



## Características morfométricas y morfodinámicas de una cuenca hidrográfica de llanura

### Morphometric and morphodynamic characteristics of a plain hydrographic basin

Calvi, Carolina <sup>1</sup> ✉ - Dapeña, Cristina <sup>1</sup> - Massone, Héctor <sup>2</sup> - Martínez, Daniel <sup>2,3</sup>

Recibido: 18 de noviembre de 2016 • Aceptado: 7 de diciembre de 2016

#### Resumen

*Los parámetros de la forma de una cuenca hídrica se consideran de interés en el análisis geomorfológico e hidrológico porque influyen en el volumen de agua que ingresa por precipitación al sistema, la magnitud de los caudales, el tiempo de concentración, etc. La pendiente media de una cuenca tiene una relación importante con los fenómenos de infiltración, escurrimiento superficial, humedad del suelo y con la contribución de agua subterránea al flujo de los cauces. La cuenca La Ballenera está ubicada en la llanura interserrana al sudeste de la provincia de Buenos Aires. En el caso de esta cuenca, el valor promedio de la pendiente topográfica es de 0,6%. Su característica topográfica de pendientes bajas permite que los procesos de evaporación e infiltración se conviertan en dominantes y que se comporten como elementos reguladores de la dinámica del agua superficial y subterránea. Para la construcción de mapas que muestren las características morfológicas del terreno como las unidades geomorfológicas y las pendientes, se trabajó con un Modelo Digital del Terreno. De esta manera se logró identificar y clasificar a la cuenca en ambientes, sistemas, unidades y elementos. La geología y la geomorfología controlan el comportamiento hidrodinámico del sistema. La distribución de las isopiezas muestra cierta homogeneidad en la permeabilidad del acuífero y un comportamiento ganador del arroyo. La caracterización de estos "parámetros geomorfológicos" servirá de base para el conocimiento integral del sistema hidrológico- hidrogeológico y su aplicación en la resolución de diversos problemas como anegamientos, contaminación y elaboración de mapas de riesgo y vulnerabilidad.*

**Palabras clave:** *parámetros geomorfológicos, unidades morfodinámicas, comportamiento hidrogeológico.*

#### Abstract

*The parameters of shape of a watershed are of interest in geomorphological and hydrological analysis because they affect the water amount entering in a system by precipitation, the magnitude of the flows, the time of concentration, etc. The average slope of a basin has an important relationship with infiltration, surface runoff, soil moisture and groundwater contribution to stream flow. La Ballenera catchment is located in the interserrana plain to the southeast in the Buenos Aires province. In this catchment, the average value of the*

1. Departamento de Geología, Universidad Nacional de San Luis, Ejército de los Andes 950, 5700, San Luis. 1 Instituto de Geocronología y Geología Isotópica (INGEIS, CONICET-UBA), Pabellón INGEIS, Ciudad Universitaria, 1428- Buenos Aires, Argentina

✉ calvi@ingeis.uba.ar

2. Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario - UNMDP, CIC Prov. de Buenos Aires, CC 722, 7600-Mar del Plata, Argentina

3. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras -CONICET, UNMDP-Mar del Plata, Argentina

topographic slope is 0.6%. This feature allows the evaporation and infiltration processes become dominant and to behave as regulatory dynamics elements of surface and groundwater. The maps were made by a Digital Terrain Model showing geomorphological and slopes features. Therefore, it was identified environments, systems, units and elements. Geology and geomorphology controlled the hydrodynamic behavior of the system. The distribution of piezometric lines shows some permeability homogeneity of the aquifer and a winning behavior of the stream. The characterization of these "geomorphological parameters" is the basis for comprehensive knowledge of the hydrogeological- hydrological system and its application in solving diverse problems such as flooding, pollution and mapping of risk and vulnerability.

**Keywords:** geomorphological parameters, morphodynamic units, hydrogeological behavior.

## INTRODUCCIÓN

La cuenca del Arroyo La Ballenera está ubicada entre los sistemas de Tandilia y Ventania, en la llanura interserrana al sudeste de la provincia de Buenos Aires. Sus nacientes se ubican en estribaciones bajas del sistema serrano de Tandilia. Este arroyo drena una zona de llanura y desagua en el Océano Atlántico. Conformar una red de drenaje con planicies aluviales estrechas con orientación norte-sur y perpendicular a la línea de la costa. Próximo a su desembocadura en el océano alimenta a la Laguna La Ballenera (Figura 1). Las principales localidades en la cuenca son Miramar y Comandante Nicanor Otamendi con 30000 y 7000 habitantes respectivamente.

Las características climatológicas, geológicas y geomorfológicas de la Llanura Pampeana permiten el desarrollo de suelos de alta productividad agrícola, lo que la convierte en una de las zonas de mayor desarrollo agrícola del país. Dicha actividad es altamente dependiente de la disponibilidad del recurso hídrico tanto superficial como subterráneo (Kruse et al. 1997; Campo de Ferreras y Piccolo, 2002). Los objetivos de este trabajo son definir las características morfométricas y delimitar las unidades morfodinámicas de la cuenca La Ballenera y aplicarlas al comportamiento hidrogeológico del área de estudio.

La caracterización de estos "parámetros geomorfológicos" servirá de base para el conocimiento integral del sistema hidrológico y su aplicación en la resolución de diversos problemas como anegamientos, contaminación, etc. así como la elaboración de mapas de riesgo y vulnerabilidad.

## CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA

Tres grandes unidades definen a la estratigrafía del área de estudio. Un basamento cristalino que constituye la base de las sierras de Tandilia compuesto por rocas granitoides, diques básicos y rocas metamórficas principalmente gneis, anfibolitas y migmatitas (Dalla Salda et al. 2005). Le suprayace discordantemente una cubierta sedimentaria Precámbrica - Paleozoica inferior compuesta por una secuencia siliciclástica de arenitas y sabulitas asociadas a niveles arenosos correspondientes a la Fm Balcarce (Dalla Salda e Iñiguez., 1979). Finalmente se encuentran los sedimentos Pampeanos y Postpampeanos (Figura 2a). Los primeros asociados al Plioceno inferior - Pleistoceno superior, son los de mayor extensión y espesor de la zona. Están constituidos por material limoso que predomina sobre las arenas y arcillas con proporciones variables de carbonato de calcio (tosca); presentan una estratificación poco definida y un aspecto

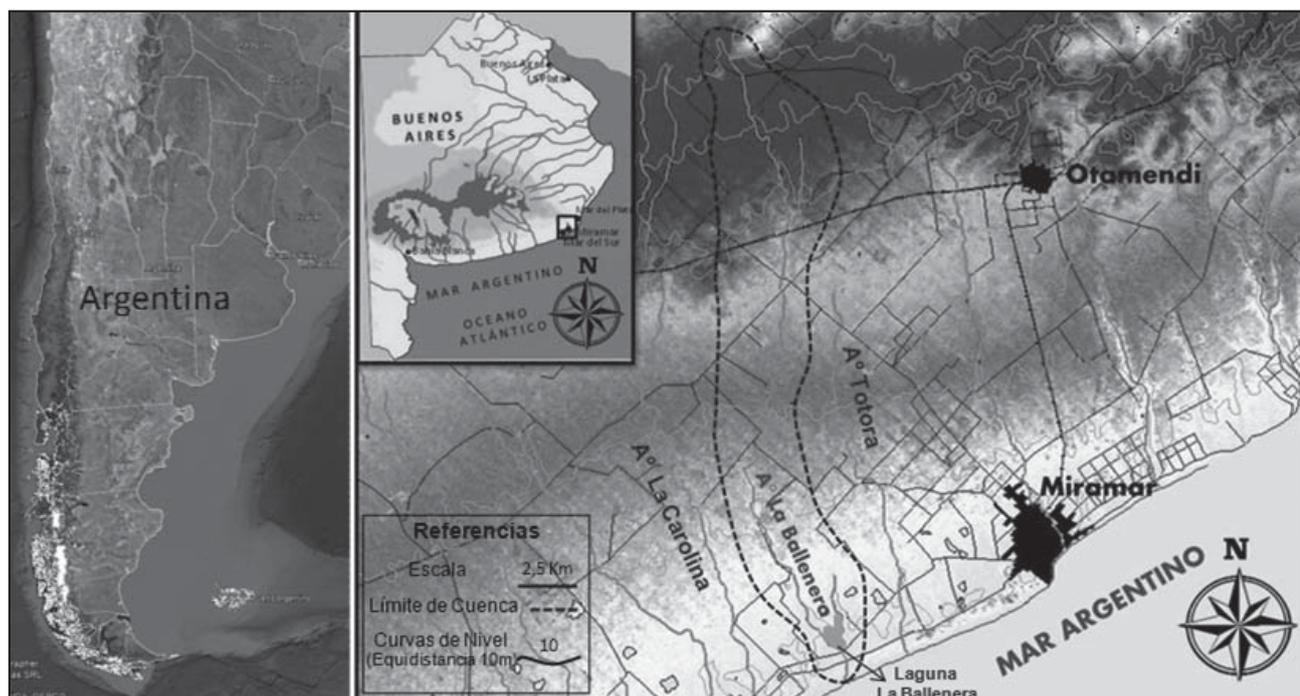


Figura 1. Ubicación de la Cuenca.

masivo, siendo su compactación mayor cuando hay carbonato de calcio. Los sedimentos Postpampeanos (Pleistoceno superior - Holoceno) de menor extensión y espesor que los anteriores se restringen a las zonas altas en los interfluvios. Están conformados por sedimentos arenosos, limosos, arcillosos, calcáreos, conchiles, de origen fluviolacustre, eólicos y marinos (Varela y Teruggi, 2001). La geomorfología de la región pampeana es sumamente compleja debido principalmente a la escasez de pendiente, que ha dado lugar a la superposición de procesos de erosión y acumulación de origen eólico y fluvial. Estos procesos han sido controlados predominantemente por las oscilaciones climáticas ocurridas durante el Cenozoico superior (Martínez, 2007). Asimismo como consecuencia de las bajas pendientes que dominan esta región, los factores dominantes en el balance hidrogeológico son la evaporación e infiltración producto de que los movimientos verticales del agua prevalecen sobre los horizontales (Usunoff, 1994). Desde el punto de vista hidrogeológico, el acuífero de la cuenca La Ballenera está contenido en los sedimentos Pampeanos y Postpampeanos. El basamento hidrogeológico está conformado por la Fm Balcarce y por el basamento cristalino precámbrico. Es un acuífero libre y sus aguas son del tipo bicarbonatadas sódicas. El mapa de isopiezas muestra un flujo regional que se origina en el sector NO y se descarga hacia la costa (SE) (Calvi et al. 2016). La homogeneidad y equidistancia de las isopiezas no muestran cambios significativos de

permeabilidad en el acuífero, aunque si se diferencian en el contacto entre el sector con mayor proximidad al sector serrano y la zona de Planicie con lagunas. Se observa un comportamiento ganador para el arroyo La Ballenera durante todo su recorrido (Figura 2b).

## METODOLOGÍA

Se trabajó con un Modelo Digital de Terreno (MDT) a partir de cartas topográficas del área elaboradas por el Instituto Geográfico Nacional, a escala 1:50.000. Esta información fue procesada mediante el programa ArcGis 10.1. Debido a la regularidad del terreno y la magnitud similar de pendientes en la zona, la herramienta ArcGis 10.1 permitió calcular los parámetros físicos del área. Con el MDT se construyeron mapas que muestran las características morfológicas del terreno como las unidades geomorfológicas y de pendientes. Asimismo mediante una medición directa sobre la cuenca se definieron otros parámetros como longitud, perímetro y ancho promedio. Se realizó un análisis del territorio con la metodología de Cartografía Geocientífica de Santander (Cendero y Teran, 1987) también aplicada por Massone (2005) para el área de Balcarce, por Romanelli (2006) para el sector de Laguna La Brava y por Quiroz Londoño (2009) para las cuencas de los arroyos Tamangueyu y El Moro. Estos autores definen los ambientes morfodinámicos en función de la identificación de mega relieves,

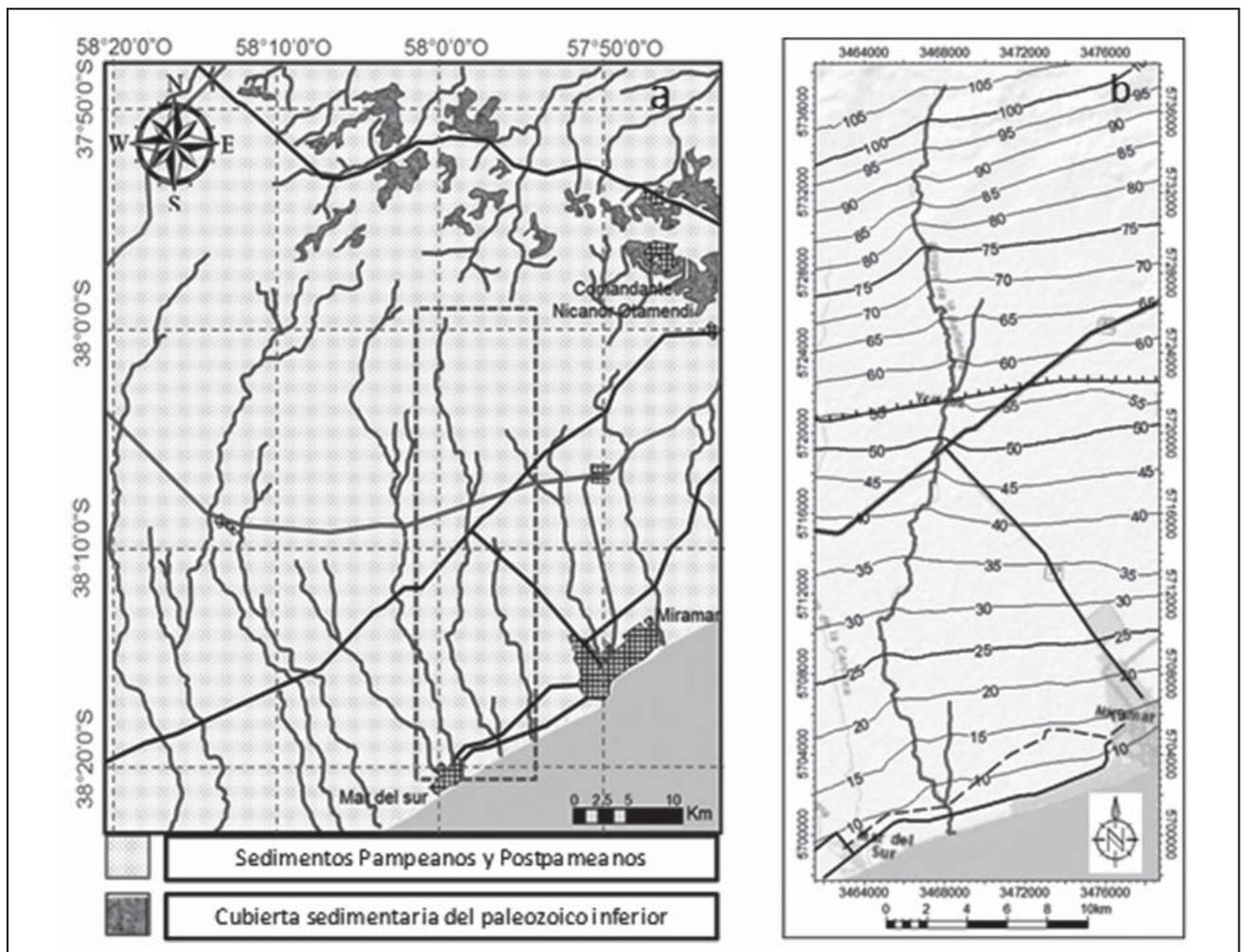


Figura 2a. Mapa Geológico del área y b. Mapa de isopiezas.

clima y características geológicas de escala regional. Los ambientes se subdividen en sistemas morfodinámicos, que responden a características litológicas, estructurales y geomorfológicas. A su vez los sistemas están conformados por unidades, las cuales se dividen analizando el lecho rocoso, depósitos y procesos superficiales. Por último se encuentran los elementos, los cuales son clasificados sobre la base de características geomorfológicas de detalle, suelos y vegetación.

## RESULTADOS

Para la caracterización morfométrica del sistema se definen los parámetros físicos de la forma que corresponden a la configuración geométrica de la cuenca tal como está proyectada sobre el plano horizontal. El área calculada corresponde a 160,13 km<sup>2</sup>, dicho valor es aproximado producto de su escasa expresión topográfica que dificulta establecer sus límites con claridad. La longitud de la cuenca es de 30 km definida como la distancia horizontal del arroyo entre un punto aguas abajo y otro punto aguas arriba donde se intercepta la divisoria de la cuenca. El perímetro determinado como la longitud total de los límites de la cuenca es de 81,04 km. Con respecto al ancho promedio que obedece a la relación entre el área y la longitud de la cuenca es de 5 km<sup>2</sup>.

Por otra parte en la cabecera de la cuenca se encuentran altitudes máximas de 170 msnm, mientras que las cotas menores se ubican hacia el SE próximas a la desembocadura con el Atlántico. El valor promedio de la pendiente topográfica en la cuenca es de 0,6%, con una desviación estándar de 1,1%, variando entre 0 y 16%.

Las Unidades Morfodinámicas de Mapeo (UMDM) se clasifican en ambientes, sistemas, unidades y elementos. El *ambiente de lomadas y llanuras* que representa la mayor extensión de la cuenca, tiene una cota máxima de 170 msnm en zonas próximas a los frentes serranos del sistema de Tandilia (Figura 3a). Posee una cota mínima de 5 msnm en la zona colindante al *ambiente de dunas costeras y playa*.

En cuanto al Sistema de Lomadas se identifican las formas irregulares y amplias con escotaduras de distinta magnitud y pendientes del orden del 1,71% a 15,8% (Figura 3b). Tienen una composición de sedimentos limosos y limo-arenosos, con frecuentes intercalaciones de tosca. Se reconocen los elementos de interfluvios, cauces y barrancas (Tabla 1). Los primeros corresponden a pequeñas elevaciones de 0,5 a 1 metro con baja pendiente y pobre expresión topográfica. Dentro de los cauces se distinguen dos ramas principales del arroyo La Ballenera con drenajes angostos y poca erosión de cauce, controlado por la presencia de capas superficiales de tosca que restringen su ex-

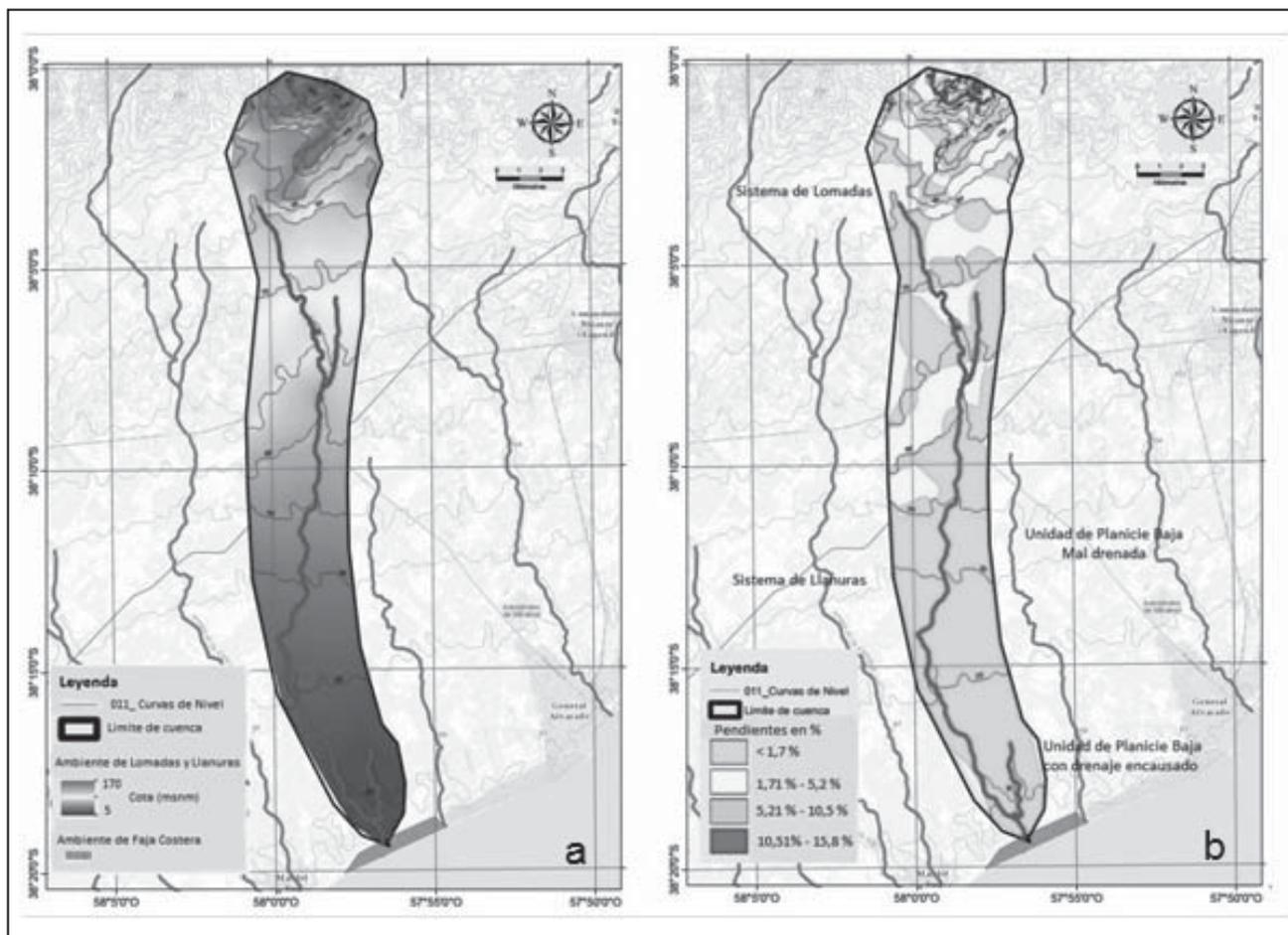


Figura 3a. Ambientes Morfodinámicos y b. Clasificación de sistemas en función de la pendiente: Pend <1,7% Sistema de Llanura y Pend >1,7%-15,8% Sistema de Lomada.

**Tabla 1. Unidades Morfodinámicas de Mapeo**

AMBIENTES	SISTEMAS	UNIDADES	ELEMENTOS
Lomadas y Llanura	Lomadas		Interfluvios
			Cauces
	Barrancas		
	Llanura	Planicie Baja Mal Drenada	Interfluvios
			Cauces
			Bajos Inundables (Lagunas)
			Barrancas
		Planicie Baja Mal Drenada	Interfluvios
			Cauces
			Barrancas
			Lagunas
Faja costera	Médanos Playa		

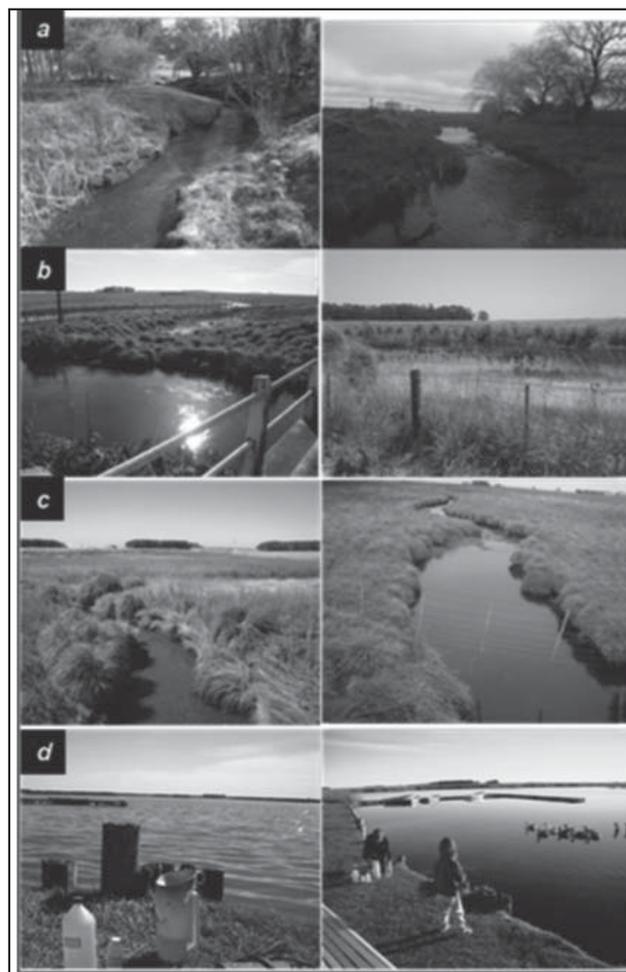
presión topográfica. Por último se identifica un pequeño desarrollo de barrancas de entre 0,3 y 1 metro de altura (Figura 4a).

El Sistema de Llanuras representa la mayor extensión de los sistemas en la cuenca con pendientes inferiores a 1,7% (Figura 3a y b). Las cubetas son de escasa profundidad y reciben el drenaje de las áreas circundantes más elevadas. En muchos casos estos bajos y bañados, se alinean subparalelamente al curso fluvial. Están constituidos por sedimentos limosos, limo-arcillosos, limo-arenosos. Se diferencian las unidades de *planicie baja mal drenada* y de *planicie baja con drenaje encauzado* (Tabla 1).

La *planicie baja mal drenada* tiene una característica textura especial debido a su red hidrográfica compuesta por drenajes subparalelos y zonas anegables. Está conformada por los elementos morfodinámicos de interfluvios, bajos inundables, cauces y barrancas (Figura 4b). Los elementos de Interfluvios tienen pequeñas elevaciones de 0,5 a 1 m y pobre expresión topográfica. Los elementos denominados bajos inundables son leves depresiones topográficas, correspondientes a pequeñas cubetas de deflación anegables durante periodos de lluvia. Los cauces se caracterizan por drenajes angostos, subparalelos, con poco desarrollo morfológico que dificulta seguir su continuidad a través de la unidad en la imagen. Las barrancas presentan un leve desarrollo con 20 a 50 cm de profundidad.

En la *unidad de planicie baja con drenaje encauzado* se observa una disminución de los bajos inundables y un reordenamiento de las dos ramas que conforman el arroyo La Ballenera. Se identifican los elementos morfodinámicos de interfluvios, cauces, barrancas y lagunas (Figura 4c). Los elementos de interfluvios, cauces y barrancas tienen la misma característica que la unidad de planicie baja mal drenada, aunque con menor densidad de lagunas. Además se reconoce una laguna de mayor dimensión denominada La Ballenera donde el arroyo homónimo desagua antes de descargar en el océano (Figura 4d).

El ambiente de *faja costera* (Figura 5 y Tabla 1) se compone de los sistemas de *médanos vegetados* y de *playa* localizada frente al Océano Atlántico. Los *médanos* están constituidos por arenas silíceas de granulometría fina bien seleccionada, mien-



**Figura 4 a.** Sistema de lomadas - elemento cauce y barranca. **b.** Unidad de planicie baja mal drenada- elemento bajos inundables, cauces y barrancas. **c.** Unidad de planicie baja con drenaje encauzado - elemento cauces y barrancas. **d.** Laguna La Ballenera.

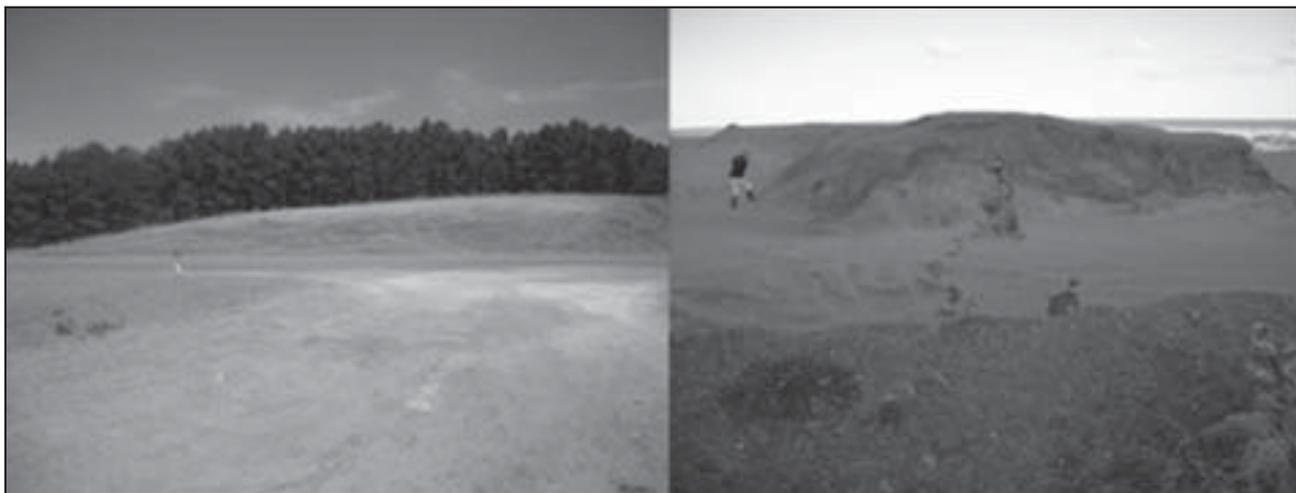


Figura 5. Ambiente de faja costera - sistema de médanos.

tras que las *playas* corresponden a depósito de arena fina a media que existe a lo largo de toda la costa.

## DISCUSIÓN

La caracterización de una cuenca se inicia con la delimitación de su territorio, la forma, tamaño o área, pendiente media, red de drenaje, etc. El tamaño de la cuenca es un parámetro importante porque influye en su respuesta hidrológica (*Custodio y Llamas, 1983*). La cuenca La Ballenera (160,13 km<sup>2</sup>) se clasifica como cuenca pequeña que es sensible a lluvias de alta densidad y corta duración (*Chow et al. 1994*). Por su parte la cantidad y distribución del escurrimiento son influenciadas principalmente por las condiciones físicas del suelo y cobertura, sobre las cuales el hombre ejerce algún control (*Campos Aranda, 1998*).

La pendiente es un parámetro del relieve que tiene una relación importante con la infiltración, el escurrimiento superficial, la humedad del suelo y la contribución del agua subterránea a los cauces (*Kruse y Zimmermann, 2002*). Además, influye en la velocidad media de la escorrentía, en su poder de arrastre, en la erosión sobre la cuenca y en posibles inundaciones. En La Ballenera el 92,5% de la cuenca tiene pendientes inferiores a 5,2%. Estos ambientes de pendientes bajas se caracterizan desde el punto de vista hidrológico por presentar un predominio de los movimientos verticales del agua (evapotranspiración – infiltración) sobre los horizontales (escurrimiento) y tener una fuerte interrelación entre el agua superficial y subterránea (Figura 2b). Al igual que extensas superficies de la región pampeana sufre periódicas inundaciones. Estas inundaciones afectan áreas rurales con sembrados, hacienda y viviendas y aún cascos urbanos de algunos pueblos y ciudades, con graves consecuencias para los pobladores y la economía regional (*Hernandez et al. 2003*).

Las unidades morfológicas del terreno reconocidas en esta cuenca con la metodología de Cartografía Geocientífica de Santander (*Cendero y Teran, 1987*) permiten reconocer dos ambientes morfodinámicos principales correspondientes a lomadas - llanuras y faja costera. Este paisaje relictual, estabilizado en las condiciones climáticas actuales, no solo controló y controla la

dinámica del escurrimiento superficial, sino también define en gran parte la distribución y el uso de los suelos en la región (*Martínez, 2007*).

En el comportamiento hidrológico del sistema de lomadas las capas superficiales de tosca generan un fuerte control litológico en la morfología de los cauces que se caracterizan por drenajes angostos y poca erosión. Esto también se reconoce en otros arroyos de la zona como La Tigra y La Carolina (*Rossi, 1994*). En el sistema de llanuras la presencia de cubetas circulares en la llanura es debida a procesos de deflación ocurridos durante el periodo árido del Pleistoceno Superior-Holoceno (*del Río et al. 2004*). Esas cubetas son de escasa profundidad, reciben el drenaje de las áreas circundantes más elevadas (1 o 2 m) y determinan la presencia de flujos locales someros que abastecen a las lagunas intermitentes de poca extensión, al arroyo o al mismo acuífero.

## CONCLUSIONES

La aplicación del Sistema de Información Geográfica (SIG) como herramienta metodológica permitió realizar un análisis de las características morfométricas y morfodinámicas de una cuenca hidrográfica de llanura bajo condiciones climáticas húmedas. Se caracterizaron los parámetros de forma y de relieve de la cuenca La Ballenera que servirán de base entre otros usos para la aplicación de mapas de riesgo, contaminación y anegamientos. Además, se identificaron los ambientes de lomadas - llanuras y de faja costera. El primero de ellos representa la mayor extensión de la cuenca.

El comportamiento hidrodinámico del sistema está controlado por la geología y la geomorfología. La distribución de las isopiezas confirma cierta homogeneidad en la permeabilidad del acuífero y un comportamiento ganador del arroyo. Dentro de los parámetros analizados, la pendiente de la cuenca es uno de los más importantes porque ejerce un fuerte control en el sistema hidrológico debido a que está estrechamente relacionado a los fenómenos de infiltración, escorrentía superficial y contribución de agua al flujo base. Se calculó para la cuenca La Ballenera un valor promedio de la pendiente de 0,6%. A consecuencia de las bajas pendientes los procesos de evapora-

ción e infiltración son dominantes como elemento regulador en la dinámica subterránea y superficial. También es producto de las frecuentes inundaciones observadas en la cuenca.

## TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- CALVI, C.; MARTINEZ, D.; DAPEÑA, C. Y GUTHEIM, F. 2016.  
Abundance and distribution of fluoride concentrations in groundwater: La Ballenera catchment, southeast of Buenos Aires Province, Argentina.  
*Environ Earth Sci* 75:534 DOI 10.1007/s12665-015-4972-8
- CAMPOS ARANDA, D. 1998.  
Procesos del ciclo hidrológico Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Facultad de Ingeniería.  
*Editorial Universitaria Potosina. ISBN-968-619-44-4*
- CAMPO DE FERRERAS, A.M. Y PICCOLO M.C. 2002.  
Hidroquímica del Arroyo Pescado Castigado.  
*Actas III Jornadas Nacionales de Geografía Física. Vol 1 (1): 97- 103.*
- CENDERO, A. Y DIAZ DE TERAN, R. 1987.  
The environmental Map System of the University of Cantabria, Spain.  
*Mineral resources extraction environmental protection and land - use planning in the Industrial and Developing Countries. CDG. Germany. 149.*
- CHOW, V.; MAIDMENT, D. Y MAYS, L. 1994.  
Hidrología aplicada.  
*Mc-Graw Hill. 584 p.*
- CUSTODIO, E. Y LLAMAS, M. 1983.  
Hidrología Subterránea.  
*Tomos I y II Ed. Omega. Barcelona.*
- DALLA SALDA, L.E. E IÑIGUEZ R. M. 1979.  
"La Tinta", precámbrico y paleozoico de Buenos Aires.  
*VII Congr. Geol. Arg., T I: 539-550. Neuquén, Argentina.*
- DALLA SALDA, L.; DE BARRIO, R.; ETCHEVESTE, H. Y FERNÁNDEZ, R. 2005.  
El Basamento de las Sierras de Tandilia. Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires.  
*Relatorio del 16° Congreso Geológico Argentino IV, Tomo I: 31-50*
- DEL RIO, J.L.; BÓ, M.J.; MARTINEZ ARCA, J.; LÓPEZ DE ARMENTIA, A.; CAMINO, M.; MAUREL, D.; DRAGO, C. Y VIOLA, D. 2004.  
Evaluación de Riesgos Múltiples de las Cuencas de los Arroyos de Las Brusquitas, El Durazno y La Totorá. Prov. Buenos Aires, Argentina.  
*Rev. de Geología Aplicada a la Ingeniería y el Ambiente 20:161-172. Buenos Aires*
- HERNANDEZ, M.; GONZALEZ, N.; CABRAL, M.; GIMÉNEZ, J. Y HURTADO, M. 2003.  
Inundaciones en la región pampeana. Importancia de la caracterización física del riesgo hídrico en la llanura húmeda (Cap. 9).  
*UNLP Secretaria de Relaciones Institucionales. ISBN:950-34-0246-8*
- KRUSE, E.; LAURENCENA, P.; DELUCHI, M. Y VARELA, L. 1997.  
Caracterización de la Red de Drenaje para la Evacuación Hidrológica en la Región Interserrana (Prov. de Buenos Aires).  
*Actas del I Congreso Nacional de Hidrogeología :133 - 145 Bahía Blanca,*
- KRUSE, E. Y ZIMMERMANN E. 2002.  
Hidrogeología de Grandes Llanuras. Particularidades en la Llanura Pampeana (Argentina).  
*Groundwater and Human Development. ISBN 987-544-063-99*
- MARTINEZ, G. 2007.  
Mapeo geomorfológico con imágenes Landsat 7 y Radarsat 1 en la cuenca del río Quequén Grande, Prov. de Buenos Aires, Argentina.  
*Congreso de la Asociación Española de la Teledetección. Mar del Plata. Argentina*
- MASSONE, H.; TOMAS, M. Y FARENGA, M. 2005.  
Una aproximación Geológica a la Planificación de Usos Del Territorio Utilizando técnicas de SIG. Balcarce (Argentina) como estudio de caso.  
*Actas del XVI Congreso Geológico Argentino. La Plata Tomo IV: 51-58.*
- QUIROZ LONDOÑO, O.M. 2009.  
Hidrogeología de las cuencas de los arroyos Tamangueyú y El Moro, provincia de Buenos Aires.  
*Tesis doctoral. UNCR, Córdoba, Argentina. 292 pp.*
- ROMANELLI, A. 2006  
Estudio integral del área de Laguna La Brava. Diagnóstico y perspectiva de gestión sustentable.  
*Tesis de grado. UNMdeP. FCEN. Mar del Plata- Argentina.*

ROSSI, L.F. 1994

Estudio Geohidrológico de Mar del Sur.

*Actas Asociación Argentina de Geología Aplicada a la Ingeniería VIII: 172-188. Buenos Aires*

USSUNOFF, E. 1994.

Técnicas en estudios de Llanura.

*Seminario Hispano Argentino sobre Temas Actuales en Hidrología Subterránea. UNMdeP - CFI.*

*Mar del Plata: 103 - 117*

VARELA, L. Y TERUGGI, L. 2001.

Caracterización Hidrológica de la cuenca del Río Quequén Grande, Prov.de Buenos Aires.

*Manejo Integral de Ccas Hidrográficas y Planificación Territorial. Vol1.:19-26*



**ASAGAI**

ASOCIACIÓN ARGENTINA  
DE GEOLOGÍA APLICADA  
A LA INGENIERÍA

Relleno de playa en Honu Beach (Mar del Plata, Argentina)

*Bértola, Germán R. - del Río, J. Luis - Farenga, Marcelo*

Ensayo de un sistema de indicadores sincrónico y diacrónico para la determinación de calidad ambiental en playas turísticas de la costa atlántica bonaerense

*del Río, J. L. - Patat, L. - Lucero, M. - Zamora, A. - Moschione, E. - Bó, M.J. - Camino, M. - López de Armentia, A. - Farenga, M.*

Características morfométricas y morfodinámicas de una cuenca hidrográfica de llanura

*Calvi, Carolina - Dapeña, Cristina - Massone, Héctor - Martínez, Daniel*

Identificación y cuantificación de la carga contaminante al acuífero freático en la localidad de Monte Hermoso

*Lexow, Claudio - Di Martino, Claudina - Lafont, Daniela - Albouy, René - Marcos, Angel*

Propuesta para el estudio comparativo del recurso hídrico subterráneo. Ejemplo de caso: cuencas de los arroyos Langueyú y Del Azul

*Barranquero, Rosario Soledad - Varni, Marcelo Raúl - Pardo, Rafael - Vega, Marisol - Zabala, María Emilia  
Ruiz de Galarreta, Víctor Alejandro*

Riesgo hídrico poblacional a la contaminación por efluentes urbanos en Misiones

*Páez Campos, Hugo Ramiro - Dornes, Pablo Fernando*

Dispersión de hidrocarburos disueltos en el acuífero freático a partir de la fase libre no acuosa

*Lexow, Claudio - Pera Vallejos, Guillermo - Tonelli, Stella - Carrica, Jorge*

Caracterización geoelectrica, hidrodinámica e hidroquímica del acuífero pampeano y su relación con el arroyo Pergamino, provincia de Buenos Aires

*Ruiz, María Soledad - Perdomo, Santiago - Patricia Calahorra, Fuertes - Jerónimo Ainchil - Villarreal, Julio*

Portada: Desarrollo de playas en la Reserva Ecológica Costanera Sur. Fotografía Rubén A. López y Silvia C. Marcomini.

**Revista de Geología  
Aplicada a la Ingeniería  
y al Ambiente**

