

# Ambiente y territorio

Una aproximación a las problemáticas y soluciones en el Conurbano Sur de la Provincia de Buenos Aires

Coordinador  
**Alejandro Diego Crojethovich**



OBRAS  
COLECTIVAS  
SOBRE RESULTADOS /  
AVANCES DE  
INVESTIGACIÓN



## **Ambiente y territorio**



# Ambiente y territorio

Una aproximación a las problemáticas  
y soluciones en el Conurbano Sur de  
la Provincia de Buenos Aires

## Coordinador

Alejandro Diego Crojethovich

## Autores

Laura Alvarez Huwiler

Diego Ignacio Archuby

Matías Busum Fradera

Clarisa Mercedes Cánepa

Leonel Cavado

Facundo Chazarreta

Alejandro Diego Crojethovich

Micaela Giulianetti

Rocío Belén Gómez

Laura López

David Marsico

Jorge Osio

Martín Paez

Florencia Rey

Federico Rimoldi

Juan Salvatore



Ambiente y territorio : una aproximación a las problemáticas y soluciones en el Conurbano Sur de la Provincia de Buenos Aires / Alejandro Diego Crojethovich ... [et al.] ; Coordinación general de Alejandro Diego Crojethovich. - 1a ed. - Florencio Varela : Universidad Nacional Arturo Jauretche, 2025.  
Libro digital, PDF - (Obras colectivas sobre resultados / avances de investigación ; 16)

Archivo Digital: descarga y online  
ISBN 978-631-91005-9-4

1. Ambiente. 2. Política de Ordenamiento del Territorio. 3. Ecología. I. Crojethovich, Alejandro Diego II. Crojethovich, Alejandro Diego, coord.  
CDD 577.07

Secretaría de  
Investigación y  
Vinculación Tecnológica

Dirección de  
Gestión de la  
Investigación

 Universidad Nacional  
ARTURO JAURETCHE

Rector: Dr. Arnaldo Medina

Vicerrector: Ing. Miguel Binstock

Secretaría de Investigación y Vinculación Tecnológica: Dr. Patricio Narodowski

Dirección de Gestión de la Investigación: Mg. Dolores Chiappe

1ª edición, julio de 2025

© 2025, UNAJ

Av. Calchaquí 6200 (CP1888)

Florencio Varela Buenos Aires, Argentina

Tel: +54 11 4275-6100

editorial@unaj.edu.ar

www.editorial.unaj.edu.ar

Este libro fue seleccionado, con referato externo, en la Convocatoria de Obras Colectivas 2023, realizada por la UNAJ.

Queda hecho el depósito que marca la Ley 11.723



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Argentina.  
Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Argentina (CC BY-NC-ND 2.5 AR)  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/ar/>

**Capítulo 1. Introducción. Ambiente y territorio. Una aproximación a las problemáticas y soluciones en el conurbano sur de la provincia de Buenos Aires**

Alejandro Diego Crojethovich ..... 9

**Capítulo 2. Aspectos ecológicos de la sustentabilidad urbana en la Región Metropolitana de Buenos Aires, Argentina**

Alejandro Diego Crojethovich ..... 21

**Capítulo 3. Análisis multiescalar de la relación entre la calidad del agua y los usos del suelo, en la cuenca del arroyo Las Conchitas, Argentina**

Clarisa Mercedes Cánepa ..... 51

**Capítulo 4. Utilización de la Ecología de Paisajes y Sistemas de Información Geográfica (SIG) para la caracterización de la resiliencia espacial de la Cuenca del Arroyo "Las Conchitas", provincia de Buenos Aires**

Rocío Belén Gómez ..... 77

**Capítulo 5. Evaluación de la calidad ecotoxicológica del agua proveniente de diversos sectores del arroyo Las Conchitas, provincia de Buenos Aires**

Diego Ignacio Archuby y Federico Rimoldi ..... 105

**Capítulo 6. El Arroyo Las Conchitas y la comunidad. Efectos de la contaminación del arroyo en la vida cotidiana de la gente**

Laura Álvarez Huwiler ..... 127

**Capítulo 7. Residuos plásticos y su impacto en ecosistemas hídricos, marinos y costeros**

Micaela Giulianetti.....167

**Capítulo 8. Un acercamiento a la problemática de las curtiembres en Florencio Varela**

Laura López y Florencia Rey.....199

**Capítulo 9. Soluciones tecnológicas de bajo costo para el relevamiento de parámetros del agua en tiempo real**

Jorge Osio, Juan Salvatore, David Marsico, Leonel Cavado, Facundo Chazarreta, Matías Busum Fradera y Martín Paez.....221

**Capítulo 10. Conclusiones. Resiliencia y Sostenibilidad Hídrica en el Conurbano Bonaerense**

Alejandro Diego Crojethovich.....239

**Autores** .....243

# Capítulo 1

## Introducción

### **Ambiente y territorio. Una aproximación a las problemáticas y soluciones en el conurbano sur de la provincia de Buenos Aires**

*Dr. Alejandro Diego Crojethovich*

Este libro se basa en el proyecto de investigación: *Resiliencia en el Conurbano bonaerense. La gestión sostenible del agua en la postpandemia*, desarrollado por un equipo multidisciplinar del Programa de Estudios en Ambiente y Territorio de la Universidad Nacional Arturo Jauretche (UNAJ). El proyecto tiene como objetivo contribuir a la sustentabilidad y resiliencia postpandémica en el Conurbano Sur de Buenos Aires e Investigar como la organización entre los interesados-usuarios (stakeholders) que utilizan el recurso hídrico puede estar dando lugar a resiliencia, en particular resiliencia postpandémica.

El objetivo general del proyecto: *Resiliencia en el Conurbano bonaerense. La gestión sostenible del agua en la postpandemia*, en el cual se basa este libro, es:

*Contribuir a la sustentabilidad y resiliencia post-pandémica en el Conurbano Sur de Buenos Aires e Investigar como la organización entre los interesados-usuarios (stakeholders) que utilizan el recurso hídrico puede estar dando lugar a resiliencia, en particular resiliencia postpandémica.*

**El aporte original de este proyecto es el de utilizar a los recursos hídricos como un caso de estudio local para avanzar en la investigación de la resiliencia urbana, desarrollando un modelo de cuenca que se basa en el enfoque de la sostenibilidad en sistemas complejos, con posibilidades de extenderlo a nivel regional y nacional**

Para poder realizar lo anteriormente expresado, este proyecto se nutre de los proyectos anteriores que el grupo de investigación viene desarrollando, es decir se utilizan los resultados de las investigaciones anteriores en la cuenca del arroyo las Conchitas, resultados que originariamente permitían contestar otras preguntas y que ahora se pueden utilizar en forma práctica.

El libro parte del estudio del caso concreto mencionado (la cuenca del arroyo Las Conchitas) para analizar en sucesivos capítulos más ampliamente el ambiente y el territorio en el conurbano sur de la provincia de Buenos Aires:

En el capítulo 2 (Crojethovich): *Aspectos ecológicos de la sustentabilidad urbana en la Región Metropolitana de Buenos Aires, Argentina*, se introduce la discusión de la ecología urbana como marco para el estudio y análisis de la sostenibilidad en las ciudades y áreas urbanizadas, las agendas ambientales, el concepto de ambiente urbano y su metabolismo. Después se avanza en la sostenibilidad de sistemas socioecológicos y económicos complejos como son las cuencas hídricas, en particular sobre el

proyecto de investigación en la cuenca del arroyo Las Conchitas en los Municipios de Florencio Varela y Berazategui. Se presenta la metodología de análisis que será utilizada en los demás capítulos y concluye con el modelo de la cuenca del arroyo Las Conchitas como un sistema complejo.

En el capítulo 3 (Cánepa): *Análisis multiescalar de la relación entre la calidad del agua y los usos del suelo, en la cuenca del arroyo Las Conchitas, Argentina*, se establecen los límites del sistema complejo del arroyo las Conchitas. Para eso se contaba con una caracterización anterior de la cuenca y sus usos del suelo, que fue enriquecida con una nueva caracterización utilizando imágenes satelitales. En este capítulo también se investiga sobre los elementos y la estructura del modelo: relación entre usos del suelo y la calidad del agua. Para investigar acerca de los sistemas hídricos, su estructura y límites, en anteriores trabajos del equipo del Programa de estudios en Ambiente y Territorio se evaluó la relación entre los usos del suelo y la calidad del agua del arroyo Las Conchitas. Aquí se muestran los primeros resultados de muestreos de la calidad del agua en el arroyo (oxígeno disuelto (Od, conductividad, demanda química de oxígeno (DQO), pH y temperatura, en 5 estaciones de muestreo de agua superficial, sobre el cauce del arroyo Las Conchitas. Y como se dijo se desarrolla un modelo que permite relacionar los usos del suelo con la calidad de las aguas de la cuenca. Eso permite introducir variables territoriales y socioeconómicas en el análisis del sistema complejo, que serán analizadas más en profundidad en el capítulo 6.

En el capítulo 4 (Gómez): *Utilización de la Ecología de Paisajes y Sistemas de Información Geográfica (SIG) para la caracterización de la resiliencia espacial de la Cuenca del Arroyo "Las Conchitas", provincia de Buenos Aires*, se realiza el análisis de la resiliencia hídrica de la cuenca. Es decir el sistema complejo ya no es solo una foto sino que se establece el marco para considerar su dinámica tanto pasada como futura, considerado aspectos territoriales y de contorno.

El Índice de Resiliencia Espacial para medir la resiliencia de la Cuenca del Arroyo "Las Conchitas" se realizó a partir del índice de resiliencia espacial (SRI) desarrollado por Rescia y Ortega (2018), adaptando el mismo al sistema socioecológico de estudio.

El Índice de Rescia y Ortega (2018) asume que la resiliencia espacial depende de las formas, disposición espacial de las coberturas, diversidad y abundancia de los usos de suelo. Este índice está compuesto por métricas a nivel clase y paisaje, donde se suman aquellas que favorecen la resiliencia espacial y se restan aquellas consideradas como perjudiciales para la misma. Cada métrica es normalizada con mínimo-máximo para mantener las magnitudes entre las mismas.

Para adaptar el índice fue necesario modificar las métricas del paisaje a nivel clase (usos de suelo). La selección de las variables supresoras y promotoras en la resiliencia de los servicios ecosistémicos de la cuenca, se realizó a partir de la información de trabajos previos sobre la calidad de agua superficial del arroyo "Las Conchitas". La escala para cuantificar el índice fue la localidad.

En el capítulo 5 (Archuby y Rimoldi.): *Evaluación de la calidad ecotoxicológica del agua proveniente de diversos sectores del arroyo Las*

*Conchitas, provincia de Buenos Aires*, se analiza la calidad del agua de la cuenca desde el punto de vista ecotoxicológico. En sistemas complejos como son los arroyos que drenan en sectores asociados a usos variados del suelo (urbano, agrícola y/o ganadero, industrial, etc.), el conocimiento de la totalidad de los contaminantes presentes es difícilmente abordable desde el punto de vista económico y logístico, y aún en el caso que sea factible contar con esta información no se podría estimar a partir de esta los efectos potenciales sobre la biota ya que la interacción de los diferentes compuestos puede modificar su toxicidad (aditividad, sinergismo y/o antagonismo entre contaminantes), siendo en este punto donde la ecotoxicología toma relevancia. Esto complementa lo evaluado en el capítulo 3.

En el capítulo 6 (Álvarez Huwiler): El Arroyo Las Conchitas y la comunidad. Efectos de la contaminación del arroyo en la vida cotidiana de la gente, se analizan los efectos de la contaminación del Arroyo Las Conchitas, situada en los partidos de Berazategui y Florencio Varela. El trabajo se enfoca, especialmente, en los efectos que la contaminación genera en la vida cotidiana de la comunidad aledaña y en los cambios que se produjeron en los usos del arroyo por parte de esta comunidad, en las zonas media y alta de la cuenca. Para ello, se realizó una exhaustiva investigación en terreno.

Este trabajo de campo se llevó a cabo en distintas zonas pertenecientes al Municipio de Florencio Varela: 1.1 La Capilla y zona rural (localidad la Capilla); 1.2. Comunidad Guaraní Warisata (localidad Ingeniero Allan); 1.3. La Rotonda (localidad

Ingeniero Allan); 1.4. La Carolina II (localidad Ingeniero Allan); 1.5. San Rudecindo (localidad Bosques).

Para la recolección de datos se destacaron entrevistas abiertas (en profundidad) y focalizadas a actores a actores sociales, centrándose en actores clave, ya que éstos tienen acceso a información privilegiada, sea por su experiencia de vida concreta o por su rol en la comunidad. Así, se realizaron entrevistas a actores de instituciones públicas y privadas de la zona, sobre todo de instituciones sanitarias y educativas, así como a referentes sociales.

Los criterios de selección de las zonas fueron cuatro: 1) que se encuentren situadas en diferentes sitios de la cuenca, ya sea sobre o en los alrededores del Arroyo Las Conchitas; 2) que exista diversidad en la densidad demográfica (la cuenca va desde una zona rural a una zona urbana); 3.1) que existan empresas, instituciones o afines denunciadas por contaminación y/o 3.2) que haya ausencia de una red cloacal.

Además de las entrevistas, para dicho capítulo, se realizó una exhaustiva investigación utilizando otras fuentes como material periodístico, estadísticas e informes oficiales de organismos rectores.

En el capítulo 7 (Giulianetti): *Residuos plásticos y su impacto en ecosistemas hídricos, marinos y costeros*, se analiza un problema actual que está influyendo en los sistemas hídricos. A lo largo de ese capítulo se busca analizar las problemáticas que sus impactos generan tanto en los ambientes costeros y marinos como también

en sus ecosistemas, debido a una ineficiente gestión integral de los residuos sólidos urbanos –RSU-. Además, se realiza una recopilación de la normativa vigente sobre el tema. Este capítulo es una introducción a las entradas y salidas del ecosistema hídrico y su metabolismo.

En el capítulo 8 (López y Rey): *Un acercamiento a la problemática de las curtiembres en Florencio Varela*, el foco del trabajo está dirigido a detectar las problemáticas y los impactos socio-ambientales de las curtiembres, fundamentalmente relacionados con los efluentes generados y la percepción de la población que vive en la zona de influencia de la industria. Interpelando al círculo vecinal mediante entrevistas con preguntas específicas para adquirir su visión en tanto si observan, intuyen o perciben posibles consecuencias por la curtiembre y problemas notorios en su entorno, para obtener resultados y datos de cómo impactan esos posibles efectos en su barrio y a los mismos encuestados. Este capítulo complementa el 7 y relaciona calidad del agua con aspectos sociales analizados en el capítulo 6, aspectos territoriales y de usos del suelo de los capítulos 3 y 4.

En el capítulo 9 (Osio et al.): *soluciones tecnologías de bajo costo para el relevamiento de parámetros del agua en tiempo real*, se presentan soluciones tecnológicas para abordar el problema que los muestreos realizados en la cuenca y que se explican en los anteriores capítulos son puntuales en el tiempo y espacio. Esto cumple con un objetivo del proyecto que es el de posibilitar avances en la resolución de problemáticas sociales a partir de soluciones accesibles y de bajo costo de realización,

particularmente a través de alternativas con componentes innovadores que persigan un alto impacto social en el territorio.

Para conocer la realidad hídrica en arroyos de la región es necesario medir las constantes de calidad del agua, lo cual permite conocer comportamientos del sector productivo y junto con información socioeconómica, evaluar la vulnerabilidad poblacional de los vecinos que viven cercanos a los cursos de agua.

Por lo tanto, existe la necesidad de contar con herramientas de muestreo que permitan realizar un monitoreo constante de las aguas, efectuar un diagnóstico de las causas de la contaminación, sus focos de origen, relación espacial con factores sociales y analizar la situación de la población en la región, algo que hasta el momento no se ha podido hacer por el costo que ese equipamiento demanda. En este sentido, el trabajo consiste en el desarrollo de un prototipo de sonda multiparamétrica de bajo costo para medir variables de calidad de agua en arroyos de la región. Las características que lo hacen especialmente importante son:

- Bajo costo con la posibilidad de utilizar varios sensores cubriendo distintas partes de un arroyo (profundidad, turbidez, conductividad y temperatura).
- Medición continúa de los parámetros.
- Diseño open source.
- Conocimientos generados en la UNAJ con sinergias entre el ambiente y la ingeniería, incorporando un alto grado de

innovación, no solo al prototipo sino a la forma en que se acoplara el mismo a un sistema de información geográfica.



Figura 1. Prototipo de sonda. Fuente: elaboración propia.

La sonda fue colocada dos veces en dos puntos del arroyo las Conchitas:

En el tramo del arroyo vecino al Vivero Municipal de Berazategui (foto siguiente).



Figura 2. Margen del arroyo las Conchitas donde se colocó la sonda.

Fuente: elaboración propia.



Figura 3. Equipo de la UNAJ, Jorge Osio, Micaela Giulianetti y Alejandro Crojethovich, con el Secretario de Ambiente de Berazategui:

Andrés Piccinini. Fuente: elaboración propia.

Sobre un puente en la calle 133A del Municipio de Berasategui.



Figura 4. Puente sobre el arroyo Las Conchitas y sonda. Fuente: elaboración propia.

Aunque los resultados fueron parciales, metodológicamente en la actualidad se tiene un desarrollo de un sistema completo denominado “Sistema Informático para la Calidad del Agua” (de acuerdo con sus siglas y, de ahora en más, SICA).



## Capítulo 2

# Aspectos ecológicos de la sustentabilidad urbana en la Región Metropolitana de Buenos Aires, Argentina

*Dr. Alejandro Diego Crojethovich*

### 1. Introducción

Este capítulo introduce la discusión de la ecología urbana como marco para el estudio y análisis de la sostenibilidad en las ciudades y áreas urbanizadas, las agendas ambientales, el concepto de ambiente urbano y su metabolismo. Después se avanza en la sostenibilidad de sistemas socioecológicos y económicos complejos como son las cuencas hídricas, en particular sobre el proyecto de investigación en la cuenca del arroyo Las Conchitas en los Municipios de Florencio Varela y Berazategui.

### 2. Ecología Urbana

Existe un amplio rango de opciones epistemológicas y disciplinares que bajo el paraguas de la *ecología urbana* intentan incorporar al medio urbano conceptos ecológicos, institucionales,

normativos, urbanísticos o incluso negar su necesidad, como por ejemplo Niemelä (1999) para quien no es necesario una teoría de la ecología urbana siendo que los ecosistemas "naturales" en una ciudad se rigen por las mismas leyes que los rurales. Sin embargo algunos recientes trabajos en ecología urbana aplicada demuestran enfoques multidisciplinarios y la aplicación de los fundamentos teóricos de esta ciencia (Young, 2009; Qureshi et al., 2010) y, también, Musacchio y Wu (2004) al evaluar el estado del arte de la ecología urbana hacen hincapié en la necesidad de un enfoque interdisciplinario, mientras que Dow (2000) habla de la intersección entre los procesos sociales y biofísicos.

De acuerdo con Crojethovich Martín y Herrero (2012) no tendría una naturaleza disciplinar, sino transdisciplinar y con un desarrollo conceptual en formación, con el intento de formalizar el estudio teórico de las interrelaciones que se dan en el medio ambiente urbano, sus condiciones de habitabilidad para la sociedad, de competitividad para el sector productivo, de gobernabilidad para las instituciones y de sostenibilidad ecológica para el medio físico-natural, todo esto con un componente basado en la ecología tradicional y en el estudio de sistemas complejos. Es así que la ecología urbana se nutre de distintas disciplinas (Fig.1).



Figura 1. La ecología urbana como integración de disciplinas. Fuente: elaboración propia.

### 3. El ambiente urbano

El ambiente urbano es el referido a una forma particular de ocupación del espacio por una población; es decir, la aglomeración resultante de una fuerte concentración y de una densidad relativamente elevada, que tendría como correlato previsible una diferenciación funcional y social cada vez mayor. Incluye (Fig. 2) al *ambiente natural* generalmente antropizado de la ciudad, esto es, los elementos físicos de la naturaleza (relieve, clima, agua, aire, suelo, etc.), al *ambiente construido*, formado por las estructuras del espacio que son resultantes de la dinámica social sobre el territorio urbano (casas, comercios, rutas, vías férreas, aeropuertos, etc.), y por último, a la *sociedad* que habita en ese conglomerado (con sus características distintivas como: nivel de

ingreso, acceso a educación, acceso a los servicios de salud, impacto de la contaminación sobre la salud, etcétera).

El ambiente urbano surge, justamente, de diversos procesos de interacción entre tales instancias: la natural (antropizada o no), la construida y la social. Y en estos procesos de interacción intervienen actores cuyos orígenes son tanto internos como externos a dicho ambiente, y pueden ser de tipo natural, histórico económico, político, social y cultural en general. Como se mencionara en el punto anterior, hay que destacar que la importancia relativa de los elementos, así como la valoración y/o percepción del ambiente, pueden variar según diferentes situaciones; por ejemplo, en las zonas rurales los factores ambientales físicos suelen tener una mayor incidencia que en las áreas urbanas, donde los factores de tipo construido y social, son relativamente más determinantes.

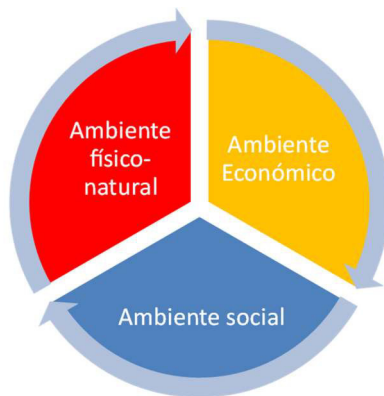


Figura 2. Dimensiones del ambiente urbano. Debe destacarse la esencial importancia de las interrelaciones que se dan entre estas dimensiones. Fuente: elaboración propia.

#### 4. El metabolismo urbano

Las ciudades comparten propiedades con los ecosistemas naturales. Los flujos de materia y energía son ejemplo de ello, aunque no los únicos, pero sí los más tradicionalmente citados y estudiados. Existen notables similitudes y diferencias en la forma en que se dan los flujos de la energía y el ciclo de la materia en un ecosistema natural y uno urbano. En la Figura 3 se esquematizan dichas diferencias utilizando la simbología desarrollada por Odum (1971).

Los dos ecosistemas son subsidiados y se encuentran atravesados por un gradiente de energía, solar y/o fósil más energía nuclear<sup>1</sup>. La disminución de la exergía<sup>2</sup> es la base del funcionamiento en ambos ecosistemas. La energía es utilizada en diferentes formas: almacenada en compuestos orgánicos o utilizada en procesos productivos y para el sostenimiento de la calidad de vida del hombre. En ambos casos, la reducción exérgica produce algún tipo de estructura y organización. Esta es una propiedad común de ecosistemas naturales y ciudades, cuyo estudio ha sido de poco interés académico hasta el presente. Por su parte, el ingreso de materia es muy superior en el ecosistema urbano, al igual que el egreso, a diferencia del relativo ciclaje que se produce en el ecosistema natural promedio. Además, ambos ecosistemas son una combinación de componentes autótrofos y heterótrofos, ya

---

<sup>1</sup> Las otras formas en que una ciudad recibe energía -como ser la energía hidroeléctrica- pueden reducirse a combinaciones de energía solar más energía fósil.

<sup>2</sup> Exergía: energía capaz de producir trabajo útil.

sea que se trate de especies (ecosistema natural) o del acoplamiento entre zonas rurales y urbanas. Sin embargo, como se describirá a continuación, las propiedades ecosistémicas de una ciudad no están bien sistematizadas debido a la manera tradicional con la que se evalúa el metabolismo urbano.

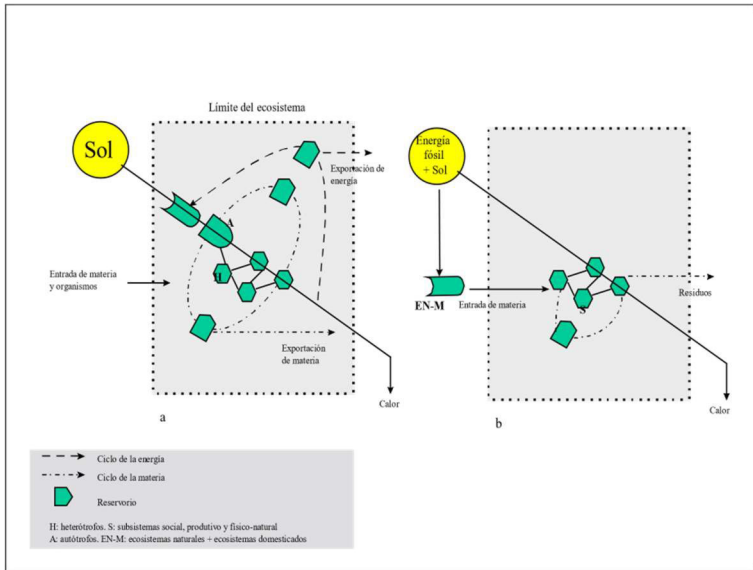


Figura 3. Esquema del ciclo de la materia y el flujo de energía de dos ecosistemas: Natural (a) y Urbano (b). Fuente: elaboración propia, basada en Odum y Sarmiento (1998).

El punto de partida del análisis metabólico en este trabajo se basa en considerar el conjunto formado por el par sistema-ambiente (S-A) entre los que se puede definir una relación funcional, que en el caso de una ciudad es su metabolismo. La forma tradicional de estudiar el metabolismo urbano es la que perfila a una aglomeración como un compartimiento con entradas y salidas, tal como fuera definido por Wolman (1965): "[dicho metabolismo

abarca] todos los materiales y mercaderías necesarias para sostener a los habitantes de la ciudad, sus hogares, sus trabajos y sus divertimentos" (Fig. 4). Vale señalar que en esta línea de trabajo se han registrado algunos avances posteriores, como incorporar la dinámica de los asentamientos y su habitabilidad en el llamado "Modelo Extendido de Metabolismo de la Ciudad" (Newman, 1999). En este tipo de estudios, los inputs que se consideran son generalmente cuatro: alimentos, agua, energía y materias primas provenientes de los ecosistemas rurales (Newcombe, 1975; Newcombe et al., 1978; Douglas, 1983; Hardoy et al., 2001), mientras que los outputs son: los residuos (sólidos y gaseosos) y las aguas residuales. La relación funcional se establece entre la ciudad (sistema objeto) y su entorno (el ambiente: área rural o ecosistemas naturales y productivos). Estas entradas y salidas tienen incorporadas una carga de sostenibilidad, que como se verá más adelante es metabolizada a través de las Unidades Básicas de Sostenibilidad a partir de los llamados "procesos de decisión".

Dado que la mayor parte de los insumos no son producidos dentro de los límites de la propia ciudad y hay una concentración de la población en áreas reducidas, no es muy difícil imaginarse que el balance es asimétrico, en términos de la apropiación de esos insumos, ya sean alimentos o materias primas como madera, metales, etc. Situación que fue conceptualizada por Rees (1992) como "huella ecológica" y será tratada más adelante. Sin embargo, más notoria es la cantidad de superficie necesaria para asimilar los residuos de una aglomeración, que supera con creces al área necesaria para producir alimentos, agua y materias primas (Folke

et al., 1997). Esta diferencia entre la huella ecológica de las entradas y salidas puede ser explicada, si se consideran las características internas del metabolismo urbano que determinan la transformación de insumos en productos-desechos (eficiencia). Si se suma a la producción de residuos sólidos la contaminación acuática y del aire, se está en presencia de un tipo de metabolismo que es capaz de alterar significativamente la dinámica de sus sistemas asociados, cercanos y lejanos.

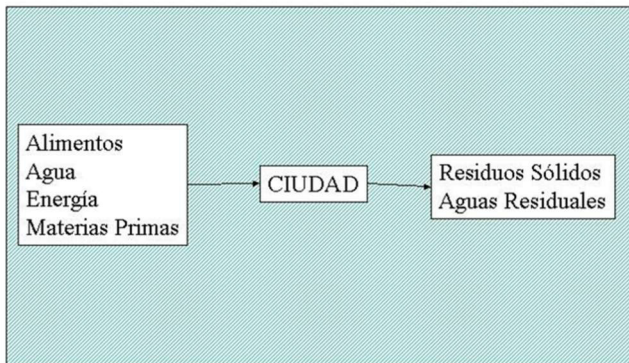


Figura 4. Enfoque metabólico urbano tradicional esquematizado. Enfoque metabólico urbano tradicional, donde la relación entre la ciudad (sistema objeto) y el ambiente es un flujo unidireccional y el sistema es visto como una caja negra. Cada unidad S-A tiene un metabolismo aislado del resto de unidades (otras ciudades). Fuente: elaboración propia.

A la hora de estudiar el metabolismo urbano, la consideración de "entradas y salidas" tiene su origen en una interpretación

tradicional de los conceptos de "ecosistema" y "metabolismo", hoy considerada incompleta. El concepto de ecosistema es, para empezar, un concepto sistémico, siendo la esencia de lo sistémico la interconexión (Jørgensen et al., 1992). Por lo tanto, no basta con considerar a una ciudad como una caja negra que consume alimentos y produce residuos, porque estos flujos no alcanzan para explicar la relación entre ella y su ambiente. Resultan de mayor utilidad las aproximaciones al análisis del metabolismo urbano basadas en cuestiones funcionales, como la proporción entre producción propia y residuos producidos.

Supongamos un índice como el siguiente:

$$I_1 = \frac{\sum \text{bienes producidos} - \sum \text{insumos}}{\sum \text{residuos}} \quad \text{en un período de tiempo } t.$$

Cuanto más alto sea el valor de  $I_1$  los sistemas productivos de una aglomeración estarán funcionando a mayor velocidad y utilizando más eficientemente los recursos. Es posible diferenciar tres situaciones muy generales (Fig. 5): 1) la ciudad produce más residuos que bienes ( $B/R=I_1 < 1$ ): una situación caracterizada por su baja eficiencia, donde las materias primas, la energía y/o los capitales son utilizados con métodos productivos poco conservadores. Puede haber una alta proporción de materiales asociados a un bien principal (por ejemplo, embalajes). Esta situación se da en términos generales en economías de alto consumo y poder adquisitivo (con las desviaciones propias de considerar un modelo tan general, de hecho las sociedades que están apostando por una economía más sostenible son aquellas

que se apartan de esta situación); 2)  $B/R=I_1= 1$ : los dos casos extremos son el de un metabolismo urbano muy bajo (B y R se aproximan a 0) o un metabolismo alto, pero en economías de bajo poder adquisitivo con producción de artículos que cubren las necesidades básicas. En cualquier caso, puede tratarse de una situación temporal; 3)  $B/R=I_1>1$ : situación de alta eficiencia metabólica en una ciudad que aplica principios de sostenibilidad.

Esta forma de evaluar el metabolismo puede parecerse al conocido cociente Producción (P)/Respiración (R) que ha sido propuesto como un índice diagnóstico del metabolismo de un ecosistema, y que fuera utilizado para demostrar cómo una ciudad es un ecosistema altamente heterotrófico ( $P/R<1$ ) (Odum 1957; Odum y Sarmiento 1998). Sin embargo, el cociente  $P/R$  no permite medir el grado de eficiencia interna del ecosistema urbano sino si este produce o no sus propios recursos. Y lo hace en forma limitada, puesto que la Producción (P) es la producción primaria. Si consideramos la Producción Secundaria ( $P_s$ ) y terciaria ( $P_t$ ) (bienes y servicios), las ciudades pueden tener un  $P_{s-t}/R > 1$ .

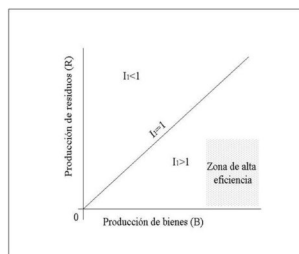


Figura 5. Plano de la eficiencia metabólica. Fuente: elaboración propia.

Lo que el índice I está reflejando es el ciclo de vida de los productos desde su producción hasta su conversión en residuos. Y las tres situaciones generales que se han planteado dependen, entre otras cosas, de las políticas económicas e industriales que se lleven a cabo.

El índice  $I_1$  es independiente de los ingresos de materia y/o energía a la ciudad. Se puede dar un paso más, considerando simultáneamente tanto las propiedades internas del ecosistema urbano como un análisis del tipo entradas-salidas. Para un ecosistema natural esto sería un modelo metabólico en tres dimensiones: Producción (P), Respiración (R) y Entradas-salidas (I/O), análogo al que se ha desarrollado por Fischer y Likens (1973) para el metabolismo de un sistema hídrico. Para una ciudad conviene generalizar el plano de coordenadas cartesianas P-R como el plano de la "eficiencia metabólica" y agregar un tercer eje de I/O, lo que permite incorporar el enfoque tradicional de balance de materia y energía (Fig. 6).

Este modelo es más abarcativo que los anteriores, además presenta otras ventajas. Diferentes combinaciones de eficiencia y flujos (I/O) metabólicos producen la ganancia o no de organización del ecosistema urbano. Una situación donde  $I/O > 1$  y  $B/R > 1$  (área sombreada en la Figura 5.10) tendrá como consecuencia un incremento de la organización. En el plano de la eficiencia (R/B), se pueden combinar cantidades de información, materia y energía. Y en el eje de I/O se pueden colocar los balances de materiales y recursos (por ejemplo, agua) en una ciudad. La

zona sombreada en la figura representa un aumento de la organización interna del sistema, de su sostenibilidad.

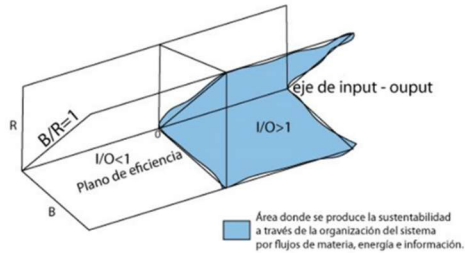


Figura 6. Modelo metabólico en tres dimensiones. Fuente: elaboración propia.

## 5. La sostenibilidad en sistemas socioecológicos complejos

### 5.1. Los sistemas complejos. Los sistemas abiertos

Una manera de enfocar el estudio de una cuenca es considerarla como un sistema complejo, dado que en ella confluyen múltiples elementos -que intervienen en distintos procesos- y sus interrelaciones constituyen la estructura de un sistema que funciona como una totalidad organizada (Crojethovich Martín y Herrero, 2012).

En este caso, el sistema complejo es la cuenca o un problema urbano que constituye lo que García (1986) llama "sistema global"; es decir, un conjunto de elementos que intervienen en procesos (sociales, económicos, ecológicos, políticos, legales, culturales, etc.), con sus partes y factores constitutivos, sus interrelaciones con los demás sistemas. Esta no es una definición precisa, más

bien una primera aproximación que necesitará de sucesivas elaboraciones<sup>3</sup>.

No es solo la heterogeneidad de los elementos o subsistemas que lo integran lo que determina la "complejidad" de un sistema. En realidad, la característica que determina que un sistema sea complejo es la "interdefinibilidad y mutua dependencia de las funciones que cumplen dichos elementos dentro del sistema total" (García, 1994: 86). Ello excluye la posibilidad de obtener el análisis de un sistema complejo por la adición de estudios sectoriales que corresponderían a cada elemento de su estructura.

También resulta importante considerar que en un sistema complejo no todas sus partes tienen por qué encontrarse al mismo nivel organizativo, sino que pueden estar formando una estructura jerárquica. En una cuenca podemos tener dos tipos de jerarquías, una ecológica y otra socioeconómica, interactuando y autoorganizándose (ver por ejemplo Fujita et al., 1999). Cuando hablamos de jerarquías y de cómo estas se producen, podemos considerar que sus distintos niveles (a partir de un nivel que podemos llamar 'n') tienen en sí mismos procesos que se diferencian en la velocidad de sus procesos. Así, mientras el nivel 'n' puede estar actuando a una velocidad  $v_n$  un nivel superior puede estar funcionando a una velocidad menor  $v_{n+1}$ . De hecho, la estructura impuesta por las diferencias de velocidades es

---

<sup>3</sup> El concepto de sistema utilizado en este capítulo es el de García (1986). Y no coincide con lo considerado como sistema en el "análisis de sistemas", propio de la ingeniería y econometría, fundamentalmente.

suficiente para descomponer un sistema complejo en niveles organizacionales y en componentes discretos dentro de cada nivel.

Por otra parte, el estudio sistémico de un sistema complejo no necesariamente requiere trabajar con infinitas variables e interrelaciones. Por el contrario, existen indicios de que un sistema complejo puede ser caracterizado a partir de un conjunto reducido de variables. Holling (1992), a partir de una revisión de 23 ejemplos de ecosistemas manejados, concluye que un pequeño número de conjuntos de variables bióticas y abióticas determinan la estructura sobre un amplio rango de escalas en todos los ecosistemas.

## **5.2. Componentes de un sistema complejo**

Investigar un sistema significa estudiar un trozo de la realidad, que de acuerdo con los componentes y características de lo que se desea investigar, puede incluir aspectos físicos, biológicos, sociales, económicos, políticos, institucionales, culturales. Es obvio que existen múltiples formas de abordar estos sistemas, dependiendo de los objetivos que se persiguen en cada programa concreto de investigación. No es obvio, sin embargo, cómo debe definirse el sistema, una vez fijados los objetivos de la investigación:

a. El punto de partida está dado por el campo epistémico o conceptual que establece el *tipo de pregunta o conjunto coherente de preguntas* que especifican la orientación general de la investigación. En general, es posible formular *una pregunta básica (pregunta conductora)* con un conjunto de subpreguntas.

- b. Dada la pregunta conductora, la selección de *los componentes del sistema* (los elementos, los límites y sus interrelaciones, tanto externas como internas) (Fig. 7) es guiada por la relevancia que estos tengan respecto a ella.
- c. Como rara vez esto es claro desde el comienzo, es necesario hacer más de un intento, es decir *la definición del sistema se va transformando en el curso de la investigación*.

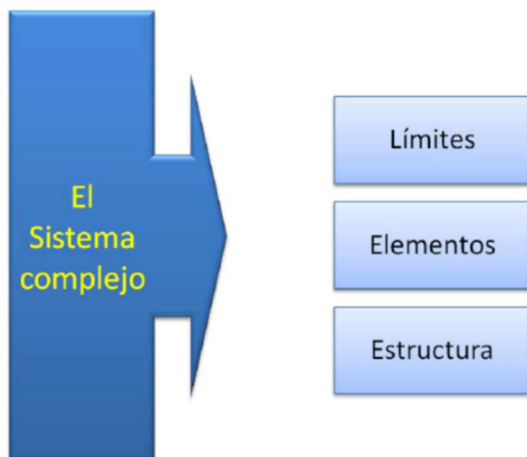


Figura 7 Componentes de un sistema complejo. Fuente Crojethovich (2016).

### 5.2.1. Los Límites

Los sistemas complejos que se presentan en la realidad carecen de límites precisos en su extensión física y en su problemática. Son *sistemas abiertos* y realizan intercambio con el medio externo.

García (1986) llama *las condiciones de contorno* a ese medio externo al sistema.

No se trata solo de fronteras físicas, sino del tipo de problemática que se va a estudiar y del aparato conceptual que se maneja; es decir, qué se *deja fuera* del sistema y qué está totalmente *incluido* en el sistema, qué escalas espaciales y temporales se van a usar, etcétera.

Se puede comenzar por las fronteras geográficas (un país, una región, una selva, una ciudad, un municipio, un barrio), para luego considerar otros límites menos obvios (formas de producción, de organización económica o de culturas que coexisten en una región), algunas de las cuales no son esenciales, o lo son de menor prioridad de acuerdo a los objetivos o a las preguntas elaboradas y pueden entonces dejarse "afuera". Dejar *afuera* no significa necesariamente dejarlo fuera de consideración, dado que si interactúa de alguna manera se tomará en cuenta *como condiciones de contorno* o *condiciones en los límites* (Fig. 8).

Esas condiciones pueden especificarse en forma de flujos (de materia, energía, de información). Lo más importante en ellos es la *velocidad de cambio* y está relacionada con la escala temporal de los fenómenos que se quieren estudiar. Es decir, si la velocidad de una determinada variable es muy lenta para la cuestión que estamos analizando, esta puede considerarse como una constante.

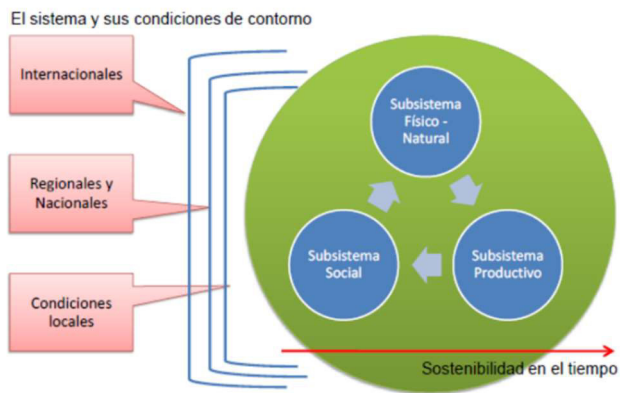


Figura 8. Condiciones de Contorno. El ejemplo se refiere a un sistema socio-ambiental. Fuente: Crojethovich (2016).

## 5.2.2. Los elementos

Estos constituyentes esenciales del sistema merecen algunas consideraciones:

- Los componentes de un sistema no son independientes en la medida que se determinan mutuamente. Su selección, así como la de los límites, deben ser tales que impliquen que el sistema posea cierta forma o *estructura*.
- Los elementos de un sistema suelen ser unidades también complejas (subsistemas) que interactúan entre sí.
- Como *la estructura está determinada por el conjunto de relaciones*, el sistema debe incluir aquellos elementos entre los cuales se han podido detectar (desde el marco epistemológico y luego se verá en los datos) las relaciones más significativas. Así, *la estructura del sistema está dada por el conjunto de relaciones entre los elementos y no*

*por los elementos en sí mismos.* Como ningún estudio puede abarcar la totalidad de las interrelaciones, hay necesidad de adoptar criterios de selección.

- Para determinar los subsistemas es necesario definir las escalas espaciales y temporales. No deben mezclarse datos observacionales que pertenecen a distintas escalas de análisis, esto puede no agregar información, sino crear confusión (como por ejemplo, relacionar la inundación de un arroyo con el fenómeno de la corriente de El Niño).

En el estudio de la dinámica de un sistema es necesario analizar su historia. Ello depende de la naturaleza del sistema y de la pregunta conductora. Si se desea predecir el comportamiento del sistema también hay que establecer o fijar el período correspondiente a la prospección. La escala de predicción puede no coincidir con la escala de análisis, ya que depende de la predictibilidad o impredecibilidad del sistema en cuestión.

### **5.2.3. La Estructura**

Es el conjunto de relaciones entre los elementos. Y son las propiedades de esta estructura lo que determina que un sistema sea más o menos estable. Ello significa su respuesta a ciertas perturbaciones. Estas perturbaciones pueden venir desde afuera del sistema (exógenas) o desde adentro (endógenas).

Estos tipos de estudios están orientados por un esquema conceptual y metodológico que concede particular importancia a las interacciones entre fenómenos que pertenecen a dominios

diferentes (por ejemplo: el biofísicoquímico, el socioeconómico, el referido a las actividades productivas, a la dimensión institucional, etcétera).

## **6. La sostenibilidad en sistemas complejos**

Para abordar la sostenibilidad de un objeto de estudio tan complejo como lo es una cuenca, considerando el enfoque explicado anteriormente, una forma es a través del planteo de modelos sistémicos que sean una abstracción de la realidad, posible de ser manejada y comprendida. Dado que la realidad no puede ser conocida en toda su complejidad, dichos modelos son una abstracción con elementos reales y accesibles a la verificación empírica (JØrgensen et al., 1992).

Las cuencas hídricas son sistemas organizados compuestos de muchos elementos biofísicos y socioeconómicos que interactúan (Alberti y Susskind, 1996), por lo que para estudiar a las cuencas tomando en consideración los enfoques ecosistémico y paisajístico y sus propiedades de autoorganización, conectancia, etc. es necesario plantear tanto una base conceptual diferente como una metodología de análisis que se base especialmente en el estudio de las interrelaciones entre lo físico, lo social y lo económico. Si se trabaja con un sistema profundamente afectado por cambios externos (el medio externo y las situaciones de contorno mencionadas) y continuamente confrontado por lo inesperado, la constancia de su comportamiento es menos importante que la persistencia de las interrelaciones (la resiliencia). Esto puede hacerse desde una posición de **considerar a las cuencas hídricas a estudiar como Sistemas Socio-**

**Ecológicos Complejos (SSEC).** Se trata de pasar de pensar desde una aproximación reduccionista, disciplinaria, no sistémica y mecanicista a una aproximación holística, interdisciplinaria, sistémica y no lineal.

En este marco se puede estudiar tanto la sostenibilidad de los componentes del sistema como la sostenibilidad de las relaciones entre los componentes, o como lo expresaran Clayton y Radcliffe (1996), *la sostenibilidad puede solamente ser definida al nivel de las interacciones entre los sistemas humanos y los ambientales.*

### **6.1. La Metasostenibilidad**

Vivimos en un mundo interconectado, que podemos calificar como sujeto a fuerzas no lineales y muchas veces impredecibles. Esta incertidumbre es la base de la nueva física de los procesos irreversibles (Prigogine 1996). En este contexto nos interesa ahora estudiar cómo la sostenibilidad puede pasar a través de estados y transiciones en diversos actores, como evoluciona, transformándose (Di Pace et al. 2012).

La incorporación en biología de conceptos provenientes de la termodinámica de los sistemas alejados del equilibrio está muy lejos de ser una explicación mecanicista, sino que incorpora los elementos de incertidumbre y probabilidades, alejados de la mecánica, además de tratarse un punto de vista para explicar desde el exterior de las ciencias biológicas las relaciones entre los ecosistemas y su entorno.

A continuación se explica cómo la sostenibilidad puede evolucionar en entornos alejados del equilibrio. Siguiendo con la discusión anterior, se puede concluir que la sostenibilidad es un concepto transdisciplinar. Aún con todo lo investigado, y que se ha discutido ampliamente en los capítulos anteriores, la mayoría de los aportes siguen siendo disciplinares. Sin embargo, a continuación vamos a utilizar el concepto de que los sistemas pueden estar organizados jerárquicamente (O'Neill et al. 1986), en los cuales es posible identificar niveles que se encuentran interrelacionados entre sí, con la propiedad de que los niveles superiores tienen una gran influencia sobre los inferiores. Ejemplos de sistemas jerárquicos pueden encontrarse en sistemas ecológicos, sociales, políticos y algunos se mencionan en la siguiente Tabla.

	Hidrológicas <sup>a</sup>	Político-administrativas	Ecológicas	Biogeográficas <sup>b</sup>	Bosques <sup>c</sup>
niveles					
+	Red hidrológica	Región	Biosfera	Dominio	Paisaje
	Segmento	País	Región	División	Cuenca
	Tramo	Provincia	Paisaje	Provincia	Rodal
	Rápido/poza	Municipio	Ecosistema	Sección	Parque
	Micro hábitat	Municipio	Población		
-			Individuo		

Ejemplos de jerarquías anidadas en sistemas de distinta naturaleza y campos disciplinarios. Los niveles se ordenan en forma descendente (superiores + a inferiores -).

Fuentes: aFrissell et al. 1986b; Bailey 1983; cUrban et al. 1987. Fuente: Crojethovich (2016).

Dos tipos de relaciones, horizontales y transversales surgen de los ejemplos de la tabla. En las horizontales, la sostenibilidad involucra elementos que se encuentran en distintos ejemplos, como puede ser el caso del "desarrollo sostenible de cuencas hídricas" que incluye elementos hidrográficos, políticos y sociales (entre otros). Siendo que los ejemplos representan concepciones fuertemente disciplinares (que aportan el contenido teórico que cimienta la existencia de las concepciones sistémicas en cada caso), la sostenibilidad se convierte en un concepto fuertemente transdisciplinar, cuya aplicación a casos concretos hace necesaria la integración de bagajes teóricos muy diferentes.

Así, un nivel del sistema complejo, como por ejemplo una cuenca, contiene elementos que se encuentran en una determinada fila de la Tabla, elementos que interactúan entre sí. La estructura jerárquica se aprecia mejor tomando una diagonal de la tabla. Una gestión sostenible se enfrenta con el problema de que debe satisfacer objetivos diferentes en distintos niveles (columnas del cuadro) pero también en varias dimensiones entre sistemas jerárquicos (filas del cuadro), lo que involucra trabajar con distintas escalas al mismo tiempo, dadas las interrelaciones que sedan en esos sistemas.

Surge así el concepto de la *metasostenibilidad* (Crojethovich Martín y Di Pace, 2005): *preservar las condiciones que permitan la sostenibilidad en un sistema de estados cambiantes e impredecibles*. Este concepto cambia radicalmente las ideas con las que hay que pensar la sostenibilidad de sistemas naturales y sistemas socio-ecológicos. En otras palabras la *metasostenibilidad* es preservar la capacidad

endógena de sustentarse, el *cambio sostenible*. La *sostenibilidad* (ecológica, urbana, productiva, social, etc.) es considerada en términos de trayectorias. La *metasostenibilidad*, en cambio, es considerada en términos de ensamblajes y probabilidades. Hay en ella irreversibilidad e impredecibilidad, que se manifiesta en cambios.

Sostenibilidad	Metasostenibilidad
Descripta por trayectorias	Por probabilidades
Estados	Velocidades
Predictibilidad	Impredecibilidad
No jerárquica	Jerárquica
A-Disciplinar	Transdisciplinar
Monoescalar	Multiescalar
Idea de Equilibrio	Lejos del Equilibrio
Reversibilidad	Irreversibilidad

Diferencias entre los conceptos de sostenibilidad y metasostenibilidad.

Fuente: Crojethovich (2016).

## **7. El modelo de la cuenca del arroyo Las Conchitas como un sistema complejo**

Como se mencionó anteriormente el estudio de un sistema complejo lleva a identificar sus componentes: los elementos, los límites, y sus interrelaciones, tanto internas como externas.

En las secciones anteriores se definieron los límites de nuestro sistema en forma tal que reduzca al mínimo posible la arbitrariedad en la partición que se adopte.

Se tomaron en cuenta las interacciones del sistema, así definido, con el "medio externo" o, dicho de otra manera, la influencia de lo que queda "afuera" sobre lo que queda "adentro" del sistema, y recíprocamente.

Como resultado de lo anterior se puede establecer un modelo de la cuenca que da cuenta de los tres subsistemas con los que se está trabajando:

- Los vecinos, la sociedad.
- El ecosistema natural.
- El sector productivo (en este caso en el proyecto no se ha podido avanzar para caracterizarlo).

Estos tres subsistemas estarían sujetos a perturbaciones externas, ej. el cambio climático, y como el sistema es capaz de ser resiliente a las mismas.

Y por fuera de la cuenca se encuentra lo que denominamos condiciones de contorno, que en nuestro caso fueron evaluadas con los usos del suelo, que responden en mayor o menor medida al planeamiento y políticas públicas.

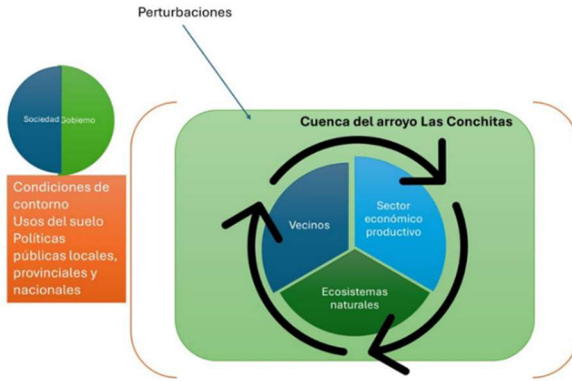


Figura 13. modelo de la cuenca del arroyo Las Conchitas como un sistema complejo. Fuente: elaboración propia.

## 8. Referencias bibliográficas:

Alberti, M. y Susskind, L. (1996). Managing urban sustainability: an introduction to the special issue. *Environmental Impact Assessment Review* 16(4): 213-221.

Bailey, R.G. (1996). *Ecosystem Geography*, Springer-Verlag.

Cánepa, C. M., Álvarez, L. E. y Crojethovich, A. D. (2020). Una visión ecosistémica de la resiliencia urbana. La relación entre la calidad del agua y usos del suelo en sistemas hídricos. *Revista Tendencias en Docencia e Investigación en Química* 2020. 6(6): 141-146.

Canepa, C. (2020). Análisis multiescalar de la relación entre la calidad del agua y los usos del suelo, en la cuenca del arroyo Las

Conchitas, Argentina. Universidad Nacional Arturo Jauretche. Trabajo Final Integrador de la Carrera de Gestión Ambiental, UNAJ.

Clayton, A.M.H. y Radcliffe, N. J. (1996). Sustainability: A system approach. Earthscan, London.

Crojethovich Martín, A. y Di Pace, M. (2005). Desarrollo urbano sustentable y sustentabilidad. En: María Di Pace y Horacio Caride (Editores): Ecología de la Ciudad, Universidad Nacional de General Sarmiento y Editorial Prometeo, Buenos Aires, pp. 303-332.

Crojethovich Martín, A. y Herrero, A. C. 2012. Ambiente y Ecología. En: María Di Pace y Horacio Caride (Directores): Ecología Urbana, Universidad Nacional de General Sarmiento, Los Polvorines. pp. 43-73.

Crojethovich Martin, A. D. (2016). Aspectos ecológicos de la sustentabilidad urbana en la Región Metropolitana de Buenos Aires, Argentina. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.

Crojethovich, A. D. y Cánepa, C. (2020). Análisis multiescalar de la calidad de agua y usos del suelo en una cuenca urbana. 2020. En: Libro de Resúmenes del IV Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología Ambiental. Compilado por Alejandro D. Crojethovich, Andrea María Encina, Ramón Raúl Ríos y Mariano Ezequiel Piroti. 1a ed compendiada. 347 páginas. Sociedad

Argentina de Ciencia y Tecnología Ambiental. Libro digital. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. ISBN 978-987-46096-4-9

Crojethovich Martín, A. D. y Rescia Perazzo, A. J. (2006). Organización y Sostenibilidad en un Sistema Urbano Socio-ecológico y Complejo. Revista Internacional de Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo. Cátedra Unesco de Sostenibilidad, Universidad Politécnica de Cataluña. 1:103-121.

Di Pace, M., Crojethovich Martín, A. y Ruggerio, C. A. (2012). Paradigmas ambientales. En: María Di Pace y Horacio Caride (Directores): Ecología Urbana, Universidad Nacional de General Sarmiento, Los Polvorines. pp. 335-367.

Douglas, I. (1983). The urban environment, Edward Arnold Editores, Londres.

Dow, K. (2000). Social dimensions of gradients in urban ecosystems. Urban Ecosyst 4: 255-275.

Fischer, S. G. y Likens, G. E. (1973). Energy flow in Bear Brook, New Hampshire: an integrative approach to stream ecosystem metabolism. Ecological Monographs 43(4):421-439.

Folke, C., Jansson, A.; Larsson, J. y Constanza, R. (1997). Ecosystem appropriation of cities, Ambio 26 (3): 167-172.

Frissell, C. A., Liss, W., Warren, C. E. y Hurley, M. D. (1986). A hierarchical framework for stream habitat classification: viewing streams in a watershed context. Environmental Management 10(2): 199-214.

Fujita, M.; Krugman, P. y Mori, T. (1999). On the evolution of hierarchical urban systems. *European Economic Review* 43: 209-251.

García, R. (1986). Conceptos básicos para el estudio de sistemas complejos. En Enrique Leff (coordinador): *Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo*, Editorial Siglo XXI, México.

García, R. (1994). Interdisciplinarietà y sistemas complejos. En Enrique Leff (compilador): *Ciencias Sociales y formación ambiental*, Editorial Gedisa, Barcelona.

Hardoy, J. E.; Mitlin, D. y Satterthwaite, D. (2001). *Environmental problems in an urbanizing world*, Earthscan, Londres.

Holling, C. S. (1992). Cross-scale morphology, geometry, and dynamics of ecosystems. *Ecological Monographs* 62(4): 447-502.

Jørgensen, S. E., Patten, B. C. y Straškraba, M. (1992). Ecosystems emerging: toward an ecology of complex systems in a complex future. *Ecological Modelling* 62:1-28.

Musacchio, L. y Wu, J. (2004). Collaborative landscape-scale ecological research: Emerging trends in urban and landscape ecology. *Urban Ecosystems* 7(3):175-178.

Newcombe, K. (1975). Energy use in Hong Kong: Part I, an overview. *Urban Ecology* 1(1): 87-113.

Newcombe, K., Kalma, J. D. y Asron, A. R. (1978). The metabolism of a city: the case of Hong Kong. *Ambio* 7(1):3-15.

Newman, P. W. G. (1999). Sustainability and cities: extending the metabolism model. *Landscape and Urban Planning* 44(4): 219-226.

Niemelä, J. (1999). Is there a need for a theory of urban ecology? *Urban Ecosystems* 3: 57-65.

O'Neill, R. V., De Angelis, D. L.; Waide, J. B. y Allen, T. F. H. (1986). A Hierarchical concept of ecosystems. *Monographs in population biology*, N° 23, Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

Odum, H. T. (1957). Trophic structure and productivity of Silver Springs, Florida. *Ecological Monographs* 27:55-112.

Odum, H. T. (1971). *Environment, Power, and Society*. Wiley-Interscience, New York.

Odum, E. y Sarmiento, F. O. (1998). *Ecología. El puente entre ciencia y sociedad*, Mc Graw-Hill Interamericana, México.

Prigogine, I. (1996). *The end of certainty: Time, chaos, and the new laws of nature*, The Free Press, New York.

Qureshi, S., Breuste, J. H. y Lindley, S. J. (2010). Green space functionality along an urban gradient in Karachi, Pakistan: a socio-ecological study. *Human Ecol* 38(2): 283-294.

Rees, W. E. (1992). Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out. *Environment and Urbanization* 4(2):121-130.

Urban, D. L., O'Neill, R. V. y Shugart Jr., H. H. (1987). Landscape Ecology: A hierarchical perspective can help scientists understand spatial patterns. *BioScience* 37(2):119-127.

Wolman, A. (1965). The Metabolism of Cities. *Scientific American* 213: 179-190.

Young, R. F. (2009). Interdisciplinary foundations of urban ecology. *Urban Ecosyst* 12: 311–331.

## Capítulo 3

# Análisis multiescalar de la relación entre la calidad del agua y los usos del suelo, en la cuenca del arroyo Las Conchitas, Argentina

*Lic. Clarisa Mercedes Cánepa*

### 1. Introducción

El arroyo Las Conchitas, ubicado en la región nordeste de Buenos Aires, atraviesa una zona periurbana con una alta demanda de recursos hídricos debido a la presencia de industrias y emprendimientos florihortícolas. Este territorio de borde presenta una complejidad socioespacial, con una variedad de usos del suelo que impactan en la calidad del agua. Los usos intensivos de la tierra y el agua, junto con la contaminación resultante de las actividades urbanas, industriales y agrícolas, requieren un enfoque especial para estudiar y prever el efecto de las actividades humanas. La calidad del agua superficial está influenciada por los usos efectivos del territorio y el uso de dicho recurso. En este capítulo se estudiarán los usos del suelo en la cuenca periurbana del arroyo “Las Conchitas” y cómo afectan la calidad del agua, más precisamente se evaluará como influencia de la variación de los

usos del suelo pueden tener a distintas escalas sobre la calidad del agua, en la cuenca del arroyo.

En este capítulo se establecen los límites del sistema complejo del arroyo Las Conchitas. Para eso se contaba con una caracterización anterior de la cuenca y sus usos del suelo, que fue enriquecida con una nueva caracterización utilizando imágenes satelitales. También se investiga sobre los elementos y la estructura del modelo: relación entre usos del suelo y la calidad del agua. Para investigar acerca de los sistemas hídricos, su estructura y límites, en anteriores trabajos del equipo del Programa de estudios en Ambiente y Territorio, se evaluó la relación entre los usos del suelo y la calidad del agua del arroyo Las Conchitas. Aquí se muestran los primeros resultados de muestreos de la calidad del agua en el arroyo (oxígeno disuelto (Od, conductividad, demanda química de oxígeno (DQO), pH y temperatura, en 5 estaciones de muestreo de agua superficial, sobre el cauce del arroyo Las Conchitas. Y como se dijo se desarrolla un modelo que permite relacionar los usos del suelo con la calidad de las aguas de la cuenca. Eso permite introducir variables territoriales y socioeconómicas en el análisis del sistema complejo, que serán analizadas más en profundidad en el capítulo 6.

## **2. Área de Estudio**

En cuanto al área de estudio, el arroyo Las Conchitas atraviesa dos municipios clave en el sur del Conurbano bonaerense: Florencio Varela y Berazategui. Ambos forman parte del Gran Buenos Aires y se caracterizan por su diversidad de localidades y su conexión con las principales ciudades de la región. Florencio Varela, con

una población de más de 400.000 habitantes y una extensión de 190 km<sup>2</sup>, alberga localidades como Bosques e Ingeniero Allan etc. Por otro lado, Berazategui se extiende por 217 km<sup>2</sup> y se encuentra estratégicamente ubicado a 23 km al sudeste de la ciudad de Buenos Aires. El arroyo Las Conchitas juega un papel crucial en estas ciudades, no solo como recurso hídrico, sino también como eje de una serie de actividades industriales, agrícolas y urbanas que impactan en su cauce y en su entorno.

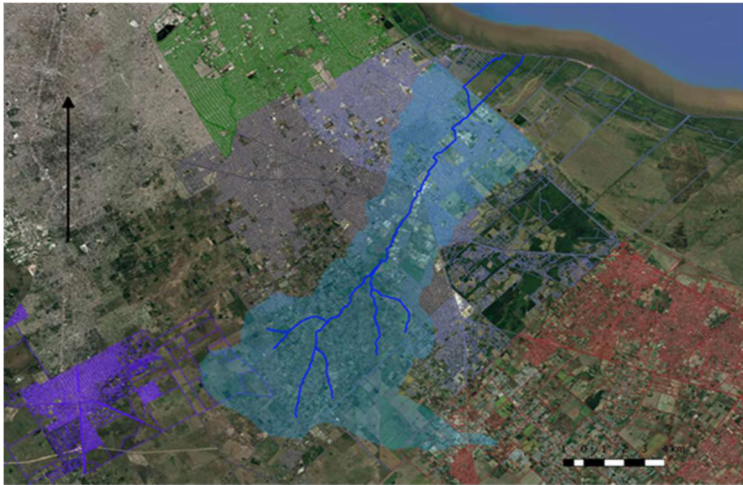


Figura 1: Área de estudio - cuenca “Las Conchitas”. Fuente: Elaboración propia.

### 3. Metodología

La calidad ambiental de una cuenca se encuentra condicionada por un conjunto variado de procesos naturales y de actividades antrópicas que interactúan de manera directa o indirecta según la estructura funcional de la misma (Consejo Federal de Inversiones , 2011); por lo tanto, la dinámica y calidad del agua

superficial y subterránea se vinculan o asocian con los diferentes usos del territorio y del recurso hídrico en sí mismo, que se desarrollan en una cuenca. Las actividades antropogénicas pueden interactuar negativamente con un curso de agua que cruza una ciudad o un área urbana pequeña, aportando una cantidad significativa de contaminantes (Strungaru, S. A., Nicoara, M., Jitar, O., & Plavan, G. 2015). "Sobre todo por vertidos industriales que no han sido tratados previamente. Además, el agua contaminada puede ser una amenaza para la salud, más allá de la subsistencia de la integridad biótica y por lo tanto obstaculiza servicios y funciones de los ecosistemas acuáticos". (Howladar, Numanbakth, Y Faruque. 2017:23)

En cuanto a calidad hídrica este trabajo se refiere a las características fisicoquímicas del recurso.

## **2.1. Muestras**

La composición específica de un agua determinada influye en propiedades físicas tales como densidad, tensión de vapor, viscosidad, conductividad, etc. Los parámetros para evaluar dicha composición se pueden agrupar de la siguiente manera:

- Físicos: Características organolépticas Color, olor, sabor Elementos flotantes, temperatura, Sólidos, Conductividad y Radioactividad.
- Químicos: pH, Materia Orgánica, (Carbono orgánico total, COT) DBO, DQO, Nitrógeno y compuestos derivados (amoníaco, nitratos, nitritos, etc.), Fósforo y compuestos

derivados (fosfatos), Aceites y grasas Hidrocarburos, Detergentes, Cloro y cloruros, Fluoruros, Sulfatos y sulfuros, Fenoles, Cianuros, Haloformos, Metales y Pesticidas.

- Además, las aguas contaminadas presentan compuestos diversos en función de su procedencia: pesticidas, tensoactivos, fenoles, aceites y grasas, metales pesados, etc.

En este trabajo se utilizaron los siguientes parámetros para caracterizar la calidad del agua en el arroyo Las Conchitas:

- Oxígeno disuelto (Od)
- Conductividad
- Demanda química de oxígeno (DQO)
- pH
- Temperatura

Se realizaron 8 campañas de muestreo en el arroyo y se combinaron con un análisis de los usos del suelo basado en imágenes satelitales procesadas en un entorno SIG. Se utilizaron herramientas estadísticas para evaluar la relación entre los usos del suelo y la calidad del agua del arroyo.

Las muestras fueron recolectadas en frascos de vidrio estéril de 750 ml de capacidad y refrigerado a 4° C hasta el momento de los análisis, realizadas dentro de las 24 hs después de la recolección.

En la tabla 1 se realiza una descripción de los métodos instrumentales utilizados en el análisis de las muestras recolectadas.

Métodos Instrumentales Utilizados

Variable	Método utilizado
<b>PH</b>	<p>Para la determinación del pH se utilizó un pH-metro Mettler Toledo SevenMultiGmbH 8603 N° serie 1226377097 L.Q. 005, empleando patrones de calibración (pH 4,0; 7,0 y 10,0), el resultado nos indica la acidez o lo alcalinidad de la muestra.</p>
<b>Conductividad</b>	<p>La conductividad se midió con una sonda electrónica HANNA HI 98130, que aplica un voltaje entre dos electrodos. La disminución del voltaje se usa para medir la resistencia del efluente que se traduce a conductividad. La conductividad es el valor inverso de la resistencia. Se utilizaron soluciones patrones de conductividad conocida para calibrar el equipo.</p> <p>Las medidas se realizaron de acuerdo a lo establecido en la publicación: Standard Methods for the Examination of Wáter and Wastewater. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation. 20ed., New York, 1998.</p>
<b>DQO</b>	<p>Se realizó a través del método SM 5220-D. En estas pruebas el componente orgánico es sujeto a oxidación, el oxidante especificado es ion dicromato (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> el cual se reduce a ion cromático (Cr<sup>3+</sup>))</p>
<b>Od</b>	<p>Al igual que la conductividad el Oxígeno Disuelto se midió con una sonda electrónica HANNA HI 98130.</p>

Fuente: Elaboración propia

Se establecieron 5 estaciones de muestreo de agua superficial (Figura 2), sobre el cauce del arroyo Las Conchitas, y en un tiempo aproximado de 9 meses se realizaron 2 muestreos por estación del año (otoño, primavera, verano) en invierno solo se muestreo una vez, con un total de 7 campañas.

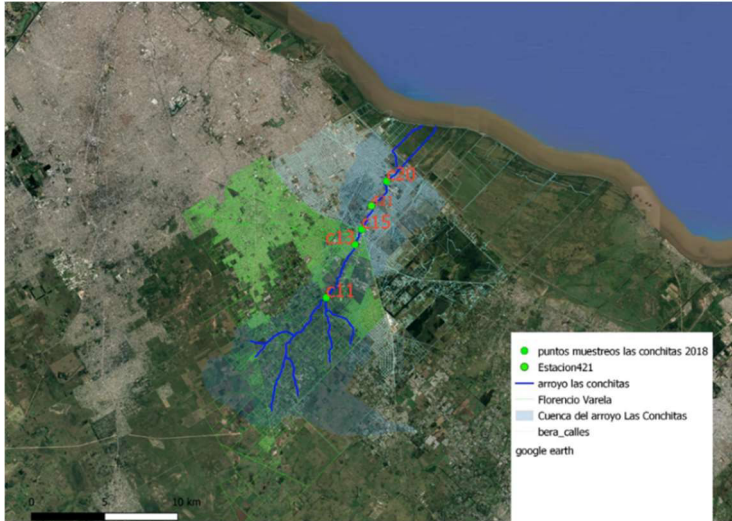


Figura 2: Estaciones de muestreo en la cuenca “Las Conchitas”. Fuente: Elaboración propia

Las estaciones de muestreo se establecieron en base a un estudio previo realizado por el equipo del PEAT (Programa de Estudios en Ambiente y Territorio), que determinó la extensión de la cuenca, su geometría, y las estaciones de recarga y descarga de las mismas

### 3.2. Caracterización de los usos del suelo de la cuenca

En la actualidad, la mayoría de los estudios actuales se basan en mapas estáticos de Sistemas de Información Geográfica (SIG) que

pueden representar la cubierta terrestre de algunos años desplazada en el tiempo a partir de las medidas del estado de los arroyos (Allan, 2004).

Un SIG es un sistema basado en capas, cada una de estas representan información descriptiva sobre cada entidad almacenada, esto permite mostrar relaciones espaciales y conocer características relevantes de cada lugar. En este trabajo se realizó una caracterización de los usos del suelo de la cuenca utilizando coberturas ya existentes, procesándolas con el software QGIS 3.4.

La multiescalaridad proporciona una perspectiva para analizar los eventos y procesos que tienen lugar en el territorio. Para dicho análisis, se delimitaron las áreas que se encuentran a 100, 500 y 1000 metros de distancia al cauce del arroyo. En cada una de ellas se realizó el cálculo de la superficie ocupada por cada uso del suelo de acuerdo con la clasificación de los mismos que se presenta más adelante.

Como se explicó, se delimitaron tres áreas para evaluar la influencia de la variación de los usos del suelo con respecto a la distancia al cauce del arroyo tiene sobre la calidad del agua. Con el sistema de información geográfica (Qgis) se realizó el cálculo de los km<sup>2</sup> que abarca cada uso del suelo, así se pudo saber la extensión de los diferentes usos que predominan en cada sitio donde están ubicadas las estaciones de muestreo.

A continuación, se muestran los resultados del análisis de los usos del suelo en la cuenca.

## Usos del suelo en la cuenca del arroyo Las Conchitas:

Los siguientes mapas muestran la distribución de los diferentes usos del suelo de la cuenca, tanto a nivel de toda la cuenca como los usos existentes a 100 metros, 500 metros y 1000 metros del cauce del arroyo.

### Usos del suelo a 100 metros:

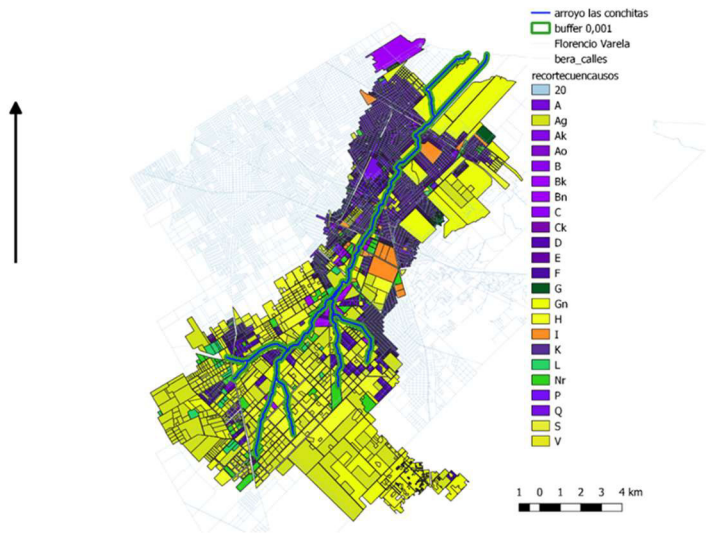


Figura 3: usos del suelo y área de 100 m en la cuenca “Las Conchitas”.

Fuente: Elaboración propia

Las referencias de los usos del suelo se pueden ver en la tabla N° 5. Referencias: P: Conjunto de viviendas. Vm: Asentamientos precarios y villas miseria. F: Residencial jardín Barrio parque. G: Clubes de campo y barrios privados. E: Manzanas y fracciones baldías. 20: Plazas y espacios verdes públicos. L: Espacio rural. I: Establecimientos industriales y grandes galpones. Nr: Espacio

rural. Ak: zona residencial y galpones intensidad de ocupación media. Bk: zona residencial y galpones intensidad de ocupación media. Ck: zona residencial y galpones intensidad de ocupación media baja. Dk: zona residencial y galpones intensidad de ocupación media baja. Q: Grandes equipamientos sanitarios militares educativos cementerios. Ph: viviendas. Av: Avicultura y granja. V:Flori horticultura en invernáculo. H: Flori horticultura a campo comprende parcelas hortícolas en desuso. Ex-H: Flori horticultura a campo comprende parcelas hortícolas en desuso. S: Forestación dominante natural e inducida. Ag: Agricultura extensiva dominante. Ag: Agricultura extensiva dominante. Gn: Ganadería o sin uso aparente dominante. Bn: Bañado o terreno anegadizo. K: zona residencial. Fuente: elaboración propia

Dentro del área de los 100 m los usos del suelo dominantes son la agricultura extensiva con 22 % y la ganadería con 21%. Luego le siguen terreno anegadizo con 13 % y espacio rural con 7 %.

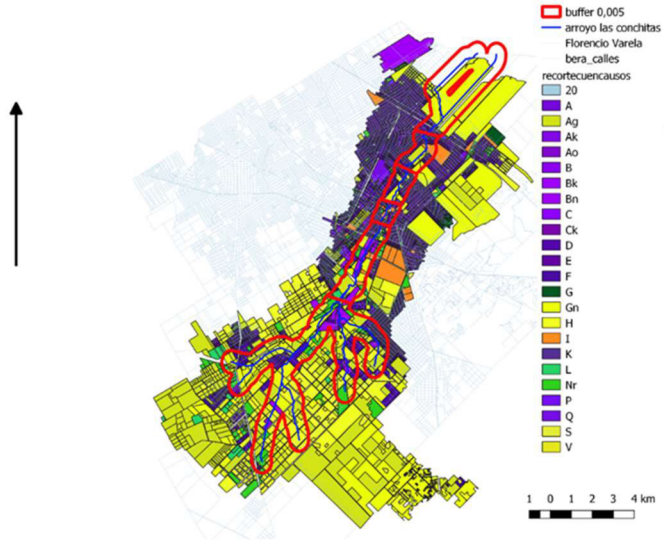


Figura 4: Usos del suelo a 500 m en la cuenca “Las Conchitas”. Fuente: elaboración propia. Las referencias de los usos del suelo se pueden ver al pie de la figura 3.

Al igual que en el área de 100 m, los usos del suelo con mayor porcentaje son Agricultura extensiva dominante y ganadería o sin uso aparente dominante. A diferencia del área anterior en este caso le sigue con 9% áreas residenciales.

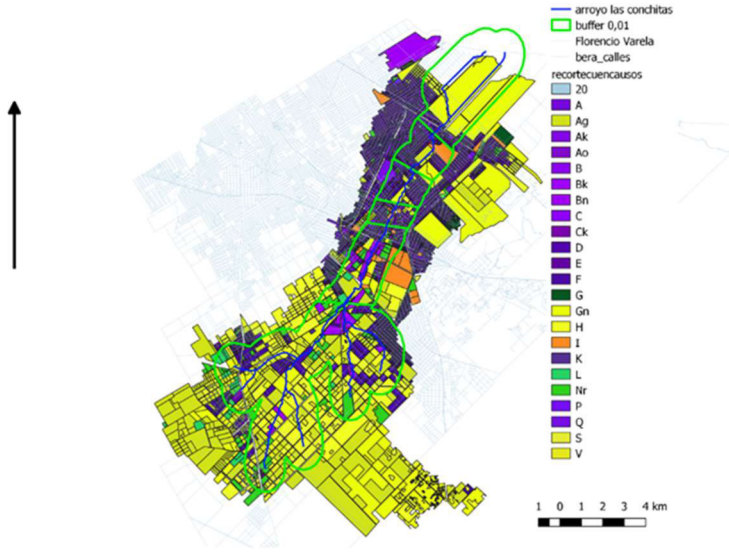


Figura 5: Usos del suelo a 1000 m. en la cuenca “Las Conchitas”. Las referencias de los usos del suelo se pueden ver en la figura 3. Fuente: elaboración propia.

Lo usos del suelo predominantes a 1000 metros del cauce del arroyo son la agricultura extensiva con 14%, ganadería o sin uso aparente y residencial jardín barrio parque con 11% luego le siguen florihorticultura con 8 % y ocupación media y espacio rural con 7%.

En la siguiente tabla se pueden ver la media y varianza de los usos del suelo a las tres escalas de análisis.

	área 100 m		área 500 m		área 1000 m	
	Medi a	Varianz a	Medi a	Varianz a	Medi a	Varianz a
<b>intensidad de ocupación media</b>	0,61	1,72	4,61	17,87	6,60	41,58
<b>intensidad de ocupación media baja</b>	4,05	28,70	4,94	12,38	5,62	19,48
<b>intensidad de ocupación muy baja</b>	4,81	25,56	4,29	4,80	5,60	5,05
<b>Conjunto de viviendas</b>	0,00	0,00	1,16	2,55	1,51	4,04
<b>Residencial jardín Barrio parque</b>	2,25	8,94	8,52	64,98	11,23	112,46
<b>zona residencial</b>	0,03	0,01	5,74	66,87	3,39	18,61
<b>intensidad de ocupación baja</b>	6,28	51,08	4,42	14,98	6,11	25,94
<b>Agricultura extensiva dominante</b>	19,61	337,76	14,41	132,60	13,30	70,38
<b>Espacio rural</b>	6,26	33,88	6,97	45,37	6,38	49,59
<b>Ganadería o sin uso aparente dominante</b>	19,10	446,09	14,91	63,10	11,13	30,80
<b>Bañado o terreno anegadizo</b>	11,81	422,18	6,45	118,98	3,96	44,64
<b>Flori horticultura a campo comprende parcelas hortícolas en desuso</b>	3,59	64,22	6,44	101,95	7,87	152,94

<b>Flori horticultura en invernáculo</b>	0,27	0,37	0,92	1,24	1,99	3,15
<b>Floricultura promedio</b>	1,93	18,60	3,68	30,64	4,93	45,97
<b>forestación dominante natural e inducida</b>	0,79	3,15	0,50	0,75	0,29	0,22
<b>Grandes equipamiento s sanitarios militares educativos cementerios</b>	0,00	0,00	0,40	0,17	2,08	12,80
<b>Manzanas y fracciones baldías</b>	5,71	106,82	6,36	39,23	4,43	8,39
<b>Plazas y espacios verdes públicos</b>	0,00	0,00	0,09	0,02	0,11	0,02
<b>zona residencial y galpones intensidad de ocupación media</b>	2,25	25,40	0,74	2,69	0,93	0,98
<b>zona residencial y galpones intensidad de ocupación media baja</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,32

Media y Varianza Fuente: elaboración propia.

#### 4. Análisis espaciotemporal del gradiente de la calidad de las aguas de la cuenca:

##### Estadística descriptiva

En la siguiente tabla se detallan la media y la varianza de las muestras con el objetivo de evaluar la variabilidad de los datos. Como se puede ver la media del pH se mantiene estable dentro del rango de 7 y una varianza baja, esto indica que los valores están por lo general más próximos a la media, en el caso del resto de los parámetros este número aumenta los datos están más dispersos.

	Estación C 20	Estación C421	Estación C11	Estación C13	Estación C15
<b>PH</b>	Media: 7,61 Varianza: 0,09	Media: 7,68 Varianza: 0,06	Media: 7,85 Varianza: 0,16	Media: 7,75 Varianza: 0,04	Media: 7,7 Varianza: 0,07
<b>Conductividad</b>	Media: 1967,37 Varianza: 98649,22	Media: 2088,12 Varianza: 31621,06	Media: 705,5 Varianza: 48749,66	Media: 2121 Varianza: 105727	Media: 2338,62 Varianza: 52301,22
<b>Oxígeno Disuelto</b>	Media: 7,25 Varianza: 43,15	Media: 7,67 Varianza: 52,51	Media: 6,78 Varianza: 2,69	Media: 9,07 Varianza: 47,09	Media: 7,94 Varianza: 52,93
<b>DQO</b>	Media: 76,92 Varianza: 2198,15	Media: 189,76 Varianza: 22970,36	Media: 45,18 Varianza: 3362,69	Media: 85,425 Varianza: 2952,90	Media: 117,6 Varianza: 2688,42

Media y la varianza de las muestras. Fuente: Elaboración propia.

## 5. Análisis de gradiente espacial

A continuación se muestran los resultados de los muestreos utilizando el promedio de todos los muestreos para cada parámetro de calidad del agua.

### PH:

La curva del pH promedio se mantiene dentro del rango de los 7, manifiesta un leve descenso de 7,9 a 7,6 hacia zonas donde el gradiente urbano se intensifica.

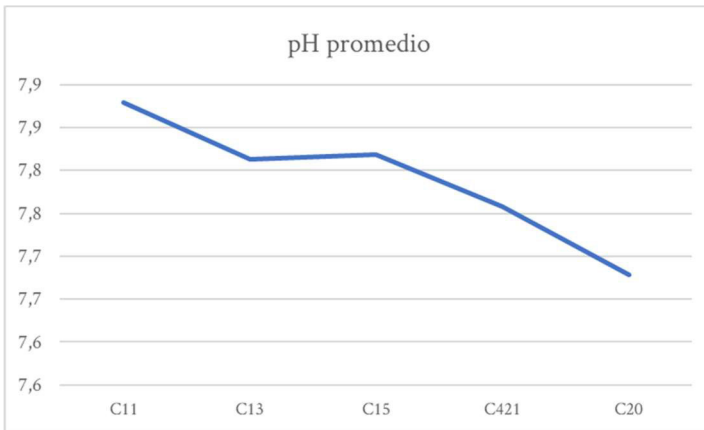


Figura 6: Variación espacial del pH entre las estaciones de muestreo.

Fuente: elaboración propia.

### Conductividad:

La morfología de la curva muestra que hay un claro aumento en la conductividad promedio, en consecuencia, se puede decir que a medida que el gradiente urbano aumenta la conductividad también.

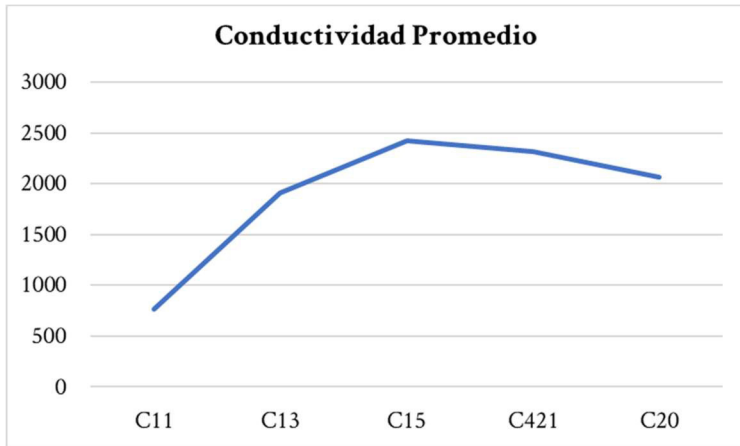


Figura 7: Variación espacial de la conductividad entre las estaciones de muestreo. Fuente: elaboración propia.

### Oxígeno Disuelto:

La morfología de esta curva muestra un aumento hacia las zonas urbanizadas (entre las estaciones C13 y C421). Más adelante en el análisis temporal se puede ver una alta variabilidad estacional más allá del gradiente rural-urbano, esto puede ser debido que el oxígeno disuelto muestra relación directa con la temperatura del agua, cuando esta aumenta puede proliferar la vida bacteriana y esto puede desencadenar en valores de oxígeno disuelto bajo.

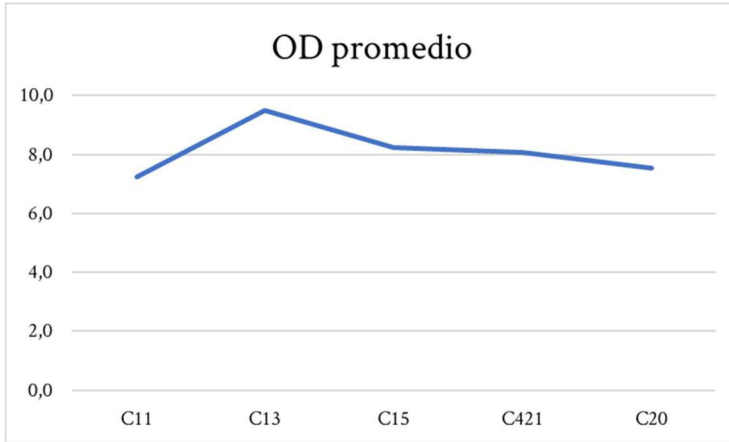


Figura 8: Variación espacial del oxígeno disuelto entre las estaciones de muestreo. Fuente: elaboración propia.

### Demanda Química de Oxígeno:

La curva del DQO dibuja un claro aumento hacia las zonas con alta intensidad de ocupación (Estaciones C15 y C421), este aumento está relacionado con la carga orgánica de las aguas residuales y la alta intensidad de ocupación debido que pueden presentar vertidos industriales, falta de cloacas o presencia de pozos ciegos que infiltran hacia el agua del arroyo.

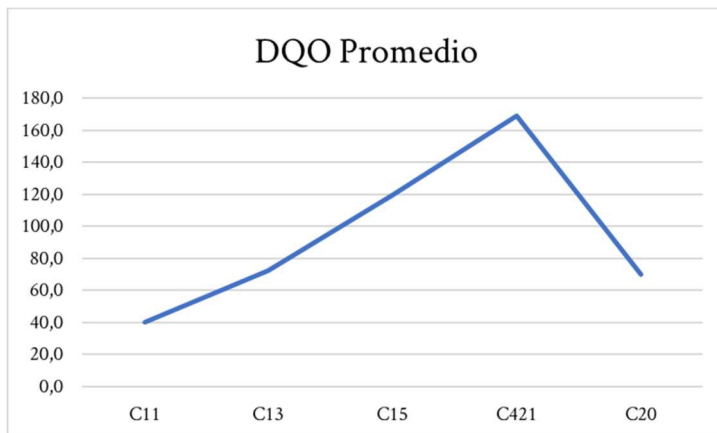


Figura 9: Variación espacial del DQO entre las estaciones de muestreo.  
Fuente: elaboración propia.

## 6. Análisis del gradiente temporal

	PH Otoño	PH Invierno	PH Invierno	PH Primavera	PH Verano 15/03	PH Verano 11/01	pH promedio
<b>C20</b>	7.13	7.97	7.58	7.64	7.82	7.92	7.67
<b>421</b>	7.93	8.1	7.29	7.57	7.83	7.82	7.75
<b>C11</b>	7.85	7.99	7.34	8.39	7.63	8.07	7.87
<b>C13</b>	7.59	8.05	7.57		7.83	8.02	7.81
<b>C15</b>	7.98	8.02	7.61	7.38	7.87	8.05	7.81

Análisis del gradiente temporal: PH. Fuente: elaboración propia.

	Conductividad Otoño	Conductividad Invierno 03/07/19	Conductividad Invierno	Conductividad Primavera	Conductividad verano 11/01	Conductividad Verano 15/03	Conductividad Promedio
C20	1968	2452,5	638	2341	1988	1572,5	2064,4
421	1930	3235,5	607	2149	2312	1961,5	2317,6
C11	614	1003,5	176	945	818	445	765,1
C13	2040	1280	483		1844	2479	1910,75
C15	2030	2750	576	2574	2333	2417,5	2420,9
	1930	3235,5	607	2149	2312	1961,5	2317,6

Análisis del gradiente temporal: Conductividad. Fuente: elaboración propia.

	Od (ppm) Otoño	Od (ppm) Invierno	Od (ppm) Invierno	Od (ppm) Primavera	Od (ppm) Verano 15/03	Od (ppm) Verano 11/01	OD promedio
<b>C20</b>	3.39	9.01	18.93	4.925	5.1	3.91	7.54
<b>421</b>	2.89	10.00	20.47	4.84	6.08	4.10	8.06
<b>C11</b>	5.2	9.42	8.11	6.15	5.55	8.925	7.22
<b>C13</b>	6.49	11.24	19.28		6.14	4.4	9.51
<b>C15</b>	3.08	9.79	20.77	5.25	6.34	4.245	8.24

Análisis del gradiente temporal: Oxígeno Disuelto. Fuente: elaboración propia.

	DQO Invierno 03/07/19	DQO Invierno	DQO Primavera	DQO Verano 15/03	DQO Verano 11/01	DQO Promedio
<b>C20</b>	36.5	129.6	64	35.8	32	59.58
<b>421</b>	68.2	96	352	60.8	81.6	179.93
<b>C11</b>	15.7	148.8	17.6	22	21.8	45.18
<b>C13</b>	20.8	139.2		45.1	32.6	59.42
<b>C15</b>	131.2	140.8	72	160	52.2	111.24

Análisis del gradiente temporal: Demanda Química de Oxígeno  
Fuente: elaboración propia.

## **7. Resultados: Relación entre usos del suelo y la calidad de las aguas.**

Los datos de calidad del agua y proporción de usos del suelo en la cuenca fueron analizados utilizando el programa Statistica.

Luego de evaluar la efectividad de diferentes análisis estadísticos se eligió un análisis de correlaciones.

Los resultados muestran (ver tabla de las correlaciones en el anexo) que:

- la calidad del agua está relacionada con los usos del suelo y que la relación depende de la distancia al arroyo.
- La conductividad esta inversamente relacionada con la variación del uso del suelo residencial urbano que se encuentra hasta 100 m. del cauce del arroyo ( $r = -0,95$ ).
- El pH está positivamente relacionado con los establecimientos industriales que se encuentran hasta 500 m. de distancia ( $r = 0,89$ ).
- No se encontró relación entre calidad del agua y usos del suelo a una distancia de 1000 m. del cauce.

El análisis de correlaciones de los usos del suelo hasta 100 metros del cauce del arroyo muestra que:

- Los usos del suelo Residencial Jardín Barrio parque, zona residencial, Flori horticultura a campo, Flori horticultura en invernáculo, Floricultura promedio, están correlacionados con la conductividad.

El análisis de correlaciones de los usos del suelo hasta 500 metros del cauce del arroyo muestra que:

- La variación del uso Flori horticultura a campo, Flori horticultura en invernáculo y floricultura promedio están relacionadas con el oxígeno disuelto. Esto puede deberse a que las áreas agrícolas se ven expuestas a compuestos orgánicos como resultado de la utilización de agroquímicos en la producción agroalimentaria.
- En el caso de Intensidad de ocupación baja y zona residencial están vinculados con el DQO. Se sabe que la demanda química de oxígeno está relacionado a desagües cloacales con altas cargas de materia orgánica. Esto puede explicar la relación entre las zonas donde predomina el uso del suelo urbano y esta variable ambiental.

El análisis de correlaciones de los usos del suelo hasta 1000 metros del cauce del arroyo muestra que:

- El grupo de Flori horticultura a campo, Flori horticultura en invernáculo y floricultura se vio relacionado con las variables ambientales PH y conductividad en estos casos es común conocer que la calidad del agua se vea afectada por prácticas agrícolas inadecuadas.

- Por otro lado, los usos Agricultura extensiva dominante y Grandes equipamientos sanitarios militares educativos cementerios están correlacionados con el DQO.

Efecto de la temporalidad:

- Para todas las variables ambientales existe un efecto de la temporalidad en relación con los usos del suelo

## **8. Conclusiones:**

El crecimiento poblacional y la urbanización son acciones humanas que han modificado significativamente las cuencas, según el Consejo Federal de Inversiones. La urbanización acelerada, impulsada por el aumento de la población mundial en áreas urbanas, ha llevado a la expansión de viviendas en terrenos anegados y zonas inundables. Además, el desarrollo industrial a menudo no sigue un ordenamiento territorial adecuado, lo que puede afectar la calidad de vida de las personas. Un ejemplo de esto es el crecimiento poblacional en Florencio Varela, donde los asentamientos informales se ubican cerca de establecimientos industriales. Por otro lado, la cuenca "Las Conchitas" tiene una extensa área periurbana con uso predominante del suelo para la agricultura y ganadería, lo que también impacta en la cuenca, aumentando la carga orgánica en las aguas. Enfrentar los conflictos en una cuenca urbana requiere enfocarse en numerosos factores. Son innumerables los factores en los que hay que focalizar para evitar y enfrentar los conflictos en una cuenca urbana.

Este trabajo propone una herramienta de visión estratégica que facilita la planificación para la sostenibilidad territorial basado en un Sistema de Información Geográfica.

Los resultados obtenidos serán utilizados para seleccionar los mejores atributos para entrenar un sistema de aprendizaje automático supervisado con información obtenida de una red de sensores de calidad de agua que se están desarrollando.

### **Referencias bibliográficas:**

Allan, J. D. (2004). School of Natural Resources and Environment, University of Michigan, Ann Arbor, Michigan; *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, 35:257–284.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. 1996 (5-7 de agosto). Taller regional sobre el libro-síntesis del proyecto "Políticas para la gestión ambientalmente adecuada de residuos sólidos urbanos e industriales". Santiago de Chile.

Consejo Federal de Inversiones. (2011). Plan piloto de gestión de cuencas hídricas de pequeñas dimensiones: Cuenca Arroyo Las Conchitas y Baldovinos. Unidad de Investigación, Desarrollo y Docencia Gestión Ambiental (UIDD GA) – Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de La Plata.

Howladar, M. F., Al Numanbakth, Md. A. y Faruque, M. O. (2017). An application of water quality index (WQI) and multivariate statistics to evaluate the water quality around

Maddhapara granite mining industrial area, Dinajpur, Bangladesh. *Environmental Systems Research*, 6(13).

Strungaru, S. A., Nicoara, M., Jitar, O. y Plavan, G. (2015). Influence of urban activity in modifying water parameters, concentration and uptake of heavy metals in *Typha latifolia* L. into a river that crosses an industrial city. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 13(1):1-11.

Tortorelli, M. C. y Hernández, D. A. (1995). Calidad de agua de un ambiente acuático sometido a efluentes contaminantes. En E. Lopretto & G. Tell (Eds.), *Ecosistemas de aguas continentales. Metodología para su estudio*. Ediciones Sur. 1(1): 217-230.

Talavera, V., Zapata, L. M. y Sánchez, D. (1998). Influencia del pH sobre los organismos acuáticos. *Edición Tumpis*, 3(2):1.

Solís-Castro, Y., Zúñiga-Zúñiga, L. A. y Mora-Alvarado, D. (2017). La conductividad como parámetro predictivo de la dureza del agua en pozos y nacientes de Costa Rica.

Zambrano, F. D. A. y Isaza, H. J. D. (1998). Demanda química de oxígeno y nitrógeno total, de los subproductos del proceso tradicional de beneficio húmedo del café. *Cenicafé*, 49(4):279-289.

## Capítulo 4

# **Utilización de la Ecología de Paisajes y Sistemas de Información Geográfica (SIG) para la caracterización de la resiliencia espacial de la Cuenca del Arroyo "Las Conchitas", provincia de Buenos Aires**

*Lic. Rocío Belén Gómez*

### **1. Introducción**

El trabajo presentado a continuación, realizado en el marco de la beca EVC- CIN (2019), el cual forma parte del Proyecto Agua y Territorio, y que luego fue tomado como tema para realizar la tesina de grado y lograr la obtención de título en la licenciatura en gestión ambiental; tuvo como objetivo evaluar la resiliencia espacial, mediante un índice ecológico cuantitativo, de la Cuenca del Arroyo "Las Conchitas", ubicada en el AMBA Sur de la Provincia de Buenos Aires, Argentina.

En este capítulo se realiza el análisis de la resiliencia hídrica de la cuenca. Es decir el sistema complejo ya no es solo una foto sino que se establece el marco para considerar su dinámica tanto pasada como futura, considerado aspectos territoriales y de contorno.

El índice calculado consiste en una adaptación del Índice de Resiliencia Espacial realizado por Rescia & Ortega (2.018) diseñado para cuantificar la resiliencia de olivares frente a la Bactroceraoleae en dos ecosistemas diferentes.

## **2. Área de estudio**

La cuenca del arroyo “Las Conchitas”, ubicada en el AMBA<sup>1</sup> Sur, con una extensión de 11.110 Ha y 263.432 de habitantes, al momento del Censo 2.010; junto con otras cuencas de zona sur se caracteriza por ser un curso subparalelo de bajo relieve, en relación a las cuencas del norte, debido a su altura respecto al nivel del mar y su proximidad (Observatorio Metropolitano, 2.020). Esta nace en el Municipio de Florencio Varela emplazándose en las localidades de La Capilla, Villa San Luis, Villa Brown, Bosques e Ingeniero Allan; abarca ligeramente los Municipios de Presidente Perón y La Plata, en la localidad de Arturo Segui y posteriormente discurre sus aguas a lo largo del Municipio de Berazategui, en las localidades de Berazategui, Ranelagh, Guillermo Hudson, Gutiérrez, El Pato, Sourigues y Villa España; desemboca finalmente en el Río de la Plata.

---

1 El Área Metropolitana de Buenos Aires es una delimitación utilizada por el INDEC (2003) que incluye a la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y 24 partidos del Gran Buenos Aires.

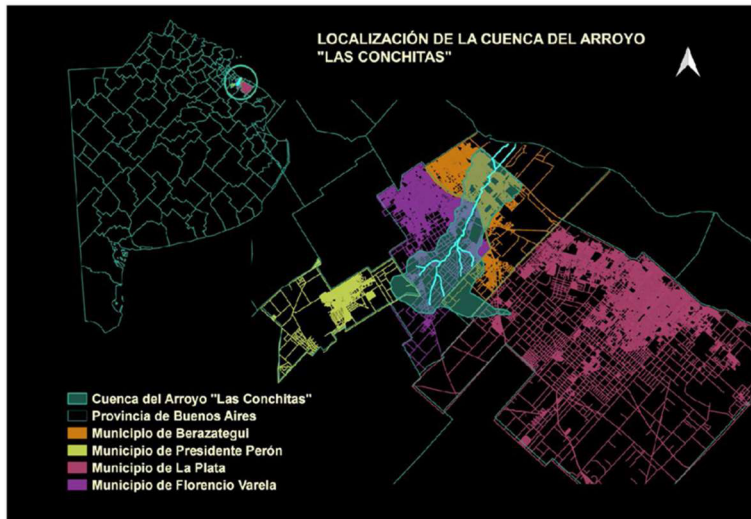


Ilustración 1. Localización de la Cuenca del Arroyo “Las Conchitas.

Fuente: Hacienda y Finanzas de PBA. Fuente: Elaboración propia

Como gran parte de las cuencas del AMBA, se encuentra altamente antropizada: en la cuenca alta existe predominio de la actividad frutihortícola, mientras que en la cuenca media y baja se desarrollan las actividades industrial y residencial de manera intercalada, siendo esta última la que más ha crecido extensivamente en el último tiempo (Calvo et.al., 2015).

La ocupación del territorio se realizó a partir de la demanda, sin considerar las particularidades de cada uso. Este tipo de desarrollo territorial no estratégico trajo aparejado, entre otros conflictos, el deterioro de los servicios ecosistémicos de la cuenca, aumentando los riesgos ambientales, principalmente en los sectores poblacionales más vulnerables. En este sentido, evaluar qué condiciones espaciales existentes favorece la resiliencia de la

cuenca, es fundamental para planificar de forma ambientalmente estratégica el ordenamiento territorial de la misma y así lograr bienes comunes sostenibles y mejora en la calidad de vida de la población. Aquí es donde toma relevancia el concepto de resiliencia espacial trabajado por Cumming (2011, 2016) y Rescia & Ortega (2018) quienes plantean a la ecología del paisaje, sus métricas y la resiliencia espacial, como factores claves para poder comprender como la disposición espacial, tamaño, interacciones, diversidad y abundancia de los usos afecta la sostenibilidad de los socioecosistemas.

Es así, que con el objeto de caracterizar la resiliencia espacial de la Cuenca del Arroyo “Las Conchitas”, se realizó la cartografía de los usos de suelo a partir de procesamiento de imágenes satelitales espacializando la disposición de los mismos para calcular las métricas del paisaje y construir el índice de resiliencia espacial adaptado del construido por Rescia & Ortega (2018).

### **3. Materiales y Métodos**

La clasificación de usos de suelo fue ad hoc y realizada en base a el mapa obtenido de la tesis de grado de Cánepa (2020), denominado “Análisis multiescalar de la relación entre la calidad del agua y los usos del suelo, en la cuenca del arroyo Las Conchitas, Argentina”.

La selección de la clasificación de usos para realizar la cartografía se definió bajo algunos condicionantes: el primero de ellos fue que el trabajo se realizó enteramente en gabinete, por lo que no se pudo constatar la amplitud de usos de suelo referenciados en el estudio de Canepa (2020). Por otro lado, para lograr una mayor

exactitud en los datos arrojados por el Sistema de Información Geográfica utilizado (Qgis), fue preciso disponer de firmas espectrales<sup>2</sup> claras y fácilmente diferenciadas. Finalmente, a los fines del objetivo de este trabajo, se consideró apta la clasificación en dos grandes dimensiones que fueron rural y urbana y sus subcategorías, siendo que estas, considerando los estudios previos<sup>3</sup>, repercuten de forma diferenciada en la calidad de la cuenca.

A continuación, se definen las categorías seleccionadas<sup>4</sup>:

---

2 Las firmas espectrales muestran el perfil específico de radiancia emitida por diferentes elementos situados en la superficie de la Tierra. Cada elemento interactúa con la radiación de manera diferente, absorbiendo en algunas longitudes de onda y reflejando otras, lo que nos permite diferenciar diferentes superficies.

3 Herkovits, J.; Rodríguez, A.; Boyle, T.; Servant, R.; Pérez- Coll, C.; Gómez, N.; Muñoz, L.; Domínguez, O.; Cortelezzi, A. (2003) Estudio ecotoxicológico del Arroyo Las Conchitas (Buenos Aires) I Toxicidad del Agua y sedimentos. II Parámetros físico-químicos y relevamiento de la biota. Salud Ambiental y Humana: Una visión Holística. Instituto de Ciencias Ambientales y salud, fundación PROSAMA. Instituto de Limnología "Dr. Raúl A. Ringuelet"- UNLP- CONICET. U.S Geological Survey, Colorado State University. Comisión Nacional de la Energía Atómica. Escuela de Ciencia y Tecnología, UNSAM; Municipalidad de Florencio Varela; Municipalidad de Berazategui.

Ferreira, Ricardo; Reggio, Marina y Sosio, Verónica Informe para la materia Química Ambiental de la Maestría en "Evaluación Ambiental de Sistemas Hidrológicos. UNLP Consejo Federal De Inversiones. (2011). "Plan Piloto De Gestión De Cuenas Hídricas De Pequeñas Dimensiones Cuenca Arroyo Las Conchitas Y Baldovinos". Unidad De Investigación, Desarrollo Y Docencia Gestión Ambiental (Uidd Ga) – Facultad De Ingeniería –Universidad Nacional De La Plata.

Clarisa Cánepa (2020). Análisis multiescalar de la relación entre la calidad del agua y los usos del suelo, en la cuenca del arroyo Las Conchitas, Argentina. Universidad Nacional Arturo Jauretche

<sup>4</sup> La clasificación fue ha doc para el presente trabajo

### Dimensión rural:

Espacio geográfico con predominio de cobertura vegetal y arbórea, donde conviven actividades primarias y poblaciones dispersas.

Rural: zona comprendida en cercanías a parcelas agrícolas, parcelas agrícolas abandonadas, zonas presumiblemente de uso ganadero.

Rural Agrícola: parcelas destinadas a explotación agrícola  
resiliencia espacial resultado de la interacción de dichos usos.

Pastizal: Zona abierta, sin uso definido.

Bosque: zona de cobertura arbórea continua

### Dimensión urbana:

Espacio geográfico con predominio de superficie impermeabilizada y conglomerados urbanos de alta densidad poblacional

Residencial: zona de construcciones contiguas identificadas como viviendas

Industrial: edificaciones identificadas, generalmente por la vista aérea de los tinglados, como industrias.

Red vial: zonas lineales correspondientes a rutas, autopistas y calles municipales principales.

El desarrollo de la cartografía partió del procesamiento de las bandas superpuestas nro. 4, 11 y 12 de una imagen ráster Sentinel 2 en el complemento SCP (Semi-Automatic Classification Plugin)

de Qgis versión 3.10.9. En este se seleccionaron 10 áreas de muestreo por cobertura mediante polígonos trazados sobre áreas homogéneas que se superponen a píxeles pertenecientes a la misma clase de la cobertura del suelo. Una vez creadas las áreas de interés y las firmas espectrales, el complemento clasifica el total de la imagen para que se corresponda con las coberturas del suelo previamente definidas. De esta forma se obtuvo el mapa de los usos de suelo actualizado de la Cuenca del arroyo “Las Conchitas”.

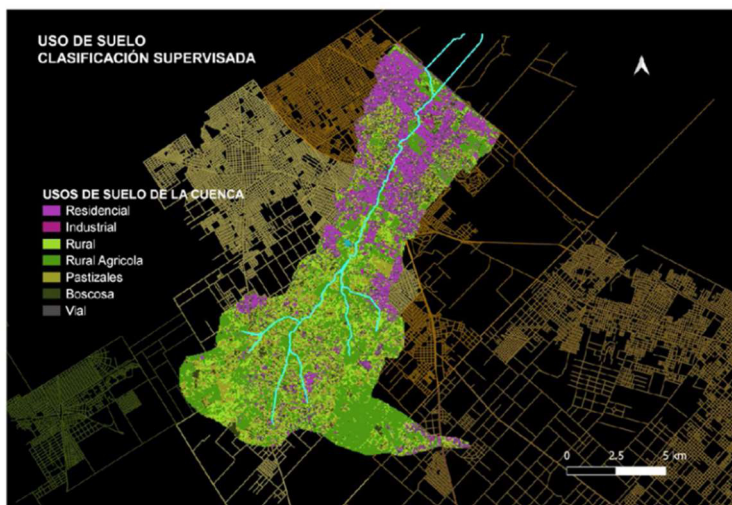


Ilustración 2. Uso de suelo de la Cuenca del Arroyo “Las Conchitas” mediante clasificación supervisada para el año 2020. Fuente: Elaboración propia

Respecto al Índice de Rescia y Ortega (2018), este asume que la resiliencia espacial depende de las formas, disposición espacial de las coberturas, diversidad y abundancia de los usos de suelo. Está compuesto por métricas a nivel clase y paisaje, donde se suman aquellas que favorecen la resiliencia espacial y se restan aquellas

consideradas como perjudiciales para la misma. Cada métrica es normalizada con mínimo-máximo para mantener las magnitudes entre las mismas, quedando el índice bajo la siguiente ecuación:

$$\text{SRI} = 10 * ((\text{SA}/\text{Max} (\text{SA})) + (\text{LDI}/\text{Max} (\text{LDI})) + (\text{ENN}/\text{Max} (\text{ENN})) + (\text{LSI}/\text{Max} (\text{LSI})) + (\text{PD}/\text{Max} (\text{PD})) - (\text{OGA}/\text{Max} (\text{OGA})) - (\text{MPS}/\text{Max} (\text{MPS})))$$

Donde SA es zona de monte bajo, LDI es el índice de diversidad paisajística, ENN es la distancia eucladiana vecina más cercana entre olivares, LSI es el índice de forma del paisaje, PD es la densidad de parches, OGA es el área de olivar y MPS es el tamaño medio del parche. SA, ENN y OGA corresponden a escala clase; LDI, PD y MPS, LSI a escala paisaje.

Para adaptar el índice al sistema socio ecológico de la Cuenca del Arroyo “Las Conchitas” fue necesario modificar las métricas correspondientes a las coberturas de suelo (escala clase). El resto de las métricas se conservaron, aplicando las relaciones causales del índice original al área de estudio.

Cómo se mencionó previamente, existen estudios antecedentes de la Cuenca donde se analiza la incidencia diferenciada de los usos de suelo en la calidad de agua superficial. En este trabajo, a partir de la información obtenida se relacionó los servicios ecosistémicos que la cuenca provee, la calidad de agua superficial y las afectaciones que los usos de suelo generan a los servicios ecosistémicos. Esta relación sirvió para diagnosticar qué variables suprimen y promueven en la resiliencia de estos servicios. Para la clasificación de los servicios ecosistémicos se utilizó la taxonomía

internacional del milenio (EM, 2005) para la tasación de servicios ecosistémicos, discriminando los servicios sólo aplicables a este socio ecosistema (tabla 1)

Los estudios sobre la calidad superficial del Arroyo “Las Conchitas” y su conexión con los usos de suelo fueron los siguientes:

- Herkovits, J.; Rodríguez, A.; Boyle, T.; Servant, R.; Pérez- Coll, C.; Gómez, N.; Muñoz, L.; Domínguez, O.; Cortelezzi, A. 2.003. Estudio ecotoxicológico del Arroyo Las Conchitas (Buenos Aires) I Toxicidad del Agua y sedimentos. II Parámetros físico- químicos y relevamiento de la biota. Salud Ambiental y Humana: Una visión Holística. Instituto de Ciencias Ambientales y salud, fundación PROSAMA. Instituto de Limnología “Dr. Raúl A. Ringuet”- UNLP- CONICET. U.S Geological Survey, Colorado STate University. Comisión Nacional de la Energía Atómica. Escuela de Ciencia y Tecnología, UNSAM; Municipalidad de Florencio Varela; Municipalidad de Berazategui.
- Ferreira, Ricardo; Reggio, Marina y Sosio, Verónica. 2.008. Informe para la materia Química Ambiental de la Maestría en “Evaluación Ambiental de Sistemas Hidrológicos”. UNLP
- Consejo Federal De Inversiones. (2011). “Plan Piloto De Gestión De Cuencas Hídricas De Pequeñas Dimensiones Cuenca Arroyo Las Conchitas Y Baldovinos”. Unidad De Investigación, Desarrollo Y Docencia Gestión Ambiental (Uidd Ga) – Facultad De Ingeniería –Universidad Nacional De La Plata.

- Clarisa Cánepa (2020). Análisis multiescalar de la relación entre la calidad del agua y los usos del suelo, en la cuenca del arroyo Las Conchitas, Argentina. Universidad Nacional Arturo Jauretche.

El estudio de J Herkovits et. al (2003) tomó 4 puntos de muestreo a lo largo de la cuenca, analizando elementos ecotoxicológicos y fisicoquímicos: los resultados obtenidos concluyeron que los puntos de muestreo de mayor concentración en uso urbano, del tipo industrial, emplazado en la cuenca media, poseen altos valores de toxicidad y menor porcentaje de diversidad biótica. Referente a los parámetros físico químicos aguas abajo arroja resultados de DBO 12/28 mg/l, DQO 3976 mg/l y la turbidez 62/50 NTU (altamente poluida y eutrofizada). Respecto al estudio de Ferreira et. al confirman que existe un progresivo aumento de los valores en metales pesados (Mn, Zn y Cu) a medida que avanza el cuerpo de agua, al igual que alta conductividad y bajo oxígeno disuelto, relacionados con el gradiente de actividad antrópica en la cuenca media- baja. El CFI (2011) reporta que en el tramo superior de la cuenca se han hallado compuestos nitrogenados, DBO y clorofila, fundamentalmente relacionados a la actividad rural intensiva dominante en este sector. En el sector medio los picos máximos detectados corresponden a parámetros vinculados con descargas cloacales e industriales. Se trata de compuestos nitrogenados (amonio y nitrógeno amoniacal), cloruros, DBO, detergentes, metales pesados en agua y sedimentos, sustancias fenólicas.

Por otra parte, los estudios fisicoquímicos realizados por Cánepa (2020) también arrojaron resultados alarmantes en las zonas de uso industrial.

Los análisis también coinciden en que los puntos donde se emplazan zonas de menor aglomeración urbana arrojan resultados más óptimos.

CATEGORÍA DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	SUBCATEGORÍAS	SECTOR DE LA CUENCA	TIPO DE USO	PERTURBACIÓN QUE PRODUCE/ RECIBE	CALIDAD HÍDRICA SUPERFICIAL*	
Bienes	Alimento	Alta	Rural	- Eutrofización del suelo	Aceptable	
		Alta	Rural	- Pérdida de estructura del suelo - Erosión	Aceptable	
	Floricultura	Alta	Rural	- Pérdida de estructura del suelo - Erosión	Aceptable	
		Alta	Rural	- Impermeabilización del suelo - Aumento de la escorrentía - Contaminación hídrica por vuelco de efluentes	Comprometida	
	No alimenticio	Alta	Rural	- Habitan taxones sensibles a la contaminación	Aceptable	
		Alta	Rural	- Habitan solo especies resistentes	Comprometida	
	Actividades industriales	Media y baja	Urbano	- Se recuperan las condiciones de diversidad, pero no se llega al número de la cuenca alta	Media	
		Media	Urbano			
	Recursos genéticos	Ictiofauna	Media	Urbano		
			Baja	Urbano		

Servicios de Regulación		Alta	Rural	comprometida
Agua	Depuración de efluentes	Alta <td>Rural <td>comprometida</td> </td>	Rural <td>comprometida</td>	comprometida
	Ciclo hidrológico	Alta <td>Rural <td>comprometida</td> </td>	Rural <td>comprometida</td>	comprometida
Suelo	Escorrentía	Alta <td>Rural <td>comprometida</td> </td>	Rural <td>comprometida</td>	comprometida
	Erosión	Alta <td>Rural <td>comprometida</td> </td>	Rural <td>comprometida</td>	comprometida

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recepción de residuos de producción agropecuaria por escorrentía</li> <li>- Descarga de efluentes cloacales domiciliarios e industriales</li> <li>-Cauce natural</li> <li>- Existen tramos entubados por lo que el ciclo es afectado.</li> <li>- Parcelas con pérdida de estructura de suelo</li> <li>- Superficies con masa arbórea y vegetal que confiere estructura al suelo</li> <li>-alto porcentaje de suelo impermeabilizado</li> <li>-pueden encontrarse suelos erosionados producto de la actividad agrícola intensiva</li> <li>-la mayoría del suelo se encuentra impermeabilizado con relictos verdes de uso recreativo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-</li> </ul>
--	---

Tabla 1. Relación de servicios ecosistémicos con calidad de agua superficial.

Fuente: Herkovits, et al. (2003), EM (2005), Ferreira, CFI (2011), Cánepa (2020). Fuente: Elaboración propia.

## 4. Resultados

Considerando los estudios precedentes y su relación con la degradación del medio y por tanto de los servicios ecosistémicos, tomaremos como supresora de la resiliencia espacial de la cuenca, la dimensión urbana y las categorías que la componen y como promotora la dimensión rural con las categorías que la componen.

Una vez obtenidas los usos de suelo promotores y supresores de la resiliencia espacial de la cuenca se procede a completar la ecuación del Índice de Resiliencia Espacial (IRE):

$$\text{IRE} = 10 * [(((\text{ARu}/\text{Max}(\text{ARu})) + (\text{ARA}/\text{Max}(\text{ARA})) + (\text{AB}/\text{Max}(\text{AB})) + (\text{AP}/\text{Max}(\text{AP}))) + (\text{LDI}/\text{Max}(\text{LDI})) + (\text{ENN}/\text{Max}(\text{ENN})) + (\text{LSI}/\text{Max}(\text{LSI})) + (\text{PD}/\text{Max}(\text{PD}))))] - [((\text{ARs}/\text{Max}(\text{ARs})) + (\text{AI}/\text{Max}(\text{AI})) + (\text{AV}/\text{Max}(\text{AV}))) - (\text{MPS}/\text{Max}(\text{MPS}))]$$

Se utilizó, al igual que en el Índice de Resiliencia Espacial de Rescia y Ortega (2018), una normalización mín.-máxima para los datos de los indicadores que componen el índice, lo que ha permitido mantener las diferencias en las magnitudes medidas reales. De esta manera, fue posible interpretar y unificar la escala para todos los indicadores (valores entre 1 y 10; multiplicando por 10 cada variable).

Descripción de métricas:

Nivel clase:

ARs (Área de uso residencial): Proporción de la superficie total ocupada por la cobertura del tipo residencial

AI (Área de uso industrial): Proporción de la superficie total ocupada por la cobertura del tipo Industrial

AV (Área de uso vial): Proporción de la superficie total ocupada por la cobertura del tipo vial

AR (Área de uso rural): Proporción de la superficie total ocupada por la cobertura del tipo rural

ARA (Área de uso rural agrícola) Proporción de la superficie total ocupada por la cobertura agrícola.

AP (Área pastizal): Proporción de la superficie total ocupada por la cobertura del tipo pastizal

AB (Área Boscosa): Proporción de la superficie total ocupada por la cobertura del tipo boscosa.

ENN (Distancia Euclidiana): Distancia en línea recta entre los usos supresores de la resiliencia (residencial, industrial, vial).

Escala paisaje:

LSI (Índice de Forma del Paisaje): Mide la relación perímetro-área para los parches del paisaje en su conjunto. Aumenta cuando aumenta la longitud del borde dentro del paisaje. Este índice puede considerarse como un indicador de fragmentación. LSI es 1 cuando los parches se agregan al máximo y va creciendo en valor a medida que aumentan los bordes, es decir, los parches se encuentran más fragmentados.

PD (Densidad de parche): Número de parches por 100 ha. Mide el tamaño de la distribución de los parches de uso de la tierra (disposición espacial). Esta métrica puede considerarse como un indicador de fragmentación. Aumenta a medida que el paisaje se vuelve más irregular. Alcanza su máximo si cada celda es un parche diferente.

MPS (Tamaño medio de parche): Área ocupada por un tipo de parche dividida por el número de parches de ese tipo en el paisaje. Mide el grado de fragmentación o tamaño de los fragmentos del paisaje. MPS es 0 si todos los parches son pequeños. Aumenta, sin límite, cuando el tamaño de parche aumenta.

LDI (Índice de diversidad del paisaje): Diversidad de los parches de uso del suelo calculados mediante la fórmula de Shannon. Este índice tiene en cuenta la riqueza (variedad) y la uniformidad (abundancia relativa) de los parches de uso de la tierra. Es independiente a la configuración espacial de los mismos. LDI es 0 cuando solo está presente un tipo de parche y aumenta, sin límite, a medida que aumenta el número de clases mientras las proporciones se distribuyen equitativamente.

Para el cálculo de la configuración espacial y la extensión de las áreas de cada uso de suelo a partir de las imágenes ráster, necesarias para la formulación del índice, se utilizó el programa Fragstats. Este programa procesa los datos en los niveles parche, clase y paisaje.

Bajo la premisa de que este trabajo sirva como herramienta para la gestión ambiental del territorio, se optó dividir la cuenca y

calcular el índice a escala localidad, considerando, por un lado, la inexistencia de comité de cuenca lo cual dificulta la articulación de políticas intermunicipales y resultaría ineficaz la información a escala cuenca alta, media y baja; y por el otro, considerando la heterogeneidad de usos de suelo que desarrollan dentro de cada municipio.

Para cada localidad se seleccionaron puntos de muestreo al azar por cada métrica, equivalentes en su conjunto al 10% de la superficie total de cada localidad. Las muestras tuvieron una extensión de 200 metros por lado.

PARTIDO	LOCALIDAD	SUP. EN CUENCA(M2)	PUNTOS DE MUESTREO	SUP. DE CADA MUESTRA (M2)	SUP. TOTAL DE MUESTREO (M2)
Berazategui	Berazategui	3114400	16	20000	320000
	Villa España	1393100	7	20000	140000
	El Pato	17149000	86	20000	1720000
	Gutiérrez	2333900	12	20000	240000
	Hudson	13064700	66	20000	1320000
	Platanos	10859100	55	20000	1100000
Presidente Perón	Ranelagh	4514400	23	20000	460000
	Sourigues	12283300	6	20000	120000
	Presidente Perón	6254100	31	20000	620000
Florencio Varela	Villa Brown	6049800	30	20000	600000
	Ing. Allan	18731700	96	20000	1920000
	Villa San Luis	11182400	56	20000	1120000
	Bosques	7979000	40	20000	800000
La Plata	La Capilla	27832300	139	20000	2780000
	Arturo Segui	4084800	20	20000	400000

Tabla 2. Puntos de muestreo por localidad para la cuantificación de métricas. Fuente: elaboración propia.

El programa arrojó valores para cada métrica seleccionada a escala clase y paisaje por punto muestral, las cuales fueron normalizadas bajo mínimo/máximo para obtener un único resultado por métrica y mantener las magnitudes.

A continuación, se expone la tabla resumen (tabla 3) con cada valor normalizado por métrica y el resultado del Índice de Resiliencia Espacial obtenido a partir de la ecuación expresada previamente, calculada a escala localidad.

La disposición de la tabla responde a un orden de mayor a menor por superficie total tipo rural ocupada.

PREDOMINIO	LOCALIDAD	Rural										I RE			
		Agrícola	Pastoral	Boscosa	LDI	LSI	ENN	PD	Residencia	Industria	Red Vial		MPS		
RURAL	Presidente Perón	0.0270	0.0046	0.0401	0.0243	0.0952	0.4549	0.0000	0.2000	0.0000	0.12	0.1333	0.0954	4.9763	
	El Pato	0.0326	0.0544	0.0389	0.0588	0.0855	0.4199	0.5521	0.0833	0.0289	0.0000	0.0370	0.1666	10.9315	
	Villa Brown	0.0329	0.0084	0.0130	0.1125	0.2955	0.4115	0.9513	0.1538	0.0484	0.0000	0.0740	0.1181	17.3847	
	La Capilla	0.0638	0.0326	0.024	0.0205	0.2460	0.3835	0.2595	0.0714	0.0147	0	0.0439	0.1060	9.3701	
	Villa San Luis	0.1496	0.0231	0.1018	0.0086	0.0636	0.3759	0.3922	0.0714	0.0176	0.0000	0.0506	0.2159	9.0224	
	Ing. Allan	0.0049	0.0045	0.0050	0.1176	0.1272	0.3471	0.2627	0.0624	0.0105	0.2	0.0116	0.0068	7.0273	
	MIXTO	Arturo Seguí	0.0061	0.0281	0.0238	0.0370	0.3036	0.3917	0.7284	0.2500	0.5454	0.0833	0.0555	0.0073	10.7723
		Randolph	0.1445	0.0138	0.0621	0.2337	0.1472	0.3690	0.4562	0.0666	0.1086	0.0000	0.0628	0.1612	11.6066
		Bosques	0.0278	0.0090	0.0543	0.0714	0.3467	0.3589	0.7071	0.0714	0.0579	0.1666	0.0256	0.0300	13.6661
		Hudson	0.2255	0.0454	0.0471	0.0104	0.2173	0.3529	0.2748	0.0769	0.0229	0.25	0.0441	0.0816	8.5196
Souriqués		0.1000	0.0000	0.0128	0.0000	0.0886	0.4772	0.8219	0.1428	0.0430	0.0000	0.0090	0.1458	14.4567	
Pitágoras		0.0384	0.0155	0.0355	0.0375	0.2070	0.3916	0.2020	0.1578	0.0442	0.5	0.08	0.0748	3.8656	
Gardiner		0.2083	0.625	0.04285	0.0000	0.4700	0.4123	0.5506	0.1818	0.0714	0.03	0.4012	0.2408	17.4753	
PREDOMINIO URBANO		Berazategui	0.1	0.2	0.1666	0.0000	0.1451	0.4444	0.5812	0.0999	0.0426	0.1666	0.1515	0.0362	13.4040
		Villa España	0.5	0.3589	0.1538	0.0000	0.6024	0.6898	0.6213	0.4285	0.2429	0.0000	0.1538	0.1597	27.9836

Tabla 3. Métricas normalizadas y resultado del Índice de Resiliencia Espacial por localidad. Fuente: elaboración propia.

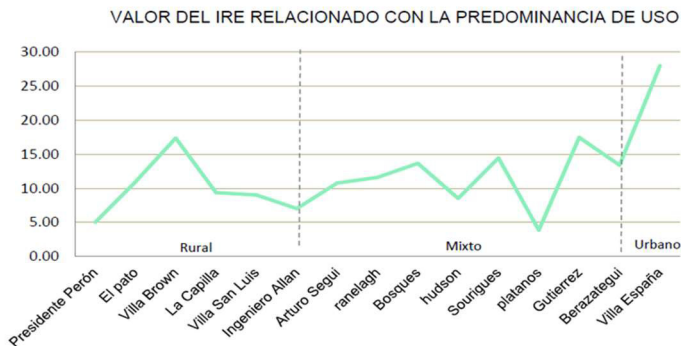


Ilustración 3. Valor IRE relacionado con la predominancia de uso rural de mayor a menor. Fuente: Elaboración propia.

Considerando que para la selección de métricas en la adaptación del IRE, se tomaron como supresora de la resiliencia espacial de la cuenca, la dimensión urbana y las categorías que la componen y como promotora de la resiliencia espacial a la dimensión rural con las categorías que la componen, se esperaría que las localidades con mayor proporción de uso rural sean las de mayor valor en el IRE y las localidades con predominio de uso urbano las de menor IRE. Ahora bien, como se puede observar en la Ilustración 1, el IRE no expone una relación causal entre el dominio del uso rural y la promoción de la resiliencia espacial. Por el contrario, los datos son muy heterogéneos.

Si intentamos encontrar el porqué de esta heterogeneidad una posible respuesta está en la relación existente entre la superficie por uso de suelo y las formas de normalización: aquellos usos de suelo que poseen mayor superficie y por tanto mayor número de muestras y amplitud de rango entre los valores, al ser normalizadas en mínimo/máximo, obtienen un valor menor, que

aquellas de menor superficie, menor número de muestras y rango de valores entre ellas. Cabe recordar que las áreas de uso de suelo representan 7/11 métricas que integran el IRE y, por tanto, su influencia es mayoritaria.

Por otra parte, podemos analizar como el resto de las métricas afectan el IRE. Para facilitar la interpretación, considerando la heterogeneidad de datos, se optó por realizar promedios por tipo de localidad (rural/mixto/urbano):

Tipo de localidad	Localidades	IRE	IRE promedio	LDI	LDI promedio	LSI	LSI promedio	PD	PD promedio	MPS	MPS promedio
Rural	Presidente Perón	4.9763	9.7854313	0.0952	0.15224313	0.45491	0.3988429	0.200000	0.1070893	0.095454	0.11817443
	El pato	10.9315		0.0855		0.41999		0.083333		0.166666	
	Villa Brown	17.384		0.2955		0.41153		0.153846		0.118181	
	La Capilla	9.3701		0.2460		0.38356		0.071428		0.106031	
	Villa San Luis	9.0224		0.0636		0.37593		0.071428		0.215909	
	Ingeniero Allian	7.0235		0.1272		0.34710		0.062499		0.006802	
Mixto	Arturo Seguí	10.772	11.480363	0.3036	0.25438897	0.39170	0.3934125	0.250000	0.1353697	0.007371	0.10597340
	Ranelagh	11.606		0.1472		0.36900		0.066666		0.161290	
	Bosques	13.666		0.3467		0.35897		0.071428		0.030045	
	Hudson	8.5196		0.2173		0.35294		0.076922		0.081632	
	Sourigues	14.456		0.0886		0.47728		0.142856		0.145825	
	Plátanos	3.8656		0.20703		0.39165		0.157894		0.074829	
	Gutiérrez	17.475		0.47006		0.41231		0.181818		0.240818	
Urbano	Berazategui	13.404	20.693857	0.14512	0.37376819	0.44444	0.5671451	0.099999	0.2642855	0.036281	0.09803785
	Villa España	27.983		0.60241		0.68984		0.428571		0.159794	

Tabla 4. IRE relacionado con la ENN (escala clase) en promedio por tipo de localidad. Fuente: elaboración propia.

Observando el cuadro podemos decir que:

El promedio de localidades con predominio de uso urbano fue el que mayor Índice de Resiliencia espacial (IRE) obtuvo, así como también mayor índice de diversidad del paisaje (LDI), mayor índice de forma (LSI), densidad de parche (PD) y distancia euclidiana (ENN) entre sus usos y el menor tamaño medio de parche (MPS);

El promedio de las localidades mixtas se encuentra en un valor intermedio de IRE, índice de diversidad del paisaje, densidad de parche, tamaño medio de parche y distancia euclidiana entre los usos urbanos y posee el menor valor en el índice de forma por escasos decimales;

El promedio de las localidades con predominio de uso rural posee el menor IRE, menor índice de diversidad del paisaje, densidad de parche y distancia euclidiana entre los usos urbanos; posee valor medio en el índice de forma por escasos decimales, y el valor más alto en el tamaño medio de parche.

Concluimos entonces, que el IRE fue influenciado por:

- a) por el tipo y dominancia de uso de uso de suelo, siendo a mayor uso urbano, mayor IRE;
- b) por el tipo de normalización
- c) por la diversidad del paisaje, a mayor LDI, mayor IRE;

d) y por la fragmentación del paisaje, siendo a mayor distancia entre parches de uso urbano (ENN), mayor IRE; por mayor número de parches (PD), mayor IRE; a mayor tamaño medio de parche (MPS), menor IRE y respecto a la complejidad de las formas de los parches, los valores más altos del LSI fueron coincidentes con los valores más altos de IRE, manteniéndose en valores cercanos entre los IRE medio y bajo.

## **5. Consideraciones finales**

La investigación, si bien contó con sustentos teóricos y se basó en la adaptación de un índice preexistente (Rescia & Ortega, 2018), fue del tipo exploratorio: La ecología del paisaje y aún más el concepto de resiliencia espacial es un tema innovador y, por tanto, aún no existe gran número de material disponible.

Este trabajo requirió de consultas con profesionales de otras disciplinas por contener temas no explorados durante el tramo de formación, como lo son la ecología aplicada en el paisaje, estadística y determinada expertise en sistemas de información geográfica.

Respecto al cumplimiento de objetivos, se obtuvo un mapa ráster actualizado de los usos de suelo de la cuenca y se adaptó el Índice de Resiliencia Espacial desarrollado por Rescia & Ortega (2018) a la Cuenca del Arroyo “Las Conchitas” obteniendo IREs a escala de localidad.

El IRE es una gran herramienta para la gestión y ordenamiento ambiental del territorio, que permitiría determinar medidas

objetivas de planificación y manejo de cuenca. En este sentido, la escala localidad es oportuna ya que acota la diversidad de usos y la planificación territorial a la menor unidad política administrativa, lo que facilita su implementación y réplica a escalas mayores.

Queda como desafío, en futuros estudios, ajustar las variables para una mejor representación de la realidad.

## **6. Referencia bibliográfica**

Calvo, G, H., Cipponeri, M., Salvioli, M., Trovatto, M., Álvarez, P. (2016). Análisis multitemporal del uso efectivo del territorio en la cuenca del arroyo “Las Conchitas – Plátanos”. Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ingeniería, Departamento de Hidráulica, Unidad de Investigación, Desarrollo, Extensión y Transferencia Gestión Ambiental (UIDET Gestión Ambiental – FI UNLP).

Canepa, C. (2020). Análisis multiescalar de la relación entre la calidad del agua y los usos del suelo, en la cuenca del arroyo Las Conchitas, Argentina. Universidad Nacional Arturo Jauretche.

Consejo Federal De Inversiones (2011). “Plan Piloto De Gestión De Cuencas Hídricas De Pequeñas Dimensiones Cuenca Arroyo Las Conchitas Y Baldovinos”. Unidad De Investigación, Desarrollo Y Docencia Gestión Ambiental (Uidd Ga) – Facultad De Ingeniería –Universidad Nacional De La Plata.

Cumming, G. (2011). *Spatial resilience: integrating landscape ecology, resilience, and sustainability*. Springer Science+Business Media B.V.

Cumming, G., Morrison, T y Hughes, T. (2016). *New Directions for Understanding The Spatial Resilience of Social–Ecological Systems*. Springer Science+Business Media New York

Ferreira, R., Reggio, M. y Sosio, V. (2008). Informe para la materia Química Ambiental de la Maestría en “Evaluación Ambiental de Sistemas Hidrológicos. UNLP

Herkovits, J., Rodríguez, A., Boyle, T., Servant, R., Pérez- Coll, C., Gómez, N., Muñoz, L., Domínguez, O., Cortelezzi, A. (2003). Estudio ecotoxicológico del Arroyo Las Conchitas (Buenos Aires) I Toxicidad del Agua y sedimentos. II Parámetros físico- químicos y relevamiento de la biota. Salud Ambiental y Humana: Una visión Holística. Instituto de Ciencias Ambientales y salud, fundación PROSAMA. Instituto de Limnología “Dr. Raúl A. Ringuelet”- UNLP- CONICET. U.S Geological Survey, Colorado State University. Comisión Nacional de Energía Atómica. Escuela de Ciencia y Tecnología, UNSAM; Municipalidad de Florencio Varela; Municipalidad de Berazategui.

Observatorio Metropolitano (2020). Cuenca de la Zona Sur. En: <http://www.observatorioamba.org/planes-y-proyectos/cuencas/cuenca-de-la-zona-sur#> (última revisión: Junio 2022)

Rescia, A. J. y Ortega, M. (2018). Quantitative evaluation of the spatial resilience to the *B. oleae* pest in olive grove socio-

ecological landscapes at different scales. *Ecological Indicators* 84:820–827. En: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.09.050> (última revisión: Enero 2021).

## Capítulo 5

# **Evaluación de la calidad ecotoxicológica del agua proveniente de diversos sectores del arroyo Las Conchitas, provincia de Buenos Aires**

*Lic. Esp. Diego Ignacio Archuby y Dr. Federico Rimoldi*

En este capítulo se presenta una estrategia de análisis de la calidad del agua y sedimentos del arroyo Las Conchitas desde el punto de vista de la Ecotoxicología. Las diversas actividades antrópicas (desarrollo urbanístico, industrial, agrícola-ganadero, etc.) que se desarrollan en torno a cuerpos de agua superficiales, como los arroyos y sus cuencas asociadas, pueden modificar la calidad del recurso hídrico. El conocimiento íntegro de las sustancias residuales vertidas en ellos resulta ser una tarea compleja y costosa. Pero aún, cuando esto resulte posible, el conocimiento obtenido no resultaría de utilidad para estimar los efectos de los contaminantes sobre la biota debido a que múltiples interacciones entre ellos y con el ambiente podrían modificar la toxicidad individual de cada uno. Por lo antes expuesto, los bioensayos de toxicidad resultan ser una herramienta de gran utilidad para evaluar de modo integral los efectos de los contaminantes sobre la

biota en general, y por ende la calidad del recurso hídrico. Esto complementa lo evaluado en el Capítulo 3.

## **1. Introducción**

La evolución biológica de la especie humana se ha desarrollado durante millones de años en equilibrio con los ecosistemas naturales. El avance de la antropización trae aparejados cambios profundos en los ecosistemas y un incremento en la producción de residuos que alteran la calidad de los mismos.

En un contexto de incremento de la población mundial, con la consecuente demanda de bienes y servicios para su bienestar socioeconómico, grandes asentamientos urbanos se han desarrollado históricamente asociados a cursos de agua superficiales debido a su importancia como recurso para la subsistencia. Por tal motivo, los ecosistemas acuáticos son particularmente vulnerables a la contaminación, ya que son con frecuencia los receptores finales de los residuos que se generan en las cuencas, producto de diversas actividades antrópicas. Todo esto, conlleva la modificación de las características fisicoquímicas y biológicas de los recursos hídricos y su consecuente deterioro, afectando a la biota asociada y a la calidad de vida de la población humana (Ronco, Carriquiriborde, Natale, Martín, Mugni y Bonetto, 2008; Peluso, Abelando, Apartín, Almada y Ronco, 2013a; Demetrio, Rimoldi, Peluso, 2022; Peluso, et al, 2023).

La ecología urbana tiene entre sus principales objetivos el análisis de la estructura de las ciudades, sus flujos de materia y energía, las interrelaciones del ambiente urbano con su entorno y su

sostenibilidad (Di Pace y Bartrons, 2004). En este marco, los cuerpos de agua superficiales urbanos son buenos indicadores del estado general del sistema, por lo que el estudio de su calidad resulta de importancia para conocer la salud de los ecosistemas urbanos.

La evaluación de la calidad de los cuerpos de agua superficiales es abordada por diversas disciplinas. La fisicoquímica ambiental utiliza la concentración de compuestos y otras variables indirectas para caracterizar la calidad de un recurso como por ejemplo, el agua. La microbiología por su parte, analiza la calidad del agua basándose en la presencia y abundancia relativa de diferentes grupos de seres vivos, llegando incluso a identificar contaminantes específicos a partir de la determinación de ciertos taxones presentes; mientras que la ecotoxicología, al estudiar los efectos biológicos de los contaminantes sobre los organismos, proporciona una forma sencilla y práctica de estimar la calidad de los sistemas hídricos, independientemente de los contaminantes presentes y de sus interacciones con otros compuestos y con las diferentes matrices ambientales (APHA, 1998; Environment Canada, 1999; Newman y Clements, 2008). En sistemas complejos como lo son los arroyos que drenan en sectores asociados a usos variados del suelo (urbano, industrial, agrícola y/o ganadero, etc.), el conocimiento de la totalidad de los contaminantes presentes es difícilmente abordable desde el punto de vista económico y logístico, y aun cuando esto fuera factible, la información obtenida no resultaría suficiente para evaluar los potenciales efectos sobre la biota. Esto se debe a que la interacción entre los diferentes compuestos puede modificar la toxicidad individual

(aditividad, sinergismo y/o antagonismo entre contaminantes), siendo aquí donde la ecotoxicología toma relevancia (Tyagi, Chopra, Durgapal y Kumar, 2007). El potencial nivel de toxicidad de una sustancia o de una mezcla puede evaluarse mediante la aplicación de ensayos estandarizados de toxicidad con organismos diagnóstico bajo condiciones controladas de laboratorio. Varios autores han utilizado este tipo de herramientas ecotoxicológicas para evaluar la calidad del agua superficial o de efluentes urbanos complejos con resultados satisfactorios (Becouze-Lareure, Bazin, Namour, Breily Perrodin, 2012; De Melo Gurgel, Navoni, de Morais Ferreira y Do Amaral, 2016; Rimoldi, Peluso, Bulus Rossini, Ronco y Demetrio, 2018). La estrategia de gestión de los recursos hídricos más extendida en el mundo se basa en el establecimiento de niveles guía de calidad (CCEM, 2002; WHO, 2002). Estos niveles son expresiones cualitativas o cuantitativas que establecen, a partir de criterios científicos, umbrales para diferentes parámetros de calidad, los cuales variarán de acuerdo al uso específico u objetivo de protección que se le quiera dar al recurso (uso para consumo, recreativo y/o protección de la biota acuática).

Si bien en Argentina existe legislación específica que establece niveles guía de calidad de aguas superficiales para algunos parámetros, la mayoría de estos han sido establecidos para efluentes de descarga y no para cuerpos receptores. Además, para algunos contaminantes específicos como es el caso de muchos de los denominados “contaminantes emergentes”, no existen niveles guía que hayan sido desarrollados en el país, por lo que debe recurrirse a los existentes en otros países cuya validez para

ecosistemas locales no es completamente conocida. Por lo tanto, la utilización de esta estrategia para la gestión de los recursos hídricos superficiales presenta algunas limitaciones que pueden ser en algunos casos superadas a partir de la utilización de otras herramientas. Si se tiene por ejemplo como objetivo de uso de un cuerpo de agua superficial la protección de la biota asociada, la medición de la toxicidad de sus aguas y sedimentos a partir de bioensayos estandarizados brindará una idea más directa de los potenciales efectos que podrían estar sufriendo los organismos expuestos, independientemente del tipo y concentración de los contaminantes presentes.

En el marco general de lo antes expuesto, y como parte del Programa de Estudios en Ambiente y Territorio (PEAT), que la Universidad Nacional Arturo Jauretche (UNAJ) viene llevando a cabo desde 2012, a mediados del año 2024, hemos iniciado un monitoreo estacional y anual de la calidad ecotoxicológica del arroyo Las Conchitas. Cabe recordar que el PEAT busca abordar desde una visión holística la calidad del recurso hídrico y las problemáticas asociadas de los ecosistemas urbanos de la región. El mencionado arroyo presenta características similares y resume, en una escala abordable, los conflictos socioambientales típicos de otros arroyos de la región, lo que resulta en un buen modelo de estudio. El monitoreo propuesto pretende además buscar relaciones causa-efecto entre la calidad del recurso y los usos predominantes del suelo que se desarrollan en la zona de influencia. Como antecedente, cabe mencionar la existencia de trabajos realizados en dicho arroyo y su cuenca asociada, destacando entre otros, algunos vinculados a su topografía y

geomorfología, parámetros fisicoquímicos, usos del suelo y ecotoxicológicos (Hurtado, et al., 2006; Herkovits, et al, 2003; Cánepa, 2020 y Montaldo, 2020).

## **2. Área de estudio**

El arroyo Las Conchitas bajo estudio y su cuenca asociada, se ubican principalmente en los partidos de Berazategui y Florencio Varela, Conurbano sur de la provincia de Buenos Aires (Figura 1). El arroyo principal es un característico cuerpo de agua de llanura que escurre en sentido suroeste-noreste (SO-NE) hasta desembocar en el Río de la Plata. El área constituye un sistema socio-territorial ambiental complejo caracterizado por la degradación del recurso hídrico. Como la mayoría de los arroyos del Conurbano sur, en las zonas aledañas al curso de agua existen conflictos entre los usos formales e informales del territorio que pueden estar influyendo sobre la calidad del recurso. La subcuenca alta se caracteriza principalmente por el predominio del uso rural agrícola-ganadero del suelo sumado a un uso residencial discontinuo de baja densidad poblacional. También se destaca en este sector, la presencia del Parque Ecológico Cultural Guillermo Enrique Hudson; la subcuenca media es la más densamente poblada, presentando además una mayor concentración de actividad industrial; mientras que en la subcuenca inferior predomina la ganadería junto a zonas residenciales discontinuas.

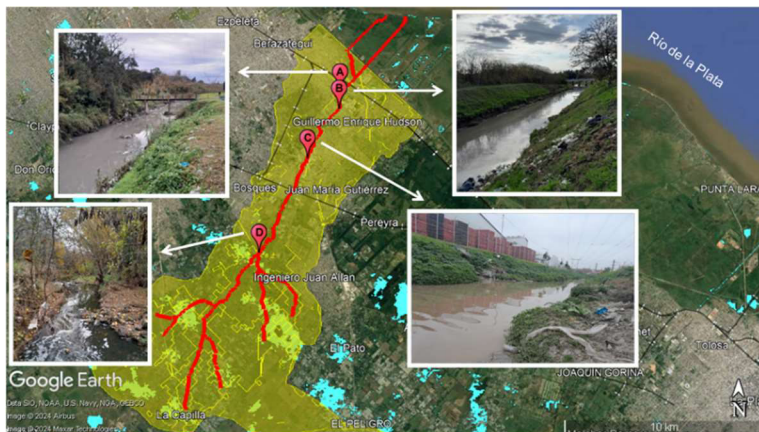


Figura 1. Área de estudio. Arroyo Las Conchitas (líneas rojas) y principal sector de su cuenca asociada (sombreado amarillo). A-D: Estaciones de muestreo establecidas. Elaboración: PEAT y propia.

### ***Estrategia de evaluación de la calidad ecotoxicológica del arroyo Las Conchitas***

Con el objetivo de conocer la calidad general del arroyo Las Conchitas y la existencia de potenciales relaciones entre el estado del curso de agua y los usos de suelo predominantes de la cuenca, se diseñó una estrategia de evaluación consistente en un monitoreo estacional y anual del cuerpo de agua, que incluye la evaluación de parámetros fisicoquímicos generales y de la calidad ecotoxicológica de muestras de agua y sedimento. Los resultados de calidad de agua y sedimentos obtenidos, serán posteriormente analizados de modo integral con información socioambiental relevada por equipo del PEAT con la finalidad de evaluar potenciales asociaciones entre variables. La identificación de las variables que más influyen en la calidad del arroyo resultan de importancia al momento de implementar políticas de gestión

efectivas tendientes a mejorar el estado del recurso y la calidad de vida de la población asociada al mismo.

### ***Selección de las estaciones de muestreo***

La selección de las estaciones de muestreo se realizó a partir del análisis de imágenes satelitales y considerando aspectos generales relacionados a los principales usos antrópicos del suelo asociados. Por otro lado, se tuvieron en cuenta las estaciones de monitoreo que vienen siendo utilizadas por el PEAT, además de criterios de accesibilidad a las mismas. De esta forma, las estaciones de muestreo seleccionadas fueron: Estaciones A y B (sitio urbano, cuenca baja), Estación C (sitio urbano-industrial, cuenca media) y Estación D (sitio rural, cuenca alta) (Figura 1).

## **3. Materiales y métodos previstos en la estrategia de evaluación**

### ***Parámetros fisicoquímicos generales***

En cada estación de muestreo se medirán *in situ* parámetros tales como temperatura, pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y sólidos totales disueltos, utilizando un multiparamétrico marca Hanna HI9812-5 y un medidor de oxígeno disuelto Hanna 9146. La turbidez (NTU) se medirá en el Laboratorio de Química Ambiental y Biogeoquímica (UNLP-UNAJ) con equipo Horiba U52 con detector nefelométrico láser sobre una fracción de 1000 mL de cada muestra de agua colectada.

## ***Toma de muestras***

Para la evaluación del perfil toxicológico del arroyo, se colectarán en cada estación de muestreo tres muestras de agua en bidones plásticos de cinco litros, las cuales se mantendrán refrigeradas ( $<4^{\circ}\text{C}$ ) hasta su procesamiento y análisis ecotoxicológico en laboratorio, dentro de las 48 horas posteriores a la colecta. Además, se colectarán tres muestras de sedimento ( $\approx 500\text{gr}$ ) por estación con draga tipo Van Veen de acero inoxidable, las que serán congeladas ( $<20^{\circ}\text{C}$ ) en bolsas ziploc hasta su posterior análisis de toxicidad (Figura 2).



Figura 2. Toma de muestras de agua y sedimento en diversas estaciones de muestreo. Fuente: Elaboración propia.

## ***Parámetros ecotoxicológicos***

La calidad ecotoxicológica de las muestras de agua se evaluará en condiciones controladas de laboratorio utilizando bioensayos estandarizados con el Crustacea *Daphnia magna* (Cladocera: Daphnida) y con la planta vascular de lechuga *Lactuca sativa* (Asterales, Asteraceae) como herramientas bioanalíticas (Castillo Morales, 2004) (Figura 3). En todos los casos, se evaluará en primer término la toxicidad de la muestra directa (sin diluir), y cuando se obtengan toxicidades respecto al control mayores al 40%, se analizarán diluciones de la muestra para estimar parámetros como NOEC (No Observed Effect Concentration), LOEC (Lowest Observed Effect Concentration) y LC50 (Lethal Concentration 50). A continuación se resumen las características generales de cada uno de los bioensayos aplicados:

- Prueba de toxicidad con *Daphnia magna*: se trata de un bioensayo agudo y estático (sin renovación) en el que treinta organismos neonatos de menos de veinticuatro horas de edad (tres réplicas de diez individuos) son expuestos en tubos de ensayo durante 48 horas a la muestra de agua de interés. Al final del período de exposición se evalúa como punto final la mortalidad (inmovilidad) de los organismos expuestos (USEPA, 2002). Esta prueba es una de las más utilizadas en el mundo para evaluar toxicidad de muestras ambientales y sustancias puras (USEPA 2021).

- Prueba de toxicidad con semillas de *Lactuca sativa*: se trata de una prueba estática a 120 horas, en la cual veinte semillas por réplica (cuatro réplicas por tratamiento) son colocadas en cápsulas

de Petri con papel filtro Whatman grado 3, a las que se les agrega 4ml de la muestra de agua de interés. Pasado el período de exposición se evalúa el porcentaje de germinación de las semillas (letalidad) y la inhibición de la longitud de la radícula y del hipocótilo como parámetros de toxicidad (efectos subletales) (USEPA, 1996). Para el análisis de inhibición del crecimiento, las plántulas son extendidas y fotografiadas para luego medir la longitud de la radícula e hipocótilo utilizando el programa de acceso libre ImageJ.

Ambos bioensayos son realizados en condiciones controladas de laboratorio y se tienen en cuenta los criterios de aceptabilidad de los resultados establecidos en cada protocolo (mortalidad en los controles menor al 10%) y coeficiente de variación (CV) inferior al 30% para los controles de las pruebas con *L. sativa*.

La toxicidad de las muestras de sedimento, será evaluada en forma directa utilizando el bioensayo con el Crustacea *Hyaella curvispina* (Schomeker Amphipoda: Gammaridae). El procedimiento del ensayo de toxicidad (Peluso, Giusto, Bulus Rossini, Ferrari, Salibián y Ronco, 2011) consiste en colocar en cada réplica (tres réplicas por tratamiento) 100ml de sedimento y 200ml de agua suprayacente. Luego de veinticuatro horas de estabilización, se incorporan diez individuos a cada réplica y se evalúa diariamente la supervivencia de los organismos y el oxígeno disuelto. Cuando la concentración de este es inferior a tres mg/L se realiza el recambio parcial de agua para evitar la muerte por anoxia. Luego de diez días de exposición se contabiliza el número total de individuos muertos y, en los casos en los que la mortalidad no

supere el 50%, se determina el porcentaje de inhibición del crecimiento como efecto subletal, a partir de fotografiar los organismos y medirlos con el software ImageJ siguiendo una metodología similar a la descrita para el bioensayo con *L. sativa*.

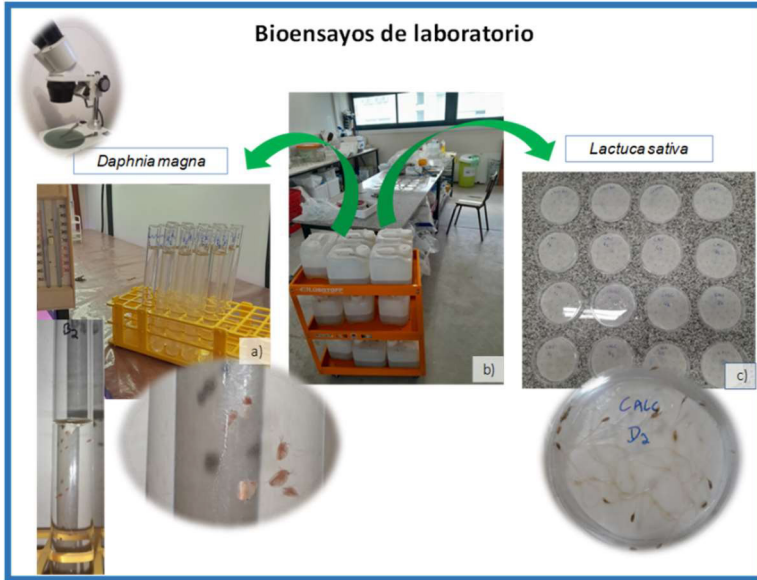


Figura 3. a) Bioensayos de toxicidad con *Daphnia magna*; b) Laboratorio de trabajo con condiciones controladas (Centro de Investigaciones del Medio Ambiente, Universidad Nacional de La Plata) y c) Bioensayos de toxicidad con *Lactuca sativa*. Fuente: Elaboración propia.

### ***Tratamiento de los datos y Análisis estadístico***

Se aplicarán Análisis de la Varianza (ANOVA), o en su defecto pruebas de Kruskal-Wallis (K-W), cuando los datos obtenidos no cumplan con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas (pruebas de Shapiro-Wilk y de Levene,

respectivamente). Además, se realizarán las correspondientes transformaciones de los datos primarios cuando resulte necesario. Para los análisis estadísticos se utilizará el software PAST (Hammer, Øyvind, Harper Ryan, 2001) y el paquete estadístico *Infostat* (Di Rienzo, Casanoves, Balzarini, Gonzalez, Tablada y Robledo, 2013) con un nivel de significancia del 5% ( $P= 0,05$ ).

#### **4. Resultados**

Al momento se han concretado los dos primeros muestreos correspondientes a otoño (M1) e invierno (M2) de 2024 y los correspondientes análisis de las muestras de agua de los mismos siguiendo en ambos casos la metodología antes expuesta.

##### ***Parámetros fisicoquímicos***

En cuanto al registro de estos parámetros en ambas campañas de muestreo, los valores promedio  $\pm$  desvío estándar de temperatura fueron de  $14,9^{\circ}\text{C} \pm 1,3$  y  $18,0^{\circ}\text{C} \pm 0,8$ ; los de pH de  $7,7 \pm 0,2$  y  $7,9 \pm 0,1$ ; los de conductividad de  $1754 \mu\text{S}/\text{cm}^2 \pm 480,4$  y  $1722,3 \mu\text{S}/\text{cm}^2 \pm 450$ ; los de turbidez de  $230,9 \text{ NTU} \pm 143,7$  y  $298,2 \text{ NTU} \pm 395,9$  y los de sólidos totales disueltos de  $1,1 \text{ g}/\text{L} \pm 0,4$  y  $0,8 \text{ g}/\text{L} \pm 0,3$  para M1 y M2 respectivamente. Los valores promedio Oxígeno Disuelto (OD)  $\pm$  desvío estándar obtenidos en M2 fueron de  $2,4 \text{ mg}/\text{L} \pm 0,8$ . Cabe mencionar que para M1 no se cuenta con datos de OD debido a desperfectos técnicos durante el muestreo a campo.

Los valores de diversos parámetros fisicoquímicos para cada Estación de muestreo bajo estudio para M1 y M2 se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos. Se indica el valor promedio  $\pm$  desvío estándar. Fuente: Elaboración propia.

Parámetro	Estación A		Estación B		Estación C		Estación D	
	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2
Temperatura (°C)	15,1 $\pm$ 0,1	17,4 $\pm$ 0,10	15,0 $\pm$ 0,26	17,9 $\pm$ 0,15	16,5 $\pm$ 0,10	19,3 $\pm$ 0,4	12,9 $\pm$ 0,15	17,3 $\pm$ 0,06
pH	7,6 $\pm$ 0,06	7,8 $\pm$ 0,10	7,6 $\pm$ 0,01	7,9 $\pm$ 0,06	7,7 $\pm$ 0,15	8,0 $\pm$ 0,06	7,7 $\pm$ 0,33	7,9 $\pm$ 0,15
Conductividad ( $\mu$ S/cm <sup>2</sup> )	1866 $\pm$ 5,8	1910 $\pm$ 36,1	2143 $\pm$ 5,8	1870 $\pm$ 36,1	2030 $\pm$ 26,5	2113 $\pm$ 70,2	976 $\pm$ 2,65	996 $\pm$ 2,65
Turbidez (NTU)	320,3 $\pm$ 66,6	80,3 $\pm$ 11,1	267 $\pm$ 114,5	158 $\pm$ 23,4	319 $\pm$ 42,6	941 $\pm$ 139,3	17,1 $\pm$ 1,14	13,5 $\pm$ 1,4
Oxígeno Disuelto (ppm)	S/D	1,80 $\pm$ 0,23	S/D	1,72 $\pm$ 0,07	S/D	2,8 $\pm$ 0,18	S/D	3,4 $\pm$ 0,27
Sólidos Totales Disueltos (g/L)	1,18 $\pm$ 0,02	0,92 $\pm$ 0,06	1,37 $\pm$ 0,01	0,91 $\pm$ 0,06	1,29 $\pm$ 0,02	1,1 $\pm$ 0,06	0,5 $\pm$ 0,01	0,42 $\pm$ 0,03

### Bioensayos *Daphnia magna* y *Lactuca sativa*

El bioensayo ecotoxicológico con *D. magna* resultó más sensible que el de *L. sativa* ya que fue el único en el que se observaron efectos letales significativos (mortalidad) en relación al grupo Control. Los sitios con influencia urbana y urbana-industrial presentaron la peor calidad toxicológica, con efectos letales significativos sobre *D. magna* en la Estación B en M1 (ANOVA:  $F= 11,65$ ;  $P= 0,0009$ ) (Figura 4a) y Estación C en M2 (ANOVA:  $F= 10,48$ ;  $P= 0,0001$ ) (Figura 4b).

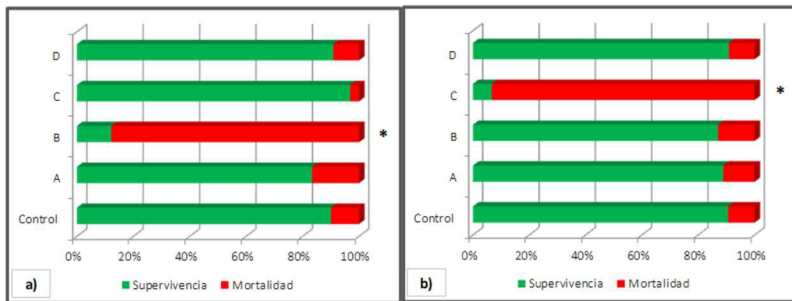


Figura 4. Supervivencia y mortalidad (%) en *Daphnia magna* obtenidas en ensayos de laboratorio: a) M1 (otoño de 2024); b) M2 (invierno de 2024). Fuente: Elaboración propia.

Los porcentajes de germinación de *L. sativa* obtenidos al momento no indujeron efectos letales respecto del grupo Control

obteniéndose en ambos casos (M1 y M2), valores mayores al 96% ( $H= 2,78$ ;  $P= 0,22$  y  $H= 0,75$ ;  $P= 0,90$  respectivamente), en tanto que sí se observaron efectos subletales inhibitorios significativos respecto del grupo Control en la elongación de la radícula para las muestras de M1 en las estaciones urbanas A y B ( $H= 11,63$ ;  $P= 0,02$ ) (Figura 5a) y en todas las estaciones urbano-industriales (A, B y C) en M2 ( $F= 61,5$ ;  $P<0,0001$ ). Además, en M2, las muestras provenientes de la Estación D (rural) produjeron exaltación significativa del crecimiento de la radícula (hormesis) (Figura 6a).

En cuanto a la elongación de hipocótilo, se observó exaltación significativa del crecimiento (hormesis) respecto del grupo Control para las muestras de todas las estaciones (A, B, C y D) tanto en M1 ( $H= 10,83$ ;  $P= 0,03$ ) (Figura 5b), como en M2 ( $F= 130,3$ ;  $P<0,0001$ ) (Figura 6b).

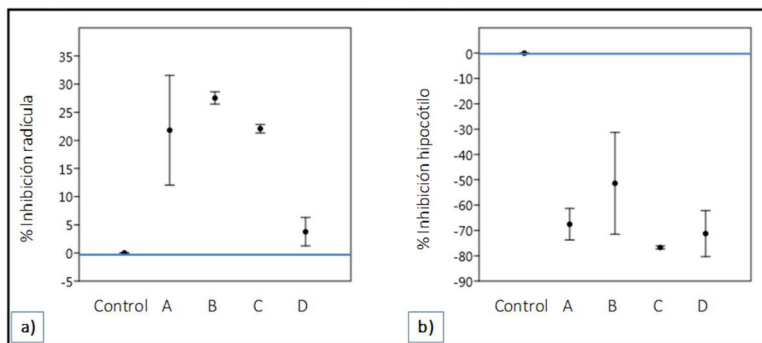


Figura 5. a) % Inhibición de la radícula; b) % Inhibición del hipocótilo en *L. sativa* obtenidos en M1 (otoño) para cada Estación. Se muestra el valor promedio y el desvío estándar. Fuente: Elaboración propia.

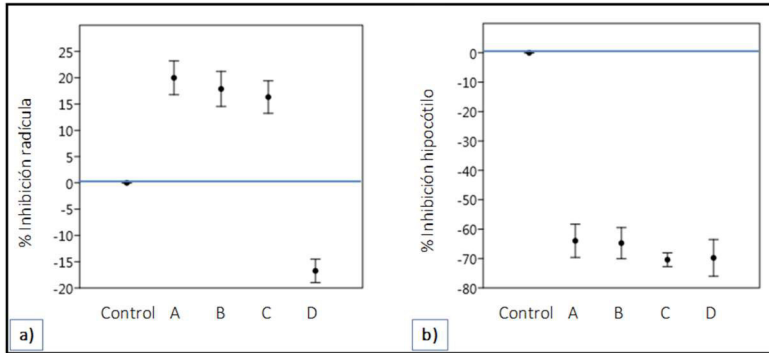


Figura 6. a) % Inhibición de la radícula; b) y % Inhibición del hipocótilo (b) en *L. sativa* obtenidos en M2 (invierno) para cada Estación. Se muestra el valor promedio y el desvío estándar. Fuente: Elaboración propia.

## 5. Consideraciones finales

Los resultados parciales, obtenidos al momento en el presente estudio (muestreos de agua de otoño e invierno) forman parte de un programa de monitoreo anual y estacional. En los bioensayos de laboratorio realizados se observó un mayor efecto ecotoxicológico (letalidad) sobre los individuos de *D. magna* de las muestras de agua provenientes de la Estación B (urbana) y C (urbano-industrial) en relación a las de las Estaciones A, D y al grupo Control. También pudo observarse durante la evaluación de los efectos subletales con *L. sativa* que las estaciones A, B y C presentaron los valores más bajos de elongación de la radícula (mayor inhibición). Teniendo en cuenta estos resultados, se podría establecer en principio el siguiente orden de calidad ecotoxicológica de los Sitios evaluados: B = C < A << D. Estos resultados concuerdan, en líneas generales, con lo mencionado para otras cuencas de la región por otros autores, poniendo de

manifiesto que los diversos usos antrópicos del suelo pueden influir sobre la calidad del recurso agua, al menos para los sectores de las mismas con intenso uso urbano y/o industrial.

Este tipo de estudios con bioensayos permiten, a diferencia de los análisis fisicoquímicos convencionales, evaluar la calidad ecotoxicológica de muestras complejas (mezclas ambientales), independientemente de las propiedades físicas y químicas propias de cada una de las sustancias que la componen, de las concentraciones de las mismas y de las diversas interacciones que pudieran darse entre ellas y con el ambiente. Por lo antes expuesto, entendemos que realizar y replicar de modo sistemático este tipo de estudios en el tiempo, permite, entre otras herramientas diagnósticas, evidenciar y evaluar potenciales cambios en la calidad del recurso agua y, en consecuencia, el potencial impacto de los mismos sobre la biota.

## **6. Referencia bibliográfica**

APHA, American Public Health Association, AWWA, WEF, (1998). Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, Washington, DC.

Becouze-Lareure, C., Bazin, C., Namour, P., Breil, P and Perrodin, Y. (2012). Multi-level approach of the ecotoxicological impact of a combined sewer overflow on a Peri-Urban Stream. J. Water Resour. Prot. 4, 984–992.

Cánepa, C. (2020). Análisis multiescalar de la relación entre la calidad del agua y los usos del suelo, en la cuenca del arroyo Las Conchitas, Argentina. Tesis de grado de la Universidad Nacional Arturo Jauretche. 106 pp.

CCEM Canadian Council of Ministers of the Environment (2002). Summary of Existing Canadian Environmental Quality Guidelines. URL: [ccme.ca/en/current-activities/canadian-environmental-quality-guidelines](http://ccme.ca/en/current-activities/canadian-environmental-quality-guidelines).

Castillo Morales, G. (ed) (2004). Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas. Estandarización, intercalibración, resultados y aplicaciones / Gabriela Castillo (ed.). - México: IMTA, 2004.

De Melo Gurgel, P., Navoni, J. A., de Morais Ferreira, D. and Do Amaral, V. S. (2016). Ecotoxicological water assessment of an estuarine river from the Brazilian Northeast, potentially affected by industrial wastewater discharge. *Sci. Total Environ.* 572, 324–332.

Di Pace, M. y Caride Bartrons, H. (ed.) (2004). Ecología de la ciudad, Universidad Nacional de General Sarmiento, Buenos Aires, Prometeo libros.

Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M. y Robledo, C. W. (2013). InfoStat versión 2013p. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Demetrio, P. M., Rimoldi, F and Peluso, M. L. (2022). Impact of Intensive Agricultural Production on the Ecotoxicologic Quality of Associated Medium-Order Streams: Cereal and Oilseed versus Horticultural Production. *Environmental Management*. On line <https://doi.org/10.1007/s00267-021-01579-3>

EC, Environment Canada (1999). Guidance Document on Application and Interpretation of Single-Species Tests in Environmental Toxicology. Method Development and Application Section. Environment Technology Centre. Report: EPS 1/RM/34

Hammer, Øyvind, David A T Harper, and Paul D. Ryan. (2001). "PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis." *Palaeontologia electronica* 4.1: 9.

Herkovits, J., Rodriguez, C., Boyle, T., Servant, R., Pérez Coll, C., Gomez, N., Muñoz, L., Domínguez, O., Cortelezzi, A., Licursi, M., Vanrell, T., Lopez, A., Varela, L., Castañaga, L., Puszczczyk y Cordero, M. (2003). Estudio ecotoxicológico: relevamiento de la biota y parámetros físico-químicos en el arroyo Las Conchitas. *Salud Ambiental y Humana: una visión holística*, 50-53. doi: ISBN 13:978-987-05-1059-1

Hurtado, M A., Gimenez, J., Cabral, M G., Da Silva, M., Camilión, M C., Sanchez, C A y Martinez, O. R. (2006). Suelos del partido de Berazategui como base para el planeamiento ambiental y ordenamiento territorial. Informe Final (Contrato de obra CFI – Expediente 69610001), Universidad Nacional de La Plata,

Instituto de geomorfología y suelos; Facultad de Ciencias Naturales y Museo, La Plata.

Montaldo, D. (2020). Estudio ecotoxicológico del la cuenca hídrica del arroyo Las Conchitas (Buenos Aires) con embriones de vertebrados. Tesis de Maestría, Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Avellaneda, pp. 151.

Newman, M. C. and Clements, W H. (2008). *Ecotoxicology: A Comprehensive Treatment*. Taylor & Francis Group.

Peluso, L., Giusto, A., Bulus Rossini, G. D., Ferrari, L., Salibián, A. and Ronco, A. E. (2011). *Hyaella curvispina* (Amphipoda) as a test organism in laboratory toxicity testing of environmental samples. *Fresenius Environmental Bulletin* 20, 372–376.

Peluso, L., Abelando, M., Apartín, C. D., Almada, P. and Ronco, A. E. (2013a). Integrated ecotoxicological assessment of bottom sediments from the Paraná basin, Argentina. *Ecotox. Environ. Sa* 98: 179–186.

Peluso, L., Demetrio, P. M., Bernasconi, C., Aprigliano, N., Riviello López, G., Abelando, M. y Rimoldi, F. (2023). ¿Existe una relación entre la calidad de los cursos de aguas superficiales asociadas a los paisajes rurales y el nivel y el tipo de antropización en la zona de influencia? *Ecología Austral* 33: 821-838.

Rimoldi, F., Peluso, L., Bulus Rossini, G., Ronco, A. E. y Demetrio, P. M. (2018). Multidisciplinary approach to a study of water and bottom sediment quality of streams associated with

mixed land uses: Case study Del Gato Stream, La Plata (Argentina). *Ecological indicators* (89) 188 – 198.

Ronco, A E., Carriquiriborde, P., Natale, G. S., Martin, M. L., Mugni, H. and Bonetto, C. (2008). Integrated approach for the assessment of biotech soybean pesticides impact on low order stream ecosystems of the Pampasic Region. *Ecosystem Ecology Research Trends*. Available from: <<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-79953028745&partnerID=tZOtx3y1>>(accessed September 2016).

Tyagi, V., Chopra, A., Durgapal, N. and Kumar, A. (2007). Evaluation of *Daphnia magna* as an indicator of toxicity and treatment efficacy of municipal sewage treatment plant, *J. Appl. Sci. Environ. Mgt.* March, 11 (1): 61 – 67.

USEPA, United States Environmental Protection Agency (1996). *Ecological Effects Test Guidelines (OPPTS 850.4200): Seed Germination/Root Elongation Toxicity Test*.

USEPA, United States Environmental Protection Agency (2002). *Methods for Measuring the Acute Toxicity of Effluents and Receiving Waters to Freshwater and Marine Organisms*, 5th ed. USEPA, Washington (EPA-821-R-02-012). Test Method 2000.0.

USEPA United States Environmental Protection Agency (2021). *ECOTOX User Guide: Ecotoxicology Knowledgebase System*. Version 5.3. Available: <http://www.epa.gov/ecotox/>

WHO, World Health Organization (2006). Guías para la calidad del agua potable. URL: [who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3rev/es](http://who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/es)

## Capítulo 6

### **El Arroyo Las Conchitas y la comunidad. Efectos de la contaminación del arroyo en la vida cotidiana de la gente**

*Dra. Laura Álvarez Huwiler*

Breve resumen: Comprendemos que un enfoque interdisciplinario es fundamental para explicar globalmente la situación de la cuenta. Una explicación cabal del problema debe incluir distintos focos de análisis, tanto de los aspectos biofísicos como de los aspectos sociales. Por ello, en este capítulo busca analizar los efectos de la contaminación del Arroyo Las Conchitas, situada en los partidos de Berazategui y Florencio Varela. Se enfoca, especialmente, en los efectos que la contaminación, probada en otros capítulos de este libro, genera en la vida cotidiana de la comunidad aledaña y en los cambios que se produjeron en los usos del arroyo por parte de esta comunidad. Para ello, la investigación se basó tanto en fuentes primarias como en secundarias, destacándose, entre ellas las entrevistas, el material periodístico, estadísticas e informes oficiales.

## 1. Introducción

Este capítulo se centra en los efectos de la contaminación del arroyo Las Conchitas en la vida cotidiana de la comunidad aledaña y en los cambios producidos sobre los usos del arroyo. Busca responder: ¿cuáles son las transformaciones en territorio que colaboraron con el estado actual de contaminación del arroyo?, ¿cuáles son los factores percibidos por la comunidad como causantes de la contaminación?, ¿cómo era la relación de la comunidad con el arroyo antes de estar contaminado y cómo es actualmente esa relación?

En cuanto a las fuentes de información, éstas fueron tanto primarias como secundarias. Nuestra principal fuente fue la información extraída en nuestro trabajo de campo. Realizamos entrevistas abiertas (en profundidad) y focalizadas a actores claves -desde referentes sociales, miembros de instituciones educativas y sanitarias, hasta productores agropecuarios, centrándonos en el partido de Florencio Varela<sup>1</sup>. Nos apoyamos, además, en documentación e informes de organismos oficiales, en documentos fotográficos y en material periodístico.

---

<sup>1</sup> En esta investigación decidimos utilizar la entrevista abierta -es decir, con un guion, pero con la posibilidad de poder repreguntar en el contexto de la entrevista, dependiendo de las respuestas del entrevistado y donde éste tiene un rol más activo que en las entrevistas del tipo cerradas, generando un mayor espacio para que pueda expresarse. Este tipo técnica propia de la metodología cualitativa puede ser fundamental para la recolección de datos de una investigación de este tipo donde se quiere conseguir respuestas no necesariamente esperadas sobre un problema. Para ver más sobre la relevancia de esta técnica véase Merlinsky (2006).

El arroyo Las Conchitas recorre los partidos de Florencio Varela y Berazategui, y alrededor de su recorrido existen diferencias demográficas importantes. Desde su cuenca alta hasta su cuenca baja pueden observarse tanto territorios que tienen poca densidad demográfica en zonas rurales, como territorios que cuentan con una mayor densidad demográfica en las zonas más urbanas. Acompañando esa heterogeneidad en la densidad poblacional, también existe una multiplicidad de factores causantes de la contaminación.

Dada esta heterogeneidad que caracteriza a la cuenca, el trabajo de campo que precedió a este capítulo buscó que la selección de las zonas para el análisis sea, por un lado, representativo de la diversidad en relación a la densidad demográfica y, por otro lado, tenga en cuenta las diferencias en cuanto al nivel socioeconómico y socioambiental. De esta forma, y aunque priorizando aquella que puede considerarse como población más vulnerable, se buscó recoger una multiplicidad de voces que expresen las distintas problemáticas socioambientales existentes en los alrededores del arroyo, así como la multiplicidad de causas.

El trabajo de campo comprende dos grandes etapas. La primera centrada en Florencio Varela y la segunda en Berazategui. En el desarrollo del capítulo trabajaremos sobre todo con entrevistas realizadas en la primera etapa. Y nos vamos a referir, específicamente, a las distintas zonas de Florencio Varela donde centramos nuestro trabajo de campo, enumeradas siguiendo el curso del arroyo desde su nacimiento: 1. La Capilla y zona rural (localidad la Capilla); 2. Comunidad Guaraní Warisata (localidad

Ingeniero Allan); 3. La Rotonda (localidad Ingeniero Allan); 4. La Carolina II (localidad Ingeniero Allan); 5. San Rudecindo (localidad Bosques).

Nos apoyamos también en las fuentes bibliográficas, realizando previamente una búsqueda de antecedentes sobre la contaminación de las cuencas hídricas. Y aunque no encontramos, dentro de las Ciencias sociales, trabajos que analicen el caso específico del Arroyo Las Conchitas, la bibliografía existente nos proporcionó elementos generales para comprender la situación de las cuencas hídricas en la Provincia de Buenos Aires. Porque si bien las características demográficas, socioeconómicas y ambientales son particulares de cada cuenca, también existen similitudes importantes. En este sentido, existe un conjunto de trabajos que analizan la problemática socioambiental de las cuencas en relación con las características de un proceso más amplio de profundización de mercantilización y de destrucción de la naturaleza (Merlinsky, 2013; Merlinsky y Tobías 2021; Pinto, 2019; Wertheimer, 2018)<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> En relación a este proceso más general son varios los trabajos que abordan el avance del “modelo extractivo” o “neoextractivismo” como Gudynas (2009), Machado Araoz, (2009), Svampa (2012), entre otros. Muchos de ellos hacen hincapié en que este proceso existe como correlato de la etapa actual del capitalismo (Harvey, 2005; Collective Midnight Notes, 2012; Gudynas, 2015).

Otros autores, en cambio, sostienen que los mecanismos de despojo (o sea, de separación de las poblaciones de los medios de producción y subsistencia) responden a una lógica que se reitera regularmente en el desarrollo capitalista y, en este sentido, no corresponden con una etapa, sino que son constitutivos de este sistema (Bonefeld, 2012 y De Angelis, 2012). Sobre este tema hemos trabajado algunas de sus características y

## 2. El arroyo ayer y hoy: transformaciones históricas en la cuenca

El Arroyo Las Conchitas, que recorre los partidos de Florencio Varela y Berazategui hasta desembocar en el Río de La Plata, no siempre tuvo el aspecto de una “cloaca a cielo abierto” –como lo describió una estudiante de la UNAJ en un programa de televisión<sup>3</sup>. Existen relatos y documentos fotográficos que demuestran cómo medio siglo atrás la gente usaba sus orillas como espacio de esparcimiento.

Figura 1. El esparcimiento y el arroyo hace medio siglo



Fuente: extraído del blog de la Asociación de Amigos de la historia varelense<sup>4</sup>.

---

analizado el debate alrededor de este tema, en Grigera, J. y Alvarez, L. (2013) y en Alvarez Huwiler, L. (2017).

<sup>3</sup> Programa “Desde el conocimiento”. C5N. 7 de noviembre de 2022

<sup>4</sup> Extraído del sitio web: Referencias históricas, Asociación amigos de la historia varelense, <https://dehistoriaypueblo.wordpress.com/arroyos-el-balneario-de-nuestr-abuelos/>

Además de la réplica de la estatua de la Venús de Milo, puesta en ese lugar por un estanciero de la época con el objetivo de que la vean quienes pasaban por allí desde el tren que iba a la Ciudad de La Plata, en la figura 2 pueden observarse personas sentadas en los bordes del arroyo comiendo sobre manteles, otras andando en bote o pescando.

Figura 2. Paseos en bote y la estatua de Venus



Fuente: Foto publicada por la Revista Caras y Caretas en 1912<sup>5</sup>.

Este uso recreativo del espacio también lo confirma Norma, una vecina de Berazategui que nos relata una imagen sobre el arroyo, de incluso cuatro décadas después de aquella foto:

En los años 58-60 yo recuerdo que frente a la estación Plátanos había dos lagunas. Que se pasaba por un camino

---

<sup>5</sup> Extraída de: <https://www.alepolvorines.com.ar/Viajes/VenusBerazategui/VenusBerazategui.htm>

que había entre ellas y por allí te acercabas al arroyo. Ese camino tenía a ambos lados un matorral con flores corona de novia. Yo iba a andar en bote por el arroyo con mi papá. En el arroyo había recreos en los que se hacían picnics para el día de la primavera. La gente llegaba en tren y por el camino llegaban hasta el arroyo (Norma, integrante del Foro Regional en Defensa del Río de la Plata, de la salud y el medio ambiente, Berazategui, entrevista, abril 2024).

Pero antes de eso<sup>6</sup>, hay unos poemas, de Bustillo, que era pintor y poeta, escribió sobre el arroyo Las Conchitas, donde antes era un lugar de esparcimiento, donde las familias acomodadas tenían casas de fin de semana -las casas quintas- y que utilizaban ese espejo de agua como lugar de esparcimiento. Andaban en bote, pescaban, se bañaban, etcétera. (Prof. Rubén Agustín Godoy de la escuela Secundaria 17, entrevistado de la zona 4, junio de 2024).

No sólo en Berazategui la relación entre la población y el arroyo era diferente a la actual sino también en Florencio Varela: En la zona de la Carolina la gente iba porque era agua natural, iban a pescar, después la cosa cambió (productor, entrevista de la zona 1, diciembre 2022).

---

<sup>6</sup> El entrevistado se refiere al período previo a la instalación de la fábrica Sniafa en 1948 en Berazategui.

A otra de las entrevistadas, quien vive hace 27 años en Varela, también le preguntamos cómo era la relación que tenía la gente con el arroyo cuando ella era niña:

-No, acá, te digo la verdad, nos bañábamos.

-Si, si, con los chicos nos metíamos al arroyo. Era agua cristalina.

-Dejó de ser cristalina cuándo empezó la contaminación, cuando vino la curtiembre. Y después se empezó a tirar...vino la Alpargatas y después todo empezaron a tirar para acá. (Mónica, responsable del comedor “Los Olvidados”, San Rudecindo, entrevista de la zona 5, agosto 2023).

En definitiva, tanto el arroyo como sus alrededores, llenos de vegetación, eran utilizados por la comunidad que vivía en las cercanías e incluso por algunas personas que llegaban desde otros territorios, de un modo que en la actualidad sería inconcebible debido a la contaminación.

Figura 3. La contaminación en el arroyo



Fuente: Foro del Rio de la Plata, 2015.

En uno de nuestros recorridos por el arroyo, como parte del trabajo de campo, pudimos observar que el color del agua se veía como en la foto. Es decir, la contaminación del agua es observable a simple vista. Pero, además, existen estudios que lo comprobaron. Según nos cuenta Ernesto Salgado, cuando la responsable de la investigación, Leda Gianuzzi<sup>7</sup>, expuso los resultados del estudio del arroyo, les dijo que “hay más desechos cloacales en el arroyo que en una cloaca” (E. Salgado, integrante

---

<sup>7</sup> Leda Gianuzzi, doctora en Química y titular de la cátedra de Toxicología de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) dijo, en una entrevista que le hicieron: “Tuvimos acceso a los análisis de los niños y en muchos casos, los resultados eran muy altos. Esas cantidades de plomo serían un futuro problema mental y cognitivo. A partir de nuestra intervención, suspendieron el Comité de Crisis. Fue todo complejo; los médicos toxicólogos del Hospital de Niños (La Plata) me decían que los problemas de conducta de los chicos se debían al alcoholismo de los padres. Y ya tenían los resultados de las plumbemias” (Iparraguirre, 2022a; 2022b).

del Foro Regional en Defensa del Río de la Plata, de la salud y el medio ambiente, Berazategui, entrevista abril 2024)

Al parecer, de la contaminación del arroyo nadie duda. Sin embargo, la explicación de las causas del estado actual del arroyo, es compleja. Y con ello queremos decir que no existe una sola causa en el proceso de contaminación, sino múltiples factores que intervienen en ello.

### **3. El “cuarto de desechos”<sup>8</sup>**

En los últimos cincuenta años existieron cambios significativos en el uso del suelo de la cuenca hídrica del arroyo Las Conchitas (Montaldo, 2020; Calvo, G., Cipponeri, M., Salvioli, M., Trovatto, M., y Alvares, P., 2014). De lo relatado por la propia gente que vive y trabaja en la zona, pudimos identificar tres factores entre los determinantes en el proceso de contaminación de la cuenca. Proceso que transformó a aquel territorio lindante con el arroyo y que cuarenta años atrás era usado para el esparcimiento, en un lugar que, en su mayor parte y en el estado que se encuentra actualmente, no es apto para su utilización como hábitat.

El primero de esos factores se relaciona directamente con el desarrollo de emprendimientos productivos agrarios, con la instalación de diversas industrias en los alrededores del arroyo (sobre todo en la cuenca media y alta) y con los efluentes

---

<sup>8</sup> Expresión utilizada por Carolina María de Jesús para referirse a la favela de Canindé, en Brasil (2021).

industriales vertidos en él. Es decir, con factores que habitualmente se los considera “consecuencias necesarias” del desarrollo productivo.

El segundo factor, se vincula con la construcción de *countries* y barrios privados, principalmente en la cuenca baja. En las dos últimas décadas y sobre todo en el territorio de Berazategui, creció exponencialmente la construcción de este tipo de urbanizaciones, llegando hoy a un total de cuarenta.

A diferencia del primero y el segundo factor, que son producto directo de la búsqueda de la rentabilidad (digamos, en ellos se impone la lógica de ganancia, tanto por el capital inmobiliario como por el capital industrial o el agropecuario); el tercero, en cambio, se vincula más con las consecuencias del crecimiento poblacional que tuvo cada municipio. En general, este último factor también es producto de la lógica del capital, pero lo es más indirectamente.

### **3.a. La contaminación por el “desarrollo”**

A lo largo de la cuenca existen productores agrarios e industrias de todo tipo. Entre los productores agrarios se encuentran aquellos que tienen producción agroecológica (sin agrotóxicos) y otros que no. Este último tipo, es decir, los que fumigan con agrotóxicos, conforman, según nos confirmaron los entrevistados, el grupo mayoritario.

Figura 4. La soja y los agrotóxicos<sup>9</sup>.



Fuente: producción propia, 2023.

De este modo, la calidad del agua superficial en el tramo superior de la cuenca Conchitas-Plátanos respondería, en primer lugar, a las consecuencias de la actividad agraria intensiva dominante en este sector, con el uso de plaguicidas como el glifosato. Así nos lo explicó Cristina, la referente de la comunidad guaraní Warisata<sup>10</sup> que vive en la zona rural de Ingeniero Allan, donde se encuentra uno de los afluentes que confluyen en el cauce principal del arroyo

---

<sup>9</sup> Foto tomada en el territorio al costado del territorio de la comunidad guaraní Warisata, donde fumigan con agrotóxicos

<sup>10</sup> La comunidad guaraní Warisata está conformada por 15 familias que hace 15 años se ubicaron en el barrio La Carolina, en la localidad de Ingeniero Allan. Su casa funciona como refugio para quienes se encuentran en situación de violencia de género, allí también brindan apoyo escolar y atención médica.

Las Conchitas. Mientras vamos caminando por el campo, Cristina nos va mostrando y contando:

Miren esto. Esto es soja. Miren lo que es el pasto y lo que es el glifosato. Esto nosotros lo tenemos muy cerca. Es altamente contaminante. Hay chicos con cáncer. Esto lo siguen fumigando, pasa el mosquito y fumiga. Y acá en frente hay casas, hay criaturas. En un tiempo tenemos acá toda soja. Acá no crece nada, pero la soja crece. Nosotros no podemos decir que lo que producimos es agroecológico porque está esto acá. Corremos con la suerte de que el agua va para el otro lado. Pero va para el arroyo. El nivel de contaminación es fuertísimo. Es lo más terrible acá (...) Estos obviamente no pagan nada. Están contaminando nuestra agua, ganando un montón de dinero y no tienen conciencia alguna. A veces hay mucho viento y ellos están fumigando con el mosquito. Está prohibido supuestamente, pero...Acá pastan las vacas, las ovejas...hasta los cerdos vienen a comer acá. Mínimo tienen que tener quinientos metros desde las viviendas y acá no hay quinientos metros (Cristina de la comunidad guarani Warisata, zona 2, agosto de 2023).

“Están contaminando nuestra agua, ganando un montón de dinero y no tienen conciencia alguna”, nos comenta Cristina. Sin embargo, esta forma de producir no proviene de una creencia individual de cada productor para el que la tierra es un simple recurso que sirve para producir, sino que responde a la lógica del mercado y específicamente, a la ecuación de la rentabilidad y a la dependencia de los insumos para la producción, como fertilizantes y plaguicidas (agrotóxicos).

Figura 5. El arroyo en Warisata<sup>11</sup>



Fuente: producción propia, 2023.

A diferencia de la producción industrial, el primer paso en la penetración del capital en la agricultura fue el inmenso florecimiento de los fabricantes de insumos y los procesadores de productos, quienes se apropiaron del excedente agrícola vendiéndole al pequeño productor agropecuario lo que necesitaba, y vendiendo lo que este producía (Lewontin y Richard Levins, 2021: 377).

Modificar la manera de producir, desde el punto de vista de productor, conlleva inversión de tiempo y trabajo. La búsqueda

---

<sup>11</sup> Foto tomada en el territorio al costado del territorio de la comunidad guaraní Warisata, donde fumigan con agrotóxicos. Ahí se encuentra uno de afluentes que confluyen en el arroyo.

de la rentabilidad es la que se impone y la que lleva en general a una planificación corto-placista. Muchos de los que eligen seguir esta forma de producción hegemónica -con agrotóxicos- y lo reconocen, aclaran que hacerlo de otro modo lo perciben como algo utópico, poco realista.

La instalación de fábricas en la ribera del arroyo Las Conchitas fue presentada por los distintos gobiernos municipales, provinciales y nacionales como parte de un proceso de desarrollo de la zona. El discurso que primó siempre se centró en que más fábricas generarían más recursos y más puestos de trabajo. De este aumento en los puestos de trabajo se deducía, casi como inevitable, una mejor calidad de vida para la población de la zona. Sin embargo, el aumento de establecimientos fabriles que produjo una gran contaminación de la cuenca, generó, paradójicamente, peores condiciones de vida para quienes habitan allí. Y así lo percibe la gente:

Las opiniones son variadas, pero todos coinciden con que el arroyo es un lugar totalmente contaminante y a su vez contaminado. Que las empresas, las fábricas que están instaladas en la ribera son las que hicieron, justamente, que el arroyo esté contaminado (Prof. A.G, entrevista de la zona 4, junio de 2024).

En segundo lugar, se encuentra la contaminación por las industrias, especialmente por los desechos que éstas arrojan al arroyo como nos mostraba una vecina, mientras nos señalaba un caño que salía de uno de los establecimientos, directo al arroyo. “Ves lo que es el agua, allá tenés el caño principal, mirá, si le querés

sacar foto. ¿Ves el color marrón, el olor que hay? (M., San Rudecindo, entrevista de la zona 5, entrevista agosto 2023). Hoy el arroyo va cambiando de color dependiendo qué contaminante prima del desagote de los frigoríficos, de la Coca Cola... (E. Salgado, integrante del Foro Regional en Defensa del Río de la Plata, de la salud y el medio ambiente, entrevista abril de 2024)

Existen muchos establecimientos industriales a lo largo del arroyo. El primer grupo de industrias –como Sniafa y Coca Cola– se instaló en la zona alrededor de los años cincuenta, mientras el último gran grupo de industrias lo hizo hace menos de dos décadas.

...en la localidad de Berazategui, se instaló la fábrica Sniafa y fue la primera empresa que se cuenta que se instaló en la zona y que a partir de ese momento todos los desechos iban a parar en el arroyo (Prof. A.G., entrevistado de la zona 4, junio de 2024).

Hoy, dentro del sector industrial, existen empresas de diversas escalas: desde Pymes pequeñas y medianas (algunas de las cuales fueron compradas o se asociaron luego a grandes empresas internacionales, como es el caso de “Metalúrgica Calviño”) o directamente grandes empresas como es el caso de Coca Cola. Y dentro de los rubros industriales se encuentran las empresas que producen alimentos, las que producen gaseosas, las que producen acero o perfiles de aluminio, las químicas, las que producen fertilizantes, las curtiembres, las refinadoras de aceite vegetal, las que hacen tratamiento de residuos y especialmente reciclan baterías.

Respecto a cuáles son las causas de la contaminación según la gente que vive allí. Primero, son todos los desechos que arrojan estas empresas. Especialmente la curtiembre, Siderar, que está ahí muy cerca, y mucho más esta empresa de químicos. Ellos a la noche -eso dicho por los mismos vecinos- abrían las compuertas y tiraban todo al arroyo, por decirlo de alguna manera, ‘a cielo abierto’ (Prof. A.G., entrevista de la zona 4, junio de 2024).

Y cuando alguien parecía que venía no tiraban el desecho<sup>12</sup>. Y esa fábrica está abandonada, quebró. Después tenemos la fábrica de chapa, que está después del puente amarillo. Y después tenés la alpargata, todo viene acá al arroyo. Vienen todos los desechos (M. San Rudecindo, entrevista de la zona 5, agosto 2023).

Varias de estas empresas, ubicadas en el territorio, fueron denunciadas por contaminación ambiental, sea por arrojar sus desechos tóxicos en las cercanías del arroyo Las Conchitas o, directamente, por verter sus efluentes sin tratamiento en sus aguas. Uno de los casos más difundidos fue el de la empresa fundidora de plomo Industrial Varela, declarada responsable de daño ambiental, a partir del imparable reclamo vecinal del barrio “La Rotonda”, iniciado en 2016, que incluyó una demanda colectiva. Sin embargo, este proceso llevó mucho tiempo. Ya en 2006, el Barrio La Rotonda había sido declarado “bajo Crisis

---

<sup>12</sup> Cuando dice “alguien” se refiere a una persona que toma muestras de agua o a algún inspector.

Ambiental” y 9 años antes “en Emergencia Sanitaria” (Iparraguirre, Tiempo argentino, 2022c).

Los estudios realizados por investigadores de la Universidad de La Plata mostraron que los habitantes de este barrio tenían niveles elevados de plomo en sangre. Se suman a ello, las evidencias de problemas neurológicos y de crecimiento, así como la falta de concentración y dificultad en el aprendizaje que experimentaban los niños y las niñas en edad escolar (Investiga, CyT de la UNLP, s/d), que demostraban que los habitantes de La Rotonda tenían plumbemia, es decir, una acumulación de estos niveles altos de plomo en sangre durante un tiempo.

Otro de los casos más relevantes es el de la Curtiembre Hispano Argentina -ubicada entre la zona 4 y la zona 5 que seleccionamos para nuestro trabajo de campo<sup>13</sup>. En abril de 2022, esta empresa recibió una multa, bajo una resolución de la Autoridad del Agua de la Provincia de Buenos Aires (ADA) (2022), por el vuelco de efluentes que contaminan las aguas.

Mientras caminábamos por el barrio San Rudecindo, Mónica, del comedor “Los olvidados” nos comentaba que debido al caso de la curtiembre:

---

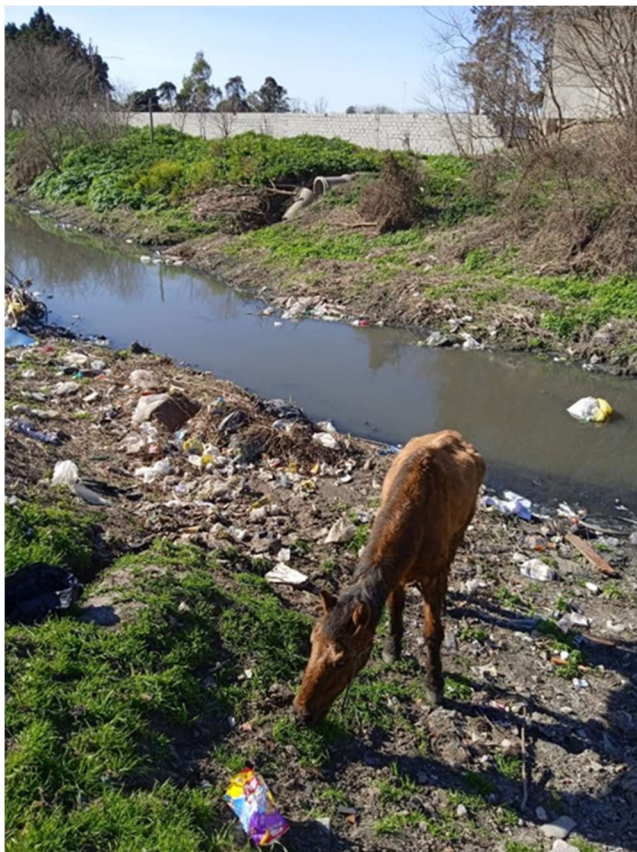
<sup>13</sup> La curtiembre se encuentra frente a donde está el comedor “Los olvidados”, que se sostiene sobre todo gracias al trabajo de una de las vecinas que entrevistamos y cerca de la escuela donde los estudiantes empezaron un trabajo de investigación sobre la contaminación del arroyo, gracias al esfuerzo del docente al que entrevistamos y de la propia dirección de la escuela.

algunos vecinos se fueron, otros vecinos murieron por el asunto de que tenían cromo y plomo en sangre. Nacieron algunos chicos afectados, hay gente que ya fallecieron por el asunto de la contaminación. Nosotros los que estamos hoy estamos olvidados por el municipio. Cuando vinieron a sacar muestra del arroyo, acá están los caños que tiran de la curtiembre, cada vez que viene alguien a fijarse o mirar por nosotros ellos no tiran nada en el arroyo (M., San Rudecindo, entrevista de la zona 5, agosto 2023).

Nos cuenta también que ellos saben que tienen sus cuerpos contaminados porque fueron hacerse estudios al hospital Garrahan. También Rubén, profesor de la escuela 17, nos comenta que se tomaron pruebas en la zona de la Carolina 2:

Hoy en día está totalmente contaminado. Hay días en que el olor es nauseabundo, incluso cambia de colores de acuerdo a los químicos que arrojan estas empresas porque tenemos muy cerca una fábrica que trabaja con cueros -una curtiembre-, también teníamos una que trabajaba con químicos...Las condiciones del arroyo es desastroso. Sabemos que se han tomado pruebas, en el agua, en la tierra, en las hojas de los árboles, comentaban que había residuos de plomo” (Prof. A.G., entrevistado de la zona 4, junio de 2024).

Figura 6. La contaminación en San Rudencindo<sup>14</sup>.



Fuente: producción propia (Álvarez Huwiler y Cabeda, 2023).

---

<sup>14</sup> Foto del estado actual del arroyo Las Conchitas en San Rudencindo, Florencio Varela. La foto fue tomada del lado del arroyo, frente a la curtiembre. A una cuadra de ahí se encuentra el comedor “Los olvidados”.

### **3.b. *Countries* y barrios privados: la compulsión urbanizadora<sup>15</sup>**

Las urbanizaciones cerradas como barrios privados o *countries* se ubican mayoritariamente en la cuenca baja del arroyo Las Conchitas, en el partido de Berazategui y, específicamente, en sitios estratégicos de fácil acceso a las autopistas para hacer el trayecto desde y hacia la Ciudad de Buenos Aires. Así, en las zonas cercanas a la autopista Buenos Aires – La Plata, pueden encontrarse varios barrios privados ya habitados y muchos otros en obra.

La compulsión urbanizadora sobre estas áreas orientada al segmento premium de la demanda residencial pone de relevancia el carácter que tienen los nuevos desarrollos inmobiliarios. Centrada casi exclusivamente en la satisfacción de este segmento, la apuesta del mercado desarrollador de bienes raíces pasó a estar comandada por la lógica de un modelo especulativo rentista que transformó a la producción de fragmentos urbanos en nuevas formas de hábitat con significación propia y a los territorios receptores en sus meros contenedores físicos, llegando a prescindir de los lugares, de su historia y su cultura (Pinto, 2019: 24).

El *boom* de la construcción de *countries* en la zona de Hudson en la última década ha sido fuertemente denunciado por los problemas ambientales que éstos podrían generar en las llamadas “zonas

---

<sup>15</sup> Así la denomina Patricia Pintos al referirse al boom de este tipo de construcciones en la región metropolitana de Buenos Aires (Pinto, 2019)

protegidas”. Además, la mercantilización de estos suelos para emprendimientos privados podría tener un impacto ambiental significativo para barrios aledaños. “Por empezar, para construir es necesario levantar terraplenes, lo cual altera la pendiente del suelo y genera inundaciones” (Zarate, 2020). Pero, además, “todos ellos con potenciales vertidos de sus efluentes cloacales al arroyo, ya sea con o sin tratamiento” (Montaldo, 2020: 71).

Cuando se empezaron a construir los barrios privados sobre la salida de la autopista Buenos Aires- La Plata, en la rotonda, uno de los problemas era cómo pasar la autopista con las cloacas. Hubo que hacer todo un sistema. Frente al arroyo Las Conchitas hay una planta elevadora, impulsora, es la que trae...esa planta se rompe dos o tres veces al año. Mientras la arreglan, ¿van a dejar que se llenen de mierda los barrios privados o que sigan trabajando las máquinas y tiren todo al arroyo? Eso es lo que hacen. Entonces hay momentos en que el arroyo tiene una carga fecal increíble (E. Salgado, entrevista, abril 2024)<sup>16</sup>.

La Asamblea Autoconvocada en “Defensa de los Humedales y Bosque Ribereño de Hudson-, Hocó”, en su lucha contra lo que considera “abusos del negocio inmobiliario”, viene denunciando los problemas que genera la construcción de estas urbanizaciones -que hoy suman alrededor de cuarenta-, así como al Municipio, porque, según argumentan, la explotación de las zonas de humedales sólo puede efectuarse gracias las rezonificaciones

---

<sup>16</sup> Mientras conversaba con Ernesto, veíamos en el mapa la parte entubada del arroyo (es la parte que se ve recta).

propuestas por éste. Así lo explica Lucas Rúa, un miembro de la asamblea ambiental:

La estrategia fue rezonificar el ordenamiento territorial de la provincia de Buenos Aires a cargo del Organismo Provincial para el Desarrollo Sustentable (OPDS), achicando las zonas de mayor protección y agrandando las zonas para explotar; en paralelo el Municipio junto con el Concejo Deliberante rezonifica la zona de reserva a zona residencial (Zarate, 9 de diciembre de 2020).

Se señalan tres puntos clave para el avance sobre estas tierras por parte del capital inmobiliario: 1. La constante búsqueda por conseguir precios más bajos; 2. la habilitación otorgada por los funcionarios para que los privados puedan acceder a estas tierras y 3. la ausencia de una ley que proteja los humedales. Las tierras de los humedales son atractivas para el capital inmobiliario dada la riqueza que encuentran allí, con abundante agua y a precios muy económicos (Zarate, 9 de diciembre de 2020).

### **3.c. Basurales “a cielo abierto”**

Sumado a los desechos de las industrias y los efectos del *boom* de los barrios cerrados, la calidad del agua superficial de la cuenca Conchitas-Plátanos, sobre todo en el tramo superior, es producto de la basura y los desechos cloacales arrojados al arroyo.

Este uso del arroyo como basural que puede observarse a simple vista es, a su vez, producto del crecimiento de la población que se instaló en la ribera del arroyo. Dependiendo de la zona, una parte de este crecimiento se debió a una migración interna, desde otros

partidos del Gran Buenos Aires, pero sobre todo desde la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA), generada en las últimas décadas.<sup>17</sup> En el caso de quienes migraron desde CABA, vecinos del barrio la Carolina 2 explicaban que se habían mudado debido al incremento en el precio de los alquileres.

En el caso de Berazategui, su población pasó de 127.740 habitantes en 1970 a 287.913 en 2001 y a 358.712 en 2022. Es decir, llegó casi a triplicarse en cinco décadas. En el caso de Florencio Varela, entre 1947 y 1970 su población se incrementó de unos 10.000 a unos 100.000 habitantes, llegando a ser, entre 1970 y 2001 uno de los municipios de la Provincia de Buenos Aires que más creció demográficamente<sup>18</sup>. En la actualidad, según el Censo de 2022, viven en este municipio 496.433 habitantes (INDEC, 2022).

Este crecimiento poblacional no se dio de un modo planificado, teniendo en cuenta las necesidades mínimas de vivienda. Por el contrario, y en contraste con los recursos privilegiados de los barrios cerrados, una gran parte de la población que se fue instalando en las zonas de la cuenca, y más precisamente en la ribera del arroyo, vive en condiciones de extrema pobreza, sin servicios indispensables como los son la red cloacal o los servicios de recolección de residuos. Esta situación colabora con la contaminación del arroyo porque, en primer lugar, al no tener red

---

<sup>17</sup> Mientras la población de Berazategui y Florencio Varela crecían, la Ciudad de Buenos Aires tuvo un saldo migratorio interprovincial negativo desde 1996 (Dirección Nacional de Población, 2010).

<sup>18</sup> Datos extraídos de los Censos Nacionales y de la página web del Municipio de Florencio Varela (<https://www.varela.gob.ar/historia/migracion.aspx>)

cloacal, “los efluentes cloacales se vierten a un colector pluvial con posterior destino en el arroyo o en el mejor de los casos al suelo natural por medio de pozos absorbentes” (Montaldo, 2020: 71).

Y así lo confirmaron las personas entrevistadas al comentarnos que en varias zonas no existe la red cloacal. Respecto a la cobertura de saneamiento, según el Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas, setenta y nueve mil trecientas noventa y nueve personas no tienen red cloacal en Florencio Varela, y veintiocho mil trece en Berazategui (INDEC, 2022). Esto empeora la calidad de agua del arroyo, deteriorando también la calidad de vida de la gente que vive en la zona.

En segundo lugar, la falta de una correcta recolección de residuos hace que los habitantes del lugar tiren la basura directamente en el arroyo: “la gente hace lo que puede con la basura, algunos la queman y otros la tiran en bolsas. Luego vienen los perros, las rompen y terminan en el arroyo” (vecino que vive sobre el arroyo en la zona 4). En conclusión, mucha de la basura termina en el arroyo junto con desechos cloacales.

Los vecinos de la zona de la ribera, del arroyo, son conscientes de que el arroyo está contaminado, entonces ven ahí la posibilidad de poder arrojar todos los desperdicios..Eso en cualquier momento se convierte, en realidad ya es, una zona de basural. Dentro de los comentarios de varios alumnos dijeron que en un momento determinado vieron flotando un caballo muerto en el arroyo (Prof. A.G., entrevista de la zona 4, junio de 2024).

Y ahora se empezó a tirar más que nunca la basura. Lo traen con los carros. A veces yo también salgo con mi carro porque yo vivo el día a día. Yo también junto así como juntan mis vecinos, no me duele decir la vergüenza, porque no tengo vergüenza, salgo con mi marido en el carro, salgo a cartonear, en mi casa tengo los bolsones de cartón, soy humilde, pero es lo que hay. Nosotros tenemos que trabajar. (...) Al municipio le pedimos tachos de contenedor de basura, le pedimos que el basurero no llega hasta acá al fondo, llega hasta la asfaltada y ahí queda. Pero no se fija si los vecinos tienen la basura en la puerta de la casa.

Usan el arroyo porque no tenemos donde tirar la basura. La gente tira, y saca de comer de la basura. Hay muchas cosas para hacer. (M. San Rudecindo, entrevista de la zona 5, agosto 2023).

En varias de las entrevistas nos comentaron que el camión no se mete en el barrio y, por lo tanto, quienes viven a un par de cuadras de donde se recolecta, no cuentan con ese servicio. Y cuando llueve, el camión de recolección de la basura directamente no pasa, empeorando la situación del barrio.

Cuando llueve fuerte, el arroyo se desborda y el agua contaminada ingresa directamente a los hogares, que en su mayoría son de construcciones precarias, “arruinando lo poco que tenemos”. “El agua el otro día, nos llegó hasta las rodillas” (vecino que vive sobre el arroyo, entrevista de la zona 4).

Mientras nos mostraba las fotos que le mandan los chicos y padres de sus casas llenas de agua durante las lluvias fuertes, el director de la Escuela N°17 nos comenta que “cuando hay inundaciones, la mitad de los chicos, no llega a la escuela” (entrevista de la zona 4, marzo de 2024).

Sumada a esto, la gente que puede, haciendo un gran esfuerzo, compra el agua porque desconfían de lo que pueden estar bebiendo. Prueba de este hecho es el aumento en la cantidad de empresas que venden agua “potabilizada” (o sea, no mineral) tanto en Florencio Varela como en Berazategui, lo que conlleva un costo adicional en la vida de trabajadores que no llegan a fin de mes, según nos comenta uno de los entrevistados de la zona 4.

Respecto a los vertidos de desechos cloacales, no sólo corresponden a las viviendas particulares, sino también a la denominada “cárcel de Varela”, ya denunciada por este problema. En la naciente del Arroyo, en la zona de La Capilla, el Complejo Penitenciario de Florencio Varela (zona 1), que incluye seis cárceles superpobladas, vierte sus desechos cloacales directamente -es decir, sin tratamiento-, en las aguas del arroyo, como informan varias fuentes periodísticas y como pudimos observar en nuestro trabajo de campo. En la foto de la figura 9 puede verse claramente cómo desde la cárcel vierten los desechos en la naciente del arroyo, allí donde se hizo un canal. El canal rodea el complejo penitenciario.

Esta situación ya ha sido denunciada, así como las condiciones de sobrepoblación con los problemas de hacinamiento que esto conlleva (Tribunal de Casación Penal, 2019). Quienes viven en los

alrededores, muchos de ellos familiares de los presos de la cárcel, naturalizan que el canal esté lleno de basura. Quien atiende en un negocio frente a la cárcel nos comenta que siempre está así y que “es normal que haya ese olor”.

Figura 8. El origen del arroyo: la cárcel de Varela.



Fuente: producción propia, 2023.

Además, así lo confirman los entrevistados:

Está archi recontra contaminado. Si se hace el seguimiento de donde nace viene de la cárcel y es un olor a baño impresionante. Ellos van tirando agua, pero no debe ser lo suficiente para el tratamiento necesario allá. Y acá ponele

que corre, y en el cruce de calles ahí es donde se estanca y se siente un olor fuerte, cuando hay humedad. Ahora capaz que pasas y no sentís nada. Pero si, el olor es impresionante (Productor, entrevista de la zona 1, diciembre 2022).

Figura 9. El origen del arroyo: la cárcel de Varela y los desechos cloacales.



Fuente: Producción propia, 2023.

Como consecuencia de esta contaminación del arroyo en la cuenca, la gente de localidad de La Capilla ya no usa el agua del

arroyo como lo hacía tiempo atrás. Así nos lo confirmó una médica de la salita:

tenés que estar loco para ir a tomar agua del arroyo porque se lo ve contaminada. Pero acá no se hicieron estudios ni prevención, tampoco hay control del pozo que hace la gente y al no haber una red de agua, la persona que hace el pozo debería ser especializada, o al menos hacer un registro y analizar si el agua es potable (médica, entrevista de la zona 1, febrero de 2024).

La médica nos comenta, además, que en esa zona no se han hecho análisis de sangre y orina para saber si hay contaminación, aunque deberían hacerse. “lo que a nosotros nos preocupa es la población, qué cantidad de gente está contaminada. Pero basta con pasar por el arroyo para saber que éste está ultra contaminado” (médica, entrevista de la zona 1, febrero de 2024).

Pero lo que más me llamó la atención es lo que me contaba una señora que trabaja en la escuela es auxiliar de la escuela. Ella vive hace más de 25 años en la zona y me contaba que en su momento no estaba en las condiciones en las que hoy se encuentra, pero que todas las napas de agua -me refiero a todas las excavaciones de agua que se hacían antes de que existiera agua de red-, estaban contaminadas porque esos mismos vecinos lo habían mandado a analizar y no se podía tomar el agua” (Prof. A.G., entrevista de la zona 4, junio de 2024).

En ciertas oportunidades, como en el caso de San Rudecindo o de la Rotonda, los vecinos y las vecinas se organizaron y reclamaron

al Municipio, recibiendo atención en algunos casos y en otros no. Hasta se hicieron estudios del agua y de sus propios cuerpos, con ayuda de investigadores de las universidades en varias ocasiones, como mencionamos al comienzo del artículo.

Dicho sea de paso, muchos vecinos han hecho presentaciones a la Municipalidad, en este caso, en la de Florencio Varela que es donde está el barrio San Rudecindo y la Carolina 2, que pertenecen a este partido. Y debido a esta movida vecinal es que ha decidido Medio ambiente, la sección municipal, hacer este tipo de campaña en la plaza que a mí me pareció bárbaro. Hicimos una salida educativa y los alumnos empezaron a preguntar sobre el tema. Lógicamente cuando se enteraron que nosotros estábamos investigando sobre esta cuestión de la contaminación del arroyo, se vinieron todos, vinieron las autoridades. No te imaginás la movida que fue eso. Pero bueno, la Municipalidad de Florencio Varela le echa la culpa a provincia, dice que es de incumbencia directa de la provincia de buenos aires. Tenemos las grabaciones de eso. Pero a su vez ellos ostentan que están preocupándose por el tema” (Prof. A.G, entrevista de la zona 4, junio de 2024).

#### **4. Consideraciones finales: desarrollo y degradación ambiental**

La idea de “desarrollo”, históricamente, estuvo asociada al concepto de productividad -o, de la “productividad marginal” términos de la economía neoclásica. Y aunque existieron cuestionamientos a esta noción de desarrollo, en las distintas tradiciones de la economía, la contaminación de la naturaleza no

estuvo incluida dentro de las diferentes definiciones de desarrollo. Como explica Altvater:

Los efectos negativos sólo pueden ser ignorados bajo el supuesto de que la naturaleza tiene una capacidad infinita de absorberlos. Sin embargo, el proceso de acumulación capitalista tiende a transgredir el límite de las condiciones naturales de reproducción y, consecuentemente, la teoría tiene que tomar a la naturaleza en consideración. Aparentemente, esto era innecesario mientras se desconocían ‘los límites del crecimiento’ o los problemas del medio ambiente y, por lo tanto, estos no eran tema en el discurso político o científico (Altvater, 2006: 352).

Es recién en las últimas décadas que la contaminación ambiental empezó a ser considerada un problema que puede afectar a las economías nacionales y a las sociedades futuras. Sea como consecuencia de las luchas ambientales o de la toma de conciencia de los efectos de la contaminación que podrían perjudicar a la rentabilidad capitalista, la cuestión ambiental comienza a tener peso en los debates nacionales e internacionales, recién en los años 90. A partir de esta década empieza a tener relevancia, dentro del mundo de las ONG y en la agenda política internacional, la noción de “desarrollo sustentable”, que más recientemente se transformaría en la idea de “industrias limpias”. El ecoeficientismo, como lo denomina Svampa, “postula el eficiente uso de los recursos naturales y el control de la contaminación” (2008: 6).

Sin embargo, más allá de que su difusión como “tema de agenda” pueda considerarse un avance, existen ciertos límites que se

imponen a la hora de generar medidas que lleven a soluciones reales. Entre esos límites se encuentra, en primer lugar, la búsqueda de la rentabilidad y la competencia como lógica que dirige el mercado capitalista. Esta lógica hace que las medidas que podrían disminuir los impactos ambientales, continúen siendo un “costo” para los empresarios. Costo que en general es impuesto por parte de los estados como regulaciones ambientales. Así sucede con las empresas que vierten los efluentes industriales en el arroyo Las Conchitas sin tratamiento previo. Para estas empresas, un tratamiento de los residuos implica un costo. Por lo tanto, si nadie lo exige, ninguna empresa lo hará por motu proprio.

En segundo lugar, la desigualdad en la sociedad genera sectores de alto consumo y sectores de la sociedad que, en general, son los que más padecen los efectos de la contaminación como puede observarse en los barrios más empobrecidos de la cuenca del arroyo Las Conchitas. Como explica Altvater:

En repetidas oportunidades, los ecologistas suelen decir que la pobreza es una de las principales causas de la destrucción ecológica, y el Banco Mundial en particular trabaja con este supuesto. Pero no es cierto. La desigualdad y la injusticia son las que resultan perjudiciales no sólo para la cohesión social sino también para la naturaleza. Los pobres son relegados a la satisfacción de las llamadas necesidades básicas, mientras que los ricos han acumulado tantos reclamos sobre la naturaleza que pueden expandir codiciosamente el ‘medio ambiente’ que dominan y excluir a otros de su uso ordenado, por lo que desarrollan prácticas destructivas de uso excesivo de los recursos que están a su disposición (Altvater, 2006: 351).

Pero la cuenca del Arroyo Las Conchitas no es la única de la provincia de Buenos Aires que padece este problema socioambiental. En todos los casos las características son similares:

Territorios que, en general, se caracterizan por elevados niveles de degradación ambiental en los que se combinan situaciones de pobreza, altas tasas de crecimiento poblacional, riesgos de inundaciones, contaminación del suelo y el aire, e infraestructuras de agua y saneamiento de cobertura incompleta o calidad precaria” (Merlinsky y Tobías, 2021: 27).

Por último, terminar con la contaminación se presenta como un problema para los estados nacionales -así como también para las provincias y municipios- cuyos recursos, en general, dependen de los impuestos, tanto al consumo como a la producción y de las divisas por medio de las inversiones extranjeras y de las exportaciones<sup>19</sup>. Se entiende entonces que, cuanta más producción, más inversiones, más exportaciones y más consumo haya, más recursos económicos tendrán los estados. Esto genera un gran impedimento para formular e implementar políticas reales que frenen los llamados “pasivos ambientales”.

---

<sup>19</sup> En las últimas décadas en Argentina -como en varios países de América Latina-, con el auge de lo que varios autores denominan “neodesarrollismo” (Gudynas, 2015) o “neoextractivismo” (Svampa, 2019), creció la producción de las actividades extractivas, incluido el agronegocio y la explotación de humedales para el negocio inmobiliario. Este boom extractivista está asociado a la búsqueda de inversiones extranjeras y de las exportaciones, ambas para la obtención de divisas.

## 5. Referencia bibliográfica:

Altvater, E. (2006). ¿Existe un marxismo ecológico? En Borón, A. La teoría marxista hoy. Problemas y perspectivas. pp. 341-364. Buenos Aires, CLACSO.

Alvarez Huwiler, L. (2017). Minería, Dinamismo y despojo. Revista Relacso, N°10, 10 de marzo de 2017, pp. 1-26.

Asociación amigos de la historia varelense, Referencias históricas, <https://dehistoriaypueblo.wordpress.com/arroyos-el-balneario-de-nuestr-abuelos/>

Bonefeld, W. (2012). La permanencia de la acumulación primitiva: fetichismo de la mercancía y constitución social. Theomai, N° 26, 2012, pp. 56-68.

Calvo, G.; Cipponeri, M.; Salvioli, M.; Trovatto, M. y Alvares, P. (2014). Análisis multitemporal del uso efectivo del territorio en la cuenca del Arroyo Las Conchitas-Plátanos. Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ingeniería, Departamento de Hidráulica, Unidad de Investigación, Desarrollo, Extensión y Transferencia Gestión Ambiental (UIDET- Gestión Ambiental- FI UNLP).

Collective, M. N. (2012). Los nuevos cercamientos. Theomai, N° 26, 2012, pp. 1-15.

De Angelis, M. (2012). Marx y la acumulación primitiva. El carácter continuo de los "cercamientos" capitalistas. Theomai, N° 26, 2012, pp. 16-35.

De Jesús, C.M. (2021). Cuarto de desechos y otras obras. Buenos Aires, Mandacuru Editorial

Desde el conocimiento (7 de noviembre de 2022). C5N. <https://desdeelconocimiento.com.ar/arroyo-las-conchitas-hay-un-ciclo-perverso-de-contaminacion-salud-y-socio-economia/>

Directorio del Autoridad del Agua (ADA). (6 de abril de 2022). Resolución conjunta 463/2022. <https://normas.gba.gob.ar/arb/resolucion-conjunta/2022/463/289376>

Dirección Nacional de personas (2010). Evolución y distribución espacial a partir de datos censales. [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/migracion\\_en\\_argentina\\_dnp.pptx.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/migracion_en_argentina_dnp.pptx.pdf)

Grigera, J. y Alvarez, L. (2013). Extractivismo y acumulación por desposesión Un análisis de las explicaciones sobre agronegocios, megaminería y territorio en la Argentina de la posconvertibilidad. *Theomai*, 27-28, 2013, pp. 80-97.

Gudynas, E. (2015). *Extractivismos: Ecología, economía y política de un modo de entender el desarrollo y la Naturaleza*. Lima, RedGe/PDTG/ CooperAcción/CLAES.

Harvey, D. (2004). *El nuevo imperialismo*. Madrid, Akal.

INDEC, Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas (2022). <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-2-41-165>.

Investiga, CyT de la Universidad Nacional de la Plata, s/d.  
<https://unlp.edu.ar/investiga/cienciaenaccion/contaminacion-con-el-patrocinio-de-la-unlp-vecinos-de-florencio-varela-obtienen-fallo-contra-empresa-fundidora-de-plomo-21454-41454/>

Iparraguirre, M. S. (14 de mayo de 2022a). Contaminación en los barrios: durmiendo con el enemigo. Revista crisis.  
<https://revistacrisis.com.ar/notas/contaminacion-en-los-barrios-durmiendo-con-el-enemigo>

Iparraguirre, M. S. (22 de mayo de 2022b). La lucha del barrio La Rotonda contra una fábrica que lo envenena con plomo. Tiempo Argentino. [https://www.tiempoar.com.ar/ta\\_article/la-lucha-del-barrio-la-rotonda-contra-una-industria-que-lo-envenena-con-plomo/](https://www.tiempoar.com.ar/ta_article/la-lucha-del-barrio-la-rotonda-contra-una-industria-que-lo-envenena-con-plomo/)

Iparraguirre, M.S. (27 de mayo de 2022c). Tres décadas de contaminación y una batalla judicial: el barrio obrero de Florencio Varela que vive envenenado. Infobae. <https://www.infobae.com/sociedad/2022/05/27/tres-decadas-de-contaminacion-y-una-batalla-judicial-el-barrio-obrero-de-florencio-varela-que-vive-envenenado/>

Lewontin, R. y Levins, R. (2021). La biología en cuestión: ensayos dialécticos sobre la ecología, agricultura y salud. Buenos Aires, Ediciones IPS.

Merlinsky, G. (2006). La Entrevista como Forma de Conocimiento y como Texto Negociado: notas para una

pedagogía de la investigación. Cinta de Moebio: Revista Electrónica de Epistemología de Ciencias Sociales, N° 27, 26 de agosto 2006, pp. 27-33.

Merlinsky, G. (2013). Cartografías del conflicto ambiental en Argentina. Ciccus, Buenos Aires.

Merlinsky, G. (2016) Efectos de las causas estructurales en el largo plazo: la causa Riachuelo. En Dereito e Práxis, vol. 7, N°14, mayo de 2016, pp. 1 – 22.

Merlinsky, G. (2017). Ecología política del agua y territorialización de las luchas sociales. La experiencia del Foro Hídrico de Lomas de Zamora. En Anthropologica, vol. 35, N° 38, 2017, pp. 119-145.

Merlinsky, G. y Tobias, M. (2021). Conflictos por el agua en las cuencas de los ríos Matanza-Riachuelo y Reconquista: Claves para pensar la justicia hídrica a escala metropolitana. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Filosofía y Letras. Instituto de Geografía "Romualdo Ardissonne". Punto Sur; N° 5; 29 de diciembre de 2021; 24-40. <https://doi.org/10.34096/ps.n5.10998>

Montaldo, D. (2020). Estudio ecotoxicológico en la cuenca hídrica del arroyo las conchitas (Buenos Aires) con embriones de vertebrados. Tesis de maestría en Ingeniería Ambiental, de la Universidad Tecnológica Nacional, Avellaneda.

Municipalidad de Florencio Varela. Historia, migración y población. <https://www.varela.gob.ar/historia/migracion.aspx>

Pintos, P. (2019). Extractivismo inmobiliario y vulneración de bienes comunes en la cuenca baja del río Luján. En: A. Vázquez Duplat (Comp.). Extractivismo urbano: Debates para una construcción colectiva de las ciudades. pp. 23-39. Buenos Aires, El Colectivo. <https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/libros/pm.5127/pm.5127.pdf>

Svampa, M. (2008). La disputa por el desarrollo: territorio, movimientos de carácter socio-ambiental y discursos dominantes. En Svampa, Cambio de época. Movimientos sociales y poder político, pp. 1-31. Buenos Aires, Siglo XXI y Clacso ediciones.

Svampa, M. (2019). Las fronteras del neoextractivismo en América Latina: conflictos socioambientales, giro ecoterritorial y nuevas dependencias. Alemania, Calas, Bielefeld University Press.

Tribunal de Casación Penal (octubre de 2019). Resolución 2301/18. [https://defensapublica.mpba.gov.ar/JURISDICCIONAL/Resoluciones/SCBA/Documento\\_sobre\\_condiciones\\_de\\_detencion\\_prov\\_bs\\_as.pdf](https://defensapublica.mpba.gov.ar/JURISDICCIONAL/Resoluciones/SCBA/Documento_sobre_condiciones_de_detencion_prov_bs_as.pdf)

Tumanoff, A. (5 de octubre de 2013). La Venus de Berazategui. Viaje y Paseos. <https://www.alepolvorines.com.ar/Viajes/VenusBerazategui/VenusBerazategui.htm>

Wertheimer, M. C. (2018). Renovación urbana y conflictos territoriales en las costas metropolitanas del Río de la Plata: los casos de Quilmes, Avellaneda y Vicente López. Estudios del hábitat, vol 16, N°2, diciembre de 2018, pp. 1-14

Zarate, N. (9 de diciembre de 2020) Humedales sí, countries no. Agencia de Noticias de la facultad de Ciencias de la Comunicación UBA (ANCCOM). <https://anccom.sociales.uba.ar/2020/12/09/humedales-si-countries-no/>

# Capítulo 7

## Residuos plásticos y su impacto en ecosistemas hídricos, marinos y costeros

*Tec. Micaela Giulianetti*

### 1. Introducción

Uno de los temas que actualmente representa una preocupación a nivel global es la creciente amenaza ambiental, social y económica que provoca la contaminación por los residuos plásticos.

Convivimos a diario con ellos, los compramos, descartamos, reciclamos, respiramos y hasta los ingerimos.

En el presente capítulo se analizan las problemáticas que sus impactos generan en los sistemas hídricos, sabiendo que la contaminación por plásticos que llega a los ambientes costeros y marinos afectando sus ecosistemas, principalmente es de origen terrestre, debido tanto a una ineficiente gestión integral de los residuos sólidos urbanos –RSU–, permitiendo que estos sean transportados por los arroyos urbanos, como también por falta de la tecnología necesaria. Además, se realiza una recopilación de la normativa vigente sobre el tema y sobre la información de la

situación a nivel mundial, regional y local, tomando como referencia Argentina y la Provincia de Buenos Aires.

Este capítulo es una introducción a las entradas y salidas del ecosistema hídrico y su metabolismo.

## **2. Desarrollo**

### **2.1. Fuentes, vectores y rutas de transporte de los plásticos hacia zonas costeras y ambientes marinos**

Como la mayor parte de las actividades antropogénicas ocurren en tierra firme, es de esperar que allí se origine la mayor cantidad de contaminación por plásticos del planeta<sup>1</sup>, y luego llegue a los ambientes costeros y marinos a partir de una deficiente gestión y disposición de residuos sólidos urbanos (RSU).

Las rutas del plástico hacia los océanos pueden ser el lavado de tierras, ríos, arroyos - tal como puede ser el estudiado en este libro "Las Conchitas" que atraviesa los distritos de Florencio Varela y Berazategui desembocando en el Río de La Plata- escorrentías, vertido de aguas de desecho, transporte por vía atmosférica y vuelcos directos. También eventos como tormentas y desastres naturales constituyen fuertes puntos de ingreso de grandes cantidades de plástico hacia los océanos o directamente

---

<sup>1</sup> •Ríos, M. F.; Márquez, F.; Gatti, M.; Galván, D. E.; Bravo, G.; Bigatti, G.; Brogger, M. I. (2020). Residuos plásticos en Argentina: su impacto ambiental y en el desafío de la economía circular. Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

actividades propias realizadas en mar abierto como lo son la pesca y el transporte marítimo.

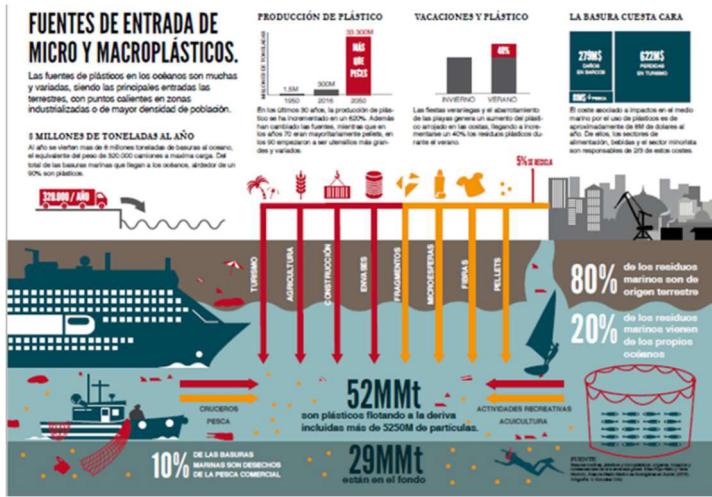


Figura 1. Fuentes de entrada de Micro y Macroplásticos. Fuente: Rojo-Nieto E. y Montoto T. Basuras marinas, plásticos y microplásticos: orígenes, impactos y consecuencias de una amenaza global.

### 2.1.2. Microplásticos. Origen y Clasificación.

Los **microplásticos** son clasificados principalmente de acuerdo a: su tamaño (por definición), la función original para la cual fueron fabricados y su forma geométrica. Por definición, el término microplásticos se emplea para nombrar a aquellos plásticos que miden entre 5 mm y un tercio de milímetro. Además, en base a si su tamaño pequeño es intencional o accidental, se los clasifica como “primarios” o “secundarios”.

Los **“primarios”** son fabricados para uso directo o como precursores de otros productos como las fibras sintéticas, los pellets industriales y las microperlas agregadas principalmente a productos cosméticos.

Luego, su forma queda determinada por su función, pudiendo encontrarse microplásticos primarios esféricos, cilíndricos, discoidales o cúbicos.

Por ejemplo, las microperlas son muy empleadas en la industria cosmética como reemplazantes de ciertos exfoliantes naturales en productos cosméticos de un solo uso, como limpiadores de maquillajes o pastas dentales.

Estas supuestamente son retenidas en los filtros de las plantas de tratamiento de aguas de desecho. Sin embargo, muchas plantas no están diseñadas ni tienen la capacidad de separarlas efectivamente, por lo cual son liberadas finalmente en los sistemas acuáticos.

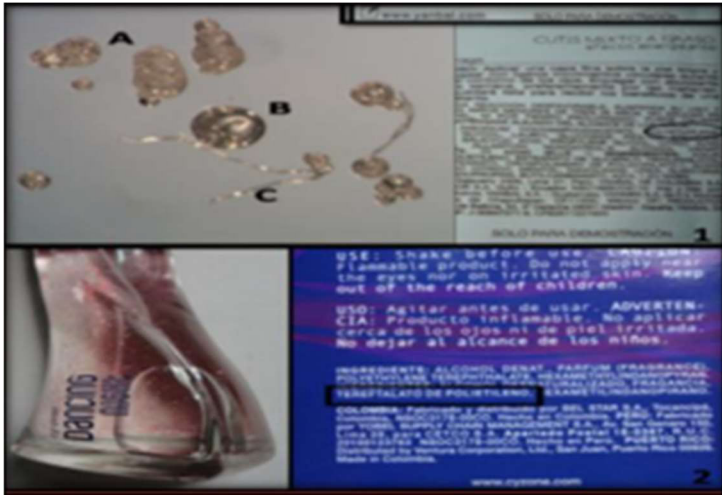


Figura 2. Microplásticos primarios de polietileno (PE), usados en la industria cosmética. 1. A. Microplástico de forma irregular. B. Esféricos. C. Fibras plásticas en una crema exfoliante de la marca Yanbal. 2. Microplásticos de tereftalato de polietileno utilizados para dar brillo, en fragancia de la marca CyZone.

Fuente: Acosta Coley I. (2014). Caracterización de microplásticos primarios en el ambiente marino de una playa urbana en Cartagena de Indias.

Por otra parte, los microplásticos **“secundarios”** se generan a partir de la fractura de los plásticos desechados al ambiente, y son mucho más abundantes que los primarios.

Debido al deterioro continuo de los plásticos, existe una enorme variedad de tamaño, forma, color y tipo de polímero entre los microplásticos secundarios, principalmente representados por fibras textiles o fragmentos con formas irregulares.



Figura 3. Microplásticos secundarios. Fuente: Rojo-Nieto E. y Montoto T. (2017). Basuras marinas, plásticos y microplásticos: orígenes, impactos y consecuencias de una amenaza global.

Entre el caso especial se encuentran los nanoplásticos estos son los menos conocidos, pero son los más altamente peligrosos dado que su tamaño es de  $1\mu\text{m}$ , se hace más fácil a ser ingerida por los organismos en la cadena trófica. Se han evaluados que su origen puede provenir de la fragmentación de plásticos de gran tamaño<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Rojo-Nieto E. y Montoto T. (2017). Basuras marinas, plásticos y microplásticos: orígenes, impactos y consecuencias de una amenaza global. Ecologistas en Acción.

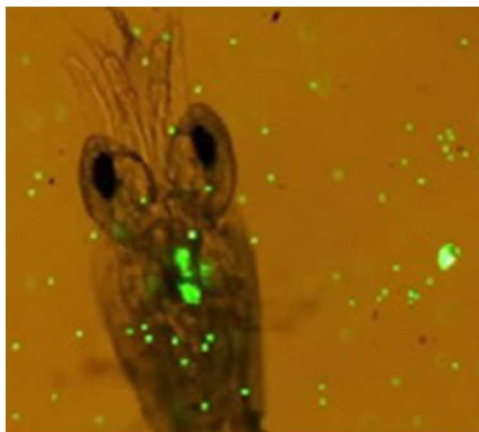


Figura 4. Nanoplásticos. Fuente: Rojo-Nieto E. y Montoto T. (2017).  
Basuras marinas, plásticos y microplásticos: orígenes, impactos y consecuencias de una amenaza global.

Los principales factores responsables del deterioro de los plásticos son la luz ultravioleta y la abrasión física por el entorno de una playa o el oleaje en los ambientes marinos. La radiación solar UV-B y las altas temperaturas tienen un mayor impacto en materiales plásticos expuestos a ambientes terrestres, por lo que estos materiales se degradarán a un ritmo relativamente más rápido en tierra que en el mar.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Ríos, M. F.; Márquez, F.; Gatti, M.; Galván, D. E.; Bravo, G.; Bigatti, G.; Brogger, M. I. (2020). Residuos plásticos en Argentina: su impacto ambiental y en el desafío de la economía circular. Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.



Figura 5. Microplásticos del Río Patapsco (Maryland, Estados Unidos).  
Fotografía: Lance Yonkos, 2015 (CC BY).

## 2.2 Residuos plásticos en ambientes acuáticos

Si bien todo tipo de plásticos se encuentran muy extendidos en el medio marino, los microplásticos son el tipo de residuo más abundante de basura plástica, ya que sus propiedades físicas, su longevidad y resistencia a la descomposición les permite viajar grandes distancias flotando en el agua formando el fenómeno conocido como “SMOG PLÁSTICO”.



Figura 6. Demostración de cómo se origina el “SMOG PLÁSTICO” en los cuerpos acuáticos. Fuente: Imagen del documental “A Plastic Ocean”.

Se han efectuado mediciones desde 1979 en 11.777 estaciones de muestreo en todas las cuencas oceánicas del mundo y se han evidenciado que los niveles de microplásticos se han incrementado a partir del año 2005. De no efectuar acciones prontas, las cantidades de plásticos se pueden casi hasta triplicar para el año 2040<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Fresneda, C. (2023). El “smog plástico” invade los océanos. El Mundo. <https://www.elmundo.es/ciencia-y-salud/medio-ambiente/2023/04/05/642c07eae4d4d8f8648b457c.html>

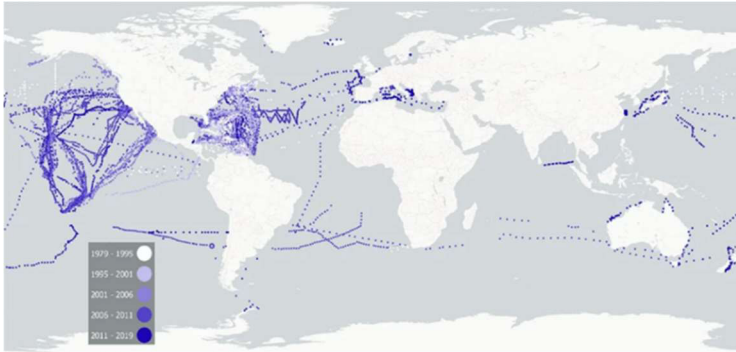


Figura 7. El mapa muestra la locación de las estaciones de muestreo, que reproduce aproximadamente los sitios de concentración de plásticos.

Fuente: Sebastini, A. (2023). Por cada habitante del planeta hay 21.000 piezas de plástico en los océanos.

Estas afectaciones de grandes cantidades de plástico en los océanos llegan a conformar las islas de plásticos, donde estas suelen estar conformadas en un 80% por plásticos que provienen de fuentes terrestre y un 20% de embarcaciones; los vientos y la presión atmosférica crean una circulación que produce que estos residuos flotantes se mantengan unidos en una masa sobre el agua y se vean como grandes manchas de basura. Los giros, son los lugares donde se suelen acumular principalmente los plásticos en los océanos.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> Rodolfo, E. (2015). Mar del plástico: una revisión del plástico en el mar. Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero, 27. [https://aquadocs.org/bitstream/handle/1834/10964/RevINIDEP27\\_83.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://aquadocs.org/bitstream/handle/1834/10964/RevINIDEP27_83.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

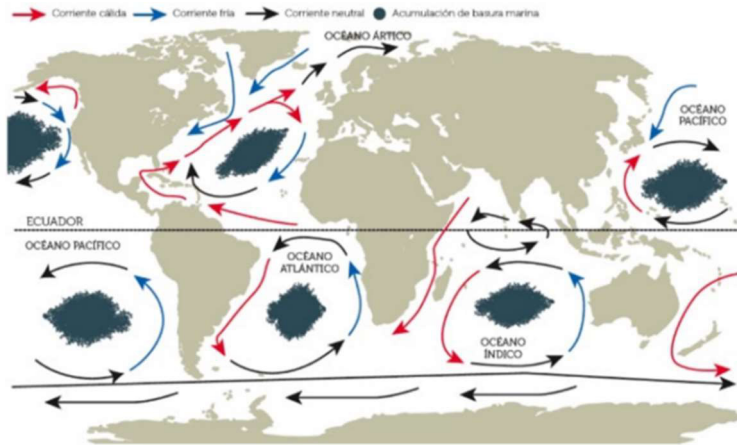


Figura 8. Principales giros oceánicos de los océanos del mundo, con las principales islas de plástico. Fuente: Anellides. (2016). Islas de plástico.

### 2.2.1 Impactos en organismos acuáticos y cadena trófica

La invasión de plásticos en ambientes costeros y acuáticos los deja disponibles para ser consumidos por una amplia gama de seres vivos que allí habitan. Específicamente aquellos de niveles tróficos inferiores como invertebrados o peces pequeños. La contaminación plástica causa daños a la vida silvestre y además existe la inquietud de que pueda presentar en última instancia peligros para la salud humana.

Al ser ingeridos por organismos marinos, ya sea de manera involuntaria o voluntaria al confundirlos con alimento, los macro y microplásticos ingresan en las cadenas tróficas pudiendo causar ***impactos negativos tanto físicos como químicos***.

***Los impactos físicos*** incluyen daños internos o bloqueos en los tractos digestivos de los organismos que los ingieren, causando en

ellos falsa saciedad. Según estudios recientes se ha comprobado que unas 700 especies marinas se encuentran afectadas por detritos marinos (en su mayoría, plásticos).

En el caso de microplásticos para los organismos de mediano y gran tamaño, el riesgo de sufrir impactos negativos sería menor que en los organismos de pequeño tamaño. Ya que al igual que con otros tipos de materiales no digeribles como partículas de arena, escamas de peces o exoesqueletos de invertebrados, las partículas plásticas podrían ser desechadas de la misma forma, sin generar necesariamente algún daño en el organismo. Sin embargo, pueden incorporarlos por traslocación al sistema circulatorio, siendo alojados en sus tejidos internos. En este sentido hay reportes de microplásticos en músculo, hígado o branquias.

En cuanto a los ***impactos químicos*** todo plástico en su manufactura incorpora aditivos que le dan ciertas características como ser más flexible, duradero y transparente, entre ellos los más conocidos son el bisfenol A (BPA) y los ftalatos, y hay otros que hasta incluyen metales pesados como el plomo.

Como estos aditivos no están incorporados a la matriz del plástico pueden liberarse al ambiente a medida que éste se degrada sobre todo a altas temperaturas o dentro de los seres vivos si son consumidos, acumularse en sus organismos a lo largo del tiempo (proceso conocido como bioacumulación) y transferirse a niveles tróficos superiores, es decir a sus predadores.

Además, en el caso de los **microplásticos**, los **impactos químicos** aumentan, en comparación con los macroplásticos, porque como toda partícula muy pequeña, tienen una gran superficie exterior en relación a su volumen. Eso provoca que estos puedan concentrar contaminantes un millón de veces más que el agua de mar.

Son como imanes que atraen los metales pesados, compuestos hidrófobos (repelidos por el agua) como los pesticidas, químicos lixiviados provenientes de distintas industrias o de residuos urbanos.

Conforme el microplástico “envejece” en el agua, aumenta su porosidad; esto a su vez incrementa su capacidad para adsorber contaminantes tóxicos.<sup>6</sup>

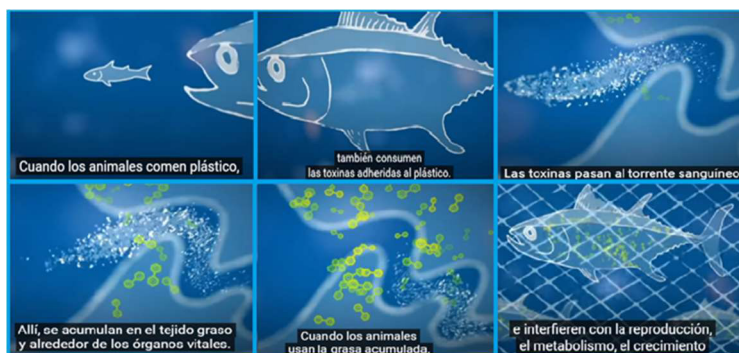


Figura 9. Bio-acumulación de contaminantes tóxicos. Fuente: Imagen del documental "A Plastic Ocean"

---

<sup>6</sup> Ríos, M. F.; Márquez, F.; Gatti, M.; Galván, D. E.; Bravo, G.; Bigatti, G.; Brogger, M. I. (2020). Residuos plásticos en Argentina: su impacto ambiental y en el desafío de la economía circular. Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.



Figura 10. Imagen de aves acuáticas muertas por consumo de microplásticos en las costas. Fuente: Imagen del documental "A Plastic Ocean"



Figura 11. Los animales marinos confunden las bolsas plásticas con medusas. Fuente: Imagen del documental "A Plastic Ocean"



Figura 12. Ballena extremadamente delgada fue encontrada muerta en las costas del suroeste francés con 16 kilos de plástico en el estómago.

Fuente: Revista National Geographic en Español.

### **2.2.2 El macroproblema de los microplásticos textiles**

Las fibras textiles representan más de 85% de los microplásticos en los océanos<sup>7</sup>, y provienen del desgaste de diversos productos fabricados con polyester, nylon, acrílico y otros textiles sintéticos, presentes en la ropa, los neumáticos, las redes de pesca, las colillas de cigarrillos y las alfombras, entre otros.

En un inicio se pensó que se desprendían principalmente durante el lavado de las prendas, y algunos estudios parecían confirmarlo.

Sin embargo, en estudios muy recientes se ha determinado que numerosas plantas de tratamiento municipales pueden eliminar

---

<sup>7</sup> Vázquez Rodríguez G. A. (2019). Los microplásticos textiles (o la increíble historia de cómo tu suéter termina en el salero). Revista: ciencia. Volumen 70 numero 1.

hasta 96% de los microplásticos textiles contenidos en las aguas residuales<sup>8</sup>.

Este dato significa que existen otras vías de llegada además de la ruta: lavadora – agua residual doméstica - planta de tratamiento – ríos – océanos.

La vía que empieza a señalarse es la desintegración “en seco”, debida al uso cotidiano de las prendas, u otros productos fabricados con poliéster y a su exposición a los factores ambientales.

El problema por el que las fibras textiles representan una fuente de contaminantes tóxicos, no solo porque puede absorber contaminantes como cualquier otro microplástico en un sistema acuático, sino porque el procesamiento en húmedo de tejidos requiere una gran cantidad de sustancias tóxicas: pesticidas, solventes, colorantes, retardantes de flama, estabilizadores de color, plastificantes y detergentes.

Muchos de los compuestos peligrosos que se usan en la manufactura y el acabado de los tejidos se han detectado también en el agua de enjuague de las lavadoras domésticas, lo que demuestra la capacidad contaminante de los textiles durante su uso cotidiano<sup>9</sup>.

---

<sup>8</sup> Vázquez Rodríguez G. A. (2019). Los microplásticos textiles (o la increíble historia de cómo tu suéter termina en el salero). Revista: ciencia. Volumen 70 numero 1.

<sup>9</sup> Vázquez Rodríguez G. A. (2019). Los microplásticos textiles (o la increíble historia de cómo tu suéter termina en el salero). Revista: ciencia. Volumen 70 numero 1.



Figura 13. Ruta de transporte de Microfibras Textiles y contaminantes a partir de los lavados. Fuente: Rios, M. F.; Marquez, F.; Gatti, M.; Galvan, D. E.; Bravo, G.; Bigatti, G.; Brogger, M. I. (2020). Microplásticos: macroproblemas. In Residuos plásticos en Argentina. Su impacto ambiental y en el desafío de la economía circular (pp. 8–22).

### 3. MARCO NORMATIVA

#### 3.1 NORMATIVA NACIONAL

<b>Norma</b>	Artículo 41. Derecho al medio ambiente sano.
<b>Jurisdicción</b>	Nación
<b>Descripción</b>	Todos tenemos derecho a vivir en un medio ambiente sano. Todos debemos cuidar el medio ambiente. Si dañamos el medio ambiente tenemos que arreglar el daño. El Estado debe crear leyes y educar a la gente para proteger y conservar el medio ambiente. El Estado tiene que cuidar que se usen adecuadamente los recursos naturales. Las provincias también deben ayudar a cuidar el medio ambiente. Está prohibido traer al país residuos peligrosos desde otro país.

<b>Norma</b>	Ley N° 25.675. Ley General del Ambiente
<b>Jurisdicción</b>	Nación
<b>Descripción</b>	Establece los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del <b>ambiente</b> , la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sostenible en Argentina.

<b>Norma</b>	Ley N° 25.831. Régimen de libre acceso a la información.
<b>Jurisdicción</b>	Nación

<b>Descripción</b>	Establece presupuestos mínimos de protección ambiental para garantizar el derecho de acceso a la información ambiental.
--------------------	---

<b>Norma</b>	Ley N° 25.916. Gestión de Residuos Domiciliarios.
<b>Jurisdicción</b>	Nación
<b>Descripción</b>	Establece presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión integral de residuos domiciliarios. Se denomina "residuo domiciliario" a aquellos elementos, objetos o sustancias que como consecuencia de los procesos de consumo y desarrollo de actividades humanas, son desechados y/o abandonados.

<b>Norma</b>	Ley N° 27279. Presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión de los envases vacíos de fitosanitarios.
<b>Jurisdicción</b>	Nación
<b>Descripción</b>	La presente Ley establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión de los envases vacíos de fitosanitarios, en virtud de la toxicidad del producto que contuvieron, requiriendo una gestión diferenciada y condicionada.

<b>Norma</b>	Ley N° 27602. Productos cosméticos y productos de higiene oral de uso odontológico
<b>Jurisdicción</b>	Nación
<b>Descripción</b>	Prohíbe la producción, importación y comercialización de productos cosméticos y productos de higiene oral de uso odontológico que contengan micro-perlas de plástico añadidas intencionalmente, a partir de los dos (2) años contados desde la publicación de la presente Ley.

### **3.2 Tratados internacionales**

<b>Norma</b>	<b>Descripción</b>
<b>“Resolución 14: fin de la contaminación por plásticos: hacia un instrumento internacional jurídicamente vinculante”</b>	Acabar con la contaminación por plásticos y forjar un acuerdo internacional jurídicamente vinculante para 2024.

### **3.3 Normativa provincial**

<b>Norma</b>	Artículo 28 Constitución de la Provincia de Buenos Aires.
<b>Jurisdicción</b>	Provincia de Buenos Aires
<b>Descripción</b>	Los habitantes de la Provincia tienen el derecho a gozar de un ambiente sano y el deber de conservarlo y protegerlo en su provecho y en el de las generaciones futuras.

<b>Norma</b>	Ley N° 11.723. Ley integral del medio ambiente y los recursos naturales.
<b>Jurisdicción</b>	Provincia de Buenos Aires
<b>Descripción</b>	“La presente ley, conforme el artículo 28° de la Constitución de la Provincia de Buenos Aires, tiene por objeto la protección, conservación, mejoramiento y restauración de los recursos naturales y del ambiente en general en el ámbito de la Provincia de Buenos Aires, a fin de preservar la vida en su sentido más amplio; asegurando a las generaciones presentes y futuras la conservación de la calidad ambiental y la diversidad biológica”.

<b>Norma</b>	Ley N° 14343/11. Identificación de los pasivos ambientales, obliga a recomponer sitios contaminados. Mitigación de impactos negativos en el ambiente.
<b>Jurisdicción</b>	Provincia de Buenos Aires
<b>Descripción</b>	“La presente Ley tiene por objeto regular la identificación de los pasivos ambientales, y la obligación de recomponer sitios contaminados o áreas con riesgo para la salud de la población, con el propósito de mitigar los impactos negativos en el ambiente”.

<b>Norma</b>	Ley N° 13592/04. Gestión integral de Residuos Sólidos Urbanos.
<b>Jurisdicción</b>	Provincia de Buenos Aires

<b>Descripción</b>	“Fijar los procedimientos de gestión de los residuos sólidos urbanos, de acuerdo con las normas establecidas en la Ley Nacional N° 25.916 de “presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión integral de residuos domiciliarios”.
--------------------	---

<b>Norma</b>	Resol. OPDS 317/20. Generadores especiales de residuos sólidos urbanos (comercios, centros de distribución, universidades públicas y privadas, dependencias de la administración pública provincial, entre otros).
<b>Jurisdicción</b>	Provincia de Buenos Aires
<b>Descripción</b>	““Establecer el marco regulatorio aplicable a los generadores especiales existentes en el territorio de la provincia de Buenos Aires en lo atinente a la gestión integral de los residuos sólidos urbanos que se originen en el marco de su actividad”.

<b>Norma</b>	Resolución 44/2021
<b>Jurisdicción</b>	Provincia de Buenos Aires
<b>Descripción</b>	“Implementa el Registro de Tecnologías de Destinos Sustentables, plantas de separación, acondicionamiento y/o valorización de residuos reciclables, entendiéndose por tales aquellos materiales secos susceptibles de aprovechamiento como cartón, papel, plásticos, vidrios, metales, envases mixtos, entre otros”.

<b>Norma</b>	Ley N° 13868
<b>Jurisdicción</b>	Provincia de Buenos Aires
<b>Descripción</b>	“Prohibir en la provincia de Buenos Aires, el uso de bolsas de polietileno y todo otro material plástico convencional, utilizadas y entregadas por supermercados, autoservicios, almacenes y comercios en general para transporte de productos o mercaderías”.

<b>Norma</b>	Decreto 869/2008
<b>Jurisdicción</b>	Provincia de Buenos Aires
<b>Descripción</b>	“Crear el programa “Generación 3R” para promover la reducción, la reutilización y el reciclaje de residuos sólidos urbanos”.

#### **4. Residuos plásticos en Argentina**

En Argentina la industria del plástico es relevante representa el 1,7% del PBI, da trabajo a 2800 Pymes y dentro de la Cámara Argentina Industrial del Plástico -CAIP- están reunidos alrededor de 1400 Industrias.

Es esta Cámara la que aporta el dato de que en la actualidad se consume un millón y medio de toneladas de plástico anualmente, lo que se traduce a 41 kg por persona.

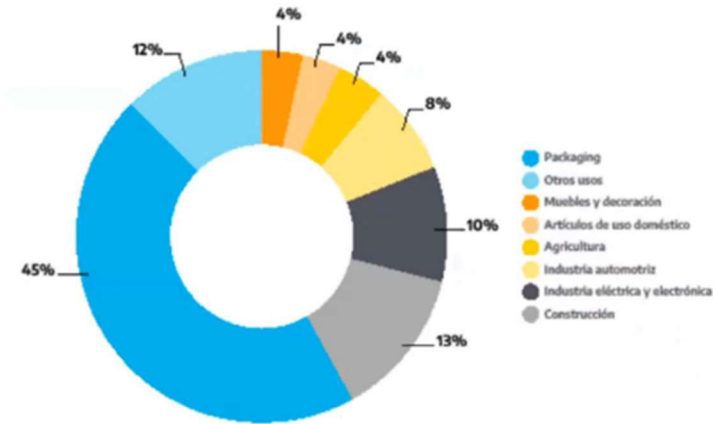


Figura 14. Consumo de plástico de los habitantes argentinos. Fuente: Presentación realizada durante el Webinar Basura Marina Plástica organizado por el Instituto de Conservación de Ballenas.

Con respecto a los residuos sólidos urbanos -RSU- en la Argentina se produce 1,5 Kg por habitante por día, significando 18 millones de toneladas anuales. De esta cifra de residuos alrededor del 60% termina en rellenos sanitarios o valorizados y cerca del 40% en vertederos no controlados, ecosistemas o cuerpos acuáticos.

De toda esta basura que llega al CEAMSE, alrededor del 20% corresponde a plásticos, que tranquilamente podrían gestionarse mediante el proceso de economía circular. Con respecto a la Industria del reciclado, el país cuenta con 45 empresas formalizadas que toman este plástico y lo convierten en pellets, que luego se utilizan para fabricar nuevos productos.

En Argentina se reciclan unas 250.000 toneladas por año de plásticos, dando una tasa del reciclado del 17%.

El CEAMSE recicla aproximadamente 750 Toneladas.



Figura 15. Distribución de la Industria del Reciclado del Plástico e Argentina. Fuente: Presentación realizada durante el Webinar Basura Marina Plástica organizado por el Instituto de Conservación de Ballenas.

Como demuestra la Figura 15. Existe una centralización de empresas dedicadas al reciclado de los plásticos en Buenos Aires, lo que presenta costes elevadísimos de transporte para la valorización de estos residuos con respecto a las provincias ubicadas tanto en el Norte como en el Sur de país. Situación que afecta de manera negativa su posible reciclaje.

#### **4.1.1. Residuos plásticos en la provincia de Buenos Aires**

Mediante estudios del año 2016, se sabe que los residuos urbanos generados en el área metropolitana de Buenos Aires se componen principalmente de “desechos orgánicos (49%), papel y cartón (14%), plásticos (15%), vidrio (3%), metales (2%) y otros (17%)”; al determinar que un 34% de los residuos pueden ser reciclados, queda en evidencia que no se cuenta con los recursos y herramientas necesarias para una eficiente gestión de los RSU, como información de los usuarios en el proceso de separación en la fuente de los residuos sólidos urbanos, concientización del costo en la recolección, traslado y disposición final de los residuos, falta de eficiencia en las rutas de recolección y/o escasas en la recolección de residuos en algunas zonas y la falta de políticas por ejemplo de educación ambiental en cuanto a cómo se pueden minimizar la generación de residuos en todo el ciclo de vida.

### **5. Conclusiones**

Tras el desarrollo del capítulo, se puede observar la importancia que representa abordar la gestión global de la basura plástica para reducir los impactos negativos que provocan, ya que estos se producen a nivel ambiental, social y económico.

Si bien en nuestro país existen distintos tipos de lineamientos, programas y leyes relevantes y novedosas como por ejemplo la Ley N° 27279 “PRESUPUESTOS MINIMOS DE PROTECCION AMBIENTAL PARA LA GESTION DE LOS ENVASES VACIOS DE FITOSANITARIOS” o la Ley N° 27602 “ PRODUCTOS COSMETICOS Y PRODUCTOS DE HIGIENE ORAL DE USO ODONTOLOGICO”, donde se llevan adelante diversas acciones integrales para hacer frente a la problemática, estas herramientas no terminan de ser del todo eficaces en la actualidad, porque existe un bajo cumplimiento y en algunos casos fueron implementadas recientemente.

Es por eso que se deben seguir llevando a cabo este tipo de estrategias de enfoque integral destinado al cambio radical de paradigma social no solo de consumo sino también de producción, combinando las siguientes herramientas:

- Investigación científica;
- El uso de tecnologías adecuadas;
- Formulación de políticas adecuadas;
- Formación ciudadana.

Y cualquier tipo de incumplimiento debe ser fuertemente sancionado.

## 6. Bibliografía

Acosta Coley I. (2014). Caracterización de microplásticos primarios en el ambiente marino de una playa urbana en Cartagena de Indias. Universidad de Cartagena.

Administración de Parques Nacionales (s.f.). *Plásticos de un solo uso en la gestión de residuos de áreas protegidas*. Jefatura de Gabinete de Ministros. Argentina.gob.ar/parquesnacionales/educacion/gestion-residuos-areas-protegidas/plasticos-de-un-solo-uso

Anellides (2016). Islas de plástico. <https://anellides.com/es/blog/islas-de-plastico/>

Arias, A. H., Ronda, A. C., Gómez, N., Pazos, R. S., Amalvy, J., Dimauro, R., Ondarza, P. M., Miglioranza, K. S. B., Marcovecchio, J. E. (2020). El impacto de los desechos plásticos y los microplásticos en la costa bonaerense. Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

Arrighetti, F. (2019). Un mar de plástico. Revista: Ciencia Hoy. Asociación Civil Ciencia Hoy.

Buteler, M. (2019). ¿Qué es la contaminación por plástico y por qué nos afecta a todos? Revista: Desde la Patagonia. Difundiendo Saberes. Universidad Nacional del Comahue. Centro Regional Universitario Bariloche.

Fresneda, C. (2023). El “smog plástico” invade los océanos. El Mundo. <https://www.elmundo.es/ciencia-y-salud/medio-ambiente/2023/04/05/642c07eae4d4d8f8648b457c.html>

López Cordero, M. (2019). Microplásticos: amenaza invisible de los mares. <https://www.conicet.gov.ar/microplasticos-amenaza-invisible-de-los-mares/>

Resolución 40/2019 plásticos – Secretaría de Gobierno de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. (20 de noviembre de 2019). Abogados.com.ar. Recuperado de <https://abogados.com.ar/resolucion-4072019-plasticos-secretaria-degobierno-de-ambiente-y-desarrollo-sustentable-de-lanacion/24777>

Ríos, M. F., Márquez, F., Gatti, M., Galván, D. E., Bravo, G., Bigatti, G. y Brogger, M. I. (2020). Residuos plásticos en Argentina: su impacto ambiental y en el desafío de la economía circular. Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

Ríos, M. F., Márquez, F., Gatti, M., Galván, D. E., Bravo, G., Bigatti, G. y Brogger, M. I. (2020). Microplásticos: macroproblemas. In Residuos plásticos en Argentina. Su impacto ambiental y en el desafío de la economía circular (pp. 8–22). Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

Rodolfo, E. (2015). Mar del plástico: una revisión del plástico en el mar. Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero, 27.

[https://aquadocs.org/bitstream/handle/1834/10964/RevINIDE P27\\_83.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://aquadocs.org/bitstream/handle/1834/10964/RevINIDE P27_83.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Rojo-Nieto E. y Montoto T. (2017). Basuras marinas, plásticos y microplásticos: orígenes, impactos y consecuencias de una amenaza global. *Ecologistas en Acción*.

Secretaría de Ambiente de la Nación (02 de septiembre de 2021). *Argentina se suma a la propuesta de un acuerdo global para enfrentar la basura marina y la contaminación plástica*. Jefatura de Gabinete de Ministros. [Argentina.gob.ar/noticias/argentina-se-suma-la-propuesta-de-un-acuerdo-global-para-enfrentar-la-basura-marina-y-la](https://www.argentina.gob.ar/noticias/argentina-se-suma-la-propuesta-de-un-acuerdo-global-para-enfrentar-la-basura-marina-y-la)

Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología de la Nación (s.f.). *Monitoreo nacional de microplásticos costeros*. Jefatura de Gabinete de Ministros. [Argentina.gob.ar/ciencia/sact/ciencia-ciudadana/monitoreo-nacional-de-microplasticos-costeros](https://www.argentina.gob.ar/ciencia/sact/ciencia-ciudadana/monitoreo-nacional-de-microplasticos-costeros)

Paladino, J. J. y Berman, D. W. (2020). Nación, Provincia de Buenos Aires y Municipios. Misiones y funciones, situación ambiental, política, económica y social. In *Residuos plásticos en Argentina: su impacto ambiental y en el desafío de la economía circular* (1st ed.). <https://cairplas.org.ar/2016/wp-content/uploads/2020/12/Residuos-plasticos-final-1.pdf>

Sebastini, A. (2023). Por cada habitante del planeta hay 21.000 piezas de plástico en los océanos. Cba24n. <https://www.cba24n.com.ar/internacionales/por-cada->

habitante-del-planeta-hay-21-000-piezas-de-plastico-en-los-oceanos\_a641071af45fceccc294fd5e1

[Unep.org/es/noticias-y-reportajes/comunicado-de-prensa/dia-historico-en-la-campana-para-combatir-la#:~:text=Nairobi%2C%20de%20marzo%20de,internacional%20jur%C3%ADdicamente%20vinculante%20para%202024](https://unep.org/es/noticias-y-reportajes/comunicado-de-prensa/dia-historico-en-la-campana-para-combatir-la#:~:text=Nairobi%2C%20de%20marzo%20de,internacional%20jur%C3%ADdicamente%20vinculante%20para%202024).

Vázquez Rodríguez G. A. (2019). Los microplásticos textiles (o la increíble historia de cómo tu suéter termina en el salero). Revista: ciencia. Volumen 70 numero 1.



## Capítulo 8

# Un acercamiento a la problemática de las curtiembres en Florencio Varela

*Dra. Laura López y Lic. Florencia Rey*

### 1. Introducción

En este capítulo el foco del trabajo está dirigido a detectar las problemáticas y los impactos socio-ambientales de las curtiembres, fundamentalmente relacionados con los efluentes generados y la percepción de la población que vive en la zona de influencia de la industria. Interpelando al círculo vecinal mediante entrevistas con preguntas específicas para adquirir su visión en tanto si observan, intuyen o perciben posibles consecuencias por la curtiembre y problemas notorios en su entorno, para obtener resultados y datos de cómo impactan esos posibles efectos en su barrio y a los mismos encuestados. Este capítulo complementa el 7 y relaciona calidad del agua con aspectos sociales analizados en el capítulo 6, aspectos territoriales y de usos del suelo de los capítulos 3 y 4.

El cuero es un producto emblemático de Argentina; sin embargo, el público en general no suele conocer las características de la

actividad. Cuando en el país se impulsó la industria curtidora, fue el mayor exportador de piel vacuna curtida en el mundo, aportando importantes divisas a la economía local. Hoy en día, ha bajado su posición de privilegio a nivel mundial, pero sigue ocupando un lugar de importancia.

En el siglo XIX aparecieron las primeras curtiembres artesanales, siendo una de las primeras fábricas. En el siglo XX se desarrolla una importante industria curtidora principalmente orientada al mercado local y a la exportación de cueros crudos. En la década de 1.970 se toman medidas para proteger la materia prima, y se amplía la industria para procesar prácticamente todos los cueros obtenidos de la faena. Sin embargo, el mercado del cuero ha ido disminuyendo desde entonces, una de las causas más importantes es que la faena de ganado ha ido declinando, por lo que se ha reducido la materia prima para la producción del cuero (las pieles son un subproducto de la actividad frigorífica). Actualmente se suma otro problema y es que muchas curtiembres han cerrado por problemas económicos.

Según la C.I.C.A.<sup>1</sup> el sector está integrado por más de doscientos establecimientos fabriles. Que están capacitados para procesar anualmente más de dieciséis millones de cueros vacunos, concentrándose las operaciones en las provincias de Buenos Aires y Santa Fe, aunque existen establecimientos en San Luis,

---

<sup>1</sup> Cámara de la Industria Curtidora Argentina.

Mendoza, La Rioja, Salta, y en menor proporción entre otras provincias.

Alrededor del 60% de las curtiembres de nuestro país se ubica en la provincia de Buenos Aires. La Asociación de Curtidores de la Provincia de Buenos Aires (ACUBA) agrupa a firmas de la zona sur del primer anillo del gran Buenos Aires, en total tiene alrededor de cuarenta socios. Existe una gran cantidad de pequeñas curtiembres, estas PyMEs trabajan con una escala reducida de producción, bajo nivel de automatización y fuerte impacto ambiental. En tanto que la mayoría de las curtiembres de gran capacidad de producción cuentan con plantas propias de tratamiento de efluentes, y tienen certificaciones de calidad y ambientales desde fines de los años noventa (Salvador, 2013).

La actividad curtidora está dominada por un grupo de grandes empresas que concentran la mayor parte de la producción y el 80% de las exportaciones de cuero semiterminados y terminados. El restante 20% del mercado local es abastecido por múltiples curtiembres medianas y chicas, que proveen al mercado interno en la industria del calzado, marroquinería y ropa de cuero. El primer grupo, conformado por una pequeña cantidad de grandes curtiembres, se ha adaptado a las exigencias de calidad de sus productos para así competir en mercados externos. Las manufacturas del cuero son productos con alto valor agregado y el cuero argentino ha alcanzado los niveles de calidad requeridos internacionalmente. En muchos casos estas industrias aprovechan la legislación local más laxa que la vigente en muchos de los países a donde destinan sus productos, para evitar implementar estrictos

controles de sustancias químicas peligrosas en los procesos productivos y sus vertidos.

## **2. Marco conceptual**

El concepto de desarrollo sostenible o sustentable, es la estrategia mediante la cual se organizan las actividades antrópicas que afectan al medio ambiente, con el fin de lograr una adecuada calidad de vida, previniendo o mitigando los problemas ambientales.

En este contexto debemos considerar que la industria del cuero a través del complejo proceso tecnológico del curtido genera una variedad de desechos que resultan contaminantes para el ambiente. Una producción más limpia resulta fundamental para la promoción del desarrollo sustentable, incentivando la implementación de procesos que permitan beneficios en el ambiente a través del ahorro de energía, disminución en el uso de agua, optimización en la cantidad de materia prima empleada, mermo y mejora en la calidad de efluentes y la consiguiente mejora en la competitividad de las curtiembres (Escobar., 2011).

Por otra parte, los cursos de agua superficial que escurren en la cercanía de los centros urbanos tienen como principal fuente de contaminación el vuelco directo de efluentes industriales. Se considera el riesgo poblacional como la interacción de la amenaza dada por el grado de deterioro del recurso hídrico y la vulnerabilidad social a la contaminación acuática superficial y de los acuíferos de los que se abastece de agua potable la población.

La aplicación de las herramientas de gestión ambiental permite evaluar el comportamiento de la comunidad, el sector productivo y la administración local, y las sinergias positivas y/o negativas que crean con el ambiente **natural**.

*La Rotonda, un barrio en crisis ambiental*

Esta zona del distrito de Florencio Varela se destaca por sus numerosas problemáticas, causas judiciales y hasta mediáticas. En el año 1.997 se declaró en Emergencia Sanitaria y en abril del 2.006 con la Resolución N°1.127/06 de la Secretaría de Política Ambiental Bonaerense, hoy OPDS, la Crisis Ambiental se extendió a toda la cuenca del arroyo Las Conchitas (que a quinientos metros cruza el barrio) el cual presenta contaminación debido al vuelco de efluentes cloacales e industriales. Los vecinos han tratado constantemente de gestionar reclamos y visualizar las consecuencias de la contaminación ambiental sobre las problemáticas de salud que se habían presentado en menores de edad y personas del grupo de riesgo.



Figura 1. Barrio La rotonda. Una de las manifestaciones de los vecinos

En sus comienzos (hace unos cincuenta años aproximadamente), la zona era residencial, pero a medida que se fueron instalando las grandes industrias, fue zonificada como industrial, a partir de ese momento nacieron las problemáticas que afectaban, y siguen afectando actualmente, a los vecinos. La comunidad ha detectado que el agua de la red no se puede consumir, el consumo ha generado numerosos casos de gastroenteritis, dentro de las consecuencias más leves. Además, han testimoniado que se diagnosticaron distintos tipos de cáncer, pérdidas de embarazo, retrasos madurativos, entre otros problemas sanitarios, que resultan ser casos frecuentes para la población que habita en dicha zona.

En el año 2.006, la Organización Para el Desarrollo Sustentable (OPDS), crea el comité de crisis ambiental para así empezar con

las remediaciones de aire, agua y suelo. A partir de entonces, diversos organismos han realizado estudios de laboratorio que permitieron detectar contaminantes provenientes de la zona industrial que afectaban gravemente a los vecinos y al arroyo Las Conchitas. Pero, a fin de ese mismo año, se cierra el comité de crisis ambiental. Los estudios físicos y químicos en el barrio siguieron realizándose, pero la situación ambiental sigue en las mismas condiciones, inclusive afirman algunos vecinos que notan un empeoramiento de la situación, y los análisis más recientes dan valores más altos de niveles de contaminantes en el ambiente y en los organismos de los jóvenes. Un grupo de vecinos sigue con adelante con jurídicas a las industrias, quienes no reconocen los enormes impactos negativos que causan<sup>2</sup>.

### **3. Ubicación**

Este trabajo se ha delimitado en la zona del AMBA, específicamente en el Partido de Florencio Varela. Se ubica en la zona sur de la Región Metropolitana de Buenos Aires. Limita al Norte con los partidos de Quilmes y Almirante Brown, al Sur con el partido de La Plata, al Este con el partido de Berazategui y al Oeste con los partidos de Presidente Perón, Almirante Brown y San Vicente (Figura 2).

---

<sup>2</sup> Entrevista a una vecina, realizada en la Escuela Secundaria N° 42.





Figura 3. Curtiembres presentes en el Partido de Florencio Varela.

Fuente: Propia, programa Google Earth.

#### 4. Resultados de la percepción ambiental y sanitaria de los vecinos del Barrio La Rotonda

Para caracterizar la percepción de la población, las entrevistas y encuestas se realizaron a través de visitas en el barrio La Rotonda, dentro de la localidad de Ingeniero Allan, distrito de Florencio Varela (Figura 4).

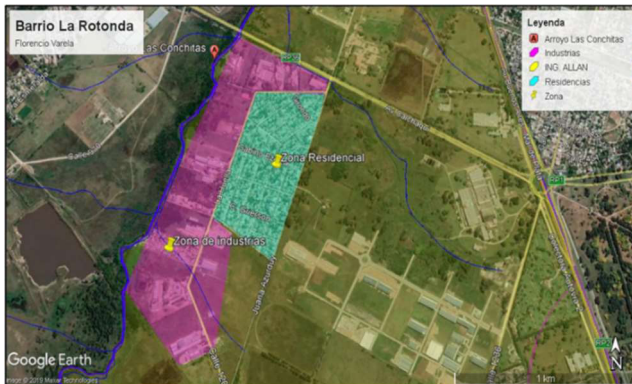


Figura 4. Mapa 1 Barrio La Rotonda, Florencio Varela. Fuente: Propia, programa Google Earth.

En total se completaron quince encuestas a los vecinos que fueron tomadas durante el mes de diciembre del año 2019. Además, se recopiló información detallada gracias a una entrevista realizada a una vecina que vive en el barrio hace 40 años quien además de haber logrado (mediante reclamos, juntas vecinales y demandas) la instalación de diversas instituciones en el barrio, es presidenta de la cooperativa de la escuela pública N°42, donde se realizó el encuentro.

La encuesta se dividió en tres secciones para separar las temáticas básicas de los interrogatorios. Las preguntas estaban referidas a cuestiones diversas: características de la vivienda, el estado del arroyo Las Conchitas y sobre industrias ubicadas en el barrio, y sobre todo cómo tienen influencia en la comunidad. Si bien en este trabajo no se ha investigado directamente el arroyo Las Conchitas, se han realizado preguntas relacionadas con dicho curso de agua, ya que transcurre a través de varios kilómetros en el partido varelense, incluyendo gran parte del barrio, donde es utilizado como cuerpo receptor de los desechos industriales y cloacales.

### **Datos de las encuestas a los habitantes**

Planillas de encuestas (Rey, 2020)

#### **Primer sección – Provisión de agua, desagüe y nivel educativo**

*Procedencia y provisión de agua de la casa*

La mayoría de los vecinos se proveen de la red pública, pero manifiestan problemas con la calidad del agua y desde hace unas décadas hasta la actualidad, deben consumir y comprar prácticamente el 90% de agua mineralizada o filtrada para alimentación y bebida (Figura 5).

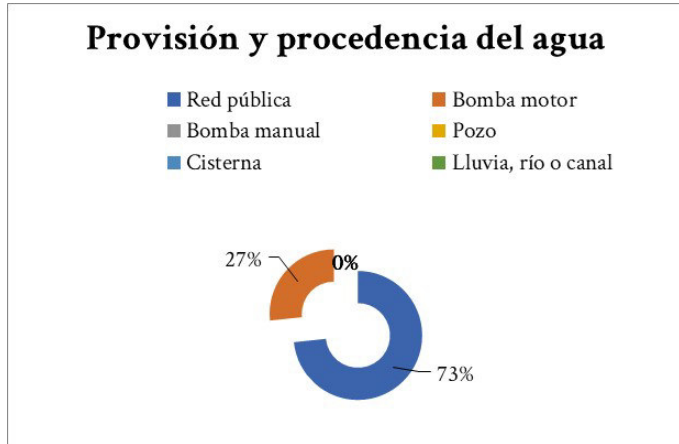


Figura 5. Elaboración propia

#### *Tipo de desagüe del inodoro*

En esta pregunta, los vecinos han contestado que un bajo porcentaje posee cloacas en el barrio, por eso deben recurrir al pozo ciego o cámara séptica casi un 50% de ellos (Figura 6).

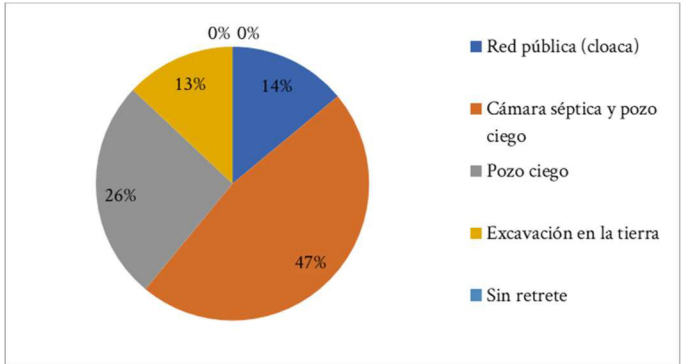


Figura 6. Elaboración propia

*Nivel de enseñanza completo del/la cabecera de la familia*

Un bajo porcentaje posee estudios universitarios, pero gracias a la cercanía de la UNAJ, en la actualidad algunos manifiestan poder estar cursando dichos estudios. En cuanto a superior no universitario, se han encontrado docentes que han alcanzado este grado (6%). De todos modos, la mayoría poseen solo estudios escolares primarios y son generalmente adultos mayores a 50 años de edad, mientras que el 34% ha logrado el secundario completo (Figura 7).

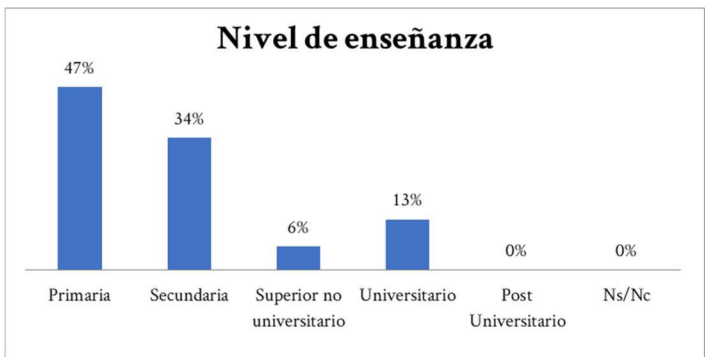


Figura 7. Elaboración propia

### *¿Hace cuántos años vive en el barrio?*

Un gran porcentaje de vecinos llevan varias décadas viviendo en el barrio. La gran mayoría (87%) vive hace más de 20 años, y adicionalmente han contado que sus familiares también (Figura 8).

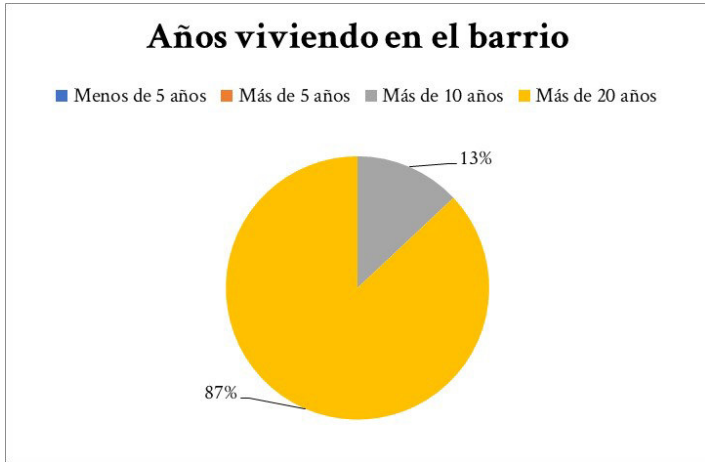


Figura 8. Elaboración propia

## **Segunda sección – Conocimiento del estado del arroyo**

### *¿Conoce el estado del arroyo Las Conchitas?*

Como se ha mencionado anteriormente, esta pregunta ha sido incluida ya que se considera que el arroyo Las Conchitas es parte del ecosistema del barrio, donde están instaladas las industrias linderas a dicho cuerpo de agua. La mayoría ha respondido que conoce el estado del arroyo, afirmando que está contaminado

debido al vuelco de los desechos industriales, el manejo inadecuado del agua y por los residuos cloacales de los habitantes (Figura 9).

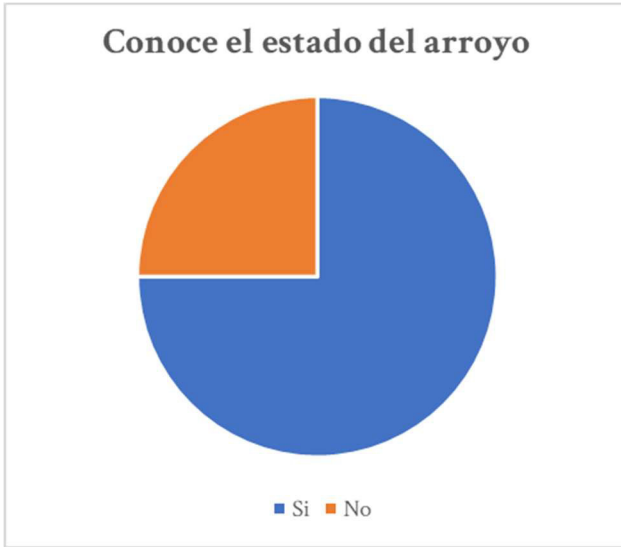


Figura 9. Elaboración propia

*¿Utiliza el arroyo de alguna manera? ¿Cómo?*

El 100% de los vecinos encuestados ha confirmado que no utilizan de ninguna manera el arroyo, debido a las respuestas de la pregunta anterior. Además, han afirmado que el arroyo emana olores nauseabundos debido al vuelco de efluentes con poco tratamiento que arrojan ciertas industrias y también de manera clandestina. La vida acuática del arroyo ha desaparecido hace décadas, los vecinos más antiguos del barrio han comentado que el arroyo era utilizado a modo recreativo y podían hacer actividades de pesca y no había invasión de contaminantes.

### Tercera sección- Percepción de problemáticas

*¿Ocasionalmente siente olores extraños más de lo habitual? ¿Cuáles?*

El 80% de la población encuestada ha afirmado sentir olores nauseabundos, ácidos y putrefactos en el barrio. Dependiendo del estado del clima, varían los olores y también depende de cuando realicen vuelcos las industrias. Algunos testimonios han declarado que ocasionalmente hay olores que reducen la capacidad respiratoria y generan molestias en la garganta (Figura 10).

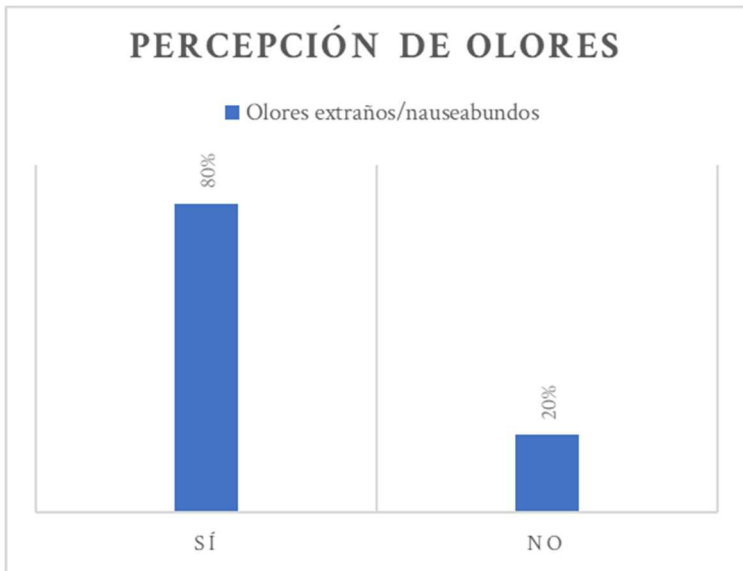


Figura 10. Elaboración propia

*¿Nota algún/as problemática/as que afecten a su salud y a los huéspedes de su casa? ¿Cuáles?*

En la mayoría de la comunidad del barrio, como refleja el gráfico, se puede observar que las respuestas fueron que gran parte de la

familia tiene o ha sufrido alguna enfermedad crónica, que deben ser tratadas médicamente con frecuencia (Figura 11).



Figura 11. Elaboración propia

*¿Tiene registro de problemáticas de salud en el barrio? (respiratorios, en la piel, estados crónicos)*

El 100% de los encuestados han afirmado que ya hace más de dos décadas que se registran problemas de salud. Las enfermedades son altamente graves, desde distintos tipos de cáncer, problemas en la piel (erupciones, sarpullidos, ampollas), retrasos madurativos, pérdidas de embarazo espontáneos, y la problemática más conocida mediáticamente son los niños y niñas con concentraciones elevadas de plomo en sangre.

*¿Ha observado si alguna/a industria/s genere consecuencias que afecten al barrio y/o al arroyo?*

Más del 80% de los vecinos han testimoniado que diversas industrias de la zona desechan sus residuos de manera incorrecta ocasionando olores, contaminando gravemente al barrio, debido

a la mala disposición de efluentes gaseosos y líquidos (Figura 12). También una entrevistada, ha afirmado que las condiciones laborales son precarias y mayormente falta cumplimiento de normativa ambiental y para los trabajadores en la curtiembre que se ubica en el barrio.

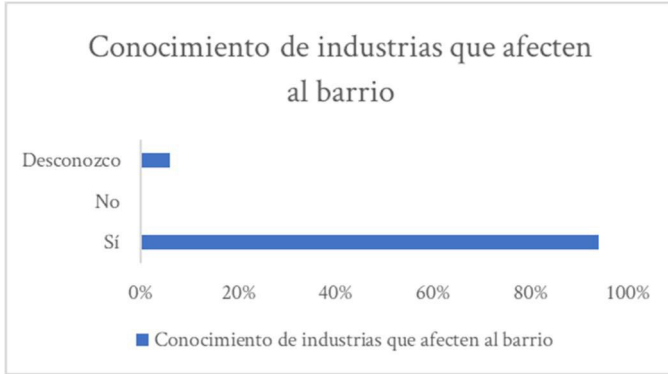


Figura 12. Elaboración propia

*¿Usted o los vecinos realizan algún tipo de acción para reducir aspectos ambientales y de salud negativos en el barrio?*

En general, la mayor acción para mejorar la calidad ambiental de La Rotonda, se han realizado a través de juntas vecinales, pudiendo realizar acciones jurídicas con ayuda de abogados para demandar a las industrias, diversos reclamos a las correspondientes autoridades de aplicación y acercarse a hablar con los responsables de las industrias para plantear las inquietudes (Figura 13).

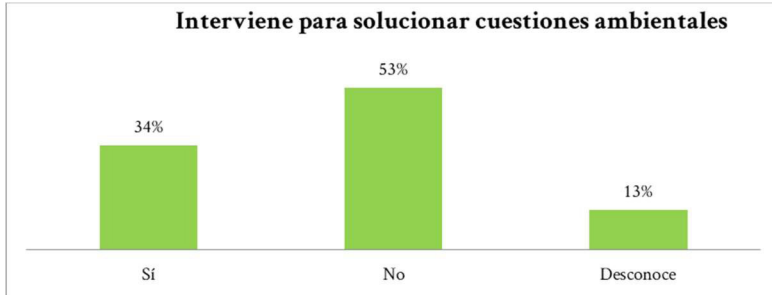


Figura 13. Elaboración propia.

*¿Ha tenido o tiene algún conflicto con la industria curtidora?*

Han tenido reuniones con algunas autoridades de las empresas, para tratar de afrontar las inquietudes. Pero más allá de eso, ningún conflicto directo. Afirman que hay olores desagradables (producto del ácido sulfhídrico), han observado hace unos años la mala disposición final de residuos sólidos (en este caso, retazos de cuero y otros derivados descartados de la producción) dentro del barrio y las condiciones laborales insalubres que se sufre en la industria.

*¿Qué sería importante para usted que mejore la calidad ambiental del barrio?*

En primera instancia la mayoría de los entrevistados quieren que las industrias sean removidas a una zona exclusivamente industrial y que las mismas cumplan con las normas de protección ambiental. Además, necesitan de mucha ayuda por la enorme cantidad de niños y adultos enfermos por los impactos negativos. También, esto conlleva a que anhelan tener menos olores, poder respirar aire no contaminado, y también un servicio de agua para consumo de mejor calidad.

*Para usted, ¿Quién o quiénes son responsables de mejorar las condiciones del barrio para resolver las problemáticas ambientales y de salud?*

En esta última pregunta, las respuestas fueron variadas ya que el nivel de conocimiento de los vecinos, pocos saben o se informan de quien o quienes deben actuar ante sus problemáticas barriales (Figura 14). Las respuestas que más coincidieron fueron que quienes deben actuar con mayor responsabilidad son el sector productivo (industrias) y los organismos provinciales (autoridad de aplicación), que deben controlar e inspeccionar constantemente a las industrias.

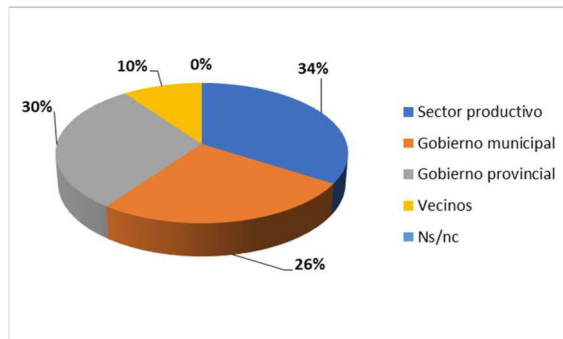


Figura 14. Elaboración propia

## 5. Conclusiones

El estudio sobre un caso concreto en el conurbano sur de la Provincia de Buenos Aires de cómo se manifiesta, o cómo resuelven los actores –fundamentalmente, pero no exclusivamente- la articulación entre los problemas ambientales, de salud, los económicos y los institucionales, es fundamental para avanzar en la construcción de conocimiento que sirva de base para minimizar la generación de los efectos no deseados.

La evaluación a través de encuestas resultó ser un eje principal de interpretación y selección de información para determinar las condiciones del área de estudio. De esta manera, evaluar el comportamiento y la percepción de la comunidad de La Rotonda, ha arrojado claros resultados que indican estar afectados por la repercusión de las industrias que se han instalado a través del tiempo. Cabe destacar que el 80% de los encuestados manifestó percibir olores extraños/nauseabundos, problemáticas de salud y detectaron que diversas industrias de la zona desechan sus residuos de manera incorrecta. Los riesgos que corren y las graves enfermedades que han tenido consecuencias en los habitantes por los desechos tóxicos del polo industrial, son la principal preocupación que los afecta. Los diversos testimonios, han confirmado que las muestras de agua (supuesta para consumo), de suelo y aire, que han tomado instituciones públicas y privadas, no cumplen los parámetros de las normas establecidas, demuestran con claridad el nivel potencial de crisis ambiental y sanitaria. Se propone que las empresas deben tener una gestión integral de sus residuos basada en la idea de economía circular con el objetivo de recuperar materiales considerándolos como recursos renovables.

## 6. Bibliografía

Escobar, R. (2011). *Guía de producción más limpia para la industria curtidora*. Buenos Aires. Ex Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.

Rey, F. (2020). Trabajo final para la Lic. en Gestión ambiental, Instituto de Ciencias Sociales y Administración, Universidad Nacional Arturo Jauretche, UNAJ. [http://biblio.unaj.edu.ar/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=6112&query\\_desc=](http://biblio.unaj.edu.ar/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=6112&query_desc=)

Salvador, C. (2013). *Historia de la industria curtidora argentina. Desde Salta y Tucumán hasta el Riachuelo*. Buenos Aires. Editorial Bunken.



## Capítulo 9

# Soluciones tecnologías de bajo costo para el relevamiento de parámetros del agua en tiempo real

*Mg. Ing. Jorge Osio, Ing. Juan Salvatore, Ing. David Marsico, Ing. Leonel Cavado, Ing. Facundo Chazarreta, Ing. Mañas Busum Fradera y Sr. Martín Paez*

En este capítulo se presentan soluciones tecnológicas para abordar los problemas que generan los muestreos realizados en la cuenca, cuyo procedimiento fue descrito en capítulos anteriores, principalmente el desfase en tiempo y espacio que puede llegar a ser de varios días. Esto cumple con un objetivo del proyecto que es el de posibilitar avances en la resolución de problemáticas sociales a partir de soluciones accesibles y de bajo costo, particularmente a través de alternativas basadas en tecnologías innovadoras que introducen un alto impacto social en el territorio. Actualmente, los equipos que permiten relevar los parámetros del agua en cuencas hidrográficas tienen un altísimo costo debido principalmente a que son importados y no hay una alternativa local con similares características. Por este motivo el grupo de IoT y visión artificial perteneciente al programa

TICAPPS viene desarrollando una red de sondas con conectividad inalámbrica que permite monitorear los parámetros en tiempo real a lo largo de toda la cuenca, permitiendo obtener datos de la conductividad, turbidez, temperatura y PH del agua.

## **1. Introducción**

La creciente globalización en el mundo y la sobrepoblación trajeron consigo un notorio aumento en la contaminación alrededor del mundo. No solo atmosférica, térmica o radiactiva, también hídrica y es aquí donde entra en juego el proyecto. Es de público conocimiento que la contaminación acuífera es un problema de carácter general, no solo afecta a los seres humanos, sino también a todos los seres vivos.

Si bien la contaminación hídrica la padecemos todos, no nos golpea por igual. Aquellas personas que radican en zonas linderas a empresas o industrias que desechan sus residuos sin tratamientos previos son quienes se llevan la peor parte. Están propensas a ser foco de infecciones o enfermedades tales como cólera o meningitis, entre otras.

Por otro lado, el alto costo de las sondas para monitoreo de parámetros en arroyos impide que los municipios realicen el control en tiempo real del volcado de efluentes y por ende es muy difícil determinar de dónde provienen los contaminantes. Por este motivo se vuelve necesario disponer de un dispositivo que permita captar datos de los arroyos en tiempo real para elaborar un plan de contingencia adecuado en caso de ser necesario.

El principal objetivo de la propuesta es el desarrollo de un prototipo de sonda multiparamétrica para la medición de la calidad del agua en arroyos. Hay múltiples parámetros que permiten determinar la contaminación en arroyos, los parámetros más relevantes son el PH, la turbidez, la temperatura y la conductividad. En una primera instancia se desarrolló un sistema para medir turbidez, conductividad y temperatura. El desarrollo incluyó el diseño completo del sensor de conductividad, la posibilidad de funcionar a batería, de bajo consumo y con almacenamiento local de datos.

Las características que le dan relevancia al sistema son:

- Bajo costo con la posibilidad de utilizar varios sensores simultáneamente.
- Medición y almacenamiento de forma continua de los parámetros de interés durante una semana
- Diseño open source, realizado con el aporte de experiencias de múltiples intervinientes

Además del desarrollo de la sonda de bajo costo se contempló la posibilidad de implementar un sistema de monitoreo remoto que se comunique con las sondas de manera inalámbrica. En este sentido se comenzó con el desarrollo de un sistema informático que permite el acceso a la información mediante una aplicación multiplataforma, que emite alarmas en tiempo real y permite observar la evolución de los parámetros a fin de obtener los datos que se van registrando en tiempo real. La aplicación lleva el

nombre de “Sistema IoT para la Calidad del Agua” y se aloja en un servidor remoto, lo que asegura la disponibilidad del servicio.

Los requerimientos del sistema para lograr escalabilidad y eficiencia en el acceso a la información son:

- Elaboración de gráficas de estado actual de los parámetros de interés
- Confección de gráficas de estados históricos, a fin de brindar un índice que dé cuenta del mejoramiento de los planes de contingencias generados
- Realización de reportes sobre la información registrada
- Implementación de alertas y notificaciones del estado de los sensores
- Ejecución de un listado detallado de las ubicaciones donde se encuentra el sistema activo.
- Implementación del sistema completo sobre servidores remotos

Se debe destacar que en la implementación de la propuesta intervienen desarrolladores de Software, desarrolladores de Hardware, especialistas del área de ambiente y territorio y representantes de municipios de la región con el objeto de utilizar el prototipo de la sonda multiparamétrica diseñado.

## 2. Características y funcionalidades del sistema

### *Sonda multiparamétrica*

En la Fig. 1 se muestra el circuito de la sonda, que está basado en un microcontrolador ATmega328p como elemento de control y procesamiento (Marsico, Osio y Cappelletti, 2019).

Adicionalmente, dispone de:

- Un módulo RTC para tener referencia del momento en que se toman las mediciones
- Un módulo SD para el almacenamiento de las lecturas realizadas
- El conjunto de sensores de temperatura, turbidez y conductividad
- La alimentación conformada por una batería Li-Ion, un step-up para generar los 5V del microcontrolador
- El cargador de batería USB no necesariamente debe formar parte del sistema, pues se utilizará para realizar la carga completa de las baterías
- Gabinete impermeabilizado para proteger el sistema electrónico de la humedad

En primera instancia, el diseño se planificó para que el coste del sistema fuese lo más asequible posible, con el fin de que el mismo sea capaz de ser replicado sin mayores problemas donde sea requerido.



Fig. 1. Prototipo de Hardware de la sonda. Fuente: elaboración propia.

Para su funcionamiento se desarrolló un software de control que realiza todas las tareas necesarias para obtener los parámetros y almacenarlos en una memoria. La lógica de ejecución del software embebido sigue los siguientes pasos:

- El sistema se encuentra abocado a hacer un uso por demás ecológico y eficiente de la batería, por tanto, este se encontrará la mayoría del tiempo en estado de reposo; del que solo despertará mediante el uso de interrupciones con una cierta cadencia estipulada en 15 (quince) minutos aproximadamente, sin embargo, con la manipulación de un circuito es posible variar este tiempo de manera sencilla
- Cuando se cumplen los 15 minutos el sistema despierta mediante una interrupción externa y se procede a la lectura de señal de los sensores.

- El siguiente paso consiste en leer la fecha y hora del módulo RTC
- Luego los datos son almacenados en un archivo de texto, con la fecha y hora correspondiente en la memoria microSD.
- Una vez almacenados y debido a que no es necesario que el dispositivo se mantenga encendido todo el tiempo, el mismo entra en modo de bajo consumo hasta que se cumplen los quince minutos.
- En cada ciclo de lectura, mediante un canal del conversor se determinará la carga de la batería.

Luego de las primeras pruebas de hardware en cuanto al aspecto energético, se lograron grandes resultados en la autonomía de la batería, al no requerir un funcionamiento constante, el dispositivo solo actúa cuatro veces por hora, mientras que cuando lo hace, es por un brevísimo momento en el que se despierta el microcontrolador para adquirir los datos.

Adicionalmente, la altísima eficiencia de la fuente elevadora de tensión hace que no haya pérdidas significativas en esta etapa del circuito.

En tanto, lo que respecta al censado de las variables pertinentes los resultados arrojados son considerablemente precisos, tomando en cuenta que los sensores utilizados en la implementación son de bajo coste.

En la Fig. 2 se muestran los valores medidos del sensor de turbidez y temperatura con la marca de tiempo correspondiente.

18.56°C	2.00NTU	2/7/2019	16:1:10
18.56°C	2.00NTU	2/7/2019	16:1:22
18.69°C	2.00NTU	2/7/2019	16:2:2
20.50°C	2.00NTU	10/7/2019	15:2:6
20.69°C	2.00NTU	10/7/2019	15:2:34
20.69°C	2.00NTU	10/7/2019	15:3:47
20.62°C	2.00NTU	10/7/2019	15:5:2
21.31°C	3.00NTU	10/7/2019	15:11:53
21.31°C	3.00NTU	10/7/2019	15:13:52
21.44°C	3.00NTU	10/7/2019	15:18:58
21.44°C	3.00NTU	10/7/2019	15:22:54
21.31°C	3.00NTU	10/7/2019	15:23:49
21.37°C	3.00NTU	10/7/2019	15:25:37
21.37°C	3.00NTU	10/7/2019	15:28:58
21.37°C	2.00NTU	10/7/2019	15:30:51
21.50°C	2.00NTU	10/7/2019	15:33:49

Fig. 2. Lectura y almacenamiento de datos de sensores. Fuente: elaboración propia.

### *Sistema informático*

En el diseño del sistema informático se definieron una serie de características en cuanto a la visualización, almacenamiento de datos y notificaciones. Respecto a las notificaciones, el servicio fue desarrollado para que notifique tres situaciones:

- **“Se actualizaron los valores de los sensores en la base de datos”**: se actualizan los valores que posee una sonda dentro del aplicativo mediante el identificador del arroyo.
- **“Debe crear localización nueva en la aplicación para poder vincular el nodo con id: xxx”**: es necesario dar de alta un “arroyo” nuevo dentro del aplicativo.

- **“Se agregó nueva sonda (id: xxx) al nodo con id: xxx”**: se generó una sonda nueva dentro del aplicativo que está vinculada a un arroyo.

El sistema fue pensado para que sea fácil de actualizar, esto provee una alta escalabilidad que presenta el servicio implementado, ya que la cantidad de arroyos y sondas no afectan su funcionamiento. A continuación, se presenta un diagrama de flujo que refleja el funcionamiento y la escalabilidad del servicio.

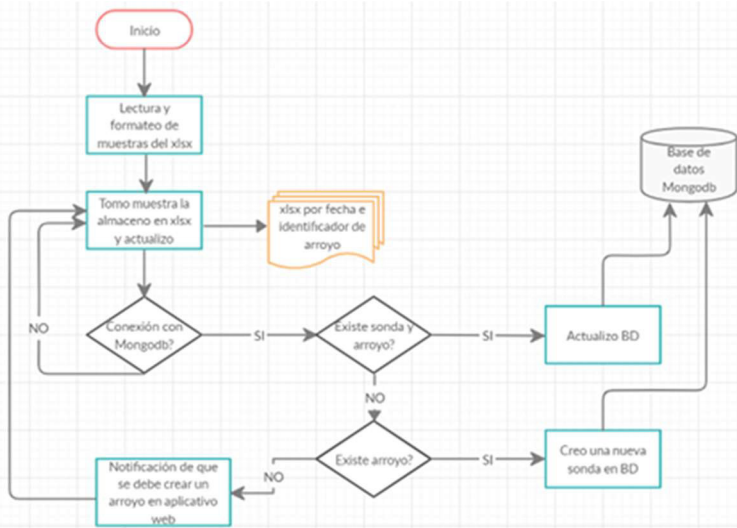


Fig. 3. Diagrama de flujo del servicio desarrollado en Nodejs. Fuente: elaboración propia.

### Aplicación multiplataforma

Para el acceso a la información se desarrolló una aplicación multiplataforma que se puede ejecutar en una computadora de escritorio, una tablet o un celular. A continuación, se describen

las características de la aplicación móvil para luego comentar las diferencias que tiene respecto a la aplicación de escritorio (Cabado, Osio, Olivera, Marsico y Cappelletti, 2020).

Ionic es una tecnología que fue desarrollada para generar aplicativos híbridos los cuales son aplicaciones web que permiten utilizar los recursos y hardware de un dispositivo móvil. A continuación, se incluyen capturas de pantalla del aplicativo con una descripción de sus funcionalidades. En la Fig. 4 se muestra el inicio de sesión del usuario.

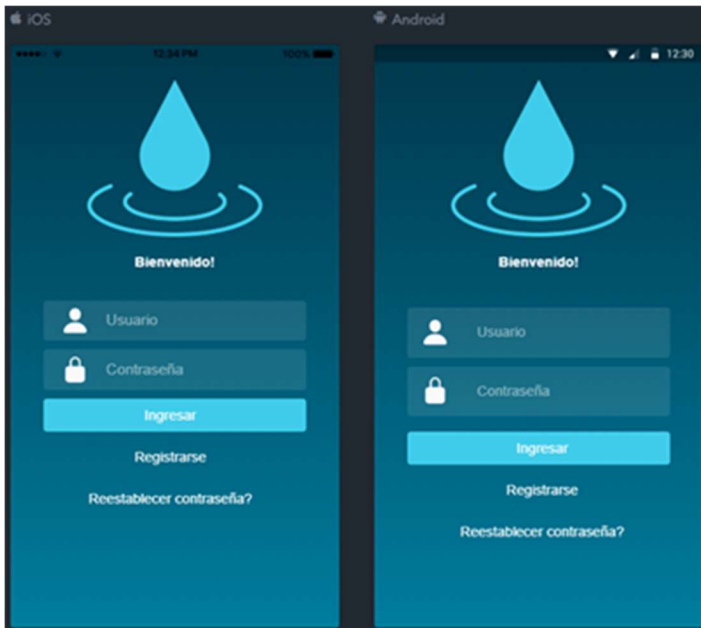


Fig. 4. Página del “login”. Fuente: elaboración propia.

Cuando se ingresa a la aplicación, primero se visualiza la página de inicio de sesión, que sirve para poder restringir el acceso público a los datos. La contraseña es cifrada (como medida de

seguridad) mediante el método de encriptación AES (“encriptación estándar avanzada”) que, mediante una clave secreta, definida en la API, encripta y desencripta la contraseña del usuario. Además, es posible reestablecer dicha contraseña, en caso de que se extravíe.

Mediante la opción registro de usuario, tenemos la posibilidad de poder registrar un usuario. Al presionar el botón “registrar”, se ejecutan validaciones sobre el formulario, ya sea de formato o mismo si las contraseñas ingresadas no coinciden. Si el registro es exitoso, se genera un mensaje de alerta al usuario y el aplicativo lo redirige a la página de login para poder acceder al sistema. Es importante mencionar que, mediante el valor del campo “Municipio”, el sistema filtra qué información mostrar al usuario al momento de ingresar al aplicativo, es decir, si el usuario se registra con el valor “Quilmes”, solo podrá visualizar información de los arroyos que se encuentren asignados a ese municipio. Esto nos proporciona escalabilidad a la hora de pensar en utilizar el aplicativo para gran cantidad de municipios.

También hay una pestaña que muestra las notificaciones, en donde se pueden visualizar todas las notificaciones de arroyos vigentes. En la parte inferior de la página, hay cuatro pestañas de navegación que redirigen a todas las páginas que posee el aplicativo. Como primera funcionalidad a destacar, en la parte superior, se pueden visualizar dos pestañas: “Todas”, que hace referencia a todas las notificaciones vigentes en cualquier arroyo, y “Observadas”, en donde se podrán apartar aquellos arroyos sobre los que se quiere realizar un seguimiento individual y específico a

partir de la información ofrecida en “Notificaciones”. Para poder “observar” un arroyo, basta con presionar el ícono a la derecha del nombre de la “localización”.

Además, la “notificación” visibiliza la fecha de cuando fue lanzada y un título descriptivo con respecto al motivo de su lanzamiento. Si deslizamos el ítem hacia la izquierda, es posible visualizar el identificador de la sonda que le corresponde.

Las condiciones para que se dé una notificación son:

- Los tres valores actuales de las sondas superan el valor umbral establecido como límite de los valores normales de cada parámetro (arroyo).
- El valor de conductividad y turbidez superan el valor umbral establecido.
- El valor de carga de la batería de la sonda es menor al 10%

Al presionar alguna notificación, esta abre página-detalle de la notificación, en donde se otorga información más precisa de la notificación. Adicionalmente, posee gráficas en las que puede observarse una comparación entre el valor actual y el valor umbral al momento de generarse la notificación. Se configuró un gráfico por sensor y se presenta en forma de *sliders*. Adicionalmente, la página-detalle de la notificación cuenta con tres botones al final de la página, que se utilizan para observar el arroyo, para poder entablar una comunicación vía mail (la aplicación utiliza el servicio de correo por defecto) y para eliminar la notificación respectiva.

En la página de las localizaciones, se pueden visualizar todos los arroyos vigentes almacenados en la base de datos y, como se refirió, presionando sobre el ítem de cada localización, se puede acceder a su página detalle.

Adicionalmente, en la página de las “localizaciones”, hay un botón flotante, en la parte inferior derecha, que sirve para poder acceder a dar de alta una nueva localización (arroyo). Al presionar el botón, se dispara una página secundaria en la que se puede ingresar los datos que correspondan. Lo importante de esta funcionalidad es que, mediante el campo “Identificador Sensores”, se realiza la vinculación con el identificador del arroyo establecido en el servicio y esta mención es muy importante, ya que mediante esta relación se produce el enlace entre el servicio y las sondas a actualizar.

En la Fig. 5 se observa el detalle de una sonda usando la aplicación en Android, de la misma forma se puede visualizar este detalle en un dispositivo iOS. En esta página, se observan tres secciones principales, que informan:

- **Los valores actuales:** en forma de *sliders*, muestra los valores de la última muestra actualizada en la base de datos, ya sea de los sensores como del estado de la batería.
- **Un gráfico histórico:** Se muestran las últimas cinco mediciones de los sensores pertenecientes a la sonda actual (y permite, de forma dinámica, cambiar de sensor).

- **Un gráfico sobre el consumo de la batería:** Se muestran las últimas cinco mediciones del estado de la batería en la sonda actual.



Fig. 5: Página del detalle de la sonda en la app móvil. Fuente: elaboración propia.

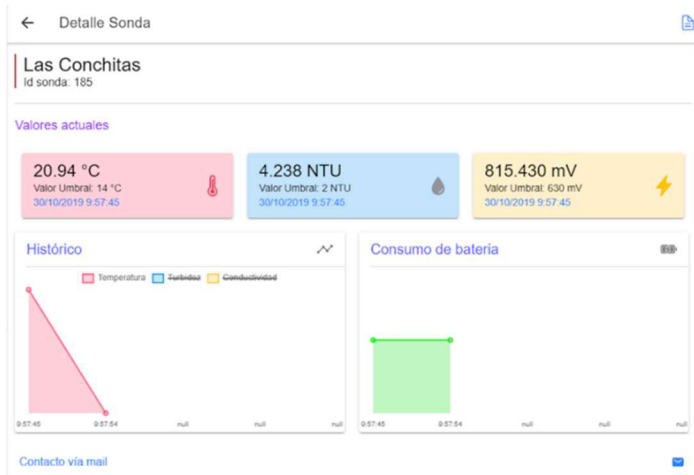


Fig. 6: Página del detalle de la sonda en Desktop. Fuente: elaboración propia.

En la pestaña mapa, se puede visualizar la ubicación real del arroyo. Al momento de dar el alta, se debe ingresar la latitud y la longitud del arroyo, y el sistema se encarga de generar una marca en el mapa en dicha posición. Para esto se utilizaron los mapas *open source* de OpenStreetMap, debido a que es un sitio gratuito y de fácil implementación. Para dibujar el mapa se utilizó la librería Leaflet de JavaScript.

Las prestaciones de la aplicación para escritorio son iguales a la aplicación móvil, es por eso que solo se muestra en la Fig. 6 como se visualiza la pantalla del aplicativo en formato web, sólo para mostrar la diferencia.

### **3. Conclusiones**

Nunca debe perderse de vista el hecho de que el sistema implementado en este proyecto es completamente asequible. Desde el momento cero, el comienzo de este diseño surgió de la necesidad de una herramienta económica, versátil y portable a modo de poder realizar pruebas in situ y que no se requiera un laboratorio u otro instrumental. La característica económica posibilita la masividad y un control más estricto a lo largo de todo el arroyo.

En relación con la sonda, se logró caracterizar cada uno de los sensores y el almacenamiento de sus valores, para su posterior análisis, de manera eficiente. Además, debe destacarse que la sonda desarrollada cumple con las expectativas de los especialistas en medio ambiente.

Respecto al sistema informático, se cumplió con el objetivo de desarrollar e implementar un sistema integral y escalable para el monitoreo del estado de los arroyos con el fin de proveer una solución completa para controlar en tiempo real el vertido de efluentes en los arroyos. Se puede afirmar que el sistema desarrollado cumple el requisito de ser escalable ya que tiene la posibilidad de crecer sin necesidad de sufrir modificaciones, es decir que la cantidad de arroyos y de sondas que se pueden monitorear no afecta al funcionamiento de la aplicación, tampoco afecta la cantidad de clientes (usuarios) ingresados, por lo tanto cada uno de estos puede tener asignados varios arroyos que a su vez tienen definidas varias sondas multiparamétricas, logrando cumplir el concepto de escalabilidad.

Por otro lado, con respecto a la disponibilidad de datos, se concluye que la información otorgada por las sondas es de fácil acceso para el usuario final del sistema. Contando adicionalmente con un historial de las últimas cinco mediciones a modo de registro, permitiendo poder realizar un seguimiento en tiempo real de la calidad del agua en los arroyos. En cuanto a la accesibilidad a los datos, se podría decir que se cumplió con el requisito de un aplicativo multiplataforma, logrando poder utilizarlo en diferentes sistemas operativos y con distinta arquitectura (móvil o desktop).

Finalmente, se debe destacar que la implementación del sistema es multidisciplinaria y los puntos críticos se dieron justamente en la interacción entre las distintas partes. Por un lado, la red local inalámbrica formada por las sondas y el nodo central/gateway (esp32) están basados en sistemas embebidos que interactúan entre sí. Luego la interacción con el servidor se debe realizar de forma sincronizada, debido a que las muestras se almacenan con fecha y hora y es la referencia que se utiliza para no leer dos veces la misma muestra. En última instancia toda la tecnología debe estar adaptada al usuario final que consiste en personal del municipio e investigadores del Instituto de Sociales.

#### **4. Bibliografía**

Cabado, L., Osio, J. R., Olivera, L., Marsico, D. y Cappelletti, M. (2020). Sistema IoT para el monitoreo y seguimiento de la calidad del agua en arroyos. *Congreso de Ingeniería Informática y Sistemas de Información, No 12*, Noviembre de 2020, pp. 85-91.

Marsico, D., Osio, J. R. y Cappelletti, M. (2019). Diseño de un sistema para el sensado de parámetros contaminantes en arroyos. *Congreso de Microelectrónica aplicada, No 9*, Septiembre de 2019, pp. 101-104.

# Capítulo 10

## Conclusiones

### Resiliencia y Sostenibilidad Hídrica en el Conurbano Bonaerense

*Dr. Alejandro Diego Crojethovich*

La investigación realizada en el marco del proyecto *Resiliencia en el Conurbano bonaerense. La gestión sostenible del agua en la postpandemia* permitió abordar la problemática hídrica desde una perspectiva multidimensional, integrando aspectos ecológicos, sociales, tecnológicos y económicos. A lo largo del libro se ha presentado un recorrido que parte del estudio de la cuenca del arroyo Las Conchitas como caso paradigmático para avanzar en la comprensión de la resiliencia socioecológica en territorios urbanos y periurbanos del Conurbano Sur de la provincia de Buenos Aires.

Uno de los principales aportes del proyecto ha sido la construcción de un modelo de análisis basado en la visión de los sistemas complejos, donde la relación entre los usos del suelo, la calidad del agua y las dinámicas sociales se constituyen como elementos clave para comprender la capacidad de resiliencia de la cuenca. La aproximación multiescalar adoptada permitió

identificar la existencia de patrones espaciales y temporales en la distribución de la contaminación, así como los vínculos entre los sectores productivos, las instituciones y las comunidades locales.

Los resultados presentados en los distintos capítulos evidencian que la degradación ambiental del arroyo Las Conchitas no solo afecta la calidad ecológica del ecosistema, sino que también tiene implicancias directas sobre la salud y las condiciones de vida de las poblaciones que habitan la cuenca. La combinación de análisis fisicoquímicos, ecotoxicológicos y socioeconómicos permitió construir una visión integral de la problemática, destacando la importancia de considerar las interacciones entre los distintos componentes del sistema.

Asimismo, el desarrollo del Índice de Resiliencia Espacial adaptado a la cuenca del arroyo Las Conchitas ha constituido una herramienta novedosa para evaluar la capacidad del territorio de absorber perturbaciones y reorganizarse frente a cambios ambientales y sociales. Este índice, junto con las soluciones tecnológicas de bajo costo para el monitoreo de la calidad del agua, representan aportes concretos para la gestión participativa y la gobernanza ambiental.

El trabajo de campo realizado en las distintas zonas seleccionadas permitió incorporar la dimensión social a la evaluación de la resiliencia, visibilizando las percepciones, conocimientos y demandas de la población local. Las entrevistas a informantes-clave, el relevamiento institucional y el mapeo de actores facilitaron la identificación de redes de cooperación y conflictos ambientales, aportando elementos para la construcción de

estrategias de gestión inclusivas y basadas en el conocimiento colectivo.

De manera transversal, el libro destaca la importancia de la integración entre la ciencia, la tecnología y la participación social como pilares para avanzar hacia la sustentabilidad hídrica en contextos urbanos vulnerables. La articulación entre el Programa de Estudios en Ambiente y Territorio, las instituciones locales y los actores comunitarios sienta las bases para la construcción de una gobernanza ambiental más democrática y adaptativa.

En conclusión, el proyecto ha demostrado que el abordaje de la resiliencia hídrica en el Conurbano bonaerense requiere de una perspectiva sistémica que contemple la interdependencia entre los componentes ecológicos, sociales y tecnológicos. La experiencia del arroyo Las Conchitas constituye un primer paso hacia la implementación de estrategias de gestión sostenible del agua basadas en el conocimiento científico, la innovación tecnológica y la participación comunitaria, con miras a fortalecer la resiliencia socioecológica de la región en el contexto de la postpandemia.

Finalmente, los resultados obtenidos en esta investigación abren nuevas líneas para el estudio de la sostenibilidad hídrica en otras cuencas urbanas y periurbanas, así como para el diseño de políticas públicas orientadas a la mejora de la calidad ambiental y la justicia socioambiental en el Conurbano Sur de Buenos Aires.



## **Autores**

**Alejandro Crojethovich** es Doctor en Ecología y Medio Ambiente, Universidad Complutense de Madrid y Licenciados en Ciencias Biológicas por la UBA. Profesor Titular de la Cátedra de Evaluación de Impacto y Sistemas de Gestión. Carrera de Gestión Ambiental, Universidad Nacional Arturo Jauretche. Director del Programa de Estudios en Ambiente y Territorio. Universidad Nacional Arturo Jauretche. Dirige proyectos de investigación y vinculación tecnológica de gestión de recursos hídricos en la UNAJ. Con experiencia en investigación, docencia y realización de cursos en ambiente urbano, sustentabilidad, resiliencia de sistemas hídricos y evaluación de impactos.

**Clarisa Cánepa** es Licenciada en Gestión Ambiental, egresada de la UNAJ. En la actualidad se desempeña como colaboradora en proyectos de investigación y vinculación en la universidad y como Fiscalizadora Industrial en el Ministerio de Ambiente de la Provincia de Buenos Aires. Fue becaria CIN.

**Rocío Gómez** es Licenciada en Gestión Ambiental, egresada de la UNAJ. Profesionalmente se desempeña como Evaluadora de Impacto Ambiental en el Ministerio de Ambiente de la Provincia de Buenos Aires. Fue becaria CIN.

**Diego Ignacio Archuby** se graduó de Licenciado en Biología (Orientación Zoología) en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Posteriormente realizó la carrera de posgrado de Especialización en Ingeniería Ambiental en la Universidad Tecnológica Nacional (UTN). Es docente de la Universidad Nacional de La Plata y de la Universidad Nacional Arturo Jauretche (UNAJ) en las cátedras de Biología general y Zoología general respectivamente. Actualmente, sus áreas de trabajo son la investigación básica y aplicada a la gestión pública de la provincia de Buenos Aires (personal profesional), donde realiza estudios poblacionales de diversas especies de fauna, algunas con problemas de conservación. Además, se encuentra trabajando en carácter de Investigador en la UNAJ en el área de la Ecotoxicología en cuencas urbanas del conurbano bonaerense. Trabajó en numerosas campañas de investigación en Antártida para diversos proyectos del Instituto Antártico Argentino (IAA) con diversas especies de aves. Durante varios años, trabajó en programas de análisis y gestión de residuos sólidos urbanos en la UNLP.

**Federico Rimoldi** se graduó de Licenciado en Biología (Orientación Ecología) en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata. Luego realizó la carrera de doctorado en la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de La Plata. Es docente de la mencionada facultad e Investigador del CONICET, donde realiza trabajos de investigación y desarrollo en el campo de la ecotoxicología y química ambiental, manejo y gestión de cuencas hídricas. Posee

vasta experiencia en ecotoxicología de plagas y enemigos naturales, manejo integrado de plagas, evaluación de efectividad de insecticidas, resistencia de plagas y efectos secundarios sobre fauna benéfica. En los últimos años ha adquirido conocimientos relacionados al manejo de ecosistemas riparios como atenuadores de la llegada de plaguicidas a cuerpos de agua asociados a agroecosistemas

**Laura Alvarez Huwiler** Licenciada en Ciencia Política (UBA), magister en Sociología Económica (IDAES-UNSAM), doctora en Ciencias Sociales (UBA) y pos-doctora en Desarrollo Sostenible y Desigualdades Sociales en la Región Andina (UF Berlín y PUCP). Investigadora del CONICET en la UNAJ, profesora en la misma universidad e integrante del Proyecto de investigación “Resiliencia en el Conurbano Bonaerense. La gestión sostenible del agua en la postpandemia”. Investiga sobre la contaminación del agua en el Conurbano Sur Bonaerense.

**Micaela Giulianetti** es Técnica en Gestión Ambiental por la UNAJ, donde se desempeña como integrante en proyectos de investigación y vinculación. Trabaja como Profesora de Educación Secundaria en Química y como consultora en la elaboración de Evaluaciones de Impacto Ambiental. Es becaria CIN.

**Laura López** es profesora Titular del Instituto de Ciencias de la Salud, Investigadora Independiente del CONICET, y codirectora del Programa de Estudios en Ambiente y Territorio de la UNAJ.

**Florencia Rey** Es Licenciatura en Gestión Ambiental en Julio del 2020, participó durante los años de estudio en diversos programas y proyectos. En 2020 ingresó al Organismo Provincial de Integración Social y Urbana en la Dirección de Gestión Ambiental y Sustentabilidad, donde actualmente trabajo.

**Jorge Osio** es director de proyectos en la UNAJ, es Profesor Adjunto del instituto de Ingeniería y Agronomía de la UNAJ. Además, es Magister en Ingeniería e Ingeniero Electrónico. El ingeniero Osio está especializado en sistemas digitales, específicamente en visión artificial e internet de las cosas. Actualmente, se desempeña como investigador dirigiendo proyectos sobre temas de IoT y sus aplicaciones.

**Juan Salvatore** es JTP del Instituto de Ingeniería y Agronomía de la UNAJ. Además, es Ingeniero Electrónico y está especializado en IoT y sistemas embebidos.

**David Marsico** es Ingeniero Electrónico, egresado de la UNLP y especialista en sistemas embebidos.

**Leonel Cavado** es ingeniero en informática egresado del Instituto de Ingeniería y Agronomía de la UNAJ. Además está especializado en aplicaciones multiplataforma.

**Facundo Chazarreta** es ingeniero en informática egresado del Instituto de Ingeniería y Agronomía de la UNAJ. Además está especializado en seguridad informática y sistemas IoT.

**Matias Busum Fradera** es ingeniero en informática egresado del Instituto de Ingeniería y Agronomía de la UNAJ. Además

está especializado en sistemas IoT, especialmente en aplicaciones de servicios IoT.



Este libro presenta los resultados de las actividades de investigación y vinculación socioambientales que desde el año 2012 un conjunto de docentes-investigadores de la Universidad Nacional Arturo Jauretche vienen realizando en el territorio de referencia de la universidad, el conurbano sur de la provincia de Buenos Aires, y más localmente, en problemáticas en los municipios de Florencio Varela y Berazategui. Estas actividades se nuclean en el Programa de Estudios en Ambiente y Territorio (PEAT) de la UNAJ y se podrían englobar teóricamente en el marco de la ecología urbana.

Basados en dicho marco teórico, las investigaciones del PEAT han ido paulatinamente evolucionando con los años y complejizando sus hipótesis y herramientas para comprobarlas o rechazarlas. Un hilo conceptual ha sido el recurso hídrico, su estado, usos y gestión pública, las organizaciones territoriales presentes, el sistema industrial y más actualmente el desarrollo de tecnologías.

Esta obra da cuenta de dicha evolución en las investigaciones desarrolladas en la temática ambiental (en sentido amplio). Los temas abordados en los diversos capítulos del libro saldan una deficiencia en el conocimiento del entramado de los distintos actores que intervienen en la gestión de una cuenca en el área de influencia de la UNAJ, y permiten considerar que estos no son solamente casos de estudios, sino presentan resultados que pueden extrapolarse a nivel regional y nacional.



Secretaría de

**Investigación y  
Vinculación Tecnológica**

Dirección de

**Gestión de la  
Investigación**

