

# IMPERMEABILIZACIÓN Y RIESGO AMBIENTAL: EL CASO DE LA CUENCA MATANZA-RIACHUELO

**Cristina Laffitto<sup>1</sup>, Andrés Porta<sup>1,2</sup>, Esteban Blanco<sup>1</sup>, Daniela Nieto<sup>3</sup>**

**1: Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Lomas de Zamora**

**2: Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata  
Centro de Investigaciones del Medio Ambiente (CIMA)**

**3: Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de La Plata  
Instituto de Investigaciones en Humanidades y Ciencias Sociales  
Centro de Investigaciones Geográficas**

Impermeabilización y riesgo ambiental: el caso de la cuenca Matanza-Riachuelo:  
Laffitto, Porta, Blanco, Nieto. Recibido 20/5/2017; Aceptado 13/09/2017.

## **Resumen**

En la actualidad, el avance de la urbanización y sus consiguientes impactos ambientales presentan un incremento exponencial. Al relacionar estos procesos, se estima un aumento en el porcentaje de población en riesgo ambiental. Un ejemplo local se da en el Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA), en particular en la Cuenca Matanza – Riachuelo (CMR), donde se puede observar una alta degradación ambiental producto de acciones antrópicas no deseadas. En este contexto, es importante analizar la población en riesgo ambiental y minimizar su impacto. Este artículo estudia un indicador de calidad ambiental: la superficie impermeabilizada y su relación con la población en cuanto a riesgo de inundaciones. Se estudiaron y georreferenciaron datos estadísticos, se revisaron datos censales para abordar la población en riesgo y se utilizó un modelo basado en la transformación Tasseled Cap a un sistema de información geográfico (GIS) para obtener diferentes salidas cartográficas.

**Palabras Clave:** Superficie impermeabilizada - Escorrentía – Inundaciones - Población de riesgo - Gestión ambiental

## **Abstract**

Nowadays, the advance of housing and its environmental impact present an exponential growth. Relating these processes, a percentage of the risk population is estimated. A local example takes place in the Metropolitan Area of Buenos Aires (AMBA), particularly in the Cuenca Matanza-Riachuelo (CMR), where a high environmental degradation is observed due to the non-desirable actions. Within this context, it is important to analyze the risk population and minimize its impact.

This article studies an indicator of environmental quality: the impermeability surface and its relationship with the population in risk of floods. Statistic data was studied and referred, population data was analyzed to consider the risk population and a model based on the transformation of Tasseled Cap into a geographical information system (GIS) to obtain different cartographic sources has been used.

**Keywords:** Waterproofed surface - Runoff - Floods - Risk population - Environmental management

## **Efectos y causas de las inundaciones**

En las últimas décadas, las inundaciones vienen repitiéndose con mayor frecuencia, abarcando áreas cada vez más extensas. Sus efectos suelen ser desastrosos, el agua puede levantar y transportar puentes, casas, árboles y automóviles. La fuerza erosiva del torrente puede arrastrar la tierra bajo los cimientos de las edificaciones haciendo que se quiebren y desmoronen; las áreas afectadas quedan cubiertas de lodo y cieno.

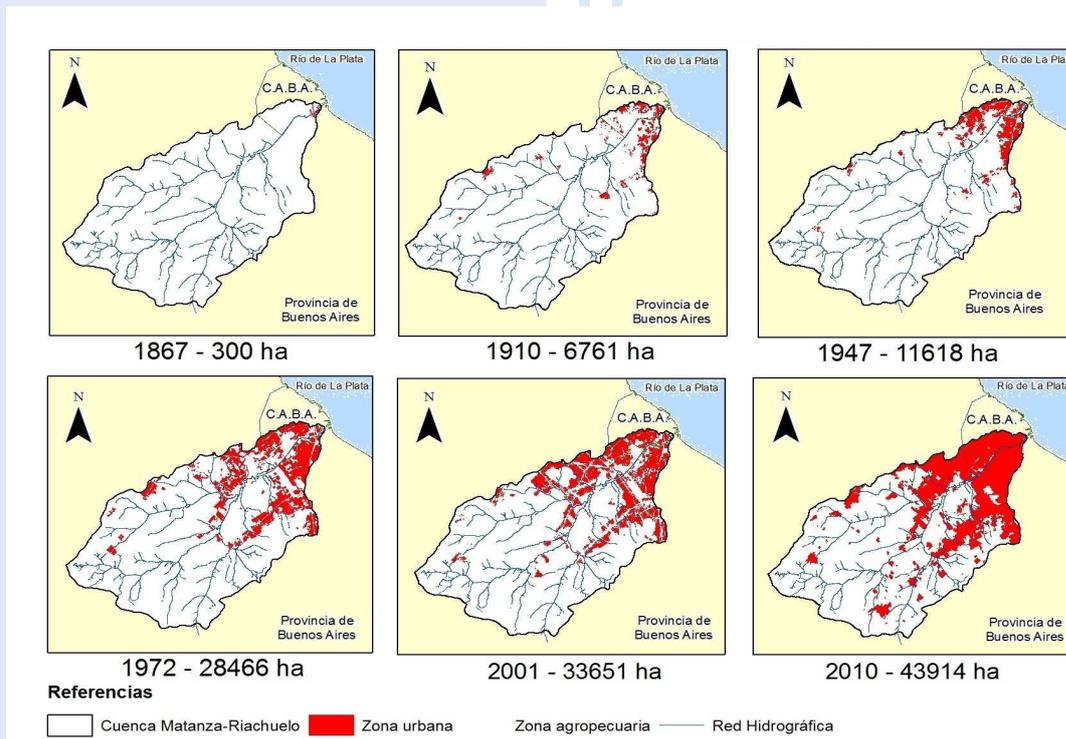
**El agua y el paisaje pueden verse contaminados con materiales peligrosos como escombros punzantes, pesticidas, combustibles y aguas negras no tratadas. El crecimiento de moho potencialmente peligroso en el interior de casas y edificaciones es notable y persistente. Los residentes de áreas inundadas pueden quedar sin suministro de electricidad ni agua potable, favoreciendo la propagación de enfermedades muy peligrosas, incluso mortales (fiebre tifoidea, hepatitis A y cólera). Como efecto más importante las personas pueden morir ahogadas al ser arrastradas por el agua, o sufrir traumatismos varios.**

Por tales motivos, se invierten importantes fondos para prevenir las inundaciones y mitigar sus daños. Es el caso de New York, Pekín (China), Salvador (Brasil), Santiago de Chile, entre las principales ciudades del mundo. En Argentina se pueden citar las inundaciones del corriente año en las provincias de Córdoba, Río Negro y San Luis, las de Santa Fe del año 2003 y, en Buenos Aires, la inundación del 2 de Abril de 2013 en La Plata, que tuvo un saldo de 89 muertos.

Entre las principales causas de inundación se destacan los aumentos de precipitaciones pluviales, en frecuencia y magnitud, asociadas al cambio climático, las crecidas de ríos, lluvias intensas (inundaciones pluviales), ascenso de los niveles freáticos y, también, gran parte de los efectos de las inundaciones son atribuibles al factor antropogénico: desarrollos urbanos en planicies de inundación de los ríos, muchas veces obstaculizando el flujo natural o escorrentía, o bien sobre costas pintorescas o valles fluviales, afectando las defensas naturales. Para agravar el problema está la tendencia a rellenar y construir sobre humedales que actuarían como amortiguadores naturales de las inundaciones que aumentan ampliamente la superficie impermeabilizada, tal y como ocurre en la zona metropolitana de Buenos Aires. Puntualmente en la Cuenca Matanza Riachuelo que cuenta con más del 20% de la superficie impermeabilizada e incrementa aún más la vulnerabilidad física, económica y sociocultural de la población frente a las inundaciones.

Se realizó un análisis de la superficie impermeabilizada como un indicador de calidad ambiental en relación con el riesgo de inundaciones y áreas afectadas.

Dentro de la cuenca Matanza Riachuelo, a lo largo de los últimos 150 años, el incremento de la superficie urbanizada ha sido constante, incrementándose aproximadamente 146 veces:



Aumento de la superficie urbanizada en la cuenca Matanza Riachuelo

### Región de estudio

La cuenca hidrográfica Matanza-Riachuelo (CMR) cubre parte de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) y otras 14 jurisdicciones, vertiendo sus aguas en el Río de la Plata, en la Boca del Riachuelo. Desde su nacimiento el río se denomina Matanza. A partir del Puente de la Noria (correspondiente a la Av. Gral. Paz, que delimita la CABA), y hasta su desembocadura, adopta el nombre de Riachuelo. La superficie de la cuenca es de 2.238 km<sup>2</sup> y equivale sólo al 0,1% del territorio de la Argentina. Sin embargo, la población radicada actualmente en ella –de más de 4 millones de habitantes– representa el 13,5% de la población total del país. Geomorfológicamente, se asienta sobre el basamento cristalino que corresponde a un desprendimiento del escudo de Brasilia con una cargada red hidrográfica. Ecológicamente, la matriz original es el pastizal pampeano, sin embargo, la acción del hombre la ha modificado casi completamente. Los usos típicos del suelo son el agrícola-ganadero, principalmente en la cuenca alta y media así como el urbano e industrial, con mayor densidad en la cuenca media y baja. La ocupación de su territorio se completa con la concentración de más de 13 mil establecimientos industriales y de servicios, entre los que se incluyen aquellos que actúan clandestinamente, representando una fuente adicional de riesgo y conflicto, mayormente localizadas en el sector inferior.

La CMR presenta una alta degradación ambiental, producto de inadecuados criterios, errores, desatenciones, negligencias e insuficiencias en políticas sociales, económicas y ambientales aplicadas desde hace más de 200 años por el conjunto de actores privados y públicos que desarrollaron actividades en su ámbito sin planificaciones articuladas. Las principales causas de la contaminación en ella son los efluentes, incluyendo las emisiones industriales sin tratamientos adecuados, más los originados biológicamente por el hombre y una ineficaz disposición de residuos sólidos urbanos. A esto se suma la carencia de los servicios de infraestructura.

La población residente en el área de la CMR presenta algunas características socio-económico-demográficas que la tornan expuesta, no sólo a los productos de la actividad industrial, sino a factores ambientales adversos ligados a condiciones de saneamiento básico insatisfecho, una alta impermeabilización y a condiciones asociadas a la pobreza.

## Mapa de impermeabilización

Se utilizó la transformación Tasseled cap del software ERDAS en una imagen satelital LANDSAT 5TM del año 2010. Se calibró el modelo utilizando 50 sitios de 10 ha cada uno seleccionados aleatoriamente dentro de los usos urbanos y periurbanos de la CMR. En cada una de las muestras se digitalizó la superficie impermeabilizada mediante interpretación visual de imágenes satelitales de alta resolución (de 2010), extraídas de Google Earth.

Se reclasificó el **mapa de superficie impermeabilizada** según los umbrales definidos por Zandbergen y adaptados para la CMR. Para homogeneizar el análisis, la reclasificación se realizó en base a una grilla de hexágonos de 25 ha, lo que permite visualizar situaciones importantes para el análisis como por ejemplo los remanentes de áreas verdes de la CMR.

Los **mapas de población** se obtuvieron de INDEC, por un lado, y los datos de población por radio censal del Censo Nacional de 2010 y, por el otro, el shape de radios censales del área de estudio. Se exportó la información de población a ArcGIS 9.3, permitiendo obtener el mapa de población de la CMR.

Respecto del **mapa de área inundable**, se extrajo del mapa de curvas de nivel del Instituto Geográfico Militar (IGM) del área de estudio las zonas que están por debajo de los 5 msnm (metros sobre el nivel del mar), medida que define las áreas inundables (Quaíni, 10), mediante la utilización de herramientas GIS.

Se obtuvo el **mapa de asentamientos informales** del año 2010 provisto por ACUMAR (11) en formato .kmz. La misma se transformó a formato shape mediante la utilización del software Global Mapper.

## Relación entre variables

Se realizaron operaciones entre capas de información mediante la utilización de herramientas del módulo Analyst Tools de ArcGIS 9.3 para obtener la relación entre las variables generadas: impermeabilización, calidad ambiental por impermeabilización, áreas inundables, población y asentamientos informales.

## Resultados y discusión

Respecto al grado de avance de la urbanización “no planificada” se pueden destacar 7 aspectos centrales, con consecuencias directas: mayor población informal: con el consecuente incremento de población en riesgo ambiental-sanitario por falta de cobertura de servicios básicos; mayor densidad poblacional: con un incremento de la huella ecológica, el sobrepaso de biocapacidad (o capacidad biodepuradora de los sistemas naturales) y un sobrepaso de la capacidad de carga del recurso; mayor superficie impermeabilizada: modificación de esorrentía (mayor probabilidad de inundaciones), mayor fragmentación de ecosistemas y pérdida de biodiversidad por irreversibilidad del impacto; menor superficie rural: pérdida de suelos de alta calidad productiva, en etapa de crisis alimentaria; mayor extracción de áridos: pérdida de ecosistemas, pérdida irreversible de suelos de alta calidad, aumento de la población en riesgo; mayor generación de residuos: contaminación de suelos, napas, aumento de riesgo sanitario; incremento en la generación de basurales a cielo abierto; menor área verde: disminución de calidad ambiental; menor área de provisión de servicios básicos: infraestructura insuficiente, contaminación de recursos naturales, incremento población con riesgo sanitario; mayor tasa de consumo bienes y servicios: sobrepaso de límites naturales de recomposición, sobrepaso de capacidad de carga, pérdida de resiliencia de ecosistemas.

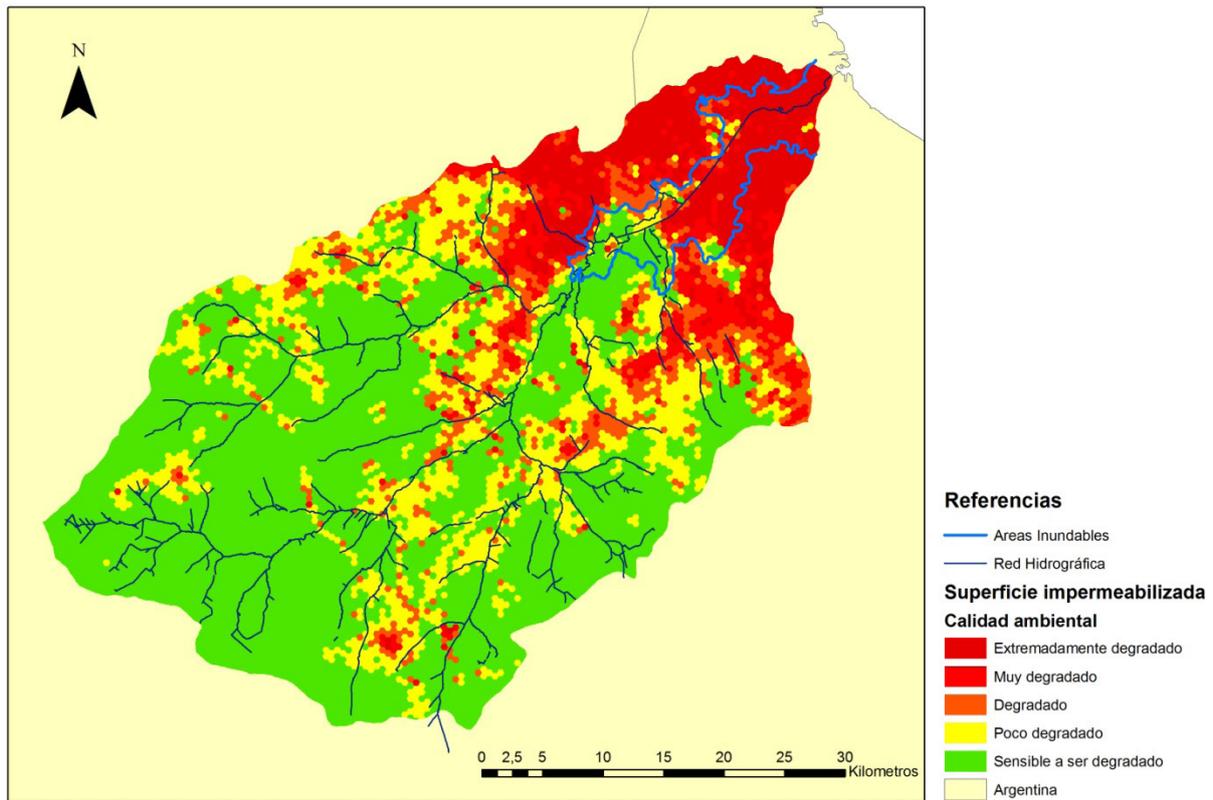
Respecto al avance del proceso de industrialización “no planificada” se pueden destacar dos aspectos centrales: mayor generación de efluentes: incremento contaminación de recursos agua, aire y suelo; incremento huella de carbono y huella del agua; mayor consumo de recursos naturales: incremento de la huella ecológica.

### Impermeabilización, calidad ambiental y área inundable

El área inundable de la CMR asciende a 127,58 km<sup>2</sup>. La misma se sitúa en la cuenca baja, el 61,2%, y en la cuenca media. Estas zonas están ubicadas en el área más urbanizada, y más poblada del sistema.

El 71,5% de la superficie se encuentra en condiciones de mal funcionamiento hidrológico ya que presenta una impermeabilización mayor al 25%. Por otra parte, el 49% del área se encuentra en la categoría de calidad ambiental "extremadamente degradado", superando el 60% de impermeabilización.

El 18,4% es una zona sensible a ser degradada, es el área de las Lagunas de Rocha y una porción de la Laguna de Santa Catalina, últimos remanentes de área verde.

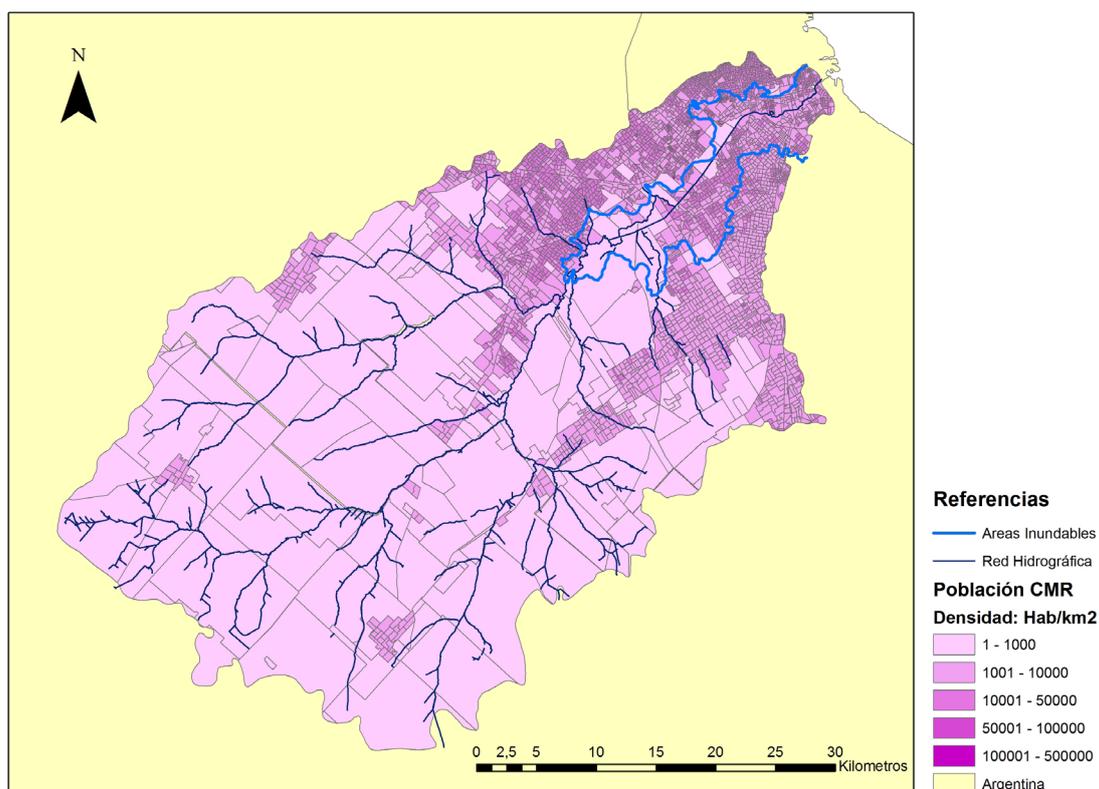


Calidad ambiental de la CMR y área inundable

### Área inundable y población en riesgo

El área inundable concentra 808.269 habitantes, con una densidad promedio de 6335 Hab/Km<sup>2</sup>. El 97,5% de esta población se encuentra ubicada en áreas donde el porcentaje de impermeabilización es mayor al umbral de buen funcionamiento hidrológico. El 2,5% restante habita dentro de las áreas verdes mencionadas en el apartado anterior.

La mayor gravedad radica en que el 81,3% de los habitantes viven en zonas que serían consideradas "inhóspitas". Esta población se encuentra en un alto riesgo ambiental por inundaciones.



Población de la CMR y área inundable

### **Población en riesgo y vulnerabilidad ambiental: asentamientos informales**

La vulnerabilidad ambiental incrementa el riesgo ambiental. Esta puede estar dada por las condiciones socioeconómicas, ambientales y de infraestructura que posee una población. En la CMR se observa un desarrollo de barrios informales y villas de emergencia que poseen una alta vulnerabilidad ambiental dados sus bajos recursos socioeconómicos y la pobre infraestructura que existe en esas áreas. Esto se incrementa cuando se refiere a barrios informales y villas ubicadas en áreas inundables.

Al referirse a asentamientos informales se observa que se extienden en 10,49 Km<sup>2</sup> del área inundable de la CMR. Con una población de 107.139 habitantes, el 13,2% de la población en riesgo de inundaciones. El 99,6% se ubican en la cuenca baja, cerca del centro de la mega-ciudad.

El 80,4% del área comprendida por estos asentamientos, se encuentra en condiciones de extrema degradación y el 13,6% en condiciones de alta degradación, según los valores de impermeabilización que poseen.

Con respecto a las villas, se contabilizaron 34 ubicadas dentro del área inundable. Si bien no se poseen datos de superficie, se puede establecer que poseen densidades poblacionales que van desde los 1.103 Hab/Km<sup>2</sup> a los 9.111 Hab/Km<sup>2</sup>, siendo las villas denominadas V114-130V, V115-INFRA, V110-300V las de mayor densidad poblacional.

Ninguna de estos asentamientos se ubica en áreas poco degradadas o sensibles a ser degradadas, de lo cual se desprende que el 100% se encuentra en zonas de mal funcionamiento hidrológico.

## **Lineamientos generales de gestión ambiental**

32

Se puede observar que el avance de la urbanización y su consiguiente efecto, la impermeabilización de suelos, trae aparejados diversos problemas ambientales. Es necesario gestionar esta problemática mediante herramientas factibles de ser aplicadas según el contexto de la CMR. Al tratarse de una cuestión netamente territorial, la planificación del territorio u ordenamiento ambiental territorial, aparecen como soluciones probables. Existen algunas herramientas asociadas a la gestión ambiental del territorio que pueden ser aplicadas en el área de estudio para minimizar el riesgo ambiental y, consecuentemente, la población vulnerable: relocalización de asentamientos y villas; conservación y rehabilitación de áreas verdes urbanas; limitación de nuevos emprendimientos urbanos o de densificación en áreas inundables y proyectos de esparcimiento y educación ambiental en áreas inundables.

En lo que respecta a los problemas asociados a la cantidad del agua escurrida, merecen indicarse que las inundaciones y sus múltiples efectos conforman una problemática que afecta gravemente, y fundamentalmente, a las zonas urbanas de la Cuenca. En efecto, ante la falta de una política de ordenamiento del territorio y de ocupación del suelo, con fuertes tendencias históricas hacia la urbanización de alta densidad, se reconoce a esta cuenca como una de las más afectadas por inundaciones, lo cual impacta directamente en la vida cotidiana del conjunto de la población, fundamentalmente de los sectores más pobres que generalmente han ocupado las tierras bajas e inundables de la Cuenca que a su vez suelen carecer de los servicios básicos.

Los efectos de las inundaciones se ven maximizados por aquellos generados por la Sudestada, ya que la dirección (SE) y la intensidad (superior a 35 km/h) del viento asociado a este fenómeno meteorológico impone dificultades para el desagüe normal de las aguas del Río de la Plata y, por ende, para el sector inferior del Matanza-Riachuelo. Como la escorrentía causa los mayores problemas en el manejo de cuencas, es en esta parte del ciclo hidrológico en la cual se debe intervenir activamente para evitar que el agua ocasione graves daños dentro del territorio.

Todo este análisis se ve potenciado por el efecto del incremento del suelo impermeabilizado. La gestión del suelo de manera apropiada podría resultar crítica para una mejora en el manejo del impacto de los eventos climatológicos que naturalmente ocurren en la región de estudio, los que asimismo se ven incrementados por efectos del cambio climático que aporta mayor volúmenes de precipitación y mayor incertidumbre en los momentos y lugares de ocurrencia.

## **Bibliografía sugerida**

Arnold, C. y Gibbons, J. (1996). Impervious surface coverage: *The emergence of a key environmental indicator*. Journal of the American Planning Association.

Zuleta, G. A., Johnson, B., Lafflito, C. M., Faggi, A. M., De Magistris, A. A., Tchilinguirian, P., Weissel, M., y Zarrilli, A. G. (2012). "Rehabilitación de ambientes perdidos en mega-ciudades: el caso de la cuenca Matanza-Riachuelo" En Paisajes perdidos (J. Athor, Ed.), Fundación Azara.

Malpartida, A. R. (2002). *La cuenca del río Matanza-Riachuelo*. Universidad Tecnológica Nacional, Argentina.

## **Los autores**

### **Cristina Laffitto**

Doctora en Ingeniería, mención en Ingeniería industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Lomas de Zamora (FI- UNLZ).

Ingeniera Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Lomas de Zamora (FI- UNLZ).

Jefa de Trabajo Práctico, Cátedra de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Lomas de Zamora (FI- UNLZ).

Investigadora Centro GATe - Gestión Ambiental Territorial, Instituto I4, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Lomas de Zamora (FI- UNLZ).

E-mail: cristinalaffitto@yahoo.com.ar

### **Andrés Porta**

Doctor en Bioquímica, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata (UNLP).

Licenciado en Bioquímica, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata (UNLP).

Director CIMA (Centro Investigaciones del Medio Ambiente), Universidad Nacional de La Plata (UNLP).

Investigador de la Comisión de Investigaciones Científicas (CIC).

E- mail: aaporta@yahoo.com.ar

### **Esteban Blanco**

Magister en Gestión Ambiental de Desarrollo Urbano, Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Arquitectura (UNMP).

Ingeniero Electricista, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata (FI- UNLP).

Profesor Titular Cátedra Física II, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Lomas de Zamora (FI- UNLZ).

Director Centro GATe - Gestión Ambiental Territorial, Instituto I4, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Lomas de Zamora (FI-UNLZ).

E-mail: erblanco963@yahoo.com.ar

### **Daniela Nieto**

Doctorado en Geografía (en curso), Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Nacional de La Plata (UNLP).

Profesora de Geografía, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Nacional de La Plata (UNLP).

Directora del Departamento de Geografía y Directora de las carreras de Licenciado y Profesor en Geografía, Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales (UNLP).

Centro de Investigaciones Geográficas, Instituto de Investigaciones en Humanidades y Ciencias Sociales, Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales (UNLP).

E-mail: daniela.nieto@yahoo.com.ar