TALLER ECOLOGISTA

HUMEDALES PAMPEANOS

La cuenca del Arroyo Ludueña y sus áreas de valor para la conservación

HUMEDALES PAMPEANOS

La cuenca del Arroyo Ludueña y sus áreas de valor para la conservación

Investigación y redacción:
Alan Blumenfeld, María Ayelén Calvet, Sofía Magalí López, Sofía Naranjo, Evelin Noelia Sehoane, Macarena Vázquez y María Cecilia Reeves

Coordinación y edición:
María Cecilia Reeves

Edición general:
Laura Prol

Fotos de tapa:
Diego Fidalgo y Juan Manuel Méndez

Marzo 2022

Este documento fue elaborado con el apoyo del Programa Humedales sin fronteras
Las ideas, opiniones e informaciones contenidas y las denominaciones geográficas y geopolíticas utilizadas son de la responsabilidad exclusiva de las autoras y no reflejan necesariamente las opiniones de los colaboradores y de las instituciones que lo financian.

Usted es libre de copiar, distribuir y hacer obras derivadas de este trabajo siempre que cite la fuente, bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 2.5 de Argentina [http://creativecommons.org/licenses/by/2.5/ar].

Índice

Introducción 4

Los humedales, su importancia y su situación actual 5

Humedales de la ecorregión pampeana 5
La Cuenca del Ludueña y sus humedales 6

El Arroyo Ludueña y su cuenca 7
Ubicación geográfica y superficie 7
Geomorfología y topografía 7
Suelos 8
Clima 8
Hidrología 9
Tipos de ambiente y biodiversidad asociada 9

Ocupación y usos de la tierra 14
Usos agropecuarios 14
Uso urbano 15
Obras hidráulicas 16

Calidad del agua 18

Amenazas a la conservación del arroyo y sus humedales 22
Pérdida de humedales 22
Degradación de humedales 22

Áreas de valor para la conservación de la cuenca del Ludueña 24
Áreas identificadas 24
Las áreas identificadas y algunas recomendaciones 25

Reflexiones finales 27

Bibliografía 29

Introducción

El Arroyo Ludueña es uno de los tributarios del río Paraná situado en su tramo inferior (sur de la provincia de Santa Fe, Argentina); está comprendido dentro de la ecorregión pampeana, y su curso presenta humedales asociados.

Distintos estudios sobre la Cuenca del Ludueña demuestran la importancia que reviste en términos hidrológicos, ecológicos y paisajísticos. Para las comunidades residentes en las localidades atravesadas por el arroyo, constituye un ambiente de valor ecológico y cultural: vecinos y vecinas que residen en sus cercanías y organizaciones sociales reclaman por su mantenimiento y protección; docentes reconocen el valor que posee como espacio de enseñanza-aprendizaje y en especial, para la educación ambiental en las escuelas. Sin embargo, aún no se visualiza la importancia de estos humedales que conectan paisajes bioculturales de la ecorregión pampeana, con los del extenso corredor fluvial de los ríos Paraná-Paraguay, del que forman parte. La expansión constante de las ciudades sobre su cuenca, sucesivas obras hidráulicas para regular su caudal y la extensión del modelo agroindustrial constituyen algunas de las amenazas a su conservación.

El presente documento tiene como propósito principal visibilizar este ambiente con humedales en nuestra región desde una perspectiva integral, a fin de contribuir a la necesaria conservación de los humedales pampeanos. El documento contiene una caracterización de la cuenca en cuanto a su geomorfología, hidrología y ecología, de las intervenciones humanas pasadas y presentes y las principales amenazas; asimismo presenta una identificación preliminar de áreas valiosas en términos de conservación de la diversidad biológica y cultural. El trabajo es fruto de una primera sistematización de información recopilada sobre la cuenca, en base a la revisión de la bibliografía existente, visitas a sitios puntuales y testimonios de vecinos, y fue desarrollado durante el año 2019 y los primeros meses del año 2020.

Los humedales, su importancia y su situación actual

No existe una definición de humedales única y universal que aplique a todos los ambientes del mundo donde el agua esté presente y juegue un rol clave. La Convención Ramsar[1]los define como *"extensiones de marismas, pantanos y turberas o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda los seis metros"*. Esta definición si bien sirve para identificar humedales, es más bien enumerativa y no brinda elementos concretos para analizar o reconocer la diversidad de ambientes que pueden categorizarse como humedal. Por tal motivo, en este trabajo seguimos la definición del Inventario Nacional de Humedales, que prioriza los procesos que ocurren en estos ecosistemas sobre su mera fisonomía, y los conceptualiza como ***ecosistemas donde la presencia temporaria o permanente de agua superficial o subsuperficial causa flujos biogeoquímicos propios y diferentes a los ecosistemas terrestres y acuáticos*** (Benzaquén *et al*., 2017). Desde este enfoque, el término humedal refiere a una amplia variedad de hábitats que comparten la propiedad primordial del agua como un factor fundamental en la determinación de su estructura y funciones ecológicas; hecho que se traduce en la predominancia de procesos anaeróbicos, la existencia de biota adaptada a la presencia de agua, plantas hidrófitas y suelos hídricos (o sustratos con rasgos de hidromorfismo) (Brinson, 2004). Esa influencia del agua en los humedales varía según la altura, frecuencia de ocurrencia, tiempo de permanencia y estacionalidad de la misma en cada uno de estos ambientes; y es lo que se denomina hidroperíodo (Neiff y Malvárez, 2004).

En el mundo occidental los humedales fueron objeto de representaciones negativas, ya sea por ser considerados tierras improductivas o por resultar fuente de inspiración para relatos en los que eran hogar de criaturas horrendas y de pestes. Sin embargo en las últimas décadas han sido revalorizados a nivel global tras numerosas investigaciones sobre sus *funciones ecosistémicas*, que demuestran el rol que juegan en la regulación de los ciclos hidrológicos, recargando acuíferos, almacenando y purificando agua, amortiguando los efectos de temporales y de eventos extremos como inundaciones y sequías; en la provisión de hábitat, refugio y alimento para un elevado número de especies, muchas de las cuales son aprovechadas por las sociedades humanas para distintos fines (Wetlands International, s.f. a; Benzaquén *et al*., 2017; Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005).

En Argentina, también tuvo lugar este proceso de reconocimiento que impulsó los debates necesarios para realizar los inventarios de humedales en 2002 (Malvárez y Bó, 2004) y que cristalizaron en un primer inventario de humedales, correspondiente a los paisajes del corredor fluvial Paraná-Paraguay publicado en 2013 (Benzaquén *et al*., 2013), y en un segundo inventario de las regiones de humedales del país[2], publicado en 2017. En estos documentos las regiones son clasificadas según un enfoque eco-hidro-geomórfico que permite determinar a los humedales por sus funciones más que por su fisonomía general. Asimismo, en consonancia con las afirmaciones realizadas en las últimas décadas a nivel internacional (UICN y Ramsar), en estos trabajos de inventario se reconoce explícitamente que los humedales deben ser también considerados como infraestructuras naturales de vital importancia frente al avance del cambio climático, tanto para los procesos de adaptación como de mitigación (IPBES, 2019; Benzaquén *et al*., 2017; Wetlands International, s.f. b; Bergkamp y Orlando, 1999).

A pesar de ello, los humedales se encuentran amenazados a nivel mundial, estimándose que su degradación y pérdida ocurre a un ritmo aún más acelerado que el de otros ecosistemas (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005). Los datos presentados en 2015 a la Conferencia de las Partes de la Convención sobre los Humedales dieron cuenta de que a escala global su superficie ha disminuido entre un 64% y un 71% en el siglo XX, y que los procesos que llevaron a la desaparición de estos ecosistemas continúan a una tasa promedio del 1,5% anual (Davidson, 2014). Aún más alarmantes resultan los números dados en 2019 por el informe sobre el estado global de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos del IPBES: actualmente la pérdida de la extensión de estos ecosistemas es del 85%, con una tasa de desaparición de los mismos tres veces mayor a la estimada para los bosques.

Humedales de la ecorregión pampeana

En Argentina esta situación de degradación de los humedales muy probablemente se ve exacerbada en aquellos que se encuentran en la ecorregión pampeana, ya que la misma ha sido listada como una de las ecorregiones del país que presentan mayor vulnerabilidad dentro de los biomas terrestres, particularmente hacia el centro-este (MAyDS, s/f). Por otra parte, en el inventario "Regiones de Humedales de Argentina" antes mencionado, las certezas sobre si la región de 'Humedales de la Pampa' (8) era originariamente un *paisaje de humedales* o bien un *paisaje con humedales*[3] son pocas, ya que hay notorias discrepancias entre lo que puede observarse en la actualidad (paisaje con humedales) y lo que sería esperable encontrar de estos ambientes siguiendo un criterio edáfico[4]. Particularmente, en la subregión "Lagunas de la Pampa Húmeda" (8a), en la que se incluyó el Arroyo Ludueña, el área ocupada por humedales basándose en el criterio edáfico, sería de un 47%, mientras que tomando un criterio que sólo contempla el tipo de vegetación, se obtiene ape-

1 - Nombre por el que se conoce al Tratado Internacional para la Conservación y Uso racional de los Humedales, firmado en 1971 y al cual Argentina adhiere en 1992.
2 - Está previsto que el Inventario Nacional de Humedales sea abordado a distintas escalas: Nivel 1 - Regiones y subregiones de humedales, Nivel 2 - Sistemas y subsistemas de humedales y Nivel 3 - Unidades de humedales.
3 - Un paisaje de humedales está dominado por una matriz de humedales que se interconectan, mientras que en un paisaje con humedales, éstos pueden identificarse en general como unidades puntuales inmersas en una matriz terrestre (Benzaquén *et al*., 2017).
4 - Son contempladas como áreas potencialmente ocupadas por humedales aquellas que presenten rasgos indicativos de procesos hidrogeomórficos, cuerpos de agua o factores limitantes para la producción vinculados a excesos hídricos en el Atlas de Suelos de la República Argentina (Kandus *et al*., 2008).

nas un 10%. Más allá de los aspectos metodológicos de estas estimaciones, la diferencia puede ser atribuida también a los procesos de antropización del paisaje (Kandus *et al*., 2017) -especialmente a la agriculturización y al avance de la urbanización, con las obras de infraestructura asociadas- que han dado como resultado una fuerte transformación del territorio que aún continúa. De este modo, actualmente los humedales pampeanos constituyen de manera predominante sistemas de cuerpos de agua, algunos temporales, otros permanentes, presentes en una matriz terrestre y muy antropizada.

La dificultad de determinar la superficie que era ocupada originalmente por humedales se debe, en parte, a la falta de registros que den cuenta de ello. Esto último puede asociarse al hecho de que dichos sitios suelen ser percibidos como espacios improductivos que urge reconvertir para habilitar otros usos del suelo. Es común que acciones que impliquen el drenaje de lagunas o bañados, o grandes modificaciones de los patrones de escurrimiento de las cuencas, sean enunciadas como "saneamiento" u "obras contra inundaciones", invisibilizando la destrucción de estos ecosistemas. Esto afecta incluso a las líneas de investigación que quieran aportar conocimientos sobre humedales y a los esfuerzos de conservación que en muchos casos están más enfocados en la protección de otros sistemas de humedales, no menos importantes, pero sí con más reconocimiento como el Delta o los Esteros del Iberá. Con esta tendencia, a pesar de que arroyos pampeanos como el Ludueña cuenten con categorías definidas en el nivel 1 y nivel 2 del inventario nacional de humedales, poca es la información que se encuentra recabada sobre ellos como humedales y no hay disponible ningún trabajo sobre la cuenca del Arroyo Ludueña que se asemeje al nivel 3[5].

• La cuenca del Ludueña y sus humedales

El Arroyo Ludueña nace dentro de la ecorregión pampeana (Morello *et al*., 2012; Biasatti *et al*., 2016), particularmente en la pampa ondulada, caracterizada por una topografía que permite el escurrimiento del exceso hídrico (cuenca abierta) y desemboca en el río Paraná en su tramo inferior (Giacosa y Liotta, 2013). En su cabecera y a lo largo de su curso, posee ambientes inundables denominados bañados y cañadas. Según el Sistema de Clasificación de Tipos de Humedales de Ramsar (Secretaría de la Convención Ramsar, 2006)[6], se podría considerar al Ludueña como "Ríos/arroyos permanentes; incluye cascadas y cataratas (M)".

El área donde se ubica la cuenca del Ludueña se encuentra típicamente caracterizada por vegetación herbácea que, en cercanías de los cuerpos de agua, posee una conformación de tipo esteparia con especies halófitas como pasto salado (*Distichlis spp.*), pasto niño (*Sporobolus pyramidatus*), apio cimarrón (*Apium sellowianum*), borraja (*Heliotropium curassavicum*), *Pappophorum sp.* y juncales (Oyarzabal, *et.al.*, 2018). Sin embargo, actualmente, la matriz dominante en el paisaje de la cuenca, está representada por monocultivo de soja que, junto a otras producciones (como trigo y maíz), supera el 90% de ocupación (Biasatti *et al*., 2016). Los parches remanentes de biodiversidad autóctona se encuentran en tierras bajas, inundables, salobres, en bordes de caminos, vías férreas, ríos, arroyos o lagunas, y carecen casi enteramente de protección (Biasatti *et al*., 2016). A su vez, la región cuenta con un importantísimo reservorio hídrico subterráneo: el Acuífero Puelche. En cuanto a la mastofauna local, se describen para esta ecorregión especies típicas del pastizal pampeano y del humedal como la comadreja colorada (*Lutreolina crassicaudata*), el peludo (*Chaetophractus villosus*), el zorro pampeano (*Pseudalopex gymnocercus*), el gato montés (*Oncifelis geoffroyi*), el hurón menor (*Galictis cuja*) y el coipo (*Myocastor coypus*) (Morello *et al*., 2012).

Adicionalmente, el Arroyo Ludueña es un corredor biológico natural (Biasatti *et al*., 2016) que, junto con otros cuerpos de agua (arroyos Monje, Colastiné, Saladillo), atraviesa la matriz productiva dominante, trasladando la información biológica de manera transversal por el territorio. Además, al igual que otros arroyos pampeanos, cumple funciones ecosistémicas que redundan en beneficios para las sociedades, tales como: de regulación hídrica, ya que reciben aguas del escurrimiento superficial y del remanente de agua del suelo saturado, drenando hacia el río Paraná; de regulación biogeoquímica, ya que estos arroyos suelen recibir efluentes domiciliarios, agropecuarios e industriales de modo que retienen, transforman y degradan nutrientes y contaminantes, contribuyendo a la mejora en la calidad del agua; y ecológicas ya que brindan refugio, tanto para la reproducción como para la supervivencia, de la fauna silvestre contribuyendo al mantenimiento de las redes tróficas locales y de ecosistemas vecinos (Giacosa y Liotta, 2013).

En el inventario de sistemas de paisajes de humedales del corredor fluvial Paraná-Paraguay (Benzaquén et al., 2013) fue incluido dentro de los Humedales de los tributarios santafesinos y bonaerenses del Paraná Inferior (Figura 1).

Figura 1
Humedales de los tributarios santafesinos y bonaerenses del Paraná Inferior: 2) Arroyo Ludueña. Fuente: Giacosa y Liotta (2013).

5 - Los inventarios nivel 3 son necesarios para visibilizar y estudiar humedales de pequeñas dimensiones, como las numerosas lagunas temporarias y semipermanentes que pueden observarse en la cuenca del Ludueña. Dichos humedales pueden no estar representados en los inventarios nivel 1 y 2, no porque no sean relevantes en el ámbito local sino por cuestiones metodológicas inherentes a las escalas de los trabajos de inventario.
6 - www.ramsar.org

El concepto de cuenca

Una cuenca es una porción del territorio que drena el agua desde las zonas más altas hasta las más bajas. Las cuencas se identifican con el nombre del río o cauce de mayor importancia que drena ese territorio (Pozo y Elosegi, 2009); en este caso: el Arroyo Ludueña.

Existen cuencas arreicas en las que el agua se pierde por infiltración o evaporación; cuencas endorreicas en las que el agua no desemboca en un curso de agua lótico[7], sino que lo hace en un lago o laguna; y cuencas exorreicas (o abiertas), como la del arroyo Ludueña que desemboca en el río Paraná.

Asimismo, las cuencas constituyen el marco físico donde ocurre el ciclo hidro-social[8] del agua (Larsimont y Grosso, 2014), en tanto los flujos de agua en la superficie terrestre también son afectados por las actividades humanas.

El Arroyo Ludueña y su cuenca

• Ubicación geográfica y superficie

La cuenca del Arroyo Ludueña se encuentra al sur de la provincia de Santa Fe en los Departamentos Rosario y San Lorenzo. Se extiende sobre gran parte del Área Metropolitana de Rosario (AMR), abarcando parte de esta ciudad y de otras 14 localidades. Está ubicada entre las latitudes 32° 44′ S y 33° 06′ S y entre las longitudes 61° 06′ O y 60° 39′ O (Figura 2), ocupando un área de 80.114,38 ha.

En la superficie de la cuenca pueden distinguirse tres grandes tipos principales de cobertura del suelo: suelo urbano, suelo agrícola y pastizales (Figura 3), estos últimos ubicados en cercanía a los humedales de la cuenca. Las superficies de la primera categoría constituyen un obstáculo para la infiltración del agua, siendo este tipo de cobertura una de las principales causas de impermeabilización de la cuenca. A su vez, el modelo agroindustrial basado en monocultivos modificó intensivamente el paisaje desplazando a la vegetación característica de estos ambientes, lo cual influye en la capacidad de infiltración de los suelos.

• Geomorfología y topografía

La cuenca se encuentra emplazada en la Pampa Ondulada, una franja paralela al curso del río Paraná, ubicada entre la falla por la que discurre este río y la de Tostado-Selva-Melincué al Oeste. Los ríos Carcarañá y Riachuelo, dispuestos a modo de fallas secantes, que interrumpen o cortan a las anteriores, son los límites Norte y Sur de la Pampa Ondulada (Pouey, 2008). Este paisaje pampeano puede pensarse como un teclado de piano, con bloques hundidos y elevados en sentido Oeste-Este, con los cursos permanentes y vías de escurrimiento correspondientes al río Carcarañá y a los arroyos Ludueña, Saladillo, Pavón, Del Medio, Ramallo y De Las Hermanas; estos cursos poseen humedales en sus cuencas, identificados en el Inventario de Sistemas de Paisajes del Corredor Fluvial Paraguay-Paraná (Giacosa y Liotta, 2013). Por otra parte, está compuesto también por lomas con orientación Oeste-Este que son consecuencia de la erosión producida por las aguas de los cursos superficiales en los sedimentos pampeanos, generando valles fluviales aterrazados (Pouey, 2008).

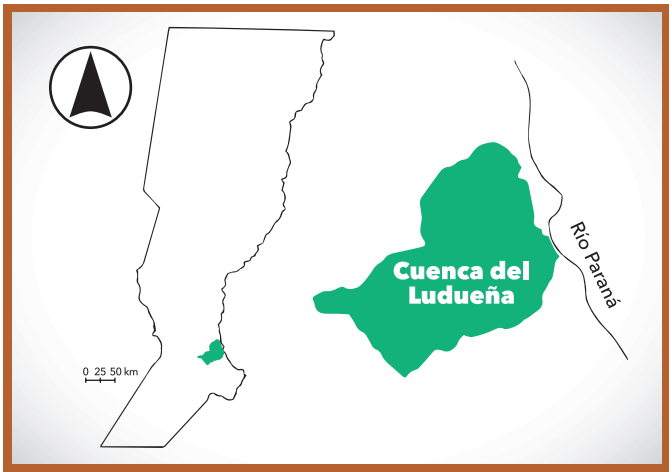

Figura 2
Ubicación Cuenca del Ludueña en la provincia de Santa Fe.

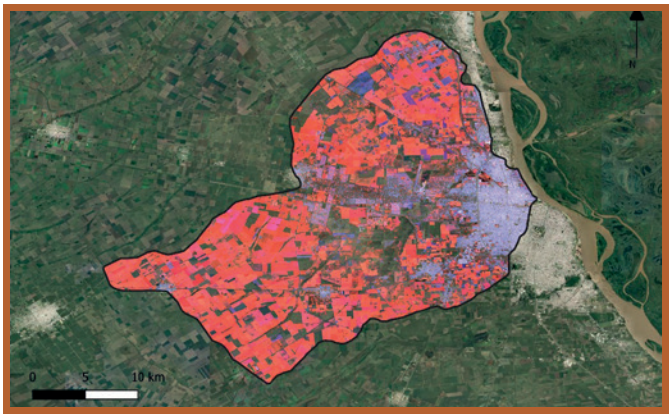

Figura 3
Tipos de cobertura de la cuenca. En tonos rosas los cultivos anuales, en celestes y blancos las urbanizaciones y en verdes oscuros los pastizales asociados a las vías de escurrimiento. Composición RGB 432 de imagen Landsat del 18 de marzo de 2019.

La cabecera de la cuenca del Ludueña se encuentra sobre un bloque elevado, inclinado hacia el Noreste, y se conecta con un bloque hundido hacia la margen del Paraná (Pouey, 2008; Montico *et al*., s.f). El relieve es plano, con pendientes bajas

7 - Las aguas continentales se clasifican en aquellas donde existe una corriente, como ríos y arroyos (ambientes lóticos); y aquellas donde el agua permanece casi estancada como lagos y lagunas (ambientes lénticos) (Smith y Smith, 2007).
8 - El concepto de ciclo hidrosocial (Swyngedouw, 2004, 2009; Linton, 2010; Budds, 2012) hace referencia a la circulación del agua en el ambiente físico (atmósfera, superficie, subsuelo, biomasa) al mismo tiempo que por obras hidráulicas, instituciones, legislación, prácticas culturales y significados simbólicos.

(Panigatti, 2010), siendo la pendiente media de la cuenca de 1,10 m/km (Riccardi *et al*., 2002). La altura varía entre 71,5 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) en las nacientes del arroyo al Oeste y 16 m.s.n.m. en la sección de cierre, donde desemboca en el río Paraná (Scuderi *et al*., 2015).

• Suelos

Los suelos presentes en la cuenca pueden clasificarse en dos grupos según la geomorfología del área. El paisaje de la zona alta de la cuenca es ondulado y se encuentran suelos moderadamente drenados. Por el contrario, en la zona deprimida tienen drenaje insuficiente y están afectados por las fluctuaciones de la napa freática, por lo que se hallan influenciados por procesos de acumulación de sales, debido al ascenso del acuífero libre que arrastra sales de sodio hacia los horizontes superiores (Pouey, 2008). Estos suelos se denominan hidromórficos, característicos de humedales, y poseen períodos (sobre todo en la época estival), donde quedan cubiertos parcial o totalmente por agua.

En general, el suelo muestra un relieve plano con baja pendiente y textura arcillosa-limosa, con diferentes permeabilidades y drenajes (Panigatti, 2010). Según la clasificación de tipo agronómica de Montico y Di Leo (2015), existen cuatro grandes tipos de suelo en la cuenca del Ludueña. El primer tipo de suelo se encuentra en la cabecera de la cuenca y se corresponde con los de mayor productividad agrícola. Abarca posiciones de relieve correspondientes a lomas extensas y ligeramente onduladas, con pendientes menores al 1% (0,5-1%). El escurrimiento es moderado a bueno y el drenaje es bueno (Montico y Di Leo, 2015). No suelen inundarse y la napa freática, por su profundidad, no influye en las propiedades edáficas. En las áreas con mayor pendiente existe un ligero riesgo de erosión (Panigatti, 2010).

El segundo tipo de suelo no es considerado de gran productividad agrícola dado que presenta diversos microrelieves, por lo que la permeabilidad y el escurrimiento se hacen lentos, el perfil edáfico está en contacto con la napa freática y están afectados por alcalinidad sódica (Montico y Di Leo, 2015). Las pendientes son muy bajas, menores a 0,2%, y la napa freática nunca excede los 8 m de profundidad. Predominan gramíneas como biota característica de estos suelos y en algunos casos puede formarse un horizonte E[9] (Panigatti, 2010).

El tercer tipo de suelo presenta alcalinidad sódica y sales en general, ya que se encuentra en contacto periódico con la napa freática. Son suelos aptos únicamente para cultivar forraje o para silvicultura. Se corresponden con áreas planas, bajas, de permeabilidad lenta a muy lenta, de escurrimiento también lento y drenaje bajo. Los gradientes de pendientes son menores a 0,5% (Montico y Di Leo, 2007). En esta zona deprimida el suelo tiene períodos de anegamiento y saturación producto de lluvias, desbordes de canales o fluctuaciones de la napa freática que llega a ascender hasta superar el nivel natural del suelo (Pouey, 2008). Por este motivo, es un área en la que pueden encontrarse lagunas semipermanentes, de tamaño variable, dependiendo de las precipitaciones.

Al igual que en el caso anterior, la biota predominante está representada por gramíneas (Panigatti, 2010).

El último tipo de suelo se corresponde con un relieve ligeramente ondulado representado por amplias lomadas con pendientes de 0,5%, escurrimiento lento o moderado y drenaje moderado a bueno (Montico y Di Leo, 2007). La napa freática varía entre 5 y 15 metros de profundidad y la biota característica se corresponde a la de praderas arboladas. Las principales limitaciones para la agricultura y la ganadería en este tipo de suelo son la erosión hídrica y las restricciones físicas para la penetración de las raíces (Panigatti, 2010).

Según una estimación realizada en base al mapa de suelos de la provincia de Santa Fe, elaborado por INTA Rafaela y disponible en GeoINTA[10], el 78% del suelo de la cuenca (que se corresponden con 62.410 ha) presentaría limitaciones para uso agrícola vinculadas a la presencia de agua, ya sea por exceso de agua producido por drenaje pobre, por excesiva humedad en general, o por presentar una capa de agua alta o anegamiento. Sin embargo, esto no supuso un impedimento para la introducción del cultivo de soja en el área, pese a tener rendimientos diferenciales respecto a otros suelos de la región.

• Clima

El clima es uno de los factores reguladores de la biodiversidad. Los humedales también deben su biodiversidad al ciclo hidrológico, el cual en el Arroyo Ludueña está condicionado principalmente por las precipitaciones locales.

La región del Área Metropolitana de Rosario donde se encuentra la cuenca del Ludueña presenta un clima templado subtropical, sin estación seca[11]. La temperatura media anual es de 17,5 °C y la amplitud térmica entre los promedios anuales de verano e invierno, ronda los 13°C, siendo enero el mes con temperatura media más alta (23,9 °C) y julio el mes con la temperatura media más baja (10,4°C) (Müller y Lovino, 2019).

La precipitación media anual supera los 1.000 mm, de los cuales el 83% se registran durante el período primavera-verano (octubre a abril), siendo marzo el mes con los mayores valores (147 mm precipitación media). El mínimo se da en los meses de junio y julio, con un promedio mínimo mensual en julio de 24 mm (SMN, 2014). Entre los meses más secos y más húmedos, la diferencia en las precipitaciones es de 111 mm. El balance hídrico no presenta déficit sino por el contrario, en algunos meses exceso, destacándose el mes de marzo en ese sentido (Pouey, 2008).

Considerando los registros pluviométricos del período 1911-2017, el valor medio para dicho período es de 1.078 mm, con un máximo de 1.626 mm en el año 2012 y un mínimo de 544 mm para el año 1916. Desde principios del siglo XX se observa una tendencia de aumento de la precipitación anual, de 950 mm en 1960 a 1.050 mm entre 1970 y 2017. Esto significa un aumento del 10% de los promedios anuales (Müller y Lovino, 2019). Bajo un escenario de aumento moderado de emisiones de CO2 para el futuro cercano[12], se proyecta un incremento leve en la precipitación media anual y una estacionalidad más

9 - El horizonte E es un horizonte mineral donde el rasgo principal es la pérdida de arcilla silicatada, hierro, aluminio, o la combinación de estos, dejando una concentración de arena y partículas de limo, y en el que la mayor parte de la estructura rocosa original ha sido completamente desintegrada.
10 - www.visor.geointa.inta.gob.ar
11- Según la clasificación climática de Köppen.
12 - Proyección realizada por el Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA) para la "Tercera Comunicación de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático" (3CNCC) en el escenario de emisiones RCP 4.5. Todos los valores de las proyecciones citados de esta fuente se refieren al futuro cercano y al escenario RCP 4.5, arrojando los valores más conservadores.

marcada. Se esperaría también un aumento en la precipitación diaria máxima de entre 4 y 6 mm[13] (SAyDS, 2015).

Las proyecciones mencionadas indican asimismo un aumento de los valores de precipitación anual acumulada en eventos de precipitación intensa de entre 50 y 75 mm[14], lo que se traduce en un incremento en la torrencialidad de las lluvias (SAyDS, 2015). Por esta razón, continuar impermeabilizando el suelo de la cuenca a través de la agricultura y la extensión de las ciudades, resulta una acción peligrosa ante el escenario climático previsto, ya que los humedales retienen el agua, amortiguando el efecto de las lluvias en las inundaciones urbanas. Además, en años atípicos como el 2020 (con La Niña que genera sequía en esta parte del continente), son los humedales los que entregan agua al sistema.

• Hidrología

Si bien las lluvias locales son las que alimentan fundamentalmente a la cuenca del Ludueña, la dinámica de su llanura aluvial[15], está controlada también por el "pulso de inundación" del río Paraná. Incluso si el pico del hidroperíodo de éste no coincide exactamente con el del Ludueña, su influencia se deja sentir, especialmente en la desembocadura del arroyo, porque el río actúa como tapón hidráulico del arroyo. A su vez, el período de sequía es tan importante como el de inundación en el control de los procesos que ocurren en estos sistemas de humedales de llanura y lagunas semipermanentes (Junk *et al*., 1989, Neiff, 1990).

Particularmente, la cuenca en estudio posee una red superficial de drenaje permanente cuyo cauce principal es el Arroyo Ludueña. Éste es alimentado por numerosos canales que evacúan agua del N y del SO de la cuenca -Ibarlucea, Salvat, de la media legua, de la legua, Santiago del Estero y San Lorenzo, entre otros (Orsolini, 2004)- y alcanzan en conjunto una longitud aproximada de 130 km lineales. En épocas de lluvia, se agregan otros cursos intermitentes que colaboran con el drenaje, aumentando la longitud hasta 370 km (Scuderi *et al*., 2015). A lo largo de la cuenca, se encuentran humedales formados por cuerpos de agua permanentes o temporales que a su vez también pueden conectarse entre sí y/o con el arroyo en respuesta a picos hídricos estacionales. Son los denominados bañados y cañadas, más comunes en la cabecera de la cuenca, y lagunas de dimensiones variables (Giacosa y Liotta, 2013).

Tanto los cuerpos lóticos como lénticos, temporales o permanentes, se alimentan de las precipitaciones, que constituyen el ingreso hídrico de la cuenca. El agua de lluvia puede moverse por escurrimiento superficial o por flujos horizontales que ocurren dentro del suelo una vez que se infiltra, quedando almacenada en el mismo. Si bien estos flujos horizontales se dan muy lentamente debido a la escasa pendiente de la cuenca, elevan la napa en las zonas bajas y alimentan el caudal base del arroyo de 0,5 m³/s. En crecidas ordinarias el caudal puede alcanzar los 80 m³/s, mientras que en eventos extraordinarios, con el aporte de los escurrimientos superficiales provenientes de las precipitaciones, se han registrado caudales superiores a los 400 m³/s (Scuderi *et al*., 2015).

A pesar de este lento flujo horizontal, el movimiento de agua en el suelo de cuencas de llanura, y por ende el nivel de la napa freática, es principalmente vertical (Fuschini Mejía, 1994): las precipitaciones constituyen la entrada, y la evaporación y evapotranspiración (en un 90 a 95%), las salidas del sistema (Badano, 2010). De este modo, la existencia y características del tipo de cobertura vegetal cumplen un rol importante en el movimiento vertical del agua, ya que ésta es capaz de extraer, a través de sus raíces, agua del suelo desde una profundidad mayor que la que puede alcanzar la evaporación directa. Los cambios en el uso del suelo que implican modificaciones en el tipo de vegetación pueden tener un fuerte impacto dependiendo de la magnitud de la superficie modificada (Gyenge y Fernández, 2018). Así, el reemplazo de vegetación autóctona por otra implantada puede conducir a una variación en la ocurrencia de sequías e inundaciones (Fuschini Mejía, 1994), pudiendo los agroecosistemas influir significativamente en la evolución de los niveles freáticos[16].

Si bien en las cuencas de llanura la escorrentía suele ser muy pequeña comparada con la evapotranspiración y la infiltración (García *et al*., 2018), existen una serie de factores que la incrementan. Si la altura de la napa freática se encuentra a nivel del terreno, la capacidad de infiltrar se reduce, dando lugar a que, ante lluvias moderadas, pueda aparecer agua en superficie (Sallies, 1999), que podrá moverse horizontalmente por la pendiente. Por otra parte, la creciente impermeabilización del suelo de la cuenca también anula la infiltración, provocando que las precipitaciones aporten cada vez en menor tiempo mayores flujos de agua a los cauces en forma de escorrentía (Zimmerman *et al*., 2001). Por otro lado, tanto las geoformas locales como las obras de infraestructura viales condicionan el escurrimiento superficial, ya que debido a la escasa pendiente dificultan la afluencia del agua a los cauces artificiales y naturales, que drenan hacia el Paraná. Así, cuando queda agua sobre la superficie del suelo, la dirección del escurrimiento es incierta (Sallies, 1999) y muchas de las infraestructuras terminan actuando como diques o terraplenes que retienen agua (Zimmerman, 2001). Cuando llegan a acumularse grandes volúmenes de agua, pueden desbordar por sobre las divisorias de aguas poco definidas, produciéndose alternadamente trasvases en una dirección o en otra entre subcuencas aledañas (Giraut, 2006), ocasionando flujos mantiformes (Fertonani y Prendes, 1983; Biasatti *et al*., 2015). Es por esto que son comunes las áreas anegadizas y las lagunas semipermanentes en esta zona (Montico y Pouey, 2001).

La escasa pendiente de la cuenca da lugar a cauces lentos -el arroyo Ludueña tiene una pendiente media de 1,33 m/km mientras que la media de la cuenca es de 1,10 m/km (Scuderi et al., 2015)- que no permite velocidades de escurrimiento superficial elevadas, por tanto la erosión hídrica no resulta importante. La creación de canales, trazado de rutas, terraplenes y hasta los surcos de arado pueden aumentar la escorrentía y generar a su vez procesos erosivos siendo, en este sentido, la cobertura vegetal la que impide esta erosión hídrica (Montico y Pouey, 2001).

• Tipos de ambientes y biodiversidad asociada

Como detallamos en las secciones anteriores, la escasa pendiente de la cuenca del Ludueña no la hace homogénea. Presenta distintos tipos de suelos, con condiciones variables

13 - Respecto al período 1981-2005.
14 - Ibidem.
15 - La llanura aluvial es la porción generalmente más deprimida, a los bordes del cauce, que puede eventualmente inundarse durante una creciente.
16 - La soja tan sólo extrae cerca de 1,85 mm/día mientras que los pastizales naturales en la ecorregión pampeana evapotranspiran en promedio 2,13 mm/día, lo que arroja diferencias de alrededor de 100 mm anuales entre cultivos de soja sin rotación y pastizales (Nosetto et al., 2012; Gyenge y Fernández, 2018).

de salinidad, pH[17] y humedad; y cuerpos de agua cuyas extensiones cambian ampliamente a lo largo de las estaciones. Esta variabilidad espacial y temporal ha permitido el desarrollo de distintas comunidades vegetales, distribuidas principalmente en función de la presencia de agua y las características edáficas, y conformadas por especies con adaptaciones particulares a estos ambientes.

Comunidades vegetales

La Pampa Ondulada se destaca por el predominio de pastizales y por presentar suelos ricos para la agricultura. Estas condiciones naturales para la producción agrícola y la cercanía al cauce principal del río Paraná, se han traducido en una importante transformación del paisaje, que también se ve reflejada en la cuenca del Ludueña; en esta área dicha transformación fue además favorecida por los procesos de urbanización.

A continuación se describen a rasgos generales las comunidades vegetales con las posiciones que habrían ocupado originalmente en la cuenca y su estado actual de conservación, en base a consulta bibliográfica complementada con observaciones de campo[18]:

Bosques fluviales: según Cabrera (1971) cabría esperar encontrar selvas con epífitas en la margen lindera al río Paraná e incluso sobre el borde del arroyo en su tramo final. Esto se condice con las descripciones de Morello *et al*., (2012) para las costas de la Pampa Ondulada y con las especies que pueden observarse en las desembocaduras de otros arroyos cercanos como el Saladillo. Sin embargo, este ecosistema no se encuentra en la ribera del Paraná comprendida dentro de la cuenca del Ludueña y es presumible que haya desaparecido a raíz del avance del parche urbano. Solo pueden observarse algunos aromitos (*Vachellia caven*) cerca de la desembocadura, flora nativa plantada en el parque del acuario y algunas especies vegetales que, transportadas por el Paraná, prosperan en la desembocadura y en los clubes náuticos que se extienden en esta porción de la cuenca (incluyendo sauces y alisos).

Flechillares y comunidades relacionadas: Los flechillares son comunidades herbáceas dominadas por pastos como *Nassella hyalina, N. neesiana y Amelichloa brachychaeta* -entre otras- conocidos popularmente como flechita o flechilla por la forma de sus frutos. Estos pastizales estaban ubicados sobre los suelos altos, con buen drenaje, y suelos medios (los más ricos de la región para la agricultura), en los que se desarrollaban cubriendo toda la superficie con 2 o 3 estratos, alcanzando los 60-70 cm de altura (Lewis *et al.*, 1985). Las especies de flechilla eran codominantes con otras como la cola de zorro (*Bothriochloa laguroides*) en los suelos mejor drenados y *Sporobolus indicus* en los intermedios (Lewis *et al.*, 1985; Oyarzabal *et al.*, 2018). En la cuenca del Ludueña estas comunidades fueron reemplazadas principalmente por el cultivo de soja. Si bien las especies que las conformaban siguen presentes, ya no se hallan los ensambles de vegetación prístinos. Aún es posible encontrar algunas especies de flechillar en las cercanías de ciertos canales y vías de escurrimiento, en conjunto con especies hidrófitas, propias de suelos hidromórficos como aquellas de los géneros *Paspalum, Juncus, Cyperus y Carex*, entre otras (Oyarzabal *et al.*, 2018), *y/o* halófitas.

Espartillares y otras comunidades halófitas: las especies halófilas (o halófitas) ocupan suelos con altas concentraciones de sales. Trabajos realizados anteriormente por Lewis *et al.* (1985) en la cuenca del Ludueña indican también que en las zonas bajas del paisaje aparecían los típicos espartillares de *Sporobolus spartinus* y *Sporobolus densiflorus*, estepas de pelo de chancho (*Distichlis spicata*), jume (*Sarcocornia ambigua*) y gramilla (*Paspalum vaginatum*). En la porción de la Pampa Ondulada que se encuentra en el sureste de Santa Fe, estas especies habrían ocupado los suelos sujetos a anegamientos periódicos de las cabeceras de los arroyos y de sus valles de inundación. Estas son especies propias de los humedales pampeanos, cuyas comunidades se han visto alteradas pero que se encuentran en mejor estado de conservación que los flechillares debido simplemente a que se emplazan en suelos de baja aptitud agrícola. Ello no quiere decir que en la cuenca del Ludueña estén intactas, porque, como se desarrollará en las siguientes secciones, las zonas bajas también han sido transformadas por diversas obras hidráulicas. La distribución de estas comunidades en los suelos bajos está determinada por el pH de los mismos y las características del período de inundación (Lewis *et al.*, 1985).

Las praderas halófilas de gramilla y pelo de chancho ocupaban los valles de inundación de los arroyos de esta región. Por su parte, las comunidades con *Scirpus americanus* como especie dominante, se hallaban en las depresiones internas de esas llanuras aluviales, formando un estrato alto de 80 cm asociado a un estrato bajo con especies como *Paspalum vaginatum, Distichlis spicata, Picrosia longifolia, Triglochin striata, Hydrocotyle bonariensis, Polypogon monspeliensis o Ranunculus cymbalaria*. En el caso de la cuenca que nos ocupa, estas comunidades se vieron afectadas por diversas obras que desvincularon al arroyo de su valle de inundación, pero en sitios como el Bosque de los Constituyentes de Rosario y en cercanías de ciertos canales aún es posible encontrar pequeños ensambles con *Cyperus* sp. e *Hydrocotyle bonariensis*, o especies halófilas.

Los espartillares aún ocupan las áreas deprimidas sujetas a períodos de inundación prolongados. Según Lewis y Collantes, en 1975 el último gran espartillar austral de *Sporobolus spartinus* era el encontrado sobre el paralelo 33° S en las proximidades del aeropuerto "Islas Malvinas" de Rosario. El espartillar sigue existiendo pero tras las diferentes intervenciones hidráulicas que se han dado en la cuenca, se encuentra recluido aguas arriba de la presa retardadora del arroyo Ludueña, donde hemos podido constatar la presencia de *Sporobolus spartinus* y *Sarcocornia ambigua*. Es probable que este sector de espartillar sea uno de los últimos relictos que persisten al sur de la provincia de Santa Fe.

Todas estas comunidades halófitas, en tierras bajas, se ven siempre interrumpidas en épocas húmedas por comunidades higrófilas.

Comunidades higrófilas: las comunidades higrófilas ocupan cuerpos de agua permanentes y temporales, que se forman

17 - En ecología el pH (o Potencial de Hidrógeno) es entendido como una condición ambiental que indica el grado de acidez o alcalinidad de un cuerpo de agua o del suelo. La escala de pH varía entre 0 y 14, siendo el 7 el punto neutro. Valores bajos de pH (menores a 7), producto de una alta concentración de iones hidrógeno, corresponden a soluciones ácidas (cuanto más bajos, más ácidas). Valores altos de pH (mayores a 7), producto de una baja concentración de iones hidrógeno, se corresponden a soluciones básicas o alcalinas. Por lo general, el pH biológico (pH en el que se encuentran los fluidos de los sistemas biológicos), ronda la neutralidad (entre 6 y 8), motivo por el cual el cálculo del pH es una manera de conocer el estado del sistema.

18 - Se realizaron visitas en dos sectores de la cuenca durante la primavera de 2019. Uno ubicado aguas arriba de la presa retardadora, que corresponde a la Reserva San Jorge. El otro, ubicado aguas abajo de la presa, delimitado por la Av. Arturo Illia (en la ciudad de Funes), el A° Ludueña, la autopista Rosario-Córdoba y los barrios privados San Sebastián y Aguadas de la ciudad de Funes.

y cambian de tamaño acompañando la dinámica hidrológica de la cuenca. En muchas de ellas, justamente por el carácter temporal de los cuerpos de agua en los que crecen, se da una suerte de sucesión continua: las diferentes especies van colonizando espacios y desplazándose de lugar, ganan y pierden territorio frente a otras especies de la comunidad, siguiendo la altura del agua. Cuando estos cuerpos se secan, son ocupados por las especies de las comunidades halófitas. Las especies higrófilas no desaparecen necesariamente, es común que solo deje de estar presente su parte aérea, mientras que en el suelo quedan propágulos que permiten su resurgimiento en el siguiente ciclo húmedo. Entre las especies de estas comunidades podemos mencionar *Polygonum punctatum, Alternanthera philoxeroides, Ludwigia sp., Sagittaria montevidensis, Paspalum distichum, Scirpus californicus, Luziola peruviana, Echinochloa helodes y Eleocharis macrostachya*, entre otras (Lewis *et al.*, 1985). Originalmente, se desarrollaban en los bañados y cañadas, las lagunas temporales y las márgenes del arroyo, siendo los factores principales que regulaban su distribución la altura y extensión del agua, la textura del suelo y la salinidad.

Estas comunidades se vieron modificadas por las intervenciones hidráulicas sobre el arroyo, tal como se mencionó para las comunidades halófitas. A su vez, en muchos casos, dejaron de existir por obras de drenaje o relleno de humedales, pero también por prácticas agrícolas en líneas de escurrimiento o zonas bajas que no evitaron la acumulación de agua, pero sí eliminaron los propágulos del suelo.

En la actualidad siguen formándose lagunas temporales, en las que reverdece su flora asociada en diversos puntos de la cuenca que no fueron alcanzados por la mancha urbana. Puntualmente, hay cuerpos de agua dentro del área de espartillar antes mencionada, y aguas abajo de la presa retardadora del arroyo Ludueña, donde se forma una laguna conocida como "Laguna de los Patos"; varias especies de aves migratorias utilizan esta laguna para descansar y alimentarse, entre las que se pueden nombrar el macá plateado (*Podiceps occipitalis*), el flamenco austral (*Phoenicopterus chilensis*), el cisne cuello negro (*Cygnus melancoryphus*) y el pato colorado (*Anas cyanoptera*) (Luna y Manassero, S/f).

Figura 4
Laguna temporal y espartillar de la Reserva Ecológica San Jorge (2017). Foto: Sofía López.

Las comunidades higrófilas también persisten en líneas de escurrimiento e incluso en los canales. Asimismo, aún pueden encontrarse sagitarias, totoras y otras especies en las zanjas que bordean las rutas.

Aparte de los géneros dominantes de la región y las especies de las comunidades recién descriptas, en la actualidad es posible encontrar otras especies de plantas, tanto herbáceas como arbustivas y arbóreas: entre las primeras, centaureas (Centaurium erythreae), malvavisco (Sphaeralcea bonariensis); entre las segundas, carquejilla (Baccharis articulata), quiebra arados (Heimia salicifolia) y mío mío (Baccharis coridifolia); por último, entre los árboles, ceibos (Erythrina crista-galli), cina cinas (Parkinsonia aculeata), chilcas (Baccharis salicifolia) y diversas especies del género Prosopis (Cabrera, 1971) (Figura 9).

Figura 5
Especies herbáceas, arbustivas y arbóreas. De arriba hacia abajo. Primera: Prosopis sp. Segunda: Cina cina (*Parkinsonia aculeata*). Tercera: malvavisco (*Sphaeralcea bonariensis*). Cuarta: centaurea (*Centaurium erythreae*). Fotos: Juan Manuel Méndez.

La fisonomía de los remanentes de ecosistemas autóctonos ha cambiado en las últimas décadas también por las perturbaciones en los ensambles de especies nativas. En numerosos sitios puede observarse un proceso de arbustización por la aparición de la chilca como especie dominante donde antes había pastizales. Adicionalmente, han sufrido modificaciones en su composición por la introducción deliberada o accidental de especies alóctonas al paisaje original, algunas de las cuales, como la cardencha (*Dipsacus sp.*), se han vuelto invasoras[19]. Así, además de los parches de vegetación nativa que subsisten relativamente poco alterados, como en el caso de ciertos sectores de la Reserva San Jorge, en la cuenca encontramos neoecosistemas formados por el desarrollo de actividades humanas y caracterizados por la convivencia de la flora nativa con la vegetación implantada y adventicia alóctona. En algunos casos, la convivencia de larga data hace que estos nuevos ambientes tengan sus propias dinámicas. Entre estos neoecosistemas, se destacan también, por su tamaño dentro de la cuenca, el Parque Villarino (en la localidad de Zavalla) y el Bosque de los Constituyentes (en la ciudad de Rosario).

Reserva Ecológica San Jorge

La reserva se encuentra delimitada por la autopista Rosario-Córdoba, la RN33 que comunica Rosario con Pérez y un área rural a ambos lados del arroyo, donde también se encuentra un parque industrial, abarcando aproximadamente unas 500 ha. En términos de Morello *et al*. (2012) este constituiría un neoecosistema, formado por componentes del paisaje autóctono y elementos alóctonos que han sido incluidos accidental y deliberadamente. Así, puede encontrarse en el sector un área boscosa constituida fundamentalmente por casuarinas (*Casuarina cunninghamiana*) y otras gimnospermas, y una hilera de fresnos (*Fraxinus pennsylvanica*), plantados de manera uniforme en el borde del arroyo. Al mismo tiempo, encontramos lagunas interiores, espartillares y pastizales típicos de un ambiente de humedal pampeano, con fauna asociada a esos ambientes que hemos podido constatar en la visita llevada a cabo en el lugar, como biguá (*Phalacrocorax brasilianus*), garcita blanca (*Egretta thula*), pecho colorado (*Sturnella superciliaris*), caracoles del género Pomacea, entre otras. En este sentido, este sector es el que mejor representa los ambientes autóctonos anteriormente mencionados.

Figura 6: Reserva Ecológica San Jorge. Foto: Juan Manuel Méndez.

Parque Villarino

El Parque Villarino se encuentra en la localidad de Zavalla, a 25 km al SO de la ciudad de Rosario. Actualmente es administrado por la Universidad Nacional de Rosario (UNR) y abarca 100 ha, en las cuales se emplaza la Facultad de Ciencias Agrarias. Fue declarado Área Protegida del Paisaje Cultural por la Administración de la UNR (Res. CD N° 459/11 y Res. CS N° 890/12) y en el año 2016 fue nombrado Sitio Importante para la Conservación de los Murciélagos (SICOM) por la Red Latinoamericana y del Caribe para la Conservación de los Murciélagos (código de registro: S-AR-005).

En el Parque se encuentran distintos núcleos boscosos, todos de carácter exótico, de ligustro, moras, fresnos, moreras de papel, entre otros (Figura 7). En los sitios abiertos es posible observar especies representantes del pastizal nativo de la zona. Se han identificado 60 especies de aves y se estima que más de la mitad de éstas nidifican allí. Algunas de ellas son especies migratorias, como la tijereta (*Tyrannus savana*) y el churrinche (*Pyrocephalus rubinus*). Además de aves, también es posible encontrar comadrejas (*Didelphis albiventris*), numerosos roedores y varias especies de murciélagos. En cuanto a la herpetofauna, pueden verse distintas especies de sapos, ranas, escuerzos, culebras y lagartos (Facultad de Ciencias Agrarias, UNR[20]).

Si bien la vegetación arbórea de este parque es implantada, el mismo es valorado por sus funciones ecosistémicas ya que representa un refugio para la fauna, dentro de una matriz intensamente perturbada por las actividades agrícolas.

Figura 7: Parque Villarino. Foto de fcagr.unr.edu.ar.

19 - Según MAyDS Res. 109/2021.
20 - www.fcagr.unr.edu.ar

Bosque de los Constituyentes

El Bosque de los Constituyentes, con aproximadamente 270 ha, es el parque más grande de Rosario. Está ubicado en la zona NO de la ciudad y en su extensión incluye una porción de alrededor de 5 km de las márgenes del arroyo Ludueña y de un sector del canal Ibarlucea. Como muchos otros ambientes de tierras bajas, este sector fue un basural a cielo abierto, el primero de la ciudad, motivo por el cual gran parte de su suelo es relleno. Actualmente cuenta con lagunas artificiales, permanentes, semipermanentes y temporales, con su flora hidrófita correspondiente (*Cyperus sp., Polygonum sp. Pontederia crassipes, Ludwigia peploides, Salvinia sp., Lemna sp., Scirpus sp., Schoenoplectus sp., Azolla sp., Pistia stratiotes*), e importantes plantaciones de casuarinas (*Casuarina cunninghamiana*), washingtonias (*Washingtonia filifera*), palmeras butiá (*Butia yatai*) y algunas especies de árboles nativos como cina cinas, ceibos, algarrobos, fumo bravo, espinillos, aguaribay, lapachillos, curupíes, ñangapiríes, talas, entre muchas otras (aunque las plantaciones de casuarinas y washingtonias son las dominantes) (Figura 11). También pueden observarse pequeños pastizales de pasto colorado o con matas de espartillo y carquejilla (*Baccharis sp*). Si bien la mayor proporción de árboles de este bosque es de carácter exótico, estos conviven con árboles y herbáceas nativas junto con las que hacen funcionar a este sitio como área de refugio, anidación, alimentación y reproducción de numerosos representantes de la fauna autóctona local. Se han registrado 144 especies de aves[21], ranitas criollas (*Leptodactylus latrans*), tortugas de laguna (*Phrynops hilarii*), tortugas pintadas (*Trachemys dorbigni*), lagartos overos (*Salvator merianae*), coipos (*Myocastor coypus*), cuises (*Cavia aperea*), comadrejas (*Didelphis albiventris*) y varias especies de insectos en general (mariposas, entre otros).

Figura 8: Bosque de los Constituyentes. Foto de rosario.gob.ar.

Fauna local

Si bien la fauna ha sido fuertemente afectada, ya que varias especies de mamíferos se han extinguido en la región pampeana -como por ejemplo el guanaco (*Lama guanicoe*)- o se encuentran fuertemente amenazadas -como el puma (*Puma concolor*) -es esperable encontrar los ensambles animales típicos de esta ecorregión. Pueden listarse mamíferos como el zorrino (*Conepatus chinga*), la mulita (*Dasypus hybridus*), el cuis pampeano (*Cavia aperea*) y varias especies de tuco-tucos (*Ctenomys sp.*), por mencionar algunos. Entre las aves características se pueden nombrar la loica pampeana (*Sturnella defilippii*), la perdiz (*Nothura maculosa*), el pitotoy chico (*Tringa flavipes*), el tero (*Vanellus chilensis*), el chajá (*Chauna torquata*), la lechucita vizcachera (*Athene cunicularia*) y el biguá (*Phalacrocorax brasilianus*), entre muchas otras (Bilenca y Miñarro, 2004). Respecto a la herpetofauna, se encuentra la culebra de líneas amarillas (*Lygophis anomalus*), el lagarto overo (*Salvator merianae*), la rana criolla (*Leptodactylus latrans*) y el sapo grande (*Rhinella arenarum*)[22], entre otras especies.

A su vez, como en todos los tributarios del Paraná, en el Ludueña es esperable hallar organismos planctónicos y bentónicos; desde crustáceos e insectos de agua dulce hasta nematodes. Entre los crustáceos se destacan los géneros de decápodos *Aegla* y *Palaemonetes* y el anfípodo *Hyalella*. Estos arroyos presentan una gran diversidad de moluscos, gasterópodos de los géneros *Heleobia, Pomacea, Biomphalaria y Physa*, y de bivalvos, género A*nodontites y Leila*. Asimismo, abundan las sanguijuelas y estadios inmaduros de insectos como Odonatos y Efemerópteros. En zonas de escaso oxígeno disuelto, como ser cañadas o lagunas, son abundantes hemípteros y coleópteros acuáticos adultos, ya que tienen únicamente respiración aérea (nadan hasta la superficie y toman oxígeno atmosférico con su abdomen). La diversidad y dominancia de ciertos grupos varía en función del tipo de sedimento y de la calidad de agua de cada tramo del arroyo, y también de las variaciones estacionales del mismo: los efemerópteros, típicos de aguas de buena calidad, bien oxigenadas y transparentes, dominan en los tramos superiores mientras que en tramos inferiores dominan los oligoquetos (fundamentalmente especies de las familias Tubificidae y Naididae), más adaptados en general a sedimentos móviles, mayor turbiedad y menores concentraciones de oxígeno (Benzaquén *et. al.*, 2013).

En cuanto a la ictiofauna, si bien se han descrito unas 40 especies de peces para los arroyos del sur de Santa Fe y norte de Buenos Aires, donde se destacan por su abundancia el sábalo (*Prochilodus lineatus*), el dorado (*Salminus brasiliensis*), la tarucha (*Hoplias argentinensis*), mojarras (*Astyanax sp*), viejas del agua (*Hypostomus commersoni*) y el bagre sapo (*Rhamdia quelen*) (Giacosa y Liotta, 2013; Zilli *et al*. 2008), es probable que en el arroyo Ludueña se encuentren muchas menos producto de su gran transformación.

21 - Según registros del COA Federal Rosario https://avesdesantafe.wordpress.com/2013/09/28/las-aves-del-bosque-de-los-constituyentes-una-iniciativa-del-coa-federal-rosario/

22- https://www.ecoregistros.org

Figura 9
Fauna local. Arriba izq: Biguá (*Phalacrocorax brasilianus*) sobrevolando la presa retardadora. Arriba der: Araña tejedora naranja (*Alpaida veniliae*). Abajo izq: Almeja asiática (*Corbicula sp*). Abajo der: Culebra de líneas amarillas (*Lygophis anomalus*). Fotos: Juan Manuel Méndez y Taller Ecologista.

Ocupación y usos de la tierra

Como se ha señalado antes, si bien existen pocas certezas acerca de si los *paisajes originarios* de los humedales de la ecorregión pampeana eran de *humedales* o *con humedales*, lo cierto es que la ocupación y los usos de la tierra en la región los han transformado, en detrimento de su estructura original.

En la cuenca del Ludueña, los procesos que han generado mayores impactos en las últimas décadas son aquellos que se han dado a gran escala, vinculados a cambios en los usos rurales y urbanos. Tales cambios han llevado a la ocupación de áreas anegables y a la reconfiguración de los cauces fluviales (Montico y Pouey, 2001). Sumado a ello, la dinámica hídrica también se ha visto modificada por las vías de comunicación asociadas a dichos usos, que modifican el escurrimiento superficial natural (Montico y Di Leo, 2011).

• Usos agropecuarios

La década del 70' representa un punto de inflexión en la producción agropecuaria del área de la cuenca. Se pasa de un uso mayoritariamente ganadero, a uno agrícola para producción de commodities casi exclusivamente (soja, trigo, maíz). Desde los 90' hasta el año 2008 la superficie en agricultura aumentó más de un 10% (Montico y Di Leo, 2011); mientras que desde 1979 al presente, según datos obtenidos por elaboración propia, la pérdida de pastizales naturales fue del 49% (Figura 18).

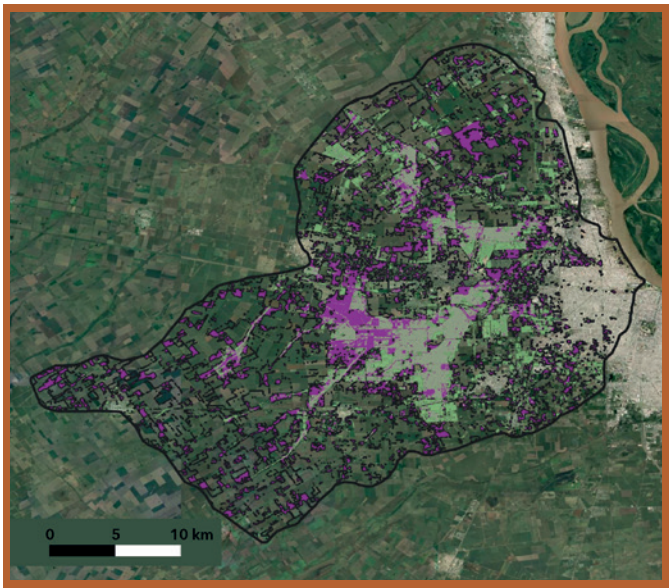

Figura 10
Pastizales naturales en la cuenca del Ludueña en 1979 (violeta) y en 2019 (verde).

Además, a fines de la década del 90' tuvo lugar una reconversión productiva importante, con la producción de soja tolerante a un herbicida de muy amplio espectro de control de plantas consideradas "malezas", como el glifosato[23], dis-

23 - Este es el herbicida más utilizado en la Cuenca del Ludueña, siguiéndole en cantidad los Bipiridilos y luego los insecticidas Piretrinas y Piretroides (Montico *et al.*, 2015).

minuyendo simultáneamente la superficie de maíz, girasol y sorgo. En el año 2011 el 69,6% del área en agricultura estaba utilizada con soja de primera siembra, el 22% con la rotación trigo/soja y el 8,4% con maíz (Montico y Di Leo, 2011).

La expansión de la soja fue acompañada con una escasa rotación de otros cultivos, lo cual dio lugar a una baja o nula reposición de nutrientes en el suelo (Montico et al, s.f). Este déficit de nutrientes puede atribuirse al escaso aporte de los rastrojos y las raíces de esta especie[24] que tienen un tamaño pequeño, lo que lleva a una disminución de materia orgánica en el suelo (Montico y Di Leo, 2011). Esto a su vez incide en la dinámica hídrica de la cuenca. Dado que la materia orgánica mejora la estructura de los suelos, y el aporte de la soja es bajo, su cultivo durante grandes períodos podría afectar la infiltración del agua debido a ese motivo (Montico y Di Leo, 2011). Asimismo, el reducido tamaño de la soja implica que la evapotranspiración es considerablemente menor comparada con otras coberturas, con las consecuencias que esto podría traer respecto al agua acumulada en las napas, detalladas anteriormente.

El reemplazo de la ganadería por agricultura de commodities, el retroceso de pastizales naturales como parte de dicho proceso, la extensión de la superficie ocupada por la soja y la escasa rotación de cultivos implicaron modificaciones en la hidrología superficial de la cuenca. Sumado a ello, las canalizaciones (planificadas y clandestinas), el drenaje de bajos naturales y lagunas incrementan el escurrimiento superficial frente a lluvias de igual magnitud (Zimmermann *et al.*, 2001). Esto conlleva una alteración de la hidrología de la cuenca que genera una disminución del nivel de protección ante inundaciones, sobre todo en zonas urbanas cuenca abajo donde la permanencia del agua es mayor que en sectores de la cuenca media y alta (Riccardi *et al.*, 2008).

• Uso urbano

En Argentina la formación de las ciudades tiene un vínculo cercano con las redes hidrográficas. De hecho en nuestra región, numerosos cursos de agua han sido motivo para el asentamiento de las urbes en sus márgenes. El emplazamiento de pueblos y ciudades sobre las áreas fluviales y de humedales, el desarrollo de infraestructuras viales que las conectan, y la continua extensión de la traza urbana debido a la concentración de la población en ciudades están asociados a la degradación y pérdida de humedales. Estos procesos se han acelerado desde las últimas décadas del siglo pasado, y la cuenca del Ludueña no es ajena a los mismos.

Dicho patrón de incremento de la población urbana se observa en las quince localidades que integran la cuenca del Ludueña[25], aunque no de manera uniforme. El promedio de crecimiento del Gran Rosario entre 2001 y 2010 fue de 6,3%. Los municipios que se encuentran muy por encima de este valor son Funes, con el 59,5%, seguido de Roldán que aumentó su población en un 24,7% y Granadero Baigorria en un 15,1%. Posteriormente se ubican Pérez (12,3%), Bermúdez (8,7%), San Lorenzo (6,2%) y por último Rosario (4,3%) (IPEC, 2013). En Rosario el período de su crecimiento demográfico fue principalmente en el siglo pasado. En los años '60 tenía 596.000 habitantes y extensas áreas no urbanizadas y creció hasta un tope de aproximadamente un millón de habitantes hasta el año 2000 (Ambrosino, 2004). Estos incrementos se corresponden con un aumento de la mancha urbana de Rosario y de las otras localidades (Figura 11).

La superficie impermeabilizada asociada a la urbanización y a la conectividad como rutas y caminos se incrementó casi tres veces en los últimos 42 años; según datos obtenidos por elaboración propia (Figura 11), aumentó del 7,5% de la superficie total (en 1977) al 21% en la actualidad[26].

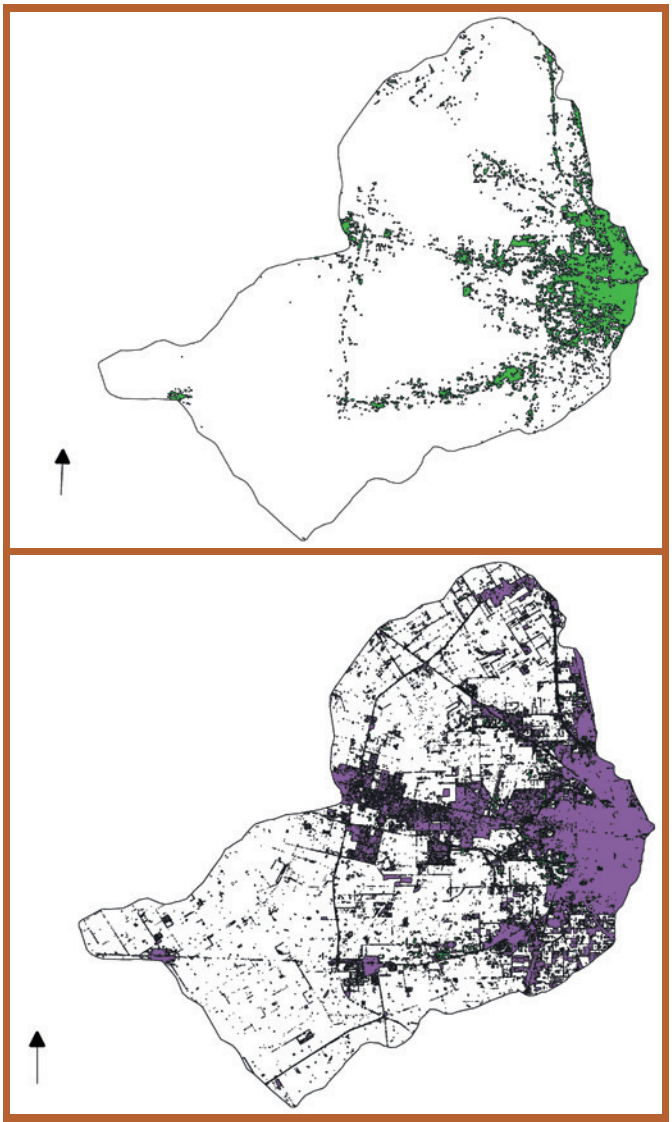

Figura 11
Cuenca del Ludueña. En verde las áreas urbanas e impermeabilizadas en 1977. En violeta las áreas impermeabilizadas en el año 2019, que constituyen aproximadamente el 21,3 % del área total (elaboración propia).

Un aspecto interesante de analizar es no sólo cuánto se han expandido las ciudades en la cuenca del Ludueña, si no cómo. Por una parte, la extensión de las tramas urbanas obedece a "procesos de suburbanización" por la migración de población rural que, ante la falta de oportunidades laborales en el campo, es expulsada hacia las periferias urbanas (Parussini, 2003). Las zonas subur-

24 - La soja, por pertenecer a la amplia familia de las Leguminosas, establece relaciones simbióticas con bacterias que son capaces de fijar nitrógeno de la atmósfera al suelo (es decir, transformar el nitrógeno del aire en una molécula que esté disponible para las plantas). Aún utilizando estos microorganismos, el balance de nitrógeno es negativo (Montico y Di Leo, 2011).

25 - San Lorenzo, Fray Luis Beltrán, Capitán Bermúdez, Ricardone, Luis Palacios, Roldán, Pujato, Coronel Arnold, Ibarlucea, Granadero Baigorria, Rosario, Funes, Zavalla, Pérez y Soldini (IPEC, 2013).

26 - En la ciudad de Rosario se contaba con ambientes de humedal que hoy desaparecieron por completo; hecho que se desprende del relato de sus habitantes y puede constatarse en un antiguo plano de la ciudad creado con datos de 1863 donde pueden verse la Laguna Sánchez (hoy plaza Sarmiento) y otra laguna que ocupaba parte del barrio Echesortu (una especie de bajo inundable, al estilo de ciénaga).

banas suelen estar ubicadas en áreas de humedales, y su ocupación representa una vulneración de ecosistemas estratégicos para los aglomerados urbanos (Svampa, 2014). Este patrón de localización en áreas bajas anegables se ve reforzado por el Estado, al emplazar viviendas de "interés social" para poblaciones de bajos ingresos económicos en zonas definidas como no urbanizables, por ser inundables. En la ciudad de Rosario se llevaron adelante proyectos habitacionales en zonas de este tipo, desconociendo criterios de ordenamiento territorial que las habían excluido para uso residencial precisamente por sus limitantes hídricas.

Por otra parte, la trama urbana se extiende hacia áreas de humedales a través de modelos de "ciudad difusa" y de "ciudad jardín", con la proliferación de zonas residenciales para sectores de altos ingresos; esa ocupación es traccionada por las modas de estilos de vida urbana en contacto con la naturaleza, y se realiza a través de urbanizaciones cerradas (Parussini, 2003). En el caso de la cuenca del Ludueña, en su porción media se han emplazado barrios privados en zonas aluviales, antes destinadas al uso agropecuario (Montico y Di Leo, 2011). El emplazamiento de este tipo de urbanización sumada a las nuevas vías de comunicación requeridas, produce modificaciones en los ambientes de humedal y al mismo tiempo incrementa la impermeabilización de los suelos de la cuenca. Este aumento en la superficie impermeabilizada se ve agravado por la revalorización de las periferias urbanas para la localización de grandes centros comerciales, la concentración de equipamientos recreativos y deportivos, entre otros (Parussini, 2003).

Todos estos procesos se dan en un contexto en el que la división política de los municipios se halla escindida de la noción y gestión a nivel de cuenca. Bajo el mismo enfoque (es decir, sin perspectiva regional) existe un conjunto de infraestructuras necesarias para sostener estos cambios de uso del suelo, que son vistas como proveedoras de soluciones más que como generadoras de impactos, en tanto posibilitan la perpetuación de las actividades que degradan y pueden causar la pérdida de humedales. A continuación se desarrolla cuáles son estas obras de infraestructura.

• Obras hidráulicas

El avance de la urbanización y la transformación a la agricultura de espacios históricamente destinados a la ganadería, fueron apuntalados con obras de variable envergadura, a través de distintas intervenciones hidráulicas en el territorio de la cuenca.

Como señalamos antes, la cuenca del Ludueña drena las aguas hacia el Paraná. El arroyo es su cauce principal, alimentado por diversos canales artificiales y pequeños cursos intermitentes que conforman una red de escurrimiento superficial. A esta red se vinculan distintos cuerpos de agua, permanentes o temporales, como bañados, cañadas y numerosas lagunas de dimensiones variables. Sin intervenciones antrópicas estos cuerpos se conectarían superficialmente a través de inundaciones propias del sistema. Sin embargo, debido a los cambios de uso del suelo y a distintas obras de infraestructura se ha modificado la dinámica hídrica natural por lo que es posible observar inundaciones que tienen un componente antrópico.

En términos generales, la intención tras las sucesivas obras realizadas fue tener a disposición una determinada superficie sin agua a lo largo de todo el año. Para ello, entre otras cosas, se han drenado campos y eliminado lagunas semipermanentes por medio de canalizaciones y relleno de terrenos, y se ha redirigido el agua hacia el Paraná mediante conductos subterráneos en la ciudad de Rosario, como los aliviadores o el entubamiento del arroyo Ludueña.

Como ya se ha explicitado, los cambios en los usos del suelo urbano y rural tienen consecuencias en el movimiento de agua de la cuenca que, en este caso, llevan a una disminución en la evapotranspiración, un aumento de la impermeabilidad de los suelos y una reducción de la capacidad de los suelos rurales de retener agua. Estos patrones reducen los tiempos de escurrimiento y disparan el caudal máximo de las crecidas (UNESCO, 1987), dando como resultado un incremento en la frecuencia de las inundaciones aguas abajo, tanto en áreas rurales como urbanas. Estos procesos, sumado a un abordaje particular del territorio, que no es contemplado como una cuenca, están asociados al desarrollo de obras de ingeniería para evitar los daños derivados de estas inundaciones.

En ciertos casos las obras ejecutadas en determinadas zonas de la cuenca (rurales y urbanas) para evitar inundaciones, redujeron la duración de los períodos de anegamiento o la recurrencia de las inundaciones en tierras aledañas. Esto posibilitó que distintos actores consideraran viable realizar otras actividades en esas tierras (como emplazar barrios y parques industriales, o destinarlas a cultivos no adaptados a la presencia temporal del agua, como la soja); dichas intervenciones implicaron a su vez una disminución de la capacidad de absorción e infiltración en los suelos, y condujeron a nuevos conflictos por inundaciones, cuyas soluciones fueron abordadas desde nuevas obras de ingeniería hidráulica más que desde la implementación efectiva de un ordenamiento territorial que regulase adecuadamente los usos del suelo.

En síntesis, se configura un círculo vicioso: se impermeabiliza el suelo y se realizan obras para evitar las inundaciones generadas por estas intervenciones. Esto habilita nuevas superficies sin la presencia temporal de agua, y contar con ellas permite nuevos avances de la urbanización que continúan disminuyendo el espacio permeable y aumentando las velocidades y volúmenes de escurrimiento superficial hacia los cursos de agua y zonas bajas, con lo que se hace necesario realizar más obras para contrarrestar ese aumento. Simultáneamente, bajo el eufemismo de "saneamiento rural"[27], se lleva adelante la destrucción de humedales (y de su capacidad de regulación hídrica) mediante el drenado de lagunas o la canalización de vías de escurrimiento naturales, habilitando que se expanda cada vez más el área cultivada que reduce la capacidad de infiltración y almacenamiento de agua del suelo, y aumenta la velocidad y volumen del escurrimiento superficial. Esto genera nuevos conflictos con los excesos hídricos, que en algunos casos culmina en canalizaciones ilegales que derivan las aguas a los campos vecinos, en los que a su vez se traspasa este excedente a otras zonas rurales o urbanas. En otras palabras, la mayoría de las obras hidráulicas que se realizan (legales o ilegales, planificadas por el Estado o por los productores) carecen de una mirada de cuenca que permita abordar el problema de fondo, los cambios de uso del suelo que originan inundaciones; y a la vez, promueve que el motivo por el que éstas suceden, se acentúe cada vez más.

Como consecuencia de esto, el tamaño total de las infraestructuras instaladas en el A° Ludueña tuvo que aumentar de

27 - La denominación "saneamiento rural" o "saneamiento de cuencas" a estas intervenciones que generan destrucción de humedales por drenado, muestra que son percibidas e impulsadas sin una connotación negativa: existe una suerte de consenso entre productores y organismos estatales dedicados a la producción agrícola y a obras hidráulicas en que éstas son una buena práctica para el manejo de los campos. Parte de esta visión se sustenta en la invisibilización de los humedales como tales y en la percepción de los mismos como espacios improductivos.

forma casi exponencial desde las primeras intervenciones en 1940 a la fecha, para incrementar su capacidad de conducción (Gráfico 1) y poder, así, llevar cada vez mayores caudales de agua. Muchas de las obras se planificaron y ejecutaron tras los reclamos de vecinos y vecinas organizados, afectados por las inundaciones. Particularmente, una de las organizaciones de la sociedad civil que fue determinante en la concreción de las mismas fue la comisión NU.MA.IN. (Nunca más inundaciones)[28], creada por vecinos y vecinas de Empalme Graneros (ciudad de Rosario), tras la gran inundación sufrida en abril de 1986. Pese a ello, estudios recientes indican que el nivel de protección ante inundaciones en las zonas linderas al A° Ludueña y los canales Ibarlucea y Salvat, disminuyó respecto al que tenía cuando fueron diseñadas las obras (Riccardi *et al.*, 2010).

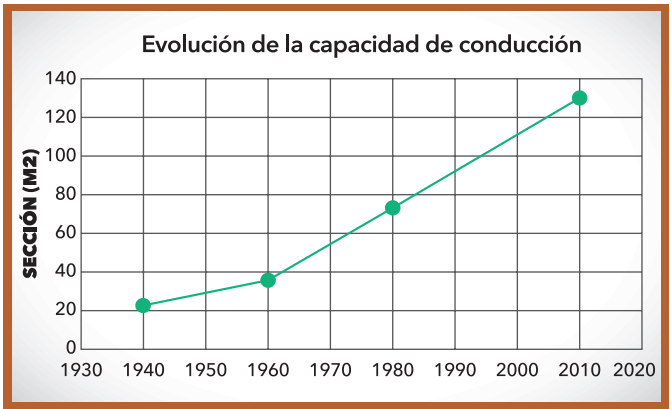

Gráfico 1
Aumento de la sección entubada del arroyo Ludueña. Gráfico elaborado en base a datos de Zimmerman y Bracalenti, 2012.

En la actualidad el sistema hídrico de la cuenca del A° Ludueña presenta importantes modificaciones antrópicas en toda su extensión. El arroyo fue encauzado y rectificado prácticamente a lo largo de todo su recorrido en distintos momentos, con la consecuente desvinculación de su planicie aluvial -es decir, porciones de la llanura aluvial ya no reciben las agua del arroyo siguiendo sus crecientes naturales. Asimismo, muchos de los cuerpos de agua semipermanentes (lagunas, zonas de bajos inundables) han sido rellenados o drenados a través de canales.

Como ya señalamos, en zonas rurales las principales obras son las canalizaciones. En las urbes, además de los canales, se recurre a movimientos de tierra para elevar zonas deprimidas y deshacerse del agua. Asimismo, debido a la impermeabilización consecuencia de la construcción de calles pavimentadas y edificios, hay desagües pluviales para evacuar toda la lluvia que no infiltra y escurre por las calles. En Rosario particularmente, se cuenta con sistemas de desagües pluviales con emisarios, es decir, con conductos enterrados que funcionan como drenajes principales de toda el agua de escorrentía. Estas obras se complementan con otras de mayor envergadura: el entubamiento de más de 1,5 km del A° Ludueña; los aliviadores a través de los cuales se desvía caudal aguas arriba hacia los emisarios más próximos a la desembocadura; y la presa retardadora, cuya área de aporte es de alrededor de 440 km^2 (Basile *et al.*, 2005), casi el 50% de la superficie de la cuenca (Scuderi *et al.*, 2015). Esta presa protege de inundaciones a los barrios de Rosario y a las urbanizaciones del área metropolitana que se extienden a lo largo del cordón Oeste hacia Funes y Roldán (Parussini, 2013).

Además de todas estas infraestructuras, deben tenerse en cuenta también los terraplenes correspondientes a las vías de transporte, como las 5 rutas nacionales (N°33, N°34, N°9, AO12 y N°11) y las ferroviarias, que, frente a las bajas pendientes del territorio, funcionan como endicamientos o presas, reteniendo temporalmente agua, especialmente si las alcantarillas no son suficientes o no están adecuadamente dimensionadas, ya sea por cambios en los patrones de escurrimiento o por motivos económicos (Zimmermann *et al.*, 2001).

Asimismo, tanto las alcantarillas como las obras de mayor magnitud requieren de mantenimiento periódico para contrarrestar los efectos de la sedimentación[29], del vandalismo o el mal uso de las infraestructuras, del propio paso del agua y de eventos climáticos (Basile *et al.*, 2005). Esos sedimentos pueden, en mayor o menor medida, afectar a la calidad del agua, aunque ésta depende también de otros factores relacionados a los usos que se hacen de la cuenca, por lo que se dedicará una sección al estudio de este aspecto.

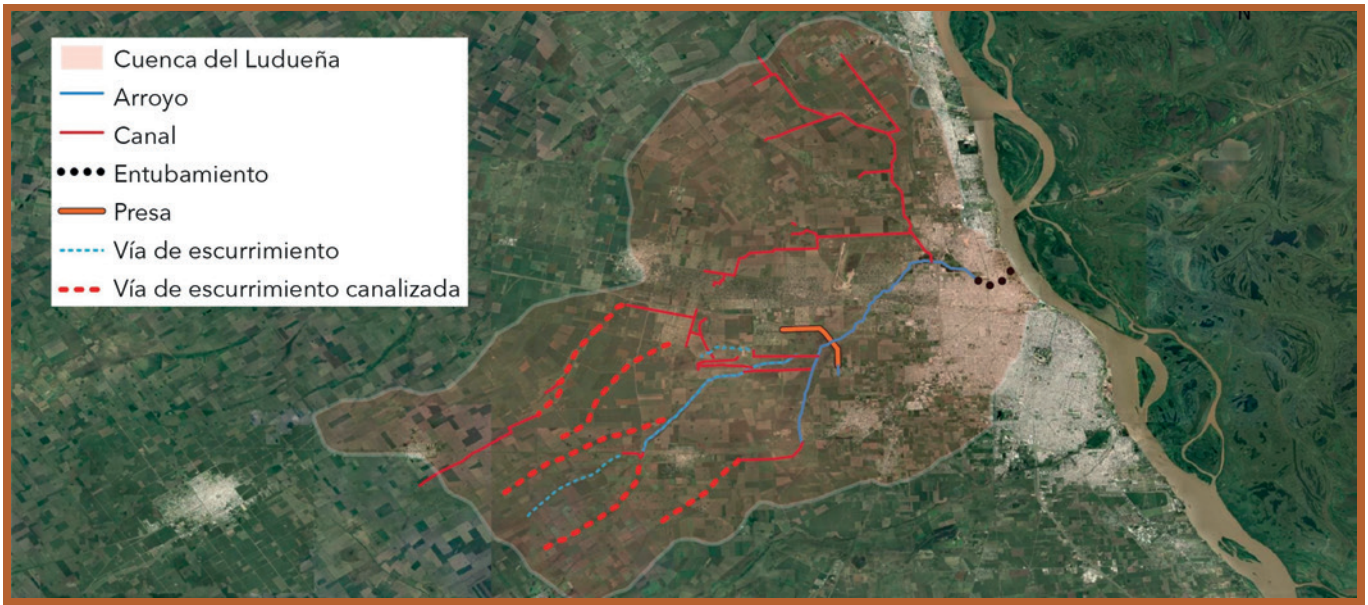

Figura 12: Aumento de la sección entubada del arroyo Ludueña. Gráfico elaborado en base a datos de Zimmerman y Bracalenti, 2012.

28 - https://noqueremosinundarnos.blogspot.com/2011/05/empalme-graneros-en-el-recuerdo.html
29 - El transporte de estos sedimentos se debe a la erosión hídrica derivada del mismo manejo del suelo que hace necesarias estas obras.

Calidad del agua

Como en toda cuenca, las modificaciones en el uso del suelo y las obras hidráulicas tienen, por un lado, un impacto local en el curso de agua próximo y por otro, pueden traer consecuencias aguas abajo. Un ejemplo de esto lo constituyen los incrementos de caudal y las alteraciones en la dirección de las vías de escurrimiento que se han desarrollado. Es pertinente, por lo tanto, considerar si las ya mencionadas modificaciones de la cuenca del Ludueña han alterado la calidad de agua del arroyo, y si existe algún grado de contaminación que ponga en riesgo a la población y/o al ecosistema acuático.

Para ello recabamos información proveniente del monitoreo de calidad del agua realizado en el marco del "Programa de Recuperación de la Calidad de los Cuerpos de Agua Superficiales" que lleva a cabo el gobierno de la provincia de Santa Fe desde el 2008; y datos de calidad de agua del A° Ludueña de distintos portales tanto privados como de organismos de ambiente de Nación[31] y de Santa Fe[32].

Los parámetros evaluados -y sus respectivos valores aceptados- para establecer la calidad del agua, van a depender del tipo de uso dado a este bien hídrico, y a su grado de vulnerabilidad (Chapman, 1996). Por ejemplo, no es lo mismo agua utilizada para consumo humano que agua de riego, con fines recreativos o para uso industrial. Para cada uso, habrá una calidad específica de agua[33]. Para este trabajo seguimos los criterios del Ente Regulador de Servicios Sanitarios y Aguas Santafesinas aplicados en el informe MASPYMA (2010), que asignan al Arroyo Ludueña dos tipos de usos, aguas con fines recreativos con contacto directo y aguas para consumo humano. A su vez, los valores de esos niveles estándares (dispuestos en la Tabla 1) fueron establecidos por la Comisión de Calidad de Agua de la Delegación Argentina del Tratado de la Cuenca del Plata.

Parámetro	Fecha de extracción	Valor observado	Límite inferior	Límite superior	Unidades	Fuente de extracción	Referencia[34]
Parámetros físico químicos							
Oxígeno Disuelto (OD)	2001	3	5	-	mg/L	agua superficial	1
	2003	8	5	-	mg/L	agua sup	1
	2004	6,4	5	-	mg/L	agua sup	2
	2006	2	5	-	mg/L	agua sup	1
	2010	5.45	5	-	mg/L	agua sup	3
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)	2001	2	-	3	mg/L	agua sup	1
	2003	8,6	-	3	mg/L	agua sup	1
	2006	2	-	3	mg/L	agua sup	1
	2010	5,6	-	3	mg/L	agua sup	3
pH	2004	8	6,5	8,5	UPH	agua sup	2
	2005	7,21	6,5	8,5	UPH	agua sup	2
	2010	8,17	6,5	8,5	UPH	agua sup	3
Turbidez	2004	0,4	-	-	m (Secchi)	agua sup, in situ	2
	2005	0,5	-	-	m (Secchi)	agua sup, in situ	2
	2010	25	-	-	UNT	agua sup	3
Temperatura	2004	30	-	-	°C	agua sup	2
	2005	23,8	-	-	°C	agua sup	2

30 - Pouey (2008) compiló valores de parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del agua superficial del Arroyo Ludueña, tomados al final del entubamiento en la ciudad de Rosario durante el período 2001-2006. También incluyó análisis toxicológicos del sedimento del arroyo (plomo, zinc, cobre y mercurio) en base a dos muestras del limo del Arroyo: una a la entrada de Rosario bajo el puente de la Ruta 9 (Fisherton R) y otra en la desembocadura, tomadas un sólo día en 2003.

31 - Sitio web de la Secretaría de Medio Ambiente de Nación, en un portal con información satelital y con recopilación de monitoreo WEBGIS. Se reportaron mediciones anuales de parámetros fisicoquímicos de agua superficial y mediciones in situ, durante 2004 y 2005 en la desembocadura del Ludueña (calidaddeagua.ambiente.gob.ar).

32 - Informe MASPYMA, 2010. Es un informe sobre resultados de campañas de muestreo del Arroyo Ludueña en Abril y Septiembre del 2010, en ocho sitios del Arroyo, recopilados por la Dirección de Saneamiento y Preservación de los Recursos Hídricos de la provincia de Santa Fe.

33 - De este modo los niveles de referencia variarán según el tipo de uso que se le asigna al cuerpo de agua en estudio; es decir, si se establece que el curso de agua se utiliza para riego en actividades agropecuarias, los niveles de referencia tenderán a ser más laxos que si se dispone el agua para consumo humano, ya que la salud de la población se pone en riesgo.

34 - 1) Pouey (2008) compiló en el capítulo 3 valores de parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del agua superficial del Arroyo Ludueña, tomados al final del entubamiento en la ciudad de Rosario durante el período 2001-2006. También incluyeron análisis toxicológicos del sedimento del arroyo (plomo, zinc, cobre y mercurio) recolectados por la Asociación Civil de la Comunidad del Hospital Centenario en el 2003. Este fue un muestreo de un sólo día, donde se tomaron dos muestras del limo del Arroyo: una a la entrada de Rosario bajo el puente de la Ruta 9 (Fisherton R) y otra en la desembocadura.
2) Sitio web de la Secretaría de Medio Ambiente de Nación, en un portal con información satelital y con recopilación de monitoreo WEBGIS. Se reportaron mediciones anuales de parámetros fisicoquímicos de agua superficial y mediciones in situ, durante el 2004 y 2005 en la desembocadura del Ludueña (calidaddeagua.ambiente.gob.ar).
3) Informe MASPYMA, 2010. Es un informe sobre las campañas de muestreo del Arroyo Ludueña en Abril y Septiembre del 2010 recopilados por la Dirección de Saneamiento y Preservación de los Recursos Hídricos del Ministerio de Aguas, Servicios Públicos y Medio Ambiente de la Provincia de Santa Fe. Aquí se presentaron los resultados del muestreo realizado los días 06/04/2010 y 07/09/2010 en ocho sitios a lo largo del arroyo. Los datos de la tabla son un promedio entre las mediciones de abril y septiembre de cada parámetro, en la desembocadura. Este informe incluyó resultados de análisis Bacteriológicos, Fisicoquímicos, Metales, Hidrocarburos Totales y Sólidos Totales en Suspensión medidos en agua superficial.

Temperatura	2010	22	-	-	°C	agua sup	3
Conductividad	2004	38	-	-	µS/cm	agua sup	2
	2005	592	-	-	µS/cm	agua sup	2
	2010	3885	-	-	µS/cm	agua sup	3
Parámetros Bacteriológicos							
Coliformes totales	2001	2E+05	-	5E+03	NMP/100mL	agua sup	1
	2003	1E+06	-	5E+03	NMP/100mL	agua sup	1
	2006	1E+06	-	5E+03	NMP/100mL	agua sup	1
	2010	6E+04	-	5E+03	NMP/100mL	agua sup	3
Metales pesados							
Zinc	2003	152	-	120	mg/g limo	sedimento	1
	2010	<0,05	-	0,05	mg/L	agua sup	3
Plomo	2003	27,9	-	31	mg/g limo	sedimento	1
	2010	<10	-	10	µg/L	agua sup	3
Cobre	2003	33,6	-	16	mg/g limo	sedimento	1
	2010	<0.05	-	0,05	mg/L	agua sup	3
Mercurio	2003	0,077	-	0,2	mg/g limo	sedimento	1
	2010	<1	-	0,1	µg/L	agua sup	3
Arsénico	2010	0,021	-	0,05	mg/L	agua sup	3
Cadmio	2010	<1	-	5	µg/L	agua sup	3
Cromo	2010	<10	-	50	µg/L	agua sup	3
Hidrocarburos totales	2010	600	-	500	µg/L	agua sup	3
Total de Sólidos en Suspensión	2010	30	-	-	mg/L	agua sup	3

Tabla 1:
Síntesis de los valores de parámetros medidos en la desembocadura del Arroyo Ludueña, según las publicaciones consultadas. Los datos del año 2010 son un promedio entre las mediciones de abril y septiembre de cada parámetro, en la desembocadura.

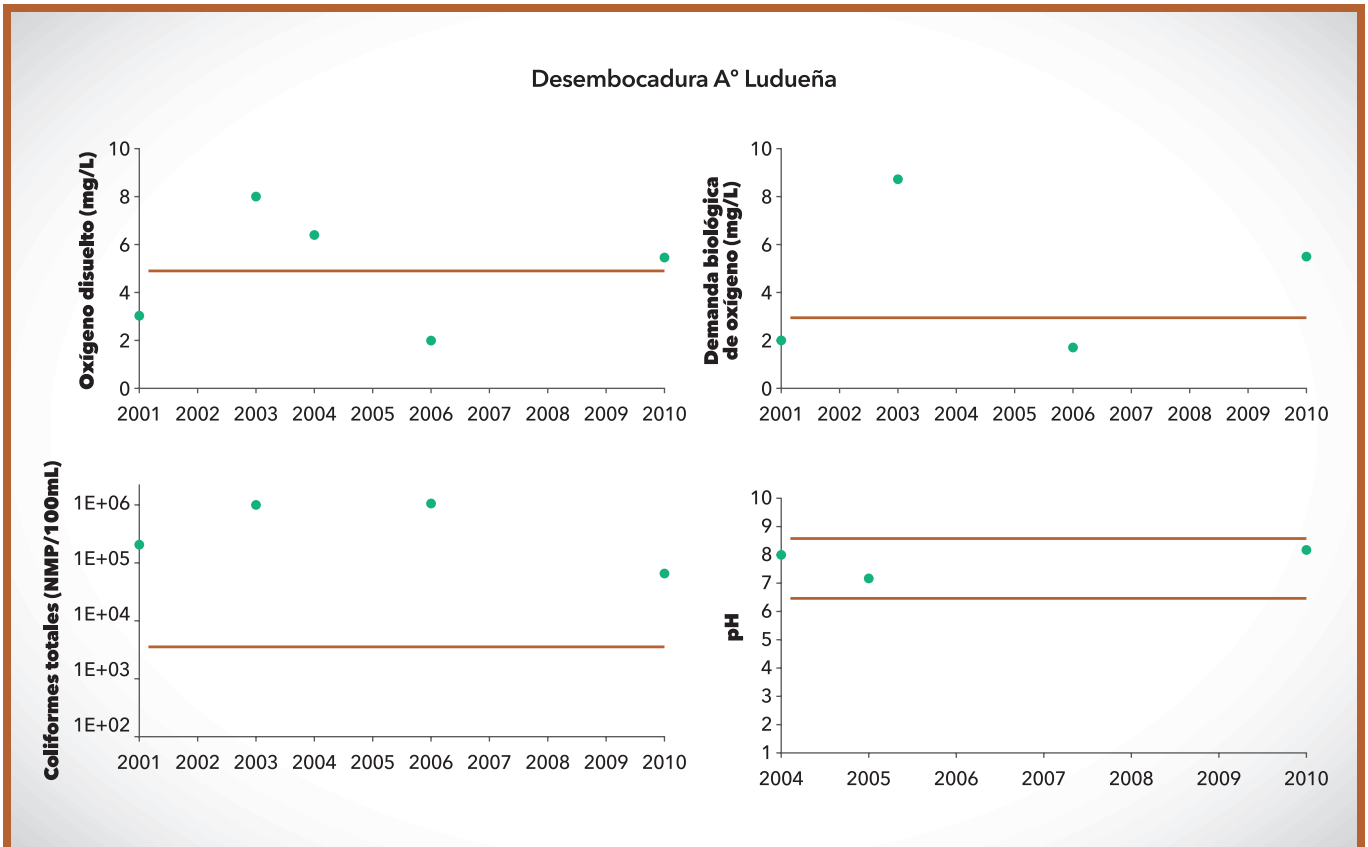

Gráfico 2
Parámetros físico químicos (OD, DBO y pH) y bacteriológicos del agua en la desembocadura del Arroyo Ludueña, en base a datos de la recopilación bibliográfica, para el periodo 2001- 2010. Las líneas horizontales representan los niveles de referencia para cada parámetro, dónde verde indica límite inferior y rojo el superior.

La calidad del agua de la desembocadura está íntimamente ligada a las actividades antrópicas que suceden aguas arriba y en toda la cuenca del arroyo. Uno de los estudios consultados aporta información para identificar posibles focos y tipos de contaminación en toda la cuenca; a continuación, presentamos los datos del Informe MASPYMA (2010) con mediciones en seis puntos a lo largo del Arroyo Ludueña y dos de sus afluentes, el canal Salvat y el Ibarlucea, en los meses de abril y septiembre. El Gráfico 3 muestra los valores de los parámetros seleccionados para la desembocadura (Gráfico 2), en los ocho puntos de muestreo en ambos meses; dicho gráfico muestra un deterioro general del A° Ludueña, con valores de Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) y de coliformes totales superiores a los niveles guías correspondientes, siendo el tramo de la intersección con Av. Circunvalación hasta la desembocadura el más contaminado; en el caso del muestreo de septiembre, estos resultados también se corresponden con valores de oxígeno disuelto bajos en estos tres sitios.

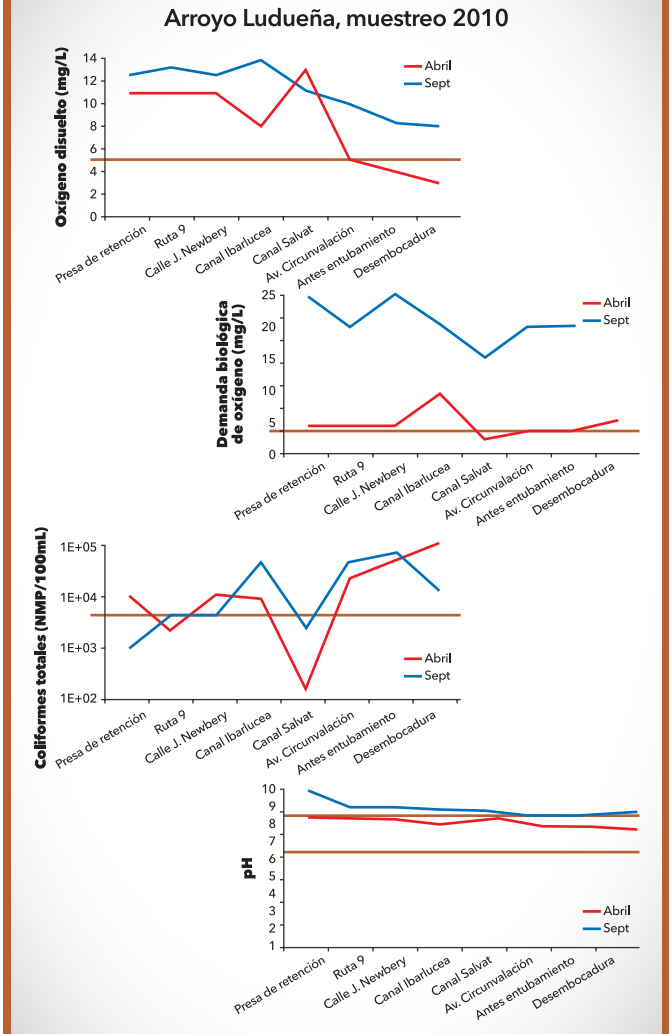

Gráfico 3
Valores físico químicos (OD, DBO y pH) y bacteriológicos del agua a lo largo del Arroyo Ludueña, en base a datos de la recopilación bibliográfica de la campaña de muestreo Abril/Septiembre 2010. Las líneas horizontales representan los niveles de referencia para cada parámetro, dónde verde indica límite inferior y rojo el superior.

Uno de los principales focos de contaminación del Ludueña pareciera ser el canal Ibarlucea, indicado en el Gráfico 3 por los picos de DBO y carga bacteriana alta de los puntos de muestreo "canal Ibarlucea" y "Av. Circunvalación" (sitio de desembocadura de dicho canal). Estas observaciones están en consonancia con los resultados de otro estudio que indica que el canal Ibarlucea es uno de los principales aportantes de materia orgánica de origen antrópico al arroyo, cuyo exceso es tan elevado que supera su capacidad para autodepurarse (García-Reiriz, 2014)[35]. En este mismo sentido, vecinos y vecinas, ecologistas y referentes de organizaciones como Nu. Ma.In., o de la iniciativa Gota a Gota[36], vienen denunciando incansablemente las situaciones irregulares y de contaminación que se repiten hace años en el canal: descargas ilegales de camiones atmosféricos, múltiples conexiones clandestinas para la recepción de aguas cloacales domésticas y/o vertido de aguas residuales de privados (La Capital, 03/10/2010) y, volcado ilegal de desechos tóxicos industriales. A esto, se le suman las sospechas de que líquidos provenientes de los camiones de residuos de Ricardone y del lavado de camiones de la empresa Vicentín (Capitán Bermúdez) puedan terminar en el canal, sobre todo durante o después de una lluvia (Rosario3, 26/09/2011). En concordancia con estas denuncias, en el estudio de MASPYMA (2010) se observaron niveles elevados de hidrocarburos totales, por encima de la normativa establecida, en el sitio Av. Circunvalación-Ludueña; la presencia de hidrocarburos es también un indicador de contaminación por actividades antrópicas.

Siguiendo con el informe MASPYMA, vemos que la ciudad de Rosario podría ser otro foco importante de contaminación por contenidos altos de materia orgánica y carga bacteriana, posiblemente debido a vertidos de líquidos residuales al arroyo. Esta contaminación está indicada en el Gráfico 3 por valores elevados de DBO y coliformes totales en los sitios de muestreo antes y después del entubamiento del arroyo. Además, en el muestreo del mes abril en la desembocadura se midieron niveles de hidrocarburos totales por encima de los permitidos.

Este informe muestra que los valores de algunos de los parámetros considerados presentan variaciones en las dos mediciones anuales; así los parámetros de Demanda Biológica de Oxígeno (DBO), Hidrocarburos Totales (HCT) y Total de Sólidos en Suspensión (TSS) exhiben una disminución en los valores de septiembre con respecto a los del mes de abril. Dicha fluctuación puede estar asociada al efecto diluyente de las precipitaciones, que en ese año fueron mayores en septiembre, lo cual no supone que el foco de la contaminación haya disminuido. No obstante esta variación, en el caso de la DBO los niveles de septiembre continuaron por encima de los valores de referencia, indicando exceso de materia orgánica en el sistema. El TSS es otro parámetro que nos informa sobre contaminación por actividades antrópicas[37]; si bien un mayor valor podría implicar un mayor deterioro del arroyo en el punto medido, no tenemos la información suficiente para saber si tiene o no una tendencia al incremento. Lamentablemente, no existen mediciones sostenidas en el tiempo (estacionales y anuales) y en el espacio (abarcando toda la cuenca) para conocer el comportamiento de dichos parámetros en el Ludueña.

35 - Este estudio no fue incluido en nuestra recopilación de datos porque la metodología utilizada allí no nos permitió comparar con el resto de datos reportados. La finalidad del dicho estudio fue desarrollar un método analítico para monitorear parámetros ambientales, focalizándose en el monitoreo de materia orgánica (tipo y cantidad) en el Ludueña.
36 - Iniciativa ciudadana iniciada en 2003 por un grupo de Scouts de la ciudad de Rosario, a la que se sumaron otras organizaciones sociales (como Taller Ecologista) y personas sensibilizadas por el estado de deterioro de los arroyos Saladillo y Ludueña, y la falta de acción estatal para remediarlo.
37 - El Total Sólidos en Suspensión (TSS) es un parámetro que se mide en los efluentes industriales antes del volcado a un cuerpo de agua. Según la Ley Provincial 11220 Anexo B, el límite recomendado de TSS para la descarga de efluentes cloacales es de 60mg/L. Sin embargo, no hay valores recomendados de TSS en un cuerpo de agua, ya que se asume un alto poder de dilución del arroyo/río receptor.

Otros dos parámetros considerados son el pH y la conductividad. El pH nos indica la acidez o alcalinidad del agua y la conductividad señala la cantidad de electrolitos (principalmente sales) presentes en el agua. Estos parámetros -al igual que otros como el oxígeno disuelto, la temperatura y la turbidez- refieren a las condiciones que hacen posible la vida en un ambiente acuático; un desbalance o alteración de los mismos puede afectar a las especies que componen estos ecosistemas -peces, microorganismos, invertebrados, anfibios, algas y plantas. Cada ecosistema particular posee pH y conductividad propias, pero las del Ludueña no han sido establecidas, por lo que comparamos con los reportados para otros arroyos pampeanos. Estos arroyos, tributarios del Paraná, son de origen subterráneo pluvial, es decir que se alimentan en parte de aguas subterráneas que tienen mayor salinidad influyendo en la alcalinización del pH (entre 8 y 8,5), y en una conductividad elevada. En el Ludueña, el informe de MASPYMA (2010) reportó valores de pH alcalinos (7,7 y 9) a lo largo de todo su curso, en concordancia con la bibliografía (Giacosa y Liotta, 2013). En cuanto a la conductividad, se midieron valores altos que se condicen con los reportados para otros arroyos de la región (Giacosa y Liotta, 2013). Los valores de estos parámetros también registran variaciones; los valores de pH del mes de abril estuvieron por encima del límite superior permitido para uso recreativo en casi todos los puntos de muestreo del Ludueña, mientras que en septiembre dichos valores se normalizaron, posiblemente también por el efecto diluyente de las lluvias. Por otro lado, la conductividad en la zona de la desembocadura del Ludueña podría estar sujeta a las variaciones estacionales del río Paraná. En abril, por ejemplo, la conductividad en la desembocadura disminuyó dramáticamente (más de diez veces), sugiriendo una mayor influencia del río sobre este tramo del arroyo, que tiene una menor conductividad (300 µS/cm) (Zilli *et al*. 2008). Este efecto diluyente de la conductividad de la desembocadura del Ludueña, ocurriría en la época de creciente del Paraná. Si bien los valores recabados de pH y conductividad no indicarían disturbios evidentes, para conocer su comportamiento característico y el del resto de los parámetros fisicoquímicos en este arroyo en particular, es preciso contar con un plan de monitoreo que permita realizar mediciones de manera sostenida y a lo largo de la cuenca.

Las fuentes consultadas evalúan además la presencia y concentración de metales pesados en el agua y sedimentos; estos son sustancias químicas inorgánicas asociadas al vertido de efluentes industriales, con posibles efectos adversos para el ecosistema y la salud humana. Los análisis de metales pesados en agua superficial (MASPYMA, 2010) se ajustan a los valores permitidos en todos los sitios de muestreo del Ludueña. Esto no significa que dichos metales no puedan encontrarse en el sedimento del arroyo, donde pueden acumularse con el paso del tiempo e ir liberándose progresivamente en bajas concentraciones, pero de forma constante. En la Tabla 1 se muestran concentraciones de zinc y cobre en el sedimento por encima de los valores "con efectos leves" para la población; sin embargo, no encontramos un seguimiento de estos resultados posterior al 2003.

Finalmente, no se encontraron mediciones de ningún agroquímico en el Arroyo Ludueña, lo cual resulta llamativo dada la fuerte presencia agrícola-ganadera en la cuenca. Cabe mencionar que existen estudios que detectaron presencia de glifosato y su derivado metabólico AMPA (ácido amino metil fosfónico) en los principales tributarios de la zona media y baja del Río Paraná, y en arroyos próximos a suelos con actividades agrícolas (Ronco *et al*., 2016 y Aparicio *et al*. 2013, respectivamente); el glifosato y AMPA se

Figura 13: Arroyo Ludueña.

asocian con la materia orgánica particulada y pueden decantar, acumulándose principalmente en el sedimento de los cuerpos de agua, con el riesgo de una exposición crónica a dichos químicos de la población, y la flora y fauna acuática. Como agravante a la falta de monitoreo de estos compuestos, Montico y Di Leo (2015) estimaron que el 40.5 % de la cuenca del Ludueña presenta riesgo medio y el 8.1% riesgo alto de contaminación ambiental por las prácticas asociadas al uso de agroquímicos. Si bien aquí no se llevaron adelante mediciones de campo de agroquímicos, se calcularon índices de riesgo ambiental por la aplicación de pesticidas según el tipo de cultivo (soja, maíz y trigo), teniendo en cuenta las pautas de gestión de los pesticidas más usados (principio activo, dosis promedio y frecuencia de aplicación) y el tipo de suelo (unidades paisaje y unidades de tierra en la cuenca). En este trabajo, además, se subraya que los herbicidas son los agroquímicos de mayor incidencia ambiental. Esta estimación prende la alarma y pone de relieve la necesidad de medición, seguimiento y control de los agroquímicos en la cuenca.

A modo de síntesis, podemos decir que ante la falta de un monitoreo continuo en la cuenca del Ludueña, la información disponible sobre calidad de agua, hasta la fecha de realización de este trabajo, no nos permite conocer el estado de conservación ecológica y los posibles grados de contaminación de los cuerpos de agua de la cuenca. Los datos reportados datan de diez años atrás, son escasos y difíciles de comparar entre sí. Pese a ello, proporcionan indicios sobre la existencia de diversos focos de contaminación en distintos sectores de la cuenca, asociados a actividades antrópicas, en particular el vertido de líquidos cloacales y residuales. A fin de garantizar la conservación de estos ambientes acuáticos y de humedal, y la salud de la población que hace uso de las aguas, es preciso actualizar esta información, así como ajustar la estrategia de monitoreo; para evaluar tipos y grados de contaminación, y a la vez conocer el comportamiento característico de este ecosistema (a través de los parámetros ya descritos), de manera de discernir entre fluctuaciones naturales y posibles alteraciones que pueden resultar problemáticas para los ecosistemas y las personas. Asimismo, es fundamental que el plan de monitoreo contemple a la cuenca en su totalidad y como un sistema con presencia de humedales; de esta forma se podrán diagramar muestreos que incluyan variaciones temporales según los pulsos de crecientes y bajantes, y espaciales, a lo largo de la cuenca y de las conexiones entre las vías de escurrimiento superficiales con el arroyo.

Evaluar la calidad del agua, una acción necesaria y posible

A partir de nuestro interés por conocer la calidad de agua del arroyo y con la preocupación por la ausencia de datos posterior a 2010, realizamos observaciones en un sector del mismo ubicado aguas arriba de la presa de retención, a través de dos estrategias útiles para un futuro muestreo. Por un lado, una toma de muestra de agua para realizar análisis fisicoquímicos básicos y medir algunos indicadores de contaminación, en función de posibles focos derivados de amenazas antes descritas: concentración de nitrógeno total, fósforo total y relación nitritos/nitratos (indicadores del grado de eutrofización del arroyo, por efecto de la actividad agrícola ganadera); DBO (indicador de contaminación por materia orgánica), y aceites y grasas y TSS (indicadores de presencia de efluentes industriales y cloacales). Estos análisis del agua fueron realizados por el Centro de Ingeniería Sanitaria (CIS) de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA - UNR). Por otro lado, realizamos una recolección de macroinvertebrados de fondo en ese sitio del arroyo, ya que son indicadores biológicos de la calidad del agua: si la comunidad de macroinvertebrados presenta una gran diversidad de taxas, da la pauta de un grado de contaminación bajo, con una buena calidad del agua y un ecosistema acuático conservado. El desarrollo de esta prueba evidenció que realizar estudios sobre calidad de un cuerpo de agua es accesible, y que es posible llevarlo adelante si se tiene las intenciones y un plan de monitoreo adecuado. Las mediciones de los parámetros pueden ser realizadas por centros o institutos de investigación que disponen de equipos y personal. El enfoque de bioindicadores es económico y proporciona información complementaria y necesaria a los resultados fisicoquímicos. Es decir, la generación de información sobre la calidad del agua de los ambientes acuáticos y de humedal de la cuenca del Ludueña, está al alcance de las entidades gubernamentales. Requiere, no obstante, de un plan de monitoreo constante en tiempo y espacio, con mediciones robustas y consistentes de modo que los datos sean comparables.

Amenazas a la conservación del arroyo y sus humedales

Hasta aquí nos referimos a las características de la cuenca del arroyo Ludueña y a los usos y actividades que han llevado a la transformación del paisaje en las últimas décadas; tales usos no han cesado, sino que continúan de diversas formas, poniendo en riesgo la integridad ecológica, tanto estructural como funcional de sus ecosistemas[38].

Los humedales remanentes de la cuenca del arroyo Ludueña, y con ellos su biodiversidad y funciones ecosistémicas, se ven amenazados por múltiples situaciones. En líneas generales, las amenazas se pueden clasificar en aquellas que implican directamente pérdida de humedales (asociadas fundamentalmente a cambios en el uso del suelo), y aquellas que ponen en riesgo su integridad por significar disrupciones en los flujos de materia y energía y/o por afectar negativamente a la biota nativa y llevan a la degradación de humedales.

• Pérdida de humedales

En el área de la cuenca, las amenazas que conducen a la pérdida de estos ecosistemas están asociadas tanto al avance de las urbanizaciones como de la agricultura industrial de monocultivo[39]. Ambas pueden ser catalogadas como amenazas principales puesto que llevan a una creciente artificialización del ecosistema, con consecuencias irreversibles ya que tienden a reemplazarlo por completo.

En el caso del avance de las urbanizaciones esto es claro: los cuerpos de agua son confinados a entubamientos bajo tierra, drenados por medio de canales, o rellenados y elevados a fin de edificar en esas superficies.

En las zonas rurales también se realizan obras de drenaje para secar los terrenos. Si bien la presencia de lagunas semipermanentes o de suelos inundados parte del año es compatible con la ganadería en pastizales, no lo es tanto con la agricultura para producción de commodities como la soja cuyo rendimiento se ve afectado negativamente en condiciones de anegamiento y para la cual, la maquinaria (sembradoras, cosechadoras, etc.) requiere de un suelo que no esté saturado de agua para transitar en los lotes.

Potenciales amenazas de impermeabilización del suelo en el área de la cuenca y de alteración de su normal flujo de agua, son los proyectos de parques habitacionales de baja densidad poblacional en áreas cercanas al curso del arroyo (tanto en la ciudad de Rosario como en Funes); la transformación en marcha de tierras históricamente destinadas a la ganadería en un parque industrial sobre la ruta 33 entre Pérez y Zavalla[40]; y el proyecto de una presa en Ibarlucea (Comuna de Ibarlucea, 2017).

• Degradación de humedales

En la segunda categoría de amenazas podemos agrupar los procesos que afectan significativamente a los ecosistemas y/o producen daños puntuales, sin llegar a poner en riesgo de forma inmediata su existencia pero que, de perdurar en el tiempo, podrían comprometer la integridad tanto física como funcional de los mismos y/o la supervivencia de algunas especies. Entre estas podemos listar:

- el desplazamiento de especies vegetales nativas por la invasión de exóticas como la acacia negra (*Gleditsia tria-*

38 - El término Integridad ecológica hace referencia a la capacidad de albergar y mantener una determinada diversidad biológica, funciones ecosistémicas y procesos que tendrían lugar en un ambiente natural (Kandus, 2010).
39 - Este diagnóstico coincide con el realizado en el Inventario de Humedales del Corredor Fluvial Paraná- Paraguay (2013) como principales amenazas para los humedales a nivel regional.
40 - Estas transformaciones son impulsadas por los municipios pese a que en los planos del ECOM las zonas implicadas figuran catalogadas como áreas de riesgo hídrico.

canthos), el siempreverde (*Ligustrum lucidum*), la mora (*Morus alba*), el paraíso (*Melia azedarach*) y el fresno (*Fraxinus pennsylvanica*) que avanzan especialmente en las márgenes libres del arroyo en la zona del Bosque de los Constituyentes en Rosario, sobre el canal Ibarlucea, en la Reserva San Jorge y en algunas de las banquinas de las rutas del área metropolitana;

- el avance de especies de fauna alóctonas invasoras como el estornino pinto (*Sturnus vulgaris*), que es detectado cada vez con mayor frecuencia en el Bosque de los Constituyentes, y la almeja asiática *Corbicula sp*., que ha sido listada como causante del desplazamiento de otras especies de moluscos nativos en arroyos pampeanos (Giacosa y Liotta, 2013), y cuya presencia pudimos constatar en el sector del arroyo aguas arriba de la presa retardadora;

- la contaminación de cuerpos de agua por residuos domiciliarios, que incluye residuos sólidos urbanos que llegan desde: el canal Ibarlucea; los asentamientos aledaños al arroyo en la zona anterior al entubamiento que no cuentan con sistema de recolección de residuos; los basurales que se forman con frecuencia en la cercanía de la intersección del arroyo con la Ruta 33; y como basura dispersa arrastrada desde distintos puntos, entre ellos el emplazamiento del relleno sanitario de la localidad de Pérez sobre el arroyo mismo, lo que también conlleva el aporte de lixiviados de estos residuos al cuerpo de agua;

- y la contaminación por efluentes industriales y, principalmente, por agroquímicos, tanto por la aplicación de fertilizantes - pese a que las prácticas agrícolas no lleguen a reponer los nutrientes extraídos del suelo con su uso - como de biocidas (herbicidas, insecticidas, fungicidas) y sus derivados (Montico *et al*., 2015).

Tanto la pérdida como la degradación de estos ambientes, y las funciones que cumplen, repercuten en la biodiversidad característica de la región y, en mayor o menor medida, en la calidad de vida de las poblaciones que habitan la cuenca, particularmente de aquellas asentadas en las zonas bajas, aledañas al arroyo o a los canales, por inundaciones.

Pese a que estas amenazas enumeradas están vinculadas a una falta de planificación de los usos que contemple la escala de cuenca, y de control de actividades que degradan los ambientes, existe un entramado normativo a nivel nacional y provincial, que regula usos y actividades en el territorio y provee herramientas para la gestión a nivel de cuenca y la conservación de algunos elementos y procesos fundamentales para los humedales (ver Recuadro sobre normas).

Normas relativas a la protección del ambiente y uso del agua, y al ordenamiento y gestión del Arroyo Ludueña y su cuenca

Temática	Norma	Disposiciones generales
Protección ambiental	*Ley General del Ambiente* Ley N° 25.675 Año 2002	Establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para todas las normas dictadas a nivel nacional y provincial, y los objetivos e instrumentos de la política ambiental nacional.
	Ley de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de la provincia de Santa Fe Ley N° 11.717 Año 2000	Establece los principios rectores y las acciones del gobierno provincial para la preservación, conservación, mejoramiento y recuperación del ambiente; para asegurar el derecho a un ambiente saludable, ecológicamente equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida; y garantizar la participación ciudadana.
	Ley de Humedales de la provincia de Santa Fe Ley N° 13.932 Año 2019	Declara de interés la preservación, conservación, defensa y mejoramiento de los humedales y sus elementos constitutivos, que por sus funciones y características mantienen a estos ecosistemas. Tiene entre sus objetivos: el ordenamiento territorial de actividades y emplazamientos en los humedales, la "utilización racional" de sus recursos, la creación de áreas de conservación, el control de actividades que puedan ocasionar un daño a esos ecosistemas y, el desarrollo de actividades educativas y culturales.
Aguas	*Régimen de Gestión Ambiental de Aguas* Ley N° 25.688 Año 2003	Establece a nivel nacional los presupuestos mínimos ambientales para la preservación y uso racional de cursos y cuerpos de aguas naturales o artificiales, superficiales y subterráneas y del agua atmosférica. Declara que las cuencas hídricas son indivisibles como unidad ambiental de gestión del agua y que se debe contar con permiso de la autoridad competente para el uso de las aguas, entendiendo como tal la modificación, toma, desviación, profundización y elevación de su flujo, y la alteración de sus propiedades físicas, químicas o biológicas.
	Ley de Aguas de la provincia de Santa Fe Ley N° 13.740 Año 2017	Regula la gestión integrada de las aguas superficiales, subterráneas y atmosféricas, con el fin de promover su uso sustentable y garantizar el derecho humano de acceso al agua potable. Establece los lineamientos de la política hídrica provincial relativos a los diversos usos de las aguas y los cauces, concesiones, obras hidráulicas, controles sobre las actividades que puedan afectar a las aguas, la gestión de inundaciones y sequías, y la creación de organizaciones de cuencas y usuarios. Para esta ley el agua es, respecto a su dominio, un recurso natural y un bien público originario de la provincia y respecto a su valor, un bien esencial para la vida humana y de los ecosistemas, finito y vulnerable, que debe ser protegido para la satisfacción de necesidades humanas presentes y futuras. La ley contempla la apropiación de aguas por parte de particulares pero la declara subsumida a los derechos colectivos.

Ordenamiento y gestión del Arroyo Ludueña y su cuenca	*Mapa de Ordenamiento de los Bosques Nativos de la provincia de Santa Fe* Ley N° 13.372 Año 2013	Esta ley cumplimenta la Ley Nacional de Presupuestos Mínimos de Bosques Nativos (Ley N° 26331, 2007). Categoriza a las áreas de 100 metros de ancho a cada lado de los bordes de todos los ríos y arroyos, entre ellos el Ludueña, como "sectores de muy alto valor de conservación que no deben transformarse" (zonas de categoría I, "roja").
	Comité de Cuencas Arroyo Ludueña Decreto N° 2375 Año 2010	Decreto establecido en cumplimiento con la ley provincial de Comités de Cuenca (Ley N° 9830, 1986). El comité tiene la función principal de planificar y ejecutar obras hidráulicas y su mantenimiento, difundir formas de manejo "adecuadas a la región" y transmitir inquietudes y necesidades relacionadas con sus objetivos a diversos organismos competentes. Está conformado por representantes de las 15 localidades que cuentan con parte o la totalidad de sus territorios dentro de la cuenca.
	Estabilización de aportes por precipitaciones en la Cuenca del Arroyo Ludueña Ley provincial N° 13.246 Año 2011	Establece una serie de medidas para estabilizar el escurrimiento superficial del agua proveniente de precipitaciones en esta cuenca, entre otras: la prohibición de generar incrementos del escurrimiento por impermeabilización de suelos urbanos y rurales, y de vaciar almacenamientos naturales; la obligación de almacenamiento transitorio de volúmenes de agua cuando se produjeran; la presentación obligatoria de la factibilidad hidráulica de emprendimientos ante municipios y comunas; el control, paralización y remoción de obras no autorizadas por la autoridad de aplicación.
	Normas urbanísticas en la llanura de inundación del Arroyo Ludueña Ordenanzas municipales de Rosario y Funes	Rosario cuenta con la Ordenanza N° 9262/14 que define zonas urbanizables y no urbanizables, entre ellas, el Área de Protección Ecológica y Ambiental (APEA) N°4 "Arroyo Ludueña"; y la Ordenanza N° 8876/11 que zonifica en 3 la planicie aluvial del arroyo, permitiendo distintos usos. Por su parte Funes tiene dos ordenanza, N° 571/08 y N° 996/15, que resguardan la llanura de inundación del arroyo como área de reserva ambiental y humedal protegido.

Áreas de valor para la conservación en la Cuenca del Ludueña

Dada la caracterización de la cuenca y frente a las amenazas detectadas a lo largo de este trabajo, en 2019 elaboramos una primera propuesta de áreas de importancia para la conservación de estos ambientes que presentamos en esta sección. La propuesta comprende áreas que ya cuentan con algún grado de protección o que son representativas de ambientes de humedal, aunque algunas fueron intensamente modificadas en los últimos dos años. Las mismas no se plantean con límites estrictos sino que representan zonas que consideramos de importancia, identificadas en base a una serie de criterios que se detallan a continuación. Esta es una primera propuesta abierta a la incorporación de otras áreas también relevantes para la conservación, como es el caso de los bordes de los canales y otras vías de escurrimiento de la cuenca.

La identificación de las áreas de valor se basa en un enfoque de ecología de paisaje, por lo que se prioriza la continuidad de ambientes de humedales dada por la conectividad física entre ellos, ya que asegurar esa conectividad implica sostener la integridad estructural y funcional de estos sistemas. Por otro lado, este enfoque se complementa con el concepto de corredor biocultural, que integra los aspectos biológicos e hidrológicos con los culturales, y pone de relieve las relaciones de las comunidades con sus entornos naturales. La noción de corredor biocultural destaca que los ecosistemas constituyen la base material de las sociedades humanas; el mantenimiento de la integridad ecológica de los mismos en el tiempo dependerá de que las prácticas que se lleven a cabo sean compatibles con su conservación, lo cual será posible en la medida que las personas y comunidades reconozcan el valor de estos ambientes como parte integral de los territorios que habitan. Desde esta perspectiva no cabe establecer una dicotomía entre producción y conservación. Por el contrario, la conservación es entendida como toda práctica y sistema de acciones basadas en el uso respetuoso del ambiente, garantizando la integridad del mismo y preservando sus funciones ecosistémicas (Van Heijnsbergen,1997).

• Áreas identificadas

A fin de identificar áreas de importancia para la conservación se construyeron dos grupos de criterios: funcionales y topológicos. Los criterios funcionales seleccionados están compuestos por variables referidas a la preservación de la biodiversidad autóctona y la funcionalidad ecológica de estos sistemas y por el valor que poseen para la comunidad. Los criterios topológicos están conformados por variables que refieren a la continuidad en el espacio de estos ambientes y a la efectividad de los objetivos de conservación de estas áreas:

Temática	Variables	
1. Funcionales	1.a	Presentar vegetación nativa en su estado más prístino o bien relictos de ella.
	1.b	Ser relevante en la regulación del balance hídrico.
	1.c	Aportar a la visibilización y valoración biocultural del Arroyo Ludueña.

2. Topológicos	2.a	Ser continua o presentar algún grado de conectividad con otras áreas.
	2.b	Encontrarse aledaña a cursos de agua, líneas de escurrimiento, cañadas y/o lagunas.
	2.c	Tener un tamaño relevante para la conservación en función de las necesidades de las especies silvestres que allí se encuentren.

Las áreas identificadas cumplen, cómo mínimo, con una de las variables de cada grupo (Tabla 2). En total suman 3.132 ha, que representan un 3,9 % de la superficie de la cuenca.

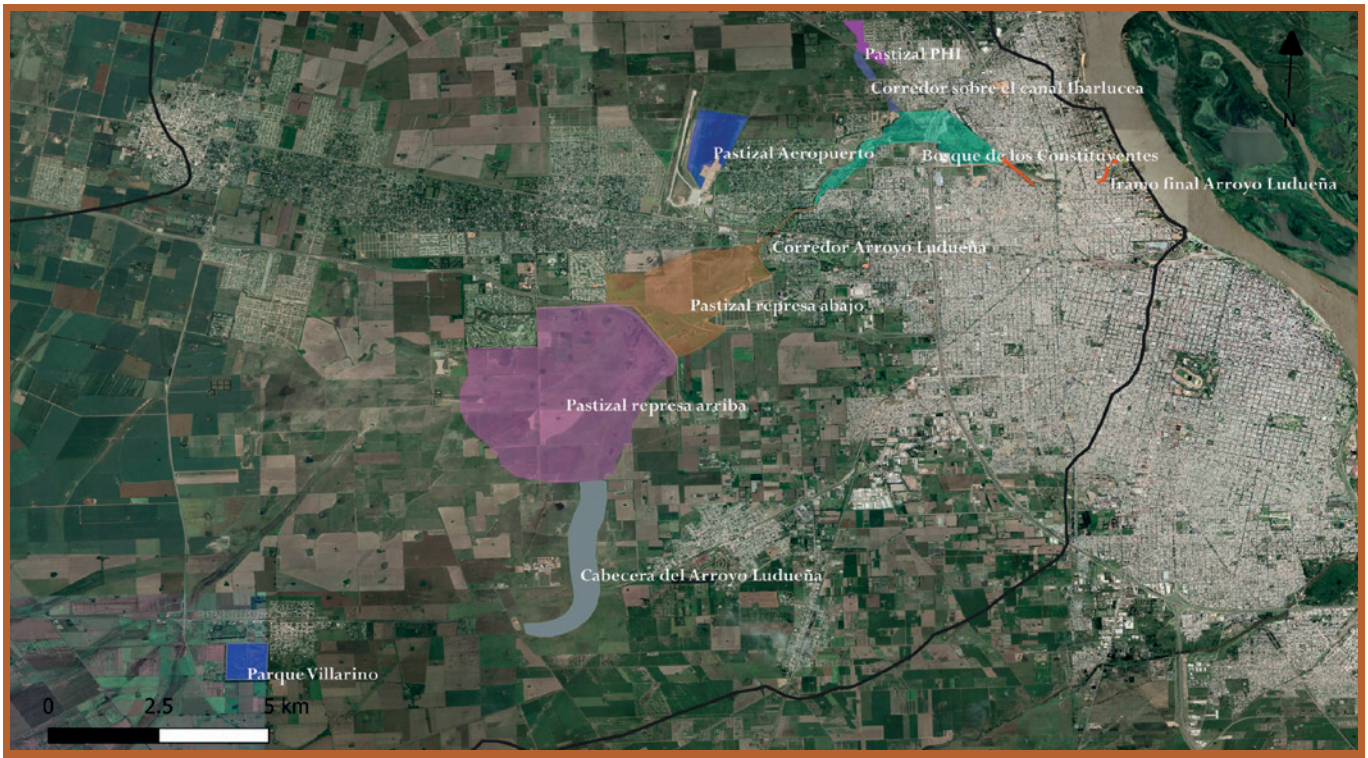

Figura 14: Áreas de valor para la conservación en la cuenca del Ludueña.

Áreas identificadas	Superficie (Ha)	Criterios funcionales			Criterios topológicos		
		1.a	1.b	1.c	2.a	2.b	2.c
Parque Villarino	100		■				■
Cabecera del Arroyo Ludueña	280	■	■		■	■	■
Pastizal represa arriba	1.640	■	■		■	■	■
Pastizal represa abajo	600	■	■		■	■	■
Corredor Arroyo Ludueña	10	■	■		■	■	
Pastizal Aeropuerto	150	■	■				■
Bosque de los Constituyentes	275		■	■	■	■	■
Corredor Canal Ibarlucea	25	■	■	■	■	■	
Pastizal PH Ibarlucea	32	■	■	■	■	■	
Tramo final Arroyo Ludueña	20		■	■	■	■	

Tabla 2: Variables que cumplen las áreas identificadas.

• Las áreas identificadas y algunas recomendaciones

A continuación se describen las áreas identificadas, y se mencionan algunas problemáticas detectadas y recomendaciones de manejo para su efectiva protección.

Parque Villarino

El Parque Villarino, aunque sin presentar continuidad con las áreas, es un sitio importante tanto por su belleza paisajística para las localidades cercanas, como por constituir un sitio más de amortiguación en la matriz urbana. El Parque es utilizado por las poblaciones como sitio de recreación, encuentro y esparcimiento, para realizar observación de aves y/o senderismo. Además, cumple con algunas funciones ecosistémicas análogas a las de los ecosistemas au-

tóctonos al ser hábitat de numerosas especies de aves y algunos mamíferos.

Cabecera del Arroyo Ludueña

Ésta área comprende una pequeña porción de la cabecera del Arroyo Ludueña y abarca una franja de suelo inundable que se extiende a ambos lados del curso de agua; dicha franja comienza en un segmento canalizado, antes de la localización del inicio del Arroyo Ludueña en los sistemas de información geográfica de la provincia, y desde allí hasta su ingreso a la Reserva Ecológica San Jorge.

La zona delimitada está atravesada, aguas arriba, por la planta termoeléctrica de SECCO y, aguas abajo, por la planta industrial de acería Gerdau, lotes de uso ganadero a ambas márgenes del arroyo, y por el Relleno Sanitario de Pérez, cerca del inicio de la Reserva. Este relleno representa una amenaza para la conservación por ser una zona de gran concentración de residuos sólidos y efluentes que pueden caer en el cauce del arroyo; asimismo las plantas industriales han contribuido a la impermeabilización del suelo en el área.

Estas amenazas detectadas, así como la relevancia de la cabecera de un curso de agua para su conservación -puesto que lo que allí sucede tiene el potencial de afectarlo en toda su extensión- constituyen otras variables por las cuales se identificó el área.

Pastizal aguas arriba de la presa

Como parte de las áreas que conforman el corredor, cabe destacar los pastizales situados aguas arriba y aguas abajo de la presa retardadora, por su extensión y función de regulación hídrica. El pastizal que se encuentra presa arriba es de especial interés por constituir el relicto más austral de espartillar de *Sporobolus spartinus*, habiendo sido considerado como Área Prioritaria para la Conservación de Aves de la provincia (Luna y Manassero, 2013)[41]. Una porción del área fue reconocida como reserva en la década de 1990, cuando se construyó la presa. Además se forman varios cuerpos de agua semipermanentes. La reserva, denominada San Jorge (aproximadamente 500 ha) no cuenta con un plan de manejo ni con personal asignado para su resguardo. En la visita de campo a esta zona observamos el avance de fresnos (*Fraxinus pennsylvanica*) desde su plantación en el borde del arroyo y, dentro del arroyo, a la almeja asiática *Corbicula sp*. A ello se suman actividades no recomendadas para un área protegida, como incursiones en motos y cuatriciclos, caza de aves y uso de armas de fuego. Por todo lo anterior, podemos señalar que urge efectivizar la protección del área y un primer paso para ello sería confeccionar el correspondiente plan de manejo.

Pastizal aguas abajo de la presa

Esta área comprende una extensa superficie, que identificamos en 2019, situada sobre la margen funense del arroyo, donde se encuentra la "Laguna de los patos". En los últimos años fue loteada en su mayor parte, y actualmente atraviesa un proceso de urbanización. Este cambio implica la impermeabilización del suelo en estos terrenos, y la destrucción de una gran porción de pastizales allí presentes, que poseen un importante rol en la regulación hidrológica -dada sus dimensiones y posición- entre otras funciones ecosistémicas que proveen estos ambientes[42]. Por ello es la conservación de la zona sin urbanizar y de la franja inmediatamente aledaña al arroyo se torna aún más necesaria, si se tiene en cuenta que en la margen opuesta, en jurisdicción rosarina, los terrenos fueron rellenados para construir el Parque Habitacional Ludueña, y que es uno de los únicos tramos que quedan aguas abajo de la presa que podrían ser funcionales como llanura de inundación del Ludueña.

Estos pastizales se conectan con el Bosque de los Constituyentes a través del corredor biológico que representa el arroyo Ludueña, en el sector que atraviesa un predio de Rosario Golf Club. Hasta el fin de la realización de este trabajo no detectamos acciones que atenten contra la integridad de este pequeño sector en torno al arroyo, pero lo mencionamos para indicar la necesidad de conservarlo para no perder la conectividad.

Pastizal del Aeropuerto

Se trata de un área contigua al Aeropuerto Internacional "Islas Malvinas" hacia el Este, que no presenta continuidad con el resto de las áreas propuestas. Allí pueden observarse algunas poblaciones de especies de los pastizales nativos como cortaderas (*Cortaderia selloana*) y pasto colorado (*Schyzachirium sp.*), por lo que presenta una potencialidad como espacio de conservación de relictos de estas comunidades. Además se trata de un gran área sin impermeabilizar.

Esta área podría adquirir continuidad con el resto de las identificadas, incorporando los márgenes del Canal Salvat (Funes), desde esta zona hasta su desembocadura en el Canal Ibarlucea. En tal caso sería necesario evaluar la ampliación del aeropuerto que se está dando sobre esta área (AIR, s.f. a y b), puesto que podría quedar aislada del curso de agua mencionado.

Bosque de los Constituyentes

Este área ha sido descrita en la sección "Tipos de ambiente y biodiversidad asociada". Al momento de realización del trabajo se efectuaban diversas obras para posicionar a este espacio verde como un gran parque urbano. Ante dicha situación, sería conveniente asegurar que el área cuente con una ordenanza que le asigne una categoría de conservación adecuada a los usos recreativos y educativos que se dan en ella y a su importancia en términos hidrológicos y ecosistémicos, apoyada en la realización de un plan de manejo; asimismo es imprescindible el monitoreo del impacto de las obras y la prohibición de nuevas infraestructuras perjudiciales para la biodiversidad y los procesos ecosistémicos. Todo ello sin perder de vista la necesidad de contemplar y regular los desarrollos urbanísticos que se impulsen en torno a este gran parque urbano.

Por otra parte, resultaría fundamental apoyar y fortalecer el trabajo del vivero municipal de árboles nativos que se encuentra funcionando en el Bosque, responsable de la reforestación con especies autóctonas llevada adelante durante los últimos años en el predio y en el arbolado urbano; como así también, dotar a esta dependencia de los recursos necesarios para controlar a las especies exóticas invasoras que vienen expandiendo su distribución de forma acelerada sobre las márgenes del arroyo.

41 - Según Luna y Manassero (2013), atendiendo a la categorización internacional de áreas importantes propuestas por Birdlife International y Aves Argentinas.

42 - Tales como: retener sedimentos y nutrientes, impidiendo la carga de los arroyos y evitando la erosión del suelo; infiltrar el agua de lluvia, amortiguando inundaciones; proveer de refugio y alimento a especies de animales silvestres; aportar numerosas especies de insectos polinizadores, responsables de la fructificación de las plantas (incluyendo las de consumo humano); atenuar las temperaturas extremas al disminuir el efecto "isla de calor" presente en las grandes ciudades; proporcionar especies vegetales, muchas de ellas ornamentales, que dan identidad a la región, con propiedades medicinales, alimenticias, y de uso popular.

Corredor y Pastizal del Canal Ibarlucea

El Canal Ibarlucea desemboca en el Arroyo Ludueña, dentro del predio del Bosque de los Constituyentes. Sobre las márgenes de dicho canal, hacia el norte, se encuentra un área de valor para la conservación a la altura del Parque Habitacional Ibarlucea (PHI) de la ciudad de Rosario. En esta área, a pesar de la presencia de especies invasoras exóticas (como moras y acacias negras fundamentalmente), pueden observarse remanentes de pastizal nativo e hidrófitas en pequeñas charcas y lagunas semipermanentes. Este sector constituye un espacio significativo para la conservación de pastizales. Más allá de su superficie acotada, su conectividad aguas arriba y abajo le permite albergar fauna como lechuzas vizcacheras, tortugas de agua, patos barcinos, espineros, culebras de herradura, ranas criollas, entre muchas otras especies observadas por sus habitantes, que no están presentes en el entorno urbano.

Si bien en este primer acercamiento a la cuenca del Ludueña identificamos las áreas del pastizal y el corredor que lo conecta con el Bosque, es fundamental conservar áreas aledañas a este canal a lo largo de toda su extensión, y al bajo que drena.

Tramo final del Arroyo Ludueña

El último tramo del corredor es la desembocadura del arroyo en el río Paraná. La conectividad con el Bosque de los Constituyentes se encuentra reducida puesto que, tras el entubamiento del Ludueña de más de 1 km se perdieron definitivamente las márgenes del mismo y por ende, la continuidad por tierra. Más allá de esto, la desembocadura sigue funcionando como nexo con el río Paraná. Como evidencia de esa conexión se observa la presencia de numerosas especies nativas del Delta, como garzas, camalotes, lagartos overos y espinillos, por nombrar algunas que habitan el espacio. Una de las mayores amenazas en este tramo son los numerosos residuos que llegan de múltiples lugares a esta fracción del arroyo.

La desembocadura del Ludueña, incluyendo al Parque Alem de la ciudad de Rosario, junto al Bosque de los Constituyentes y el Pastizal del PHI resultan de especial interés por atravesar áreas urbanizadas. La facilidad para acceder a ellas las convierte no sólo en puntos de particular valor para visibilizar los cursos de agua y sus humedales asociados, sino también en potenciales sitios que pueden ser reconfigurados en espacios públicos verdes de calidad para uso cotidiano o bajo la figura de Reservas Educativas Urbanas, con miras a una ciudad que incorpore a los humedales como una parte indisociable y necesaria para el sostén de la vida en el ámbito urbano.

Como puede observarse en la Figura 14, exceptuando el Parque Villarino y el Pastizal del Aeropuerto, las restantes áreas se encuentran conectadas, constituyendo un corredor a lo largo del Arroyo Ludueña y el canal Ibarlucea. Los siguientes planes de ordenamiento ambiental y territorial de municipios y la provincia, contemplan de algún modo dicho corredor:

- el Plan Ambiental de Rosario (2008) como una serie de Áreas de Protección Ecológica y Ambiental, en las secciones linderas al arroyo y al canal Ibarlucea dentro de la jurisdicción de Rosario-;

- las ordenanzas[43] de Funes como 'Parque Público del Ludueña', 'Área Natural Protegida' y 'Área de reserva ambiental y humedal protegido', en distintos tramos aledaños al arroyo en el distrito de Funes;

- los planes urbanos del ECOM (2017) bajo el nombre de "parques lineales metropolitanos", en las franjas aledañas al arroyo y al canal Ibarlucea, y de "parques urbanos"; estas denominaciones incluirían parte de las áreas de pastizales aguas arriba y abajo de la presa retardadora identificadas en este trabajo ;

- las márgenes del Arroyo Ludueña se encuentran protegidas bajo la mayor categoría de conservación de la ley provincial N° 13.372 de Ordenamiento Territorial del Bosque Nativo.

Si bien estas disposiciones legales que establecen la importancia de sostener dichos tramos como espacios destinados a la conservación y regulación hídrica, no han sido efectivizadas por los distintos municipios y comunas, significan un punto de partida para el Ordenamiento Ambiental del Territorio y futuras acciones de conservación.

Asimismo las áreas identificadas podrían, a su vez, ser incluidas en las iniciativas de conservación similares a las ya existentes en la región como la Reserva Hídrica Natural "Arroyo Saladillo" y el Paisaje Protegido "Corredor Biológico de la Autopista Provincial AP-01, Brigadier Estanislao López" (en torno a la autopista Rosario-Santa Fe).

Reflexiones finales

Los humedales son ecosistemas singulares, cuyas características e importancia comenzaron a ser reconocidas en nuestro país en las últimas décadas. En nuestra región litoral los humedales estudiados fueron aquellos de gran magnitud, con notables dinámicas a nivel de paisaje producto de los amplios pulsos hidrológicos, como los del Delta del Paraná. En el caso de los humedales pampeanos, y en particular los asociados a arroyos ubicados a orillas de la llanura de inundación del río, ese reconocimiento es relativamente reciente y las investigaciones están en sus etapas iniciales. Respecto al Arroyo Ludueña contamos con numerosos trabajos que lo han estudiado desde diferentes perspectivas, y que constituyen aportes ineludibles para abordar esta cuenca desde una perspectiva ecorregional y como sistema de humedal, perspectiva que seguimos en el presente trabajo.

Este trabajo constituye una primera aproximación al abordaje del arroyo y su cuenca e intenta aportar a la conservación de sus humedales. No obstante se requieren de estudios sistemáticos para conocer mejor a estos ambientes. En este sentido, la confección de un inventario de nivel III será una contribución importante a ese conocimiento, el cual es fundamental para el diseño de una política de ordenamiento am-

43 - Funes cuenta con la ordenanza N° 571/08 que protege el margen oeste del arroyo Ludueña, desde la Ruta Nacional N°9 hasta la Autopista Rosario - Córdoba y exige la expropiación de los inmuebles situados en esa franja, aunque, debido a que dicho arroyo constituye el límite Funes-Rosario, acciones coordinadas de protección entre ambos municipios son necesarias para la efectiva conservación del área. Esta norma fue reforzada posteriormente con la sanción de la ordenanza N° 996/15, que establece un área de reserva ambiental y humedal protegido a la vera del Ludueña.

biental del territorio dirigida a proteger a estos ecosistemas. Esta política hoy es urgente ya que la degradación y pérdida de humedales en la cuenca del Ludueña no es un acontecimiento del pasado, sino un proceso que continúa en el presente bajo distintas intervenciones en el territorio.

A lo largo del trabajo hemos identificado algunas de las principales intervenciones impulsoras de dicho proceso. La alteración de los ambientes se concreta a través de intervenciones paradójicamente denominadas de "saneamiento hídrico", que no sólo invisibilizan el impacto de las transformaciones en el territorio, sino que las agravan. Se trata de obras de rectificaciones, canalizaciones, entubamientos, entre otras, que, con el fin de evitar inundaciones y drenar los bajos inundables, han llevado a la pérdida y degradación de los humedales y por lo tanto, de la capacidad de regular la dinámica hidrológica de la cuenca. Como agravante, permiten el avance de los procesos que continúan haciéndolos disminuir, tanto en áreas rurales como urbanas. Así, las obras que se realizan para solucionar conflictos de inundaciones en zonas puntuales, generan nuevos problemas asociados a los excesos hídricos en otros sitios y al mismo tiempo, habilitan la profundización y extensión en superficie de las formas de uso del suelo que constituyen la raíz del desbalance hídrico de la cuenca.

En las áreas rurales, las obras permitieron la continuación y profundización de prácticas agrícolas que hacen al suelo más susceptible a la erosión, alterando la estructura del mismo y afectando al balance hídrico. A su vez, este tipo de intervenciones habilitó el avance del parche urbano. Todo ello genera un incremento de la impermeabilización de los suelos y del escurrimiento superficial, con el consiguiente incremento de inundaciones perjudiciales para la población. De este modo, la presencia del agua, característica de los ambientes de humedal, pasa a convertirse en un problema; los humedales se "terrestrializan", degradándose la función de regulación hidrológica que cumplen estos ambientes.

Una herramienta esencial para sostener dicha función de regulación hidrológica así como las demás funciones ecosistémicas de estos humedales, es el ordenamiento ambiental del territorio. Este ordenamiento debe realizarse a escala de cuenca, considerando seriamente sus características biofísicas y la necesidad de conservar la biodiversidad asociada. A este fin las localidades comprendidas en la cuenca deben impulsar ordenamientos de sus territorios acordes a una gestión a nivel de cuenca, y atendiendo a los principales impulsores de la transformación de sus humedales.

En relación a las intervenciones hidráulicas, su proyección debería evaluarse considerando la dinámica hidrológica del sistema en su conjunto, y siguiendo la legislación de aguas y ambiental. Fundamentalmente, es apremiante la efectivización del cumplimiento de la normativa referida a las canalizaciones y manejo de excesos hídricos y el cese inmediato de obras para drenar lagunas y bajos.

En el ámbito rural se deberían contemplar las actividades productivas que no deriven en sustanciales alteraciones del balance hídrico o impermeabilización de los suelos y que impliquen prácticas de manejo integrales, no agresivas, permitiendo el mantenimiento de los procesos ecosistémicos. En este sentido, la incorporación de prácticas agroecológicas resulta imprescindible para conservar la estructura del suelo, evitar la contaminación con agroquímicos y, en términos más generales, para manejar las explotaciones rurales como agroecosistemas. La integración entre producción y conservación demandará esfuerzos para cambiar el modelo de desarrollo vigente que concibe a los agroecosistemas como zonas destinadas a la obtención de renta. La transición hacia la agroecología es hoy una tarea urgente, ya que no sólo involucra la adopción de principios ecológicos en las técnicas productivas, sino que además pone en el centro la satisfacción de necesidades y la calidad de vida de quienes habitan el territorio, planteando como horizonte la soberanía alimentaria.

Con respecto a las urbanizaciones, se torna necesario limitar la expansión de las localidades, especialmente bajo la modalidad de ciudad difusa, puesto que nos encontramos frente a un proceso que tiende a la conurbanización, con lo que se perderían zonas relevantes no solo por su rol en la regulación hídrica y en el sostén de numerosas funciones ecosistémicas, sino también por la posibilidad de constituirse como sitios que permitan el autoabastecimiento de alimentos para las ciudades. En relación a ese proceso, se debería prohibir la construcción de barrios privados, ya que suelen avanzar sobre grandes superficies muchas veces inundables y además fomentan la segregación espacial y social.

Un insumo imprescindible para la elaboración de planes de ordenamiento ambiental del territorio, es la generación y sistematización de la información referida a las alteraciones del arroyo y los humedales de la cuenca, sea mediante la toma de muestras periódicas de agua para continuar con el monitoreo que se planteó desde la Secretaría de Ambiente de la provincia, como de la evaluación del avance de la urbanización y los cambios en el uso del suelo. En este punto, es urgente realizar estudios sobre las lagunas semipermanentes, a fin de reconocerlas como humedales y avanzar en su conservación.

Las acciones de ordenamiento ambiental y de generación de información deben desarrollarse conjuntamente entre los diferentes municipios y comunas que integran la cuenca, ya que los procesos biológicos y ecológicos exceden sus límites políticos y requieren de una coordinación interjurisdiccional. Asimismo, es vital consolidar mecanismos de participación ciudadana, de manera que las personas y comunidades del área, interesadas en la conservación de estos ambientes, cuenten con la posibilidad de intervenir en las decisiones sobre la planificación del territorio.

Por último, para garantizar la perpetuidad de los ambientes de humedales debe haber conectividad entre ellos, por lo que resulta necesario el mantenimiento y generación de corredores que vinculen todas estas áreas. En este punto otra acción también urgente para resguardar los ambientes de humedales de la cuenca del Ludueña es promover la creación de áreas de conservación, y apoyar la consolidación de aquellas ya conformadas. La identificación de áreas de valor para la conservación que presentamos en este trabajo pretende ser una contribución en esta línea de acción.

No obstante, sostener la integridad ecológica de los humedales no sólo depende de conexiones físicas entre diversas áreas, sino también de las formas en las que las comunidades que habitan y transforman la cuenca, se relacionan con el territorio. Es por ello que el concepto de corredor biocultural puede constituir un enfoque adecuado en los ordenamientos territoriales, al hacer explícita esta relación y plantear acciones integrales para la conservación de los humedales y el bienestar de sus habitantes. Así para sostener estos ambientes resulta fundamental atender a los aspectos culturales e históricos, promoviendo su reconocimiento y un sentido de pertenencia que contribuya a su revalorización. En esta línea, cabe reparar en el valor educativo que un arroyo de llanura representa para la comunidad y el valor cultural asociado a sus modos de vida y a su identidad.

Todo lo anterior implica una forma diferente de relacionarse con el territorio, la cual entiende a los ecosistemas como la base material que sostiene y reproduce la vida, destacando la necesidad de poner en práctica transiciones que permitan su sostenibilidad.

Referencias bibliográficas

Aeropuerto Internacional Rosario Islas Malvinas AIR (s.f. a) *Historia*. Recuperado el 20/11/19 de: https://aeropuertorosario.com/institucional/id/1/title/Aeropuerto

Aeropuerto Internacional Rosario Islas Malvinas AIR (s.f. b) *Plan Director. El aeropuerto de Rosario crece*. Recuperado el 20/11/19 de: https://aeropuertorosario.com/plan_director

Ambrosino, S.; Berbeito, O.; Bertoni, J.C.; Daniele, A.; Maza, J.A.; Paoli, C.; Serra, J.J. (2004). INUNDACIONES URBANAS EN ARGENTINA. Córdoba, Argentina.

Aparicio, V. C., De Gerónimo, E., Marino, D., Primost, J., Carriquiriborde, P., & Costa, J. L. (2013). Environmental fate of glyphosate and aminomethylphosphonic acid in surface waters and soil of agricultural basins. *Chemosphere, 93*(9), 1866-1873.

Badano, N. (2010). *Modelación Integrada de Grandes Cuencas de Llanura con Énfasis en la Evaluación de Inundaciones*. Tesis de grado.

Basile, P., Riccardi, G.y Stenta, H. (2005). *Modelación de la producción de sedimentos a escala de cuenca en el sistema del A° Ludueña, Santa Fe, Argentina*. XX Congreso Nacional del Agua. Mendoza, Argentina.

Benzaquén, L.; D. E. Blanco; R. F. Bó; P. Kandus; G. Lingua; R. D. Quintana y P. Minotti. (2013). *Inventario de los humedales de Argentina: sistemas de paisajes de humedales del corredor fluvial Paraná-Paraguay*. Buenos Aires, Argentina: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. 1ra Ed. ISBN: 978-987-29340-0-2

Benzaquén, L.; D.E. Blanco, R. Bo, P. Kandus, G. Lingua, P. Minotti y R. Quintana. (editores). (2017). Regiones de Humedales de la Argentina. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Fundación Humedales/Wetlands International, Universidad Nacional de San Martín y Universidad de Buenos Aires.

Bergkamp, G. y Orlando, B. (1999). *Los humedales y el cambio climático. Examen de la colaboración entre la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán 1971) y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. RAMSAR.

Biasatti, N. R.; J. C. Rozzatti; B. Fandiño; A. Pautaso; E. Mosso; G. Marteleur; N. Algarañáz; A. Giraudo; C. Chiarulli; M. Romano; P. Ramírez Llorens y Lucas Vallejos (2016). *Las ecoregiones, su conservación y las Áreas Naturales Protegidas de la provincia de Santa Fe*. Santa Fe, Argentina. Ministerio de Medio Ambiente de la Provincia de Santa Fe. 1ra Ed. ISBN: 978-987-23776-2-5.

Bilenca D. N. y F. Miñarro (2004). *Identificación de áreas valiosas de pastizal (AVPs) en las Pampas y Campos de Argentina, Uruguay y sur de Brasil*. Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires.

Brinson, M. M. (2004). *Niveles extremos de variación de patrones y procesos en humedales. En: Malvárez, A. I. y R. F. Bó (Comp.)*. Documentos del Curso Taller *"Bases Ecológicas para la Clasificación e Inventario de Humedales en Argentina"*. 1ra Ed. FCEyN-UBA; RAMSAR; USFWS; USDS; Buenos Aires, Argentina.

Budds, J. (2012). *La demanda, evaluación y asignación del agua en el contexto de escasez: un análisis del ciclo hidrosocial del valle del río La Ligua, Chile*. Revista de Geografía Norte Grande, Chile.

Cabrera, A. L. (1971). Fitogeografía de la república Argentina. *Bol Soc Argent Bot, 14*, 1-42.

Chapman, D. V. (1996). *Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring*: UNESCO/WHO/UNEP. 2da Ed. ISBN 0 419 21590 5.

Comuna de Ibarlucea (2017). *Plan Urbano Local Ibarlucea. 26 Estrategias Locales. Un plan Metropolitano*. ECOM

Davidson, N. (2014). *How much wetland has the world lost? Long-term and recent trends in global wetland area*. Marine and Freshwater Research, 65 (10): 934–941.

Diario La Capital. El canal Ibarlucea se convirtió en una gran cloaca a cielo abierto (2010). https://www.lacapital.com.ar/el-canal-ibarlucea-se-convirtioacute-una-gran-cloaca-cielo-abierto-n339045.html/ Acceso: 15 de diciembre del 2019

Dirección de Recursos Hídricos de la Nación, Departamento de Calidad de Agua. http://www.recursoshidricos.gov.ar/web/index.php/nuestra-funcion/2017-03-23-14-12-06/calidad-de-agua/ Acceso: 20 de diciembre del 2019.

Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. (2005) *Los Ecosistemas y el bienestar humano: humedales y agua*. Informe de Síntesis. World Resources Institute, Washington D.C.

Fertonani, M. y Prendes, H., (1983). *Hidrología en áreas de llanura. Aspectos conceptuales, teóricos y metodológicos*. Actas del Coloquio de Olavarría de Hidrología de las grandes llanuras. Vol. I, pp. 118-156. Buenos Aires, Argentina.

Fuschini Mejía, M. C. (1994). *El agua en las llanuras* (No. 551.4809145). UNESCO.

García, P.; Badano, N.; Menéndez, F.; Bert, F.; García, G.; Podestá, G.; Rovere, S.; Verdin, A.; Rajagopalan, B.; Arora, P. (2018). *Influencia de los cambios en el uso del suelo y la precipitación sobre la dinámica hídrica de una cuenca de llanura extensa*. Caso de estudio: Cuenca del Río Salado, Buenos Aires, Argentina, Ribagua.

García-Reiriz, A. G. (2014). Parallel factor analysis and multivariate curve resolution as data fusion tools to supervise a stream. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems, 137*, 120-127.

Giacosa, B. y J. Liotta. (2013). Humedales de los tributarios santafesinos y bonaerenses del Paraná Inferior (263-270 pp). En: L. Benzaquén, D. E. Blanco, R. F. Bó, P. Kandus, G. Lingua, R. D. Quintana y P. Minotti. *Inventario de los humedales de Argentina: sistemas de paisajes de humedales del corredor fluvial Paraná-Paraguay*. Buenos Aires, Argentina: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. 1ra Ed. ISBN: 978-987-29340-0-2.

Giraut, M., (2006). *Dinámica geomorfológica del humedal fluvial del Río Paraná en la Provincia del Chaco*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo – UNLP.

Gyenge J. y Fernández M.E (2018). *Consumo de agua en las forestaciones. Relación con el ambiente y el manejo silvícola. Hoja informativa N°8*. INTA.

Informe del Ministerio de Aguas, Servicios Públicos y Medio Ambiente de la Provincia de Santa Fe (MASPYMA), Dirección de Saneamiento y Preservación de los Recursos Hídricos, Campañas de muestreo en Arroyo Ludueña, año 2010. Ing. Amaya Carina.

IPBES (2019). *Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental*. Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services - Advance Unedited Version.

IPEC (2013) *Crecimiento del Gran Rosario en los últimos 30 años. Período 1980 - 2010*.

Junk, W. J., Bayley, P. B., & Sparks, R. E. (1989). *The flood pulse concept in river-floodplain systems*. Canadian special publication of fisheries and aquatic sciences, 106(1), 110-127.

Kandus, P., Minotti, P. y A.I. Malvárez (2008). *Distribution of wetlands in Argentina estimated from soil charts*. Acta Scientiarum. 30 (4): 403-409. Brasil.

Kandus, P.; N. Morandeira y F. Schivo (2010). Bienes y servicios ecosistémicos de los humedales del Delta del Paraná. 1ra ed. Fundación para la Conservación y Uso Sustentable de los Humedales. 32 pp. ISBN: 978-987-24710-2-6

Kandus, P., Benzaquén, L., Minotti, L. y Lingua, G. (2017). Consideraciones finales (327-333 pp). En: L. Benzaquen, D. E. Blanco, R. Bo, P. Kandus, G. Lingua, P. Minotti y R. Quintana. *Regiones de Humedales de la Argentina*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Fundación Humedales/ Wetlands International, Universidad Nacional de San Martín y Universidad de Buenos Aires. ISBN 978-987-29811-6-7

Larsimont, R. y V. Grosso (2014). *Aproximación a los nuevos conceptos híbridos para abordar las problemáticas hídricas*. "Cardinalis" Revista del Departamento de Geografía. Facultad de Filosofía y Humanidades de la Universidad Nacional de Córdoba (Argentina). Año 2 N° 2.

Lewis, J. P. y M. B. Collantes (1975). La vegetación de la Provincia de Santa Fe. II Las comunidades vegetales del departamento Rosario. Bol. Soc. Arg. Bot. 16: 151-179

Lewis, J. P., Collantes, M. B., Pire, E. F., Carnevale, N. J., Boccanelli, S. I., Stofella, S. L., & Prado, D. E. (1985). *Floristic groups and plant communities of southeastern Santa Fe, Argentina*. Vegetation, 60(2), 67-90.

Linton, J. (2010). *What is Water? The History of a Modern Abstraction*. UBC Press. Vancouver.

Luna, H. y M. Manassero (2013) Áreas potenciales para la conservación de las aves en Santa Fe. http://avesyareaspotencialesdesantafe.blogspot.com Último acceso: 20 de noviembre de 2019.

Malvárez, A.I. y Bó, R. F. (2004) Documentos del curso-taller *"Bases ecológicas para la clasificación e inventario de humedales en Argentina"*.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Dirección de Fauna Silvestre y Conservación de la Biodiversidad, (s.f.) Plan de Acción Extinción Cero.

Montico, S.; Bonel, B.; Di Leo, N.; Denoia, J. (s. f.) *La aplicación del método GEO en la cuenca del arroyo Ludueña, Santa Fe*.

Montico, S. y Pouey, N. (2001). Cuencas Rurales pautas y criterios para su ordenamiento. Universidad Nacional de Rosario, Rosario, Argentina.

Montico, S. y Di Leo, N. (2007). Cambio de la sostenibilidad biofísica en cuencas hidrográficas: tres décadas de reemplazo de pastizales naturales por agricultura. Cuadernos del CURIHAM, 13, 1-7.

Montico, S. y Di Leo, N. (2011). Sustentabilidad de diferentes modelos de uso de la tierra en unidades de paisaje de una cuenca del Sur de Santa Fe, Argentina. Natura neotropicalis, 1(42), 21-33.

Montico, S. y Di Leo, N. (2015). Riesgo ambiental por pesticidas en una cuenca del sur de la provincia de Santa Fe, Argentina. Revista internacional de contaminación ambiental, 31(2), 165-172.

Montico, S., Magri, L., & Denoia, J. (2015). Impacto ambiental del uso de pesticidas en la cuenca del Arroyo Ludueña (Santa Fe, Argentina). Revista de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias-UNR, (25), 007-018.

Morello, J; S. A. Mateucci; A. F. Rodríguez y M. Silva (2012). *Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos*. 1a ed. - Buenos Aires: Orientación Gráfica Editora. 752 p. ISBN 978-987-1922-00-0 (2013).

Müller G. y M. A. Lovino (2019). Servicio a terceros: Variabilidad climática, eventos extremos y escenarios climáticos futuros en la ciudad de Rosario. Centro de Estudios de Variabilidad y Cambio Climático (CEVARCAM) - FICH UNL - CONICET.

Municipalidad de Rosario (2008). *Plan Ambiental Rosario* (PAM). Disponible en: https://www.rosario.gob.ar/ArchivosWeb/libro%20PAR_10%2002.pdf

Neiff, J. J. (1990). *Ideas para la interpretación ecológica del Paraná*. Interciencia, 15(6), 424-441.

Neiff, J. J. y A. I. Malvárez. (2004). *Grandes humedales fluviales*. En: Malvárez, A. I. y R. F. Bó (Comp.). Documentos del Curso Taller "Bases Ecológicas para la Clasificación e Inventario de Humedales en Argentina". 1ra Ed. FCEyN-UBA; RAMSAR; USFWS; USDS; Buenos Aires, Argentina.

Nosetto, M. D., Jobbágy, E. G., Brizuela, A. B., Jacksone, R. B. (2012). *The hydrologic consequences of land cover change in central Argentina*. Agriculture, Ecosystems and Environment 154: 2-11.

Orsolini, H. (2004). Política Hídrica: un marco de referencia para darle al agua en la provincia de Santa Fe una política de estado parte 1; Cuadernos del CURIHAM vol 10, p 121.

Oyarzabal, M.; J. Clavijo; L. Oakley; F. Biganzoli; P. Tognetti; I. Barberis; H. M. Maturo; R. Aragón; P. I. Campanello; D. Prado; M. Oesterheld y R. J. C. León (2018). *Unidades de vegetación de la Argentina*. Ecología Austral. 28: 40 - 63.

Parussini, A. M. J. (2003). *La dispersión como forma de crecimiento urbano. El caso del Cordón Oeste Metropolitano de Rosario*. Capítulo 07 en Arquisur Revista, Año 3, Nro 3.

Panigatti, J . L. (2010). *Argentina 200 años, 200 suelos*. Buenos Aires: INTA.

Pouey, Nora (2008). *Geo Área Metropolitana Rosario: perspectivas del medio ambiente urbano*, Rosario, Argentina: UNR Editora. 1a Ed. ISBN 978-950-673-675-0.

Pozo J. y A. Elosegi (2009). E*l marco físico: la cuenca. En Conceptos y técnicas en ecología fluvial*. Fundación BBVA. A. Elosegi y S. Sabater Editores. Rubes Editorial. España, 2009. ISBN: 978-84-96515-87-1.

Riccardi, G., Scuderi, C. y Stenta, H. (2002). *Modelado de escurrimiento superficial con alto nivel de detalle en la cuenca del arroyo Ludueña, Santa Fe, Argentina*. XIX Congreso Nacional del Agua, T33, Villa Carlos Paz, Córdoba, Argentina.

Riccardi G. A., Stenta H. R. y Rentería J. P. (2008). *La determinación de la distribución areal del aporte de escurrimiento superficial en cuencas de llanura*.

Riccardi, G. A.; Zimmermann, E.; Basile, P.; Stenta H.; Scuderi, C.; Postiglione, R.; López, C.; Odicini, L.; González, A.; Méndez, S.; Ciabbattari, L. (2010). *Crecidas de diseño en cuencas de la región del gran Rosario*. Universidad Nacional de Rosario. Rosario, Santa Fe.

Ronco, A. E., Marino, D. J. G., Abelando, M., Almada, P., & Apartin, C. D. (2016). Water quality of the main tributaries of the Paraná Basin: glyphosate and AMPA in surface water and bottom sediments. *Environmental monitoring and assessment*, 188(8), 458.

Rosario3. Confirman que en el Ludueña tiran restos industriales (2011). https://www.rosario3.com/noticias/Confirman-que-en-el-Luduena-tiran-restos-industriales-20110926-0049.html/ Último acceso: 15 de diciembre del 2019.

Sallies, A.R., 1999. *Clima e inundaciones en la Pampa Deprimida*. Floodplain Management Association – 17th Semiannual Conference, Sept-Oct 1999. Sacramento, Califormia, U.S.A.

Secretaría de la Convención de Ramsar (2006). *Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971)*. 4a. edición. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).

Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (SAyDS). (2015). *Tercera Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*.

Scuderi, C.; Riccardi, G. y Zimmermann, D. (2015). Aplicación de un modelo distribuido físicamente basado en el pronóstico de niveles para un curso de llanura del sur de Santa Fe.

Smith, T. y R. L. Smith. (2007). *"Ecología"*. 6ta Edición. Pearson Educación. Madrid, España.

Svampa, M; Viale, E. (2014). *Maldesarrollo*. Buenos Aires, Argentina: Katz.

Swyngedouw, E. (2004). *Social Power and the Urbanization of Water: Flows of Power*. Oxford: Oxford University Press.

Swyngedouw, E. (2009). *The Political Economy and Political Ecology of the Hydro-Social Cycle*. Journal of Contemporary Water Research & Education.

UNESCO (1987). *Manual on drainage in urbanizing areas*. Vol. I. Planning and design of drainage systems. Studies and reports in hydrology. N° 43.

Van Heijnsbergen,P. (1997). International legal protection of wild fauna and flora. IOS Press, Amsterdam. 261pp.

Wetlands International, (s.f. a), *Humedales: Su importancia*. https://lac.wetlands.org/humedales/su-importancia/ Fecha de último acceso: 20 de noviembre de 2019

Wetlands International, (s.f. b) *Conservar, restaurar y salvaguardar los humedales para alcanzar los objetivos climáticos*. https://lac.wetlands.org/publicacion/conservar-restaurar-y-salvaguardar-los-humedales-para-alcanzar-los-objetivos-climaticos/

Zilli, F. L., Montalto, L., & Marchese, M. R. (2008). *Benthic invertebrate assemblages and functional feeding groups in the Paraná River floodplain (Argentina)*. Limnologica, 38(2), 159-171.

Zimmermann, E. P. Basile, y G. Riccardi. 2001. *Análisis de la Modificación en la Respuesta Hidrológica del Sistema del Arroyo Ludueña Provocada por Cambios en el Uso del Suelo*.

TALLER ECOLOGISTA

SOBRE TALLER ECOLOGISTA

Taller Ecologista es una organización civil de la ciudad de Rosario (Argentina), creada en 1985.
Desde esta organización trabajamos en la defensa y preservación del ambiente de manera integral y no bajo una visión reduccionista, conjugando los problemas sociales, políticos y económicos con el respeto por los derechos humanos, promoviendo sociedades sustentables que permitan a las generaciones actuales y futuras una vida digna y armoniosa con el entorno.

Tel/Fax: (54) 341 4261475
contacto@taller.org.ar
www.tallerecologista.org.ar
Casilla de Correo 658 – CP 2000
Rosario - Santa Fe – Argentina