

Evaluación de la calidad de riberas y propuesta de adaptación metodológica del índice *River Habitat Survey* (RHS): Cuenca Del Oro (Buenos Aires, Argentina)

Assessment of Riparian Quality and Proposal for a Methodological Adaptation of the River Habitat Survey (RHS) Index: Del Oro Basin (Buenos Aires, Argentina)

 **Antonela Volonté**

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
Universidad Nacional del Sur
Argentina
antonelavolonte@gmail.com

 **Verónica Gil**

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
Universidad Nacional del Sur
Argentina
verogil@uns.edu.ar

Resumen

En las áreas de ribera se desarrollan procesos de gran relevancia ambiental, aunque suelen destinarse a actividades agrícolas, ganaderas y urbanas que disminuyen su calidad ecológica. Para evaluar estos impactos se utilizan índices de calidad de ribera basados en atributos como la geomorfología del canal, los usos del suelo y la vegetación. El objetivo del trabajo es aplicar el índice *River Habitat Survey* (Environment Agency, 2003) en las riberas de los arroyos El Belisario y Las Piedras, en la cuenca Del Oro (Buenos Aires, Argentina) y proponer adaptaciones metodológicas en función de las características locales. El RHS se implementó en tramos de 500 m mediante 10 observaciones cada 50 m, registrando características de ambos márgenes del canal, de la vegetación y de los usos adyacentes. Los resultados preliminares indican que los atributos físicos del tramo reflejan la dinámica hidrosedimentaria de la cuenca, mientras que las mayores variaciones se observan en la vegetación, dominada por especies introducidas e influenciada por la actividad antrópica. En este contexto, se propone una adaptación metodológica para cuencas pequeñas, que contempla la reducción de la longitud del tramo, el ajuste del número de observaciones y una mayor atención a la caracterización de la vegetación ribereña y las condiciones hidrológicas al momento del relevamiento.

Palabras Clave: Vegetación riparia, Índices, Cuencas serranas, impacto antrópico

Abstract

Riparian areas host processes of high environmental relevance; however, they are often allocated to agricultural, livestock, and urban activities that reduce their ecological quality. To assess these impacts, riparian quality indices based on attributes such as channel geomorphology, land use, and vegetation are commonly applied. The aim of this study is to apply the River Habitat Survey index (Environment Agency, 2003) to the riparian zones of El Belisario and Las Piedras streams in the Del Oro basin (Buenos Aires, Argentina) and to propose methodological adaptations based on local characteristics. The RHS is implemented along 500 m reaches with 10 observations every 50 m, recording features of both banks, channel characteristics, and adjacent vegetation and land uses. Preliminary results indicate that the physical attributes of the reaches reflect the basin's hydrosedimentary dynamics, while the greatest variations are observed in vegetation, which is dominated by introduced species and influenced by anthropogenic activity. In this context, a methodological adaptation is proposed for small catchments, involving a reduction in reach length, an adjustment of the number of observations, and increased attention to the characterization of riparian vegetation and hydrological conditions at the time of the survey.

Keywords: Riparian areas, Assessment indices, Small mountainous catchments, Human impact

Introducción

Las zonas ribereñas constituyen uno de los ecosistemas más diversos, dinámicos y complejos. Son ambientes que presentan una estructura heterogénea y son una parte esencial de los ecosistemas fluviales y de los procesos que allí ocurren (Giorgi y Vilches, 2021). En esta interfaz ocurren interacciones físicas, químicas y biológicas que le confieren propiedades particulares al suelo y a la vegetación (Magdaleno, 2013). La zona ribereña es parte del río y puede tener mayor o menor conectividad con este dependiendo del caudal que tenga en cada momento. Estas zonas cumplen un rol muy importante y sus alteraciones tienen efectos que superan el entorno inmediato con consecuencias en todo el corredor fluvial (Kondolf y Plégay, 2016).

Las zonas con vegetación ribereña cumplen un papel clave en la regulación de las crecidas, la estabilidad de márgenes y la reducción de la erosión. La presencia de vegetación, tanto herbácea como leñosa, incrementa la rugosidad del terreno y reduce la velocidad del agua superficial. Además, promueve una mayor infiltración y retención del agua, disminuyendo la escorrentía superficial y favoreciendo la recarga de acuíferos, especialmente en suelos permeables o con baja pendiente (Riis *et al.*, 2020; Gu, Lee, Lee, Park & Park, 2025).

Por otra parte, la franja ribereña actúa como filtro natural, retiene sedimentos, nutrientes, contaminantes difusos y materia orgánica procedente del escurrimiento, reduciendo su carga hacia los cauces (De Cabo, Melignani & Basílico, 2020). La presencia de vegetación también regula el microclima local, la sombra de la vegetación ribereña reduce la temperatura del agua, lo que repercute en las condiciones físico-químicas del medio y beneficia a organismos sensibles a la temperatura y al oxígeno disuelto. Adicionalmente, la materia vegetal como troncos, ramas y hojarasca, aporta complejidad estructural al cauce y al lecho del río, generando microhábitats, zonas de retención de sedimentos y refugios para fauna acuática lo que incrementa la heterogeneidad ambiental y favorece la biodiversidad (Graziano, Deguire, & Surasinghe, 2022).

Los ecosistemas fluviales y, en especial, las áreas ribereñas han sido sometidos a alteraciones ecológicas que evidencian su fragilidad y las de la biota que albergan. La acción antrópica ha alterado de manera gradual la estructura de las comunidades y el funcionamiento integral de la mayoría de los ambientes lóticos (Elosegi y Díez, 2009; Gualdoni, Duarte & Medeot, 2011; Scott *et al.*, 2018). En las últimas décadas, las áreas ribereñas han experimentado una creciente ocupación asociada a actividades agrícolas, ganaderas y urbanas, lo cual ha contribuido a la degradación de los arroyos y a la disminución de la calidad del agua (Giorgi & Vilches, 2021).

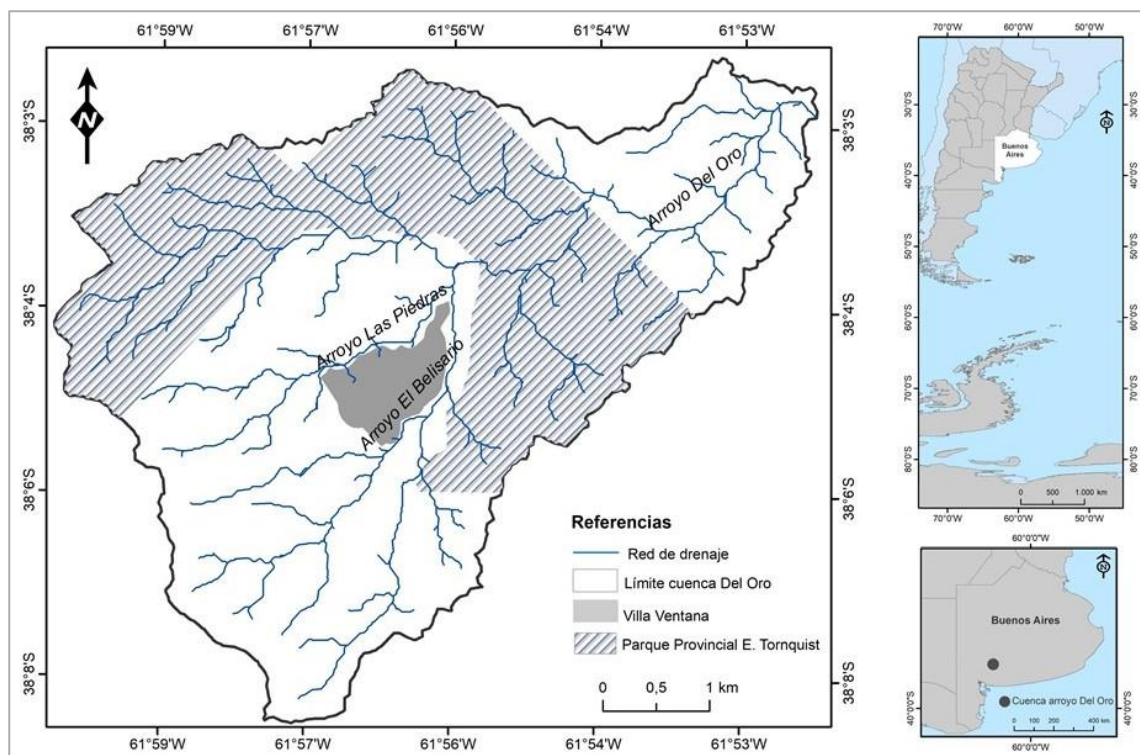
Diversos índices han sido desarrollados para evaluar la calidad ecológica de los ecosistemas fluviales, cada uno enfocado en distintos parámetros que describen su funcionamiento y estado (Raven *et al.*, 1998; Ollero *et al.*, 2009; Basílico *et al.*, 2015). A estos índices tradicionales se han sumado recientemente herramientas más integradoras, que combinan múltiples variables biofísicas o incorporan dimensiones sociales dentro de la evaluación (Vollmer *et al.*, 2018). Los objetivos de estos instrumentos son variados, aunque muchos se orientan a analizar modificaciones en la estructura del canal, la alteración de los hábitats y la calidad de las riberas. En varios casos, además, se contemplan componentes específicos como la vegetación ribereña y acuática, dada su relevancia para el funcionamiento ecológico del sistema (Feijoó, 2021). En Argentina, el uso de índices para diagnosticar el estado de los cuerpos de agua es desigual. Mientras que en algunas áreas se han aplicado diferentes métodos de evaluación y monitoreo en otras son más escasos o prácticamente nulos (Corigliano, 2008; Basílico, de Cabo & Faggi, 2015; Graziano, Giorgi & Feijoó, 2021).

En el caso del *River Habitat Survey* (RHS) fue desarrollado en el Reino Unido para caracterizar y evaluar, en términos generales, la estructura de los arroyos y ríos (Environment Agency, 2003). Se basa en la recolección estandarizada de datos a lo largo de 500 m de longitud del río y su corredor,

que se extiende 50 m hacia ambos lados del curso principal. Las observaciones se realizan en dos escalas diferentes: (i) en transectas perpendiculares cada 50 m y (ii) de manera continua a lo largo de los 500 m del sitio de muestreo. En cada uno de los 10 puntos de control de calidad del canal, se evalúa el sustrato del canal, el tipo de flujo, las características del hábitat, los tipos de vegetación, la estructura de la vegetación ribereña y las modificaciones artificiales. La aplicación de este índice a nivel de cuenca es importante porque permite evaluar de manera sistemática el estado físico de los cursos de agua, ya que ofrece un protocolo estandarizado que permite describir y comparar la estructura del hábitat fluvial entre diferentes tramos y a lo largo del tiempo (Raven *et al.*, 1998). También esenciales del canal y de las riberas, como la morfología, el sustrato, las unidades de flujo, la presencia de madera muerta y las alteraciones antrópicas, permitiendo identificar presiones y procesos de degradación que afectan la integridad del ecosistema (Raven *et al.*, 1998; Cotler *et al.* 2010). Asimismo, su utilización constituye una herramienta clave para la gestión y la restauración fluvial, ya que posibilita establecer líneas de base, priorizar sectores vulnerables y orientar intervenciones de acuerdo con el grado y tipo de alteración detectada (Environment Agency, 2003). Considerando estos aportes, el trabajo se orienta a presentar los resultados de la aplicación del RHS en la cuenca del arroyo Del Oro con el fin de evaluar la condición de las riberas en tramos que evidencian distintos grados de intervención antrópica. A su vez, se propone analizar la necesidad de adaptar ciertos criterios del índice a cuencas pequeñas, para asegurar una valoración más ajustada a las dinámicas hidrogeomorfológicas propias de estos sistemas.

Área de estudio

La cuenca del arroyo Del Oro (62 km²) está situada en el centro-este del cordón de Sierra de la Ventana, Argentina (Figura 1). Este sistema se eleva sobre la llanura pampeana y se extiende en dirección noroeste- sureste a lo largo de 180 km (Sellés Martínez, 2001). Geomorfológicamente, en la cuenca se observan valles en forma de V, profundamente excavados en los flancos de las sierras. Estos valles configuran redes con cauces torrenciales que funcionan como cuencas receptoras de los cursos de agua que drenan la región. Al llegar al piedemonte, donde la pendiente es más suave, los cauces pierden capacidad y competencia, lo que provoca el ensanchamiento del valle debido a la deposición de sedimentos. En algunas áreas del piedemonte o en la llanura interserrana, la inclinación de la pendiente es tan baja que la red de drenaje muestra características divagantes y, en la cuenca baja, incluso anastomosadas (Casado, 2006; Gil, 2010; Gil & Campo, 2012). El régimen fluvial es irregular, ya que depende directamente de las precipitaciones en la región, de su variabilidad estacional y del volumen de agua disponible para el escurrimiento superficial (Casado, 2006; Casado *et al.*, 2007).

Figura 1. Localización de la cuenca del arroyo Del Oro

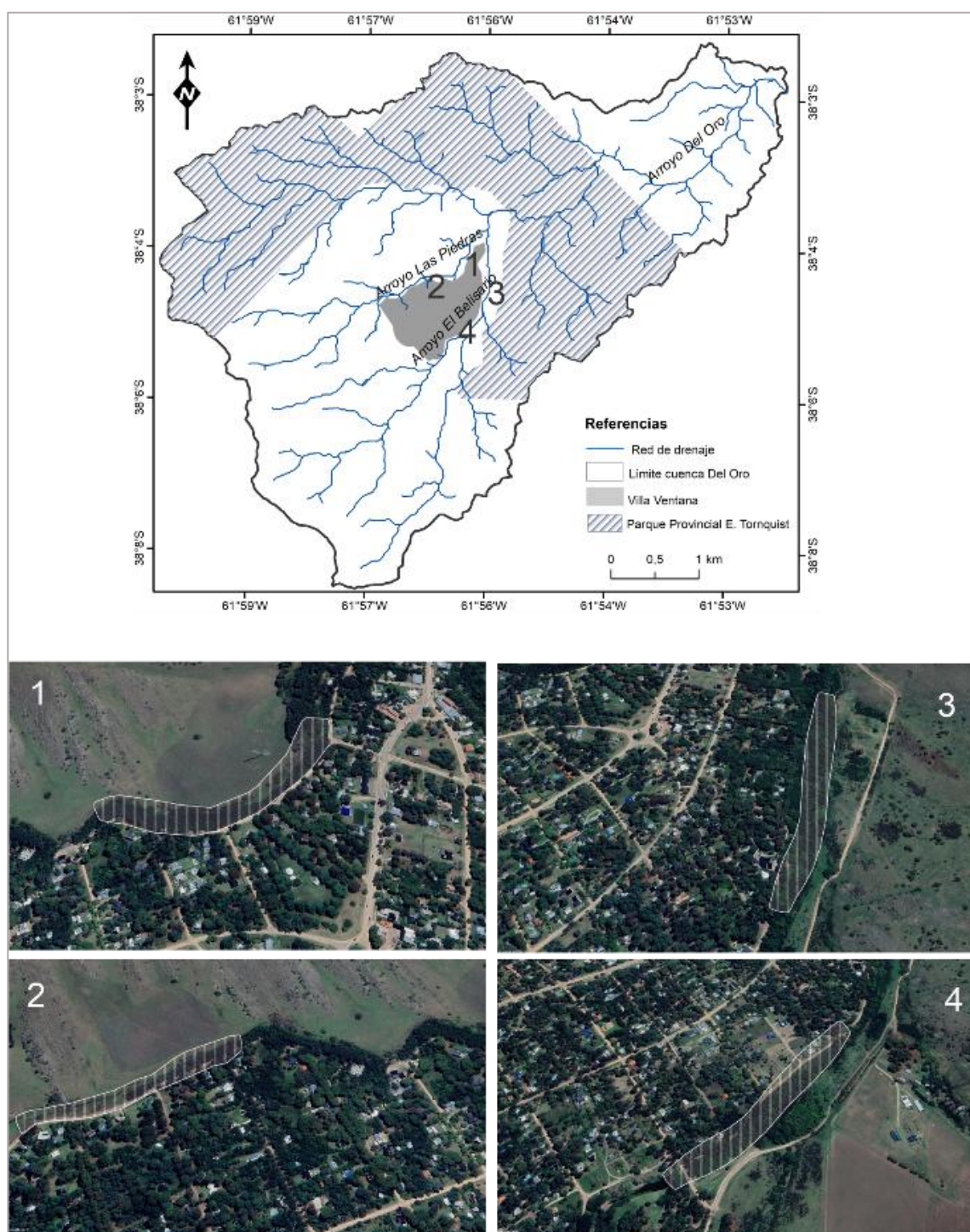
Fuente: elaboración propia con datos obtenidos del Instituto Geográfico Nacional (IGN)

Dentro de los límites de la cuenca se encuentra la localidad de Villa Ventana y un sector del Parque Provincial Ernesto Tornquist (PPET), área protegida que conserva algunos de los últimos relictos del pastizal pampeano. Ambos lugares se destacan por su afluencia turística y por constituir enclaves en expansión y de gran importancia para el desarrollo del turismo regional (De Cabo & Speake, 2021). Esta dinámica turística, junto con el crecimiento urbano asociado, genera presiones sobre el sistema fluvial, especialmente en los sectores más próximos a las riberas, donde se observan modificaciones en los usos del suelo, aumento de la carga recreativa y procesos de transformación del paisaje (Zapperi & Volonté, 2024).

Materiales y métodos

Se aplicó el RHS a diferentes tramos de dos cursos de agua de la cuenca Del Oro: los arroyos El Belisario y Las Piedras. La selección de los tramos fluviales constituye un paso fundamental previo a la aplicación del índice ya que determina las unidades de análisis sobre las cuales se evaluará el estado del curso de agua y sus riberas (Raven *et al.*, 1998). Para este trabajo, el criterio principal de diferenciación fue el grado de antropización presente en cada sector, entendida como la ocupación, uso o modificación del entorno ribereño por actividades humanas, lo cual influye directamente en la estructura y función del ecosistema fluvial (Sabater *et al.*, 2018). Bajo este enfoque, se seleccionaron cuatro tramos de 500 m representativos de las condiciones actuales de la cuenca: dos localizados sobre el arroyo Las Piedras y dos sobre el arroyo El Belisario (Figura 2). Estos sectores presentan distintos tipos e intensidades de intervención permitiendo comparar cómo varían los atributos en función de las presiones antrópicas. El trabajo de campo se llevó a cabo en febrero de 2025, período en el que los arroyos presentan caudales de base, lo que favorece las observaciones de campo.

Figura 2. Localización de los tramos de aplicación del RHS (cuenca Del Oro)

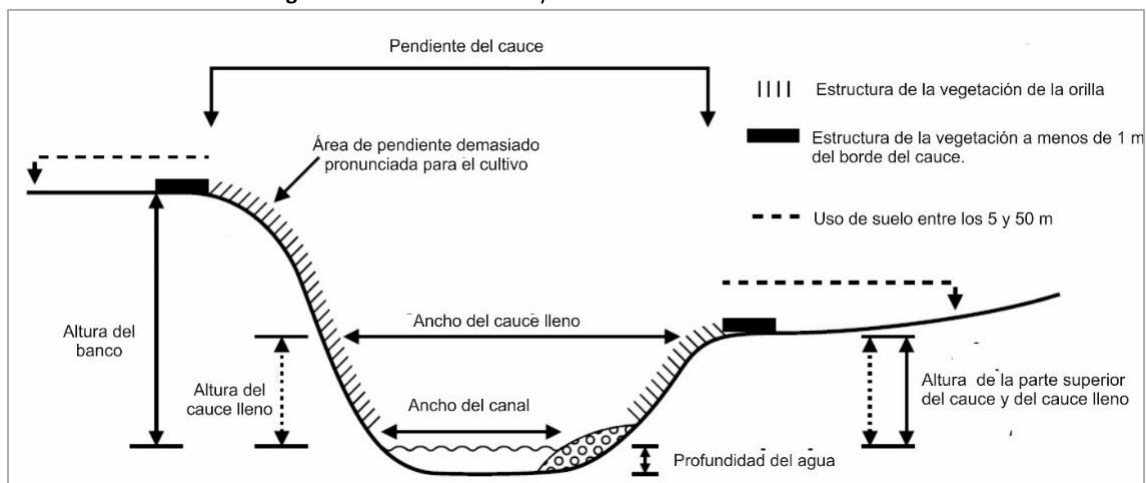


Fuente: elaboración propia sobre la base de Google Earth

La aplicación de RHS consta de 4 etapas, la primera (a) incluye una caracterización general del sitio en el cual se realizan las observaciones, la descripción de la forma del valle, el número de rápidos (*riffle*), piletones (*pool*) y barras (*bars*). En la misma etapa se incluye la observación de la presencia o ausencia de elementos artificiales en los 500 metros del tramo como, por ejemplo: puentes, alcantarillas, vados, etc.

La segunda etapa (b) incluye la caracterización de los atributos físicos; para ello se seleccionan 10 puntos de muestreo dentro de cada tramo (un punto cada 50 m). En esta instancia se detalla: material predominante y modificaciones de ambas márgenes. Del canal principal, se registra el sustrato, el tipo de flujo, la presencia y cantidad de canales en su interior y las modificaciones que se hayan realizado. Además, se caracteriza el tipo de vegetación y usos de suelo. En la figura 3 se observa los aspectos que deben ser considerados en cada uno de estos puntos de observación.

Figura 3. Sección transversal y relevamiento a realizar cada 50 m



Fuente: modificado de *Environment Agency* (2003)

En la tercera etapa (c) se retoma la escala de tramo (500 m) para registrar el uso del suelo predominante y describir el perfil de ambas márgenes, haciendo especial énfasis en la presencia de modificaciones antrópicas. Además, se releva la composición arbórea, su distribución a lo largo del tramo y las funciones que cumple la vegetación en el hábitat fluvial. La última etapa (d) es de carácter más general e incorpora la descripción de otros elementos relevantes para el investigador, incluyendo la identificación de modificaciones en el canal por vegetación. En caso de detectarse, se especifica el tipo de cobertura presente y se diferencia entre especies nativas y exóticas.

Resultados

Arroyo Las Piedras

a) Características generales

En ambos tramos del arroyo no se observan canales artificiales y en la mayor parte del curso el fondo del canal se encuentra visible. La forma predominante del valle es en V superficial y en el tramo 1, sobre la margen izquierda se observan terrazas que tienen 0.6 m con estratos bien diferenciados. Respecto a la presencia de *pools* y *riffles* ambos se encuentran presente en los 500 m, contabilizándose 9 *pools* y 5 *riffles*. La presencia de ambos está vinculada con la forma de ajustar la energía que tiene el arroyo combinando procesos de dispersión y clasificación de sedimentos.

b) Atributos físicos según puntos de muestreo

En esta segunda parte se evalúan los tramos en 10 secciones diferentes separadas cada 50 metros. Respecto específicamente al canal, el fondo se encuentra visible y está compuesto principalmente por bloques cuyo diámetro supera los 60 cm y gravas gruesas. (Figura 4). En el momento que se

realizó el trabajo de campo el tipo de flujo predominante no era perceptible según las categorías del RHS. En este punto es importante destacar que este arroyo tiene como única fuente de alimentación las precipitaciones, y como se describió en el área de estudio, estas ocurren en determinados momentos del año no coincidiendo con el mes en el que se realizó la campaña.

Figura 4. Terrazas y *pool* en el tramo 1 del arroyo Las Piedras



Fuente: fotografías de las autoras

c) y d) Caracterización del tramo y del sistema fluvial: uso del suelo, márgenes, vegetación ribereña y modificaciones del canal

Para la parte (c) del índice se consideran 4 aspectos relativos al tramo en su totalidad (500 m). Uno de ellos es el uso de suelo el cual en el área de la cuenca es predominantemente ganadero. En general, los sistemas productivos son mixtos, con una preponderancia de la actividad ganadera bovina sobre la agrícola, debido principalmente a las limitaciones edafo-climáticas. El perfil de ambas márgenes es natural y responde a la tipología suave sobre la margen izquierda en la cual se encuentra la terraza que se menciona previamente.

Otro punto importante dentro de este apartado está relacionado con la presencia/ausencia de árboles, su ubicación dentro del tramo y sus características. En el tramo, el estrato arbóreo representa un continuo sobre la margen derecha, provocando sombra sobre el canal debido a la altura de los ejemplares, los cuales superan los 15 m y la especie dominante es *Populus alba*. Algunos de los ejemplares presentan raíces expuestas, producto del socavamiento del agua durante los eventos de crecidas como así también se observan ramas caídas sobre el canal y el descortezamiento causado también por dichos eventos. En estos 500 m relevados no se encontraron barras de sedimentos y se observó el fondo de canal con rocas expuestas debido al caudal bajo que circulaba en ese momento.

Por último, si bien las márgenes mantienen perfiles naturales, la actividad ganadera constituye el principal impacto sobre el tramo, manifestándose en procesos de degradación del suelo, presión sobre la cobertura vegetal y potencial contaminación del curso. Respecto de la vegetación, se observó que, debido al escaso caudal circulante, las especies avanzaron hacia el interior del canal, conformando hábitats semipermanentes que se mantienen hasta que una próxima precipitación incremente el caudal.

Además, corresponde a la última etapa (d) caracterizar las dimensiones del canal y los bancos hacia ambas márgenes. En el caso del banco derecho como se mencionó previamente, la altura

es de 0.6 m mientras que el izquierdo es 0.2 m. El ancho del canal es de 8 m y la profundidad de la lámina de agua no pudo ser medida ya que el caudal circulante no lo permitía.

Arroyo El Belisario

a) Características generales

Como parte de las características generales en ambos tramos, el espacio se encuentra vegetado en su totalidad. No hay canales artificiales y el fondo del canal se encuentra visible. La forma del valle predominante en el tramo es cóncava con terrazas naturales sobre la margen derecha, las cuales se encuentran vegetadas principalmente con especies de *Hedera hélix* y la altura supera los 2 m mientras que las terrazas de la margen izquierda oscilan entre 1m y 1.5 m. Respecto a los pools y rifles, se observaron 3 *riffles* y 2 *pools* en los 500 metros.

b) Atributos físicos según puntos de muestreo

En las observaciones realizadas en las diez secciones relevadas a lo largo de cada tramo, se identificó una marcada homogeneidad en el fondo del canal, sin evidencias significativas de variabilidad textural entre los distintos puntos de muestreo. El material predominante corresponde a sedimentos de granulometría gruesa, principalmente gravas gruesas y bloques, estos últimos con diámetros que alcanzan aproximadamente los 60 cm. Esta composición sugiere condiciones de energía relativamente elevada del flujo, capaces de movilizar y sostener este tipo de carga de fondo.

En relación con el régimen hidrológico, durante el momento del relevamiento de campo el arroyo presentaba un caudal de 0,4 m³/s. Este valor resulta consistente con la estabilidad observada en la estructura del lecho y la ausencia de procesos erosivos activos o de redistribución reciente de sedimentos en las secciones analizadas.

c) y d) Caracterización del tramo y del sistema fluvial: uso del suelo, márgenes, vegetación ribereña y modificaciones del canal

El uso del suelo predominante en los alrededores de los tramos es residencial y turístico. La localidad de Villa Ventana constituye uno de los principales núcleos turísticos del sudoeste bonaerense y los arroyos representan un atractivo central. En este contexto, el sector de El Belisario presenta un acceso sencillo para los visitantes y, además, sobre una de sus riberas se desarrolla un sendero interpretativo perteneciente al Parque Provincial Ernesto Tornquist, lo que incrementa su uso recreativo.

En el segundo tramo se localiza un dique que embalsa el agua al inicio del sector, lo que permite conformar el balneario situado aguas arriba (Figura 5). En cuanto a la caracterización de ambos márgenes, el material dominante es sedimento grueso sobre la margen no intervenida, mientras que la margen derecha se encuentra atravesada por un camino paralelo a la calle. Las terrazas alcanzan en algunos puntos más de 2 m de altura, predominando en ellas sedimentos finos.

Figura 5. Dique y actividad recreativa en el tramo 2 del arroyo El Belisario



Fuente: fotografías de las autoras

La vegetación presenta una estructura estratificada, con un primer estrato herbáceo, un estrato intermedio de arbustos y un estrato superior conformado por árboles. Debido a la presencia de agua permanente —a diferencia del arroyo Las Piedras— se observan asociaciones de especies hidrófilas, como *Senecio bonariensis*. Las comunidades de especies exóticas conforman una franja longitudinal adyacente al canal, ocupando más del 75 % del tramo, y más del 50 % del sector se encuentra cubierto por árboles exóticos, principalmente *Populus alba*. El tramo presenta un alto grado de antropización, asociado a la proximidad con áreas urbanizadas y a las tareas de limpieza del cauce, que incluyen la remoción de vegetación ribereña y la profundización del canal en determinados sectores.

Discusión

En este contexto, diversos estudios han señalado que los índices de evaluación hidromorfológica y de calidad ribereña presentan limitaciones cuando se aplican a realidades territoriales, hidrológicas y socioambientales diferentes. En respuesta a estas restricciones, se han propuesto adaptaciones metodológicas orientadas a mejorar la representatividad de los indicadores, incorporar presiones específicas del entorno y ajustar las escalas de análisis a las condiciones locales. En este sentido, la modificación del índice de calidad de riberas (QBR) propuesta por Araya Yannarella y Fernández Hernández (2017) responde a las limitaciones de los índices tradicionales para evaluar riberas en contextos con elevada ocupación urbana, agrícola e industrial, como la cuenca del río Burío—Quebrada Seca (Costa Rica), donde las funciones sociales del espacio ribereño adquieren un rol central. En el caso de Basílico, de Cabo y Faggi (2015) proponen una adaptación del BBR a las condiciones locales de arroyos en la llanura pampeana.

En Portugal, Ferreira et al. (2011) adaptaron el RHS a las características regionales y fluviales del país, con el objetivo de registrar de manera más precisa los atributos del hábitat, evaluar su calidad y dar cumplimiento a los requerimientos normativos establecidos por la Directiva Marco del Agua (DMA). Durante su aplicación, los autores identificaron como principal limitación la variabilidad del caudal, tanto anual como interanual, característica de los ríos de régimen mediterráneo, la cual puede superponerse a los efectos de las presiones antrópicas y dificultar la diferenciación entre alteraciones de origen natural y aquellas inducidas por la actividad humana. Esta condición dificultó el reconocimiento y la correcta caracterización de algunos de los atributos considerados en el RHS original. En respuesta a esto, se introdujeron modificaciones en distintas secciones del formulario de campo, con el fin de reflejar de manera más adecuada las particularidades de los ríos portugueses e incorporar los componentes exigidos por la DMA.

En cuencas pequeñas, como la Del Oro, la aplicación del RHS puede optimizarse mediante una adaptación metodológica (Tabla 1). En este sentido, se propone reducir la longitud del tramo evaluado a 100 m en función de la homogeneidad del cauce y ajustar el número y la distribución de las observaciones, priorizando menos puntos y más representativos. En este tipo de cuencas, las variaciones espaciales en los usos del suelo y la cobertura vegetal suelen ser poco significativas a la escala del tramo analizado. No obstante, en lo que respecta a los cambios morfológicos, resulta necesario un mayor nivel de detalle, ya que, debido a la dinámica propia de estos cursos de agua, se desarrollan canales secundarios, depósitos de sedimentos y pequeñas terrazas que es importante identificar y considerar en la evaluación.

Tabla 1. Propuesta de modificaciones a la metodología original

	RHS	RHS modificación propuesta
Longitud del tramo	500 m	100 m
Puntos de observación detallada	10 puntos (uno cada 50 m)	4 puntos (uno cada 25 m)
Características de la vegetación ribereña	Estructura Tipo de vegetación	Continuidad, ancho y estado de la vegetación ribereña
Cobertura / Uso de suelo	Bosque latifoliado o mixto (seminatural); Plantación forestal latifoliada o mixta; Bosque de coníferas (seminatural); Plantación de coníferas; Matorral y arbustal; Huerta; Humedal; Cuerpo de agua artificial; Cuerpo de agua natural; Pastizal natural; Pastura mejorada; Vegetación herbácea alta; Roca expuesta; Urbanización; Agricultura; Parques y jardines.	Simplificar y reagrupar categorías según uso de suelo en lugar de cobertura: agricultura, ganadería, actividad turística, área recreativa, urbanización, etc.

Fuente: elaboración propia

Dada la importancia que tiene la vegetación de ribera en estas cuencas pequeñas es fundamental profundizar la caracterización de la continuidad, el ancho y el estado de la vegetación ribereña, el grado de intervención antrópica inmediato y los usos del suelo adyacentes, los cuales ejercen una influencia directa y significativa sobre la dinámica de estas áreas. En este contexto, las categorías de uso del suelo que se proponen desde el RHS pueden simplificarse o reagruparse, dado que suelen presentar una elevada homogeneidad espacial a lo largo de los tramos analizados, sin pérdida sustancial de información relevante. Asimismo, se considera necesario contextualizar los resultados mediante una caracterización básica de las condiciones hidrológicas al momento del relevamiento, atendiendo a la rápida y marcada respuesta de estos cursos de agua frente a los eventos de precipitación, lo que condiciona tanto la morfología del cauce como la estructura y funcionalidad de las riberas.

Conclusiones

El análisis de los tramos evaluados en los arroyos Las Piedras y El Belisario evidencia sistemas fluviales con escasa intervención directa sobre el cauce, pero condicionados por los usos del suelo en su entorno. Los rasgos geomorfológicos registrados, como la presencia de *pools* y *riffles*, la composición del lecho y el desarrollo de terrazas naturales, reflejan dinámicas propias de cursos serranos con alta capacidad de transporte durante crecidas. Si bien ambos mantienen una estructura ribereña relativamente natural, las presiones antrópicas vinculadas a actividades ganaderas o usos residenciales y turísticos generan impactos diferenciados sobre cada tramo. La aplicación del RHS permitió reconocer estos contrastes y caracterizar de manera integradora el

estado del hábitat fluvial, aportando una base sólida para el monitoreo y la gestión ambiental futura.

En este marco, se propone una adaptación metodológica del RHS para su aplicación en cuencas pequeñas, como la del arroyo Del Oro, que consiste en reducir la longitud del tramo evaluado a 100 m, en función de la homogeneidad del cauce, y ajustar el número y la distribución de las observaciones, priorizando menos puntos, pero más representativos. Asimismo, se plantea incorporar un mayor nivel de detalle en el relevamiento de los cambios morfológicos, dado que en estos sistemas se desarrollan canales secundarios, depósitos de sedimentos y pequeñas terrazas que resultan claves para la evaluación del hábitat fluvial.

Referencias

- Araya-Yannarella, F., & Fernández-Hernández, A. (2017). Modificación del índice de calidad de riberas: Inclusión del componente social en la evaluación de la calidad ribereña de la microcuenca del río Burío-Quebrada Seca. *Uniciencia*, 31(1), 39–49.
- Basilico, G. O., de Cabo, L., & Faggi, A. (2015). Adaptación de índices de calidad de agua y de riberas para la evaluación ambiental en dos arroyos de la llanura pampeana. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, 17, 119–134.
- Casado, A. (2006). *Modelo digital para la prevención de incendios forestales en el área de Villa Ventana* (Tesis de grado). Universidad Nacional del Sur.
- Casado, A., Gil, V., & Campo, A. M. (2007). Consecuencias de la variación de la disponibilidad hídrica en la cuenca del arroyo El Belisario, Buenos Aires, Argentina. *Huellas*, 11, 9–26.
- Corigliano, M. del C. (2008). Índices para evaluar la calidad ambiental en ríos serranos urbanos mediante indicadores. *Revista de la Universidad Nacional de Río Cuarto*, 28, 33–54.
- Cotler, H., Garrido, A., Bunge, V., & Cuevas, M. L. (2010). *Las cuencas hidrográficas de México: Diagnóstico y priorización*. Instituto Nacional de Ecología.
- De Cabo, L., & Speake, M. A. (Eds.). (2021). *Áreas naturales de la provincia de Buenos Aires*; Informe Técnico, DOI: 10.13140/RG.2.2.22604.95369
- De Cabo, L., Melignani, E., & Basilico, G. (2020). Los indicadores de calidad de las áreas ribereñas. En E. Domínguez, A. Giorgi, & N. Gómez (Eds.), *La bioindicación en el monitoreo y evaluación de los sistemas fluviales de Argentina: Bases para el análisis de la integridad ecológica*. EUDEBA.
- Domínguez, E., Encalada, A. C., Fernández, H. R., Giorgi, A. D. N., Marchese, M. R., Miserendino, M. L., Munne, A., Prat, N., Ríos-Touma, B., & Rodríguez Capítulo, A. (2022). Biomonitorio en ríos de Argentina: Un camino por recorrer. *Ecología Austral*, 32, 229–244.
- Elosegi, A., & Díez, J. R. (2009). *Los ríos y sus riberas*. Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco.
- Environment Agency. (2003). *River Habitat Survey: Field survey guidance manual*. Environment Agency.
- Feijoó, C. (Ed.). (2021). *Conservación, manejo y restauración de sistemas fluviales: Una aproximación ecológica*. INEDES.
- Ferreira, J., Pádua, J., Hughes, S. J., Cortes, R. M., Varandas, S., Holmes, N., & Raven, P. (2011). Adapting and adopting River Habitat Survey: Problems and solutions for fluvial hydromorphological assessment in Portugal. *Limnetica*, 30(2), 263–272. <https://doi.org/10.23818/limn.30.20>
- Gil, V. (2010). *Hidrogeomorfología de la cuenca alta del río Sauce Grande aplicada al peligro de crecidas* (Tesis doctoral). Universidad Nacional del Sur.

- Gil, V., & Campo, A. M. (2012). Geomorfología y procesos de vertiente: Cuenca alta del río Sauce Grande (Buenos Aires, Argentina). *Cuaternario y Geomorfología*, 26(1–2), 133–150.
- Giorgi, A., & Vilches, C. (2021). Rol de las riberas en los ecosistemas fluviales. En C. Feijoó (Ed.), *Conservación, manejo y restauración de sistemas fluviales: Una aproximación ecológica*. INEDES.
- Graziano, M., Giorgi, A., & Feijoó, C. (2021). Multiple stressors and socio-ecological traps in Pampean streams (Argentina): A conceptual model. *Science of the Total Environment*, 765, 142785.
- Graziano, M. P., Deguire, A. K., & Surasinghe, T. D. (2022). Riparian buffers as a critical landscape feature: Insights for riverscape conservation and policy renovations. *Diversity*, 14(3), 172. <https://doi.org/10.3390/d14030172>
- Gu, J.-Y., Lee, J.-W., Lee, S.-W., Park, Y., & Park, S.-R. (2025). Enhancing stream ecosystems through riparian vegetation management. *Land*, 14(6), 1248. <https://doi.org/10.3390/land14061248>
- Gualdoni, C. M., Duarte, C. A., & Medeot, E. (2011). Estado ecológico de dos arroyos serranos del sur de Córdoba, Argentina. *Ecología Austral*, 21, 149–162.
- Kondolf, G. M., & Piégay, H. (2016). *Tools in fluvial geomorphology*. John Wiley & Sons.
- Magdaleno, F. (2013). Las riberas fluviales. *Ambienta*, 104, 90–101.
- Ollero, A., Ballarín, D., & Mora, D. (2009). *Aplicación del índice hidrogeomorfológico (IHG) en la cuenca del Ebro: Guía metodológica*. Confederación Hidrográfica del Ebro.
- Raven, P. J., Holmes, N. T. H., Dawson, F. H., & Everard, M. (1998). Quality assessment using River Habitat Survey data. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 8(4), 477–499.
- Riis, T., Kelly-Quinn, M., Aguiar, F. C., Manolaki, P., Bruno, D., Bejarano, M. D., Clerici, N., Fernandes, M. R., Franco, J. C., Pettit, N., Portela, A. P., Tammeorg, O., Tammeorg, P., Rodríguez-González, P. M., & Dufour, S. (2020). Global overview of ecosystem services provided by riparian vegetation. *BioScience*, 70(6), 501–514. <https://doi.org/10.1093/biosci/biaa041>
- Sabater, S., Elozegi, A., & Ludwig, R. (2018). Multiple stressors in river ecosystems: Status, impacts and prospects for the future. *Science of the Total Environment*, 630, 1–10.
- Scott, L. N., Villamagna, A. M., & Angermeier, P. L. (2018). A new modeling approach to prioritize riparian restoration to reduce sediment loading in two Virginia river basins. *Environmental Management*. <https://doi.org/10.1007/s00267-018-1078-6>
- Sellés Martínez, J. (2001). Geología de la Ventania (Provincia de Buenos Aires, Argentina). *Journal of Iberian Geology*, 27, 43–69.
- Vollmer, D., Shaad, K., Souter, N. J., Farrell, T., Dudgeon, D., Sullivan, C. A., & McNally, A. (2018). Integrating the social, hydrological and ecological dimensions of freshwater health: The Freshwater Health Index. *Science of the Total Environment*, 627, 304–313. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.01.040>
- Zapperi, P., & Volonté, A. (2024). Uso y apropiación de zonas ribereñas en la localidad de Villa Ventana (Provincia de Buenos Aires, Argentina). *Contribuciones Científicas GAEA*, 36, 147–154.

Sobre las autoras

Antonela Volonté. Licenciada y profesora en Geografía (Universidad Nacional del Sur, Argentina). Doctora en Geografía (Universidad Nacional del Sur, Argentina). Investigadora Asistente de CONICET y Asistente de docencia con dedicación semiexclusiva en las cátedras Introducción a la Geografía y Didáctica y Práctica de la Geografía. Miembro activo de la Red Argentina de Geografía Física. Sus temas de investigación y extensión están centrados en el riesgo de crecidas en cuencas serranas, la gestión de los recursos hídricos y la hidroecología.

Directora de la investigación/primer autora, redactora del borrador original.

Verónica Gil es Profesora, Licenciada y Doctora en Geografía por la Universidad Nacional del Sur (UNS), Argentina. Profesora Adjunta en las cátedras de Hidrografía Marina y Continental, Climatología y Geografía Física (Departamento de Geografía y Turismo DGyT-UNS). Investigadora Independiente CONICET y Categoría II en el programa de Incentivos Docentes de la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU). Los intereses de investigación se centran principalmente en el análisis hidrogeomorfológico y su aplicación a la gestión de espacios fluviales, los riesgos hidroclimáticos e hidrometeorológicos y el monitoreo de variables ambientales para comprender los cambios en el funcionamiento de los sistemas fluviales.

Codirectora de la investigación/segunda autora y editora, correctora de estilo