973). Hydrogeomorphology. *Journal of Hydrology*, 20(3), 193-215.
- Schroeder, R. & Pasciaroni, C. (2010). Las funciones de intermediación. La ciudad de Bahía Blanca y su área de influencia (hinterland) como caso de estudio. VIII Biental de Transformaciones Territoriales, 25-27.
- Schumm, S. (1963). A Tentative Classification of Alluvial River Channels. Circular 477. Washington: Geological Survey, 16 pp
- Schumm, S. (2005). *River variability and complexity*. Cambridge University Press.
- Scian, B. (2009). Clima - Bahía Blanca y Sudoeste Bonaerense. En: Paoloni, J.D. (Comp.). Ambiente y recursos naturales del partido de Bahía Blanca. Bahía Blanca: EdiUNS.
- Sereno C. A. (2017). *Procesos socioambientales en un espacio de borde: estrategias de los actores en el rururbano bahiense*. (Tesis de Doctoral). Universidad Nacional del Sur.

- Sereno, C. A., Santamaría, M. & Santarelli Serer, S. A. (2010). El rururbano: espacio de contrastes, significados y pertenencia, ciudad de Bahía Blanca, Argentina. *Cuadernos de Geografía-Revista Colombiana de Geografía*, (19), 41-57.
- Sheng, T.C. (1992). *Manual de campo para la ordenación de cuencas hidrográficas*. Estudio y planificación de cuencas hidrográficas. Roma. FAO. 185 p.
- Sidle, R.C. & Onda, Y. (2004). Hydrogeomorphology: overview of an emerging science. *Hydrol. Process*, 18: 597-602
- Silva D. de J. & Conceição G. M. (2001). Rio Itapecuru: Caracterização Geoambiental e Socioambiental, Município de Caxias, Maranhão, Brasil. *Scientia Plena*. 7, 1.
- Simmons, D. L. & Reynolds, R. J. (1982). Effects of Urbanization on Base Flow of Selected South-Shore Streams, Long Island, New York. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 18(5), 797-805.
- Spagnolo, S. (2012). Percepción de la calidad de vida ambiental en la localidad de General Daniel Cerri, Buenos Aires, Argentina. Propuesta de una metodología de investigación cualitativa en Geografía. *Geograficando*, 8(8).
- Steuer, J.J. & Hunt, R.J. (2001). Use of a watershed-modeling approach to assess hydrologic effects of urbanization, North Fork Pheasant Branch basin near Middleton, Wisconsin. *Water-Resources Investigations Report*. USGS
- Strahler, A. N. (1964). *Geografía Física*. Barcelona: Omega.
- Torrero, M.P. (2009). *Rio Sauce Chico: estudio hidrográfico para un desarrollo sustentable*. (Tesis Doctoral en Geografía). Universidad Nacional del Sur.
- Tricart, J. (1973 a). *La cartografía hidrogeomorfológica detallada y su interés para el estudio de los regímenes fluviales*. Traducción del francés por el Dr. Capitanelli. Laboratorio de Geografía Física y de Cartografía, Centro de Geografía Aplicada. Universidad de Estrasburgo.
- Tricart, J.F.L. (1973 b). *Geomorfología de la Pampa Deprimida*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires, Argentina.

- Urriza, G. (1998). *Procesos de producción y transformación del espacio periurbano del sector noroeste de Bahía Blanca*. (Tesis Doctoral en Geografía). Universidad Nacional del Sur.
- Urriza, G. & 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.
- Urruela, E. G. (1987). La evolución de los estudios sobre áreas periurbanas. En *Anales de Geografía de la Universidad Complutense. Servicio de Publicaciones*, 7, 439-448.
- Vandenberghe, J., De Moor, J. J. W. & Spanjaard, G. (2012). Natural change and human impact in a present-day fluvial catchment: The Geul River, Southern Netherlands. *Geomorphology*, 159, 1-14.
- Veitia, J. A. R. & Montilla, A. M. (2013) Análisis geomorfológico de las microcuencas de drenajes Monroy y Zumba, municipio Sucre-Estado Miranda, Venezuela; empleando Sistemas de Información Geográfica. *Revista Universitaria de Investigación y Diálogo Académico*, (9) 1, 16-36.
- Verettoni, H. N. (1950). *Las asociaciones halófilas del Partido de Bahía Blanca* (Doctoral dissertation, Facultad de Ciencias Naturales y Museo).
- Vidal, C. & Romero, H. (2010). Efectos ambientales de la urbanización en las cuencas de los ríos Bío-Bío y Andalién sobre los riesgos de inundación y anegamiento de la ciudad de Concepción. Planes, procesos y proyectos. *SereGEOlibros*, Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Volonté, A. (2017). *Geomorfología fluvial aplicada al peligro de crecidas: cuenca del arroyo San Bernardo, sistema de Ventania* (Tesis Doctoral en Geografía). Universidad Nacional del Sur.
- Von Bertalanffy, L. (1950). The theory of open systems in physics and biology. *Science*, 111 (2872), 23-29.
- Whitehead, P. G. & Robinson, M. (1993). Experimental basin studies—an international and historical perspective of forest impacts. *Journal of Hydrology*, 145 (3 y 4), 217-230.

- Zapperi, P. A. (2012). *Hidrografía urbana de Bahía Blanca*. (Tesis Doctoral en Geografía). Universidad Nacional del Sur.
- Zapperi, P. A., Gabella, J. I. & Campo, A.M. (2012). Medioambiente y ordenamiento urbano. Problemas en la ciudad de Bahía Blanca. IX Jornadas Nacionales de Geografía Física. Bahía Blanca, 130-146.
- Zapperi, P., Casado, A., Gil, V. & Campo, A. (2006). Caracterización de las precipitaciones invernales en el Suroeste bonaerense. Actas IV Jornadas Interdisciplinarias del Sudoeste Bonaerense. Universidad Nacional del Sur. Pp. 63-68
- Zapperi, P., Ramos, M., Gil, V. & Campo, A. (2007). Caracterización de las precipitaciones estivales en el Suroeste bonaerense. En: Contribuciones Científicas, Sociedad Argentina de Estudios Geográficos 68 Semana de Geografía. pp. 483 – 491.
- Zárate, M. A. & Rabassa, J. (2005). Geomorfología de la provincia de Buenos Aires. En: De barrio, R. E., Etcheverry, R. O., Caballé, M.F. y Llambías, E. (edit.): *Geología y Recursos Minerales de la provincia de Buenos Aires*. Relatorio del XVI Congreso Geológico Argentino, La Plata. Cap. VIII, pp. 119-138
- Zavala, C. & Quattrocchio, M. (2001). Estratigrafía y evolución geológica del río Sauce Grande (Cuaternario), provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 56(1), 25-37.
- Zavala, C., García, L. & Di Meglio, M. (2005). Redes de drenaje y paleoclimas en el Cuaternario del sur de la provincia de Buenos Aires. In XVI Congreso Geológico Argentino, CD-ROM, Artículo (No. 156).
- Zinger, A. S. & 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.
- 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