



INFORME TÉCNICO DE MONITOREO AMBIENTAL COMUNITARIO DEL RÍO CHAVASCATE

2024-2025

Entidades participantes:



1. INTRODUCCIÓN

El estudio de la calidad ambiental de las cuencas hídricas es indispensable debido al deterioro ambiental acelerado que han experimentado en las últimas décadas a nivel planetario. Se conoce que la alteración de diversos procesos terrestres en el contexto del Cambio Global, desde mediados del siglo XX, como por ejemplo cambios en los ciclos de nutrientes, en el clima, en la cobertura vegetal de ecosistemas terrestres, en la disponibilidad de agua dulce, entre otros (Richardson et al., 2023), amenazan a los sistemas acuáticos continentales a escala mundial, y por lo tanto ponen en riesgo la disponibilidad de agua de calidad para las generaciones presentes y futuras (Abbot et al., 2019). Algunos de los efectos directos de los cambios mencionados son el aumento de la carga de materia orgánica, nutrientes y sedimentos -lo que se conoce como proceso de eutrofización. La eutrofización es un proceso natural que puede ser acelerado por actividades antrópicas que producen el aumento de la carga de nutrientes clave, como el fósforo-P y el nitrógeno-N, procedentes de diversas fuentes de origen antrópico, así como el incremento del flujo de sedimentos y materia orgánica por erosión de los suelos (Pannard et al., 2024). Entre las consecuencias de este proceso se encuentra el desbalance de las redes tróficas acuáticas, y por lo tanto el aumento de poblaciones de algunos organismos, que en algunos casos pueden producir toxinas (por ejemplo, cianobacterias; Paerl et al., 2020). El conjunto de estos efectos resulta en el deterioro de la calidad del agua.

En general, es conocido que, los ríos y arroyos de menor tamaño sufren más amenazas que las sufridas por ríos grandes (Biggs, et al., 2017). Particularmente, los ríos y arroyos de la ladera oriental de las Sierras Chicas de Córdoba han mostrado los efectos de la crisis hídrica agudizada en la región durante la última década, producto del cambio climático y exacerbada debido al crecimiento urbano desordenado y a las actividades productivas no reguladas. Entre las amenazas que producen la disminución de caudal de ríos y arroyos, se encuentran la pérdida de bosque y la sobreexplotación de aguas superficiales y subterráneas. Parte de este escenario resulta del continuo proceso de deforestación al que ha sido sometida la provincia de Córdoba desde principios del siglo XX y que se ha intensificado en las últimas décadas (Gavier y Bucher, 2004; Carranza, et al., 2015). Los principales factores que promueven la reducción de la cobertura de bosque en Sierras Chicas (y en general en el resto de las Sierras de Córdoba) responde principalmente a la expansión urbana sin planificación, a los grandes emprendimientos inmobiliarios, a la explotación de canteras y a los reiterados incendios forestales (Martina, et al., 2020; Deón y Gómez Silveira, 2022). Además, existen otras amenazas, como el deterioro de la calidad del agua afectada por contaminación química y orgánica (por ejemplo por descargas puntuales de efluentes a los sistemas acuáticos o fuentes difusas por lavado de suelos

contaminados), extracción de áridos, alteración del cauce de ríos, trasvase de cuencas, presencia de especies exóticas, construcción de represas, entre otras (Deon, 2015; Formica et al., 2015; Chiavassa et al., 2017; Mazzucco, 2020).

A partir del conocimiento del estrecho vínculo naturaleza-sociedad, es que surge la propuesta de considerar a las cuencas hídricas como parte de un ciclo hidrosocial (Budds y Linton, 2018), en el que aspectos hidrológicos, geológicos y ecológicos, están atravesados por los aspectos comunitarios, culturales, económicos y políticas de uso, manejo y gestión. Es por esto que el agua debe ser entendida como un bien ambiental que forma parte de este complejo metabolismo naturaleza-sociedad. Desde esta concepción se desprende el concepto de territorio hidrosocial, que hace referencia a una “red multiescalar espacialmente limitada en la que los seres humanos, los flujos de agua, las relaciones ecológicas, la infraestructura hidráulica, los medios financieros, los acuerdos jurídico-administrativos y las instituciones y prácticas culturales se definen, alinean y movilizan interactivamente” (Boelens et al., 2016).

En relación a este concepto, se considera que los ordenamientos territoriales participativos y la creación, regulación y gestión de reservas naturales son procesos que requieren el trabajo sostenido y participación de múltiples actores del territorio (Hermoso et al., 2016). La creación de la Reserva Hídrica Natural Comunal de Villa Cerro Azul (Res. 138/08) y La Reserva Hídrica Natural Cultural y Recreativa Municipal de Agua de Oro (Ord.1078) son ejemplos en el contexto regional del Corredor Sierras Chicas en general y de la vertiente oriental en particular (Paez, et. al, 2017). En relación a estos procesos, el monitoreo socioambiental comunitario de cursos de agua es una herramienta que permite integrar a las comunidades locales en la generación de conocimiento sobre el estado de las cuencas hídricas que habitan, aportando a la gestión y el cuidado de las mismas.

En las últimas dos décadas, la ciencia comunitaria participativa ha adquirido importancia y difusión a nivel mundial mediante la creciente participación de las comunidades locales en la formulación de preguntas relacionadas a problemáticas socioambientales, así como en la recolección, verificación, análisis, intercambio y difusión de datos científicos (Paul et al., 2018). La relevancia de las problemáticas socioambientales en el territorio hidrosocial de estudio y la activa participación de actores locales en su abordaje, promovieron el estudio sobre el estado ambiental del río Chavascate, llevado adelante por un equipo de investigadores de la FCEFYN-UNC y del CONICET, y habitantes de la cuenca. Este trabajo conjunto incluyó el diseño y ejecución del monitoreo, y la generación de información relevante sobre el estado de la cuenca.

La calidad del agua y el estado ambiental de un río y sus riberas, son indicadores tanto del efecto de las actividades que se desarrollan en el territorio hidrosocial, como de la

posibilidad de que el ecosistema mantenga su integridad y funciones a lo largo del tiempo, es decir su sostenibilidad. El monitoreo periódico de ríos y arroyos genera información sumamente útil para la toma de acciones de preservación, regulación de actividades y manejo y remediación del territorio hidrosocial.

En el marco de estos conceptos se plantea como objetivo del siguiente informe evaluar el estado de la calidad ambiental del río Chavascate a través del estudio de la calidad de sus riberas y parámetros de calidad y cantidad de agua empleando estrategias de participación ciudadana.

2. METODOLOGÍA

Se realizaron cuatro monitoreos ambientales en el río Chavascate: tres a lo largo del año 2024 (mayo, septiembre y diciembre) y uno a principios del 2025 (marzo), con el objetivo de representar a las diferentes temporadas del año hidrológico. Los sitios estudiados fueron Candonga, Vado San Francisco, Puente Cerro Azul (Rancho), Puente Agua de Oro y el Camping El Algarrobo. El primer monitoreo no incluyó a Candonga ya que se agregó a partir del segundo.

Estos sitios fueron definidos por las vecinas y vecinos de Villa Cerro Azul (VCA) y Agua de Oro (AO), guardaparques de VCA e integrantes del Área de Ambiente de ambos municipios, que participaron de manera activa en el diseño y ejecución del monitoreo del río Chavascate.

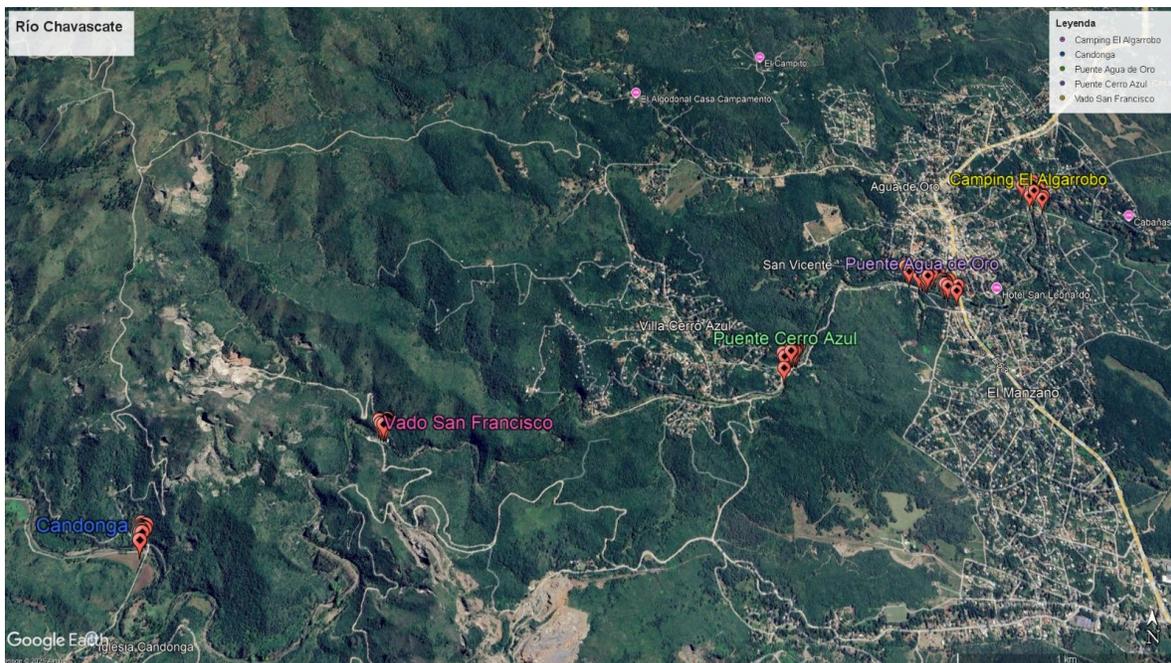


Figura 1: Sitios de monitoreo sobre el río Chavascate.

2.1. Variables físico-químicas indicadoras de calidad y cantidad de agua

Con el fin de caracterizar la calidad ambiental de los sitios estudiados en el río Chavascate, se midieron parámetros físico-químicos *in situ* (en el río): conductividad eléctrica (CE; $\mu\text{S}/\text{cm}$), pH, temperatura ($^{\circ}\text{C}$), oxígeno disuelto (OD; mg/L), fosfatos (mg/L) y caudal (m^3/s). Estas mediciones fueron realizadas a través de una sonda multiparamétrica Horiba U-52 (Conicet-UNC), kits comerciales (proporcionados por el proyecto PreserVamos a los habitantes de ambas localidades) y método de aforo del objeto flotador, estimando la velocidad de desplazamiento y el área de dos secciones en el tramo seleccionado. Además, se tomaron muestras de agua para la medición de parámetros químicos en laboratorio que serán determinados por técnicos de la Universidad Nacional de La Plata y el Instituto de Limnología Raúl Ringuelet (fósforo total- FT, mg/L; nitratos, mg/L; nitritos, mg/L; y amonio, mg/L).

2.2. Variables biológicas Indicadoras de calidad del agua

En el marco del proyecto de Compromiso Social Estudiantil (FCEfyN-UNC), se realizó un relevamiento de algas perifíticas. Estos organismos incluyen a las algas filamentosas (posibles de observar a ojo desnudo) y microscópicas, que habitan sobre las rocas sumergidas del río. Las algas perifíticas son muy buenas indicadoras de la calidad ambiental de los sistemas acuáticos. Se recolectaron en campo muestras de perifiton adherido a rocas del río en los 5 sitios monitoreados, durante el mes de agosto del 2024. Se analizó la composición de especies (o al mayor nivel taxonómico posible), mediante la observación en un microscopio óptico. Se realizó la determinación de las especies más frecuentes y se asoció a cada especie a las condiciones ambientales más favorables para su crecimiento. Con esta información se realizó un folleto para difusión en la comunidad.

2.3. Evaluación del estado ambiental con app Preservamos

PreserVamos es una aplicación móvil (<https://play.google.com/store/apps/details?id=appear.pnud.preservamos>) desarrollada en Argentina que permite a cualquier persona evaluar la calidad ambiental de ríos, arroyos y lagunas de manera sencilla y participativa. A través de la observación directa del entorno, los usuarios pueden registrar aspectos cualitativos como la transparencia del agua, la presencia de vegetación nativa o exótica, fauna visible y residuos, entre otros. Esta información se complementa con fotografías del lugar y se envía automáticamente a una base de datos centralizada. Los datos recopilados se integran en un mapa colaborativo en tiempo real (https://limnolab.shinyapps.io/preservamos_mapa/), accesible para

científicos, autoridades y la comunidad en general, facilitando el monitoreo continuo de estos ecosistemas acuáticos.

En los monitoreos participativos realizados entre otoño de 2024 y verano de 2025 se realizaron evaluaciones del hábitat ribereño con la app del proyecto. La gran participación obtenida por parte de la comunidad permitió obtener información valiosa acerca de la calidad de los ambientes analizados.

3. RESULTADOS E INTERPRETACIONES

3.1. Kits y sensores: variables físico-químicas

3.1.1. Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica (CE) es una medida de los iones disueltos en el agua. En general su valor es bajo en las nacientes de los ríos y a medida que transcurre por diferentes suelos aumenta. Además, podríamos esperar que estos valores se incrementen al aumentar la presencia humana en la cuenca ya que diversos contaminantes de origen residencial podrían aportar iones como sulfatos, cloruros y sodio (especialmente, los efluentes cloacales podrían aumentar la CE debido al ingreso de cloruros). Este parámetro suele medirse *in situ* en el momento de la toma de muestras ya que es afectado por los cambios de temperatura (valores mayores cuando aumenta la temperatura del agua).

La figura 2 muestra los valores de CE de los cuatro monitoreos. Se observa que los valores de los 5 sitios de monitoreo se encuentran dentro del rango 126 a 294 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La comparación general a escala temporal, indica que en el verano los valores de CE son los más altos para la mayoría de los sitios comparando con las otras estaciones del año. La comparación relativa entre sitios indica que los sitios con rangos más altos son Puente Cerro Azul (PCA), Puente Agua de Oro (PAO) y Vado San Francisco (VSF). Los valores promedio del sitio Candonga (CAND) fueron los más bajos.

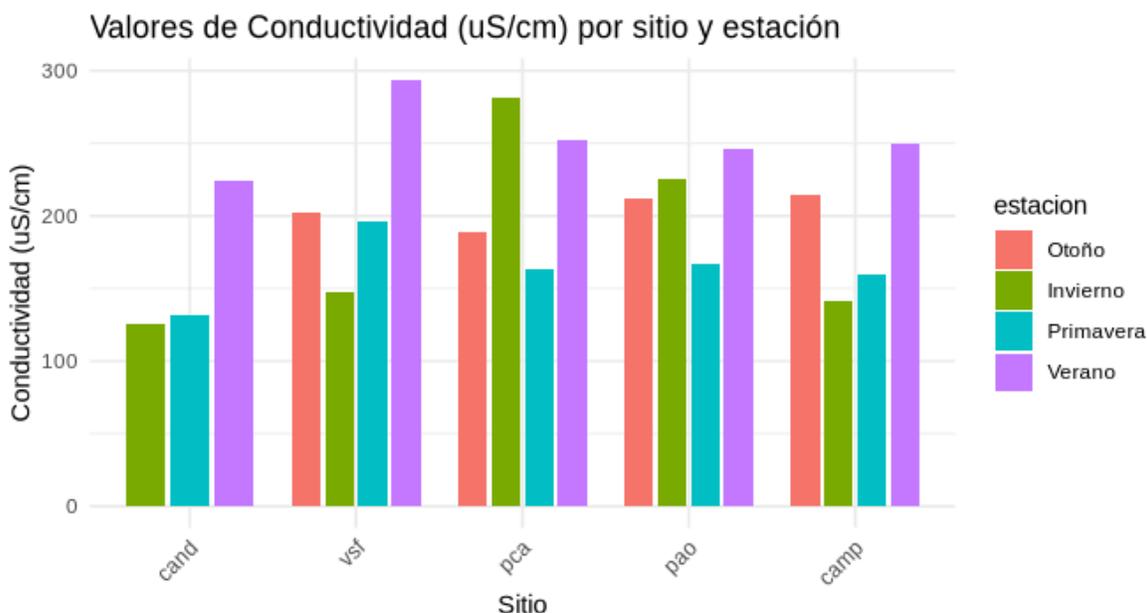


Figura 2: Conductividad por sitio (*cand*=Candonga, *vsf*=Vado San Francisco, *pca*=Puente Cerro Azul, *pao*= Puente Agua de Oro y *camp*=Camping El Algarrobo) y estación del año (ordenados según fecha de monitoreo).

3.1.2. pH

El pH es una medida de que tan ácida (pH bajos) o básica (pH altos) es un agua. En aguas de río, valores entre 6,5 y 8,5 son normales. Los valores esperables para las cabeceras de los ríos es de neutros (pH 7) a ácidos (< 7), haciéndose más básicos (> 7) cuenca abajo. Además, los valores de pH podrían ser alterados por descargas de ácidos (disminución marcada de pH) provenientes de descargas industriales o residenciales o pueden aumentar de manera pronunciada por una alta actividad fotosintética ya sea de algas o plantas acuáticas, debido a que el sistema recibe descargas con alta concentración de nutrientes, por ej., fosfatos. Al igual que como sucede con la CE, es recomendable realizar la medición de este parámetro *in situ* ya que es afectada por los cambios de temperatura. En este caso, el aumento en la temperatura del agua provoca un descenso de pH.

La figura 3 muestra los valores de los cuatro monitoreos. Según los resultados obtenidos en los diferentes sitios de monitoreo los valores de esta variable se encuentran dentro de los rangos normales y no evidencian disminución o incrementos marcados en alguno de los sitios y/o estaciones del año.

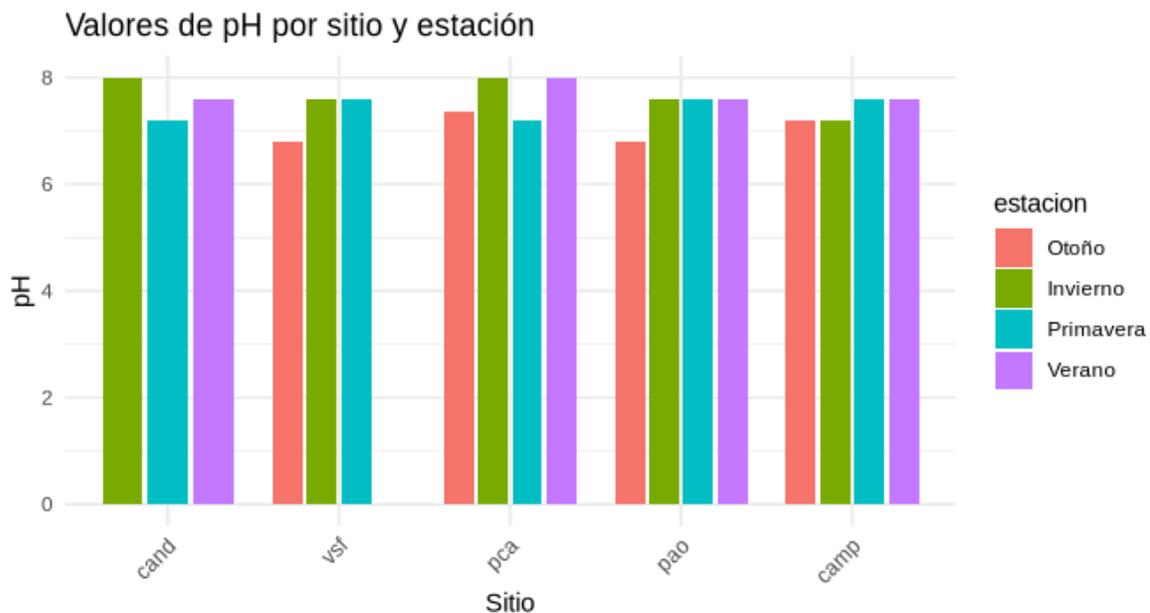


Figura 3: pH por sitio (cand=Candonga, vsf=Vado San Francisco, pca=Puerto Cerro Azul, pao=Puente Agua de Oro y camp=Camping El Algarrobo) y estación del año (ordenados según fecha de monitoreo).

3.1.3. Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto (OD) es esencial para la vida acuática y para la degradación de materia orgánica y consecuentemente para la capacidad depuradora de los ríos. La oxigenación del agua va variando naturalmente de forma diaria y estacional, siendo por ejemplo mayor durante el día, por la producción de oxígeno durante la fotosíntesis de las algas y plantas acuáticas, que por la noche. Este valor también se modifica con la turbulencia del agua, siendo más alto en aguas con corriente. Asimismo, la temperatura influye en la disolución de este gas en el agua, que es mayor a temperaturas más bajas. Por estos motivos es recomendable que este parámetro se mida siempre en el mismo lugar y en el mismo momento del día para que sean comparables. Por otro lado, si el curso de agua se contaminara con efluentes domésticos o heces de ganado podrían suceder dos cosas: que el OD aumente por la proliferación de algas y/o plantas acuáticas, producto del ingreso de nutrientes que esos efluentes estarían aportando, o que el OD disminuya al consumirse para descomponer la materia orgánica proveniente de las descargas.

Para la protección de la biota acuática se considera que los niveles de OD tienen que ser mayores a 5 mg/L.

La figura 4 muestra los valores de OD de los cuatro monitoreos. Se observa que todos los sitios de monitoreo presentan valores de OD en un rango entre 8 a 13,2 mg/L, lo que

indicaría que hay condiciones favorables para la vida acuática. La comparación relativa entre los sitios evidencia que el sitio Camping (CAMP) muestra valores de OD más altos que el resto de los sitios. Una primera interpretación, en base a observaciones cualitativas de que en este sitio hay una mayor biomasa de plantas acuáticas que en los otros sitios, podría indicar que existe una mayor producción de OD debido a la mayor actividad fotosintética. Otro factor que puede haber influido es que CAMP fue el sitio que se muestreó a primera hora del día en todas las ocasiones, y por lo tanto cuando la temperatura del agua era más baja, lo que puede haber contribuido a la disolución de este gas.

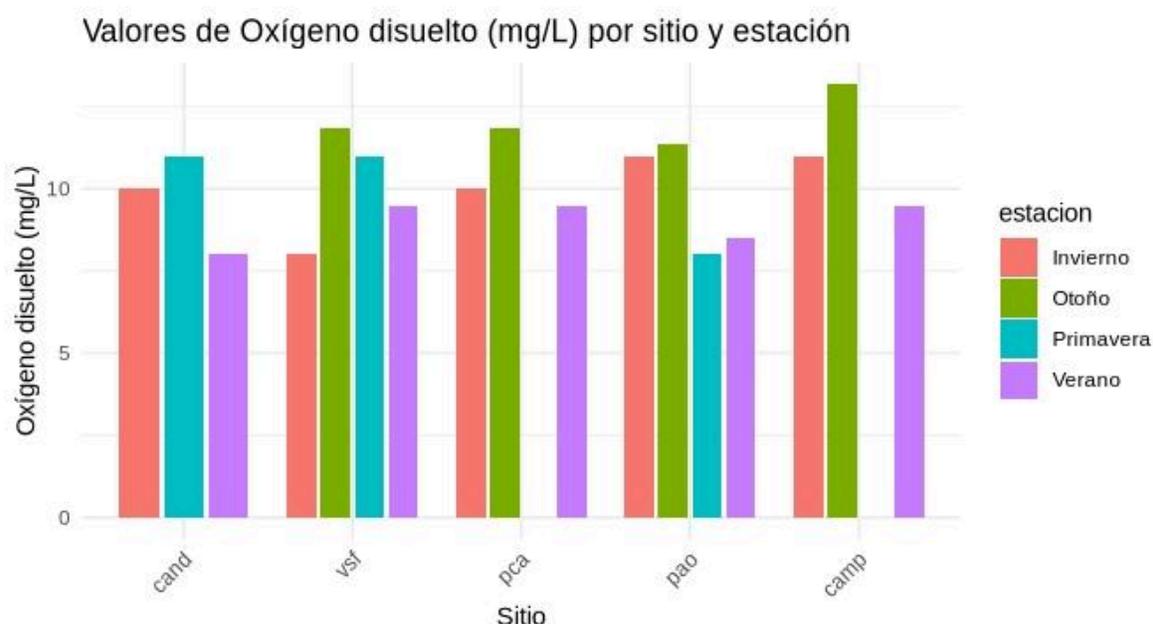


Figura 4: Oxígeno disuelto por sitio (cand=Candonga, vsf=Vado San Francisco, pca=Puerto Cerro Azul, pao= Puente Agua de Oro y camp=Camping El Algarrobo) y estación del año (ordenados según fecha de monitoreo).

3.1.4. Fosfatos

El fosfato es un compuesto inorgánico presente en aguas naturales y nutriente importante para la vida, especialmente para las algas y plantas acuáticas. El fósforo en los sistemas acuáticos puede provenir principalmente de tres fuentes: la disolución de rocas y minerales de la cuenca, actividades ganaderas o agrícolas, y vertidos de aguas residuales domésticas. Al respecto, los detergentes utilizados en la limpieza doméstica son uno de los principales causantes de contaminación por fósforo en aguas que reciben vertidos urbanos. El enriquecimiento de los sistemas acuáticos con este nutriente, pueden llevar al crecimiento excesivo de algas y plantas acuáticas, a este proceso se lo llama

eutrofización. La figura 5 muestra los valores de fosfato estimados a partir de un kit colorimétrico durante las estaciones de primavera y verano. Se observa que las mayores concentraciones de fosfatos se presentan en los dos sitios cercanos a la localidad de Agua de Oro, Puente Agua de Oro (PAO) y Camping (CAMP), durante las dos estaciones del año donde se estimó este parámetro. En particular, en primavera se presentaron los valores mayores en el sitio CAMP, siendo aproximadamente cinco veces más altos que en el sitio PAO. Por otro lado, en verano los valores fueron menores en comparación a primavera en el sitio CAMP, y un poco más altos en el sitio PAO.

Esta variable debe interpretarse cuidadosamente ya que los niveles detectados están cercanos a la sensibilidad de la técnica, por lo que podrían ser erróneos. Para esta variable los valores obtenidos solo se refieren a las estaciones de primavera y verano, ya que en las estaciones anteriores se utilizaba un kit comercial con valores sobrestimados, por lo que se decidió no tenerlo en cuenta para esta evaluación. De todos modos, al tratarse de una técnica analítica con un amplio margen de error, para tener conclusiones más robustas, es necesario hacer una comparación con determinaciones en laboratorio, las cuales se planean realizar a mediano plazo.

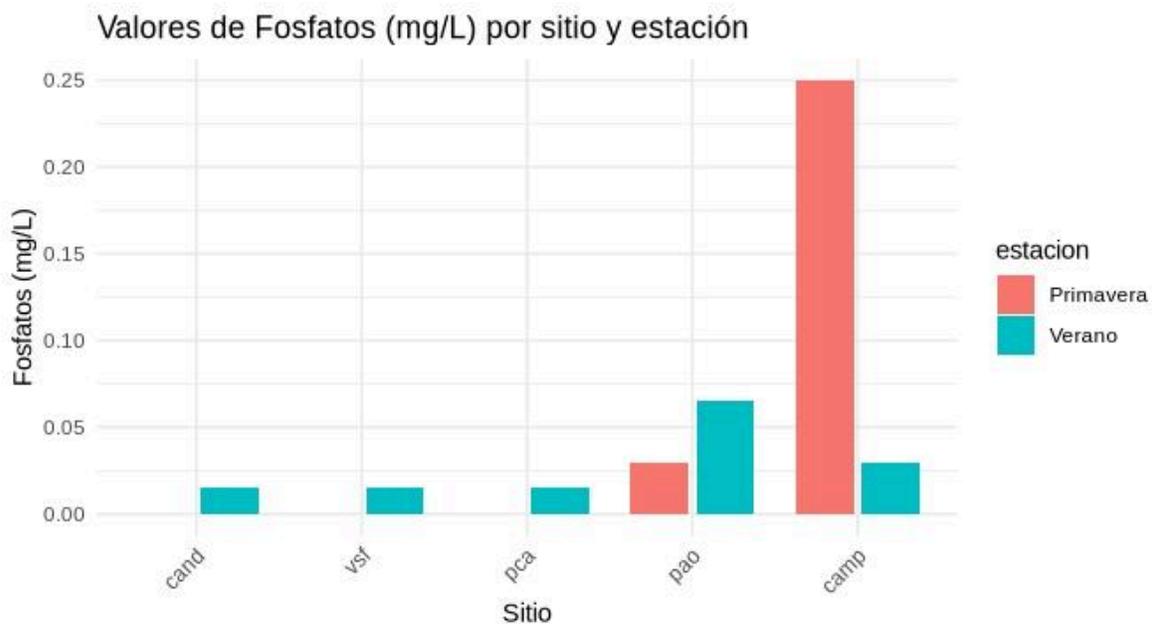


Figura 5: Fosfatos por sitio (cand=Candonga, vsf=Vado San Francisco, pca=Puerto Cerro Azul, pao=Puente Agua de Oro y camp=Camping El Algarrobo) y estación del año (ordenados según fecha de monitoreo). Los sitios sin barra indican que las mediciones fueron por debajo del límite de detección de la técnica.

3.2. Caudal

El caudal nos indica la cantidad de agua que está moviéndose por el cauce de un río. Sus niveles pueden bajar por infiltración hacia la napa freática, por extracción de agua del río y/o de la napa freática, o por evaporación. Además son conocidos otros factores que disminuyen el caudal de un río de manera indirecta, como por ejemplo el desmonte de la cuenca. Esto disminuye la cobertura vegetal y consecuentemente la infiltración del agua de lluvias en los suelos, proceso que representa una fuente fundamental de recarga de las napas freáticas y de los cursos de agua superficiales. Por otro lado, el caudal puede aumentar por descargas artificiales, naturales (vertientes), aportes de la freática o lluvias. La figura 6 muestra los valores de los cuatro monitoreos. Se observa que el rango del caudal estimado es de 0,079 a 0,64 m³/s. La comparación relativa entre sitios muestra una disminución del caudal desde el sitio Vado San Francisco (VSF), que es el que obtuvo el mayor caudal promedio, hacia los sitios que se ubican en cuenca más baja. Así, el caudal promedio presenta valores intermedios en el sitio Puente Cerro Azul (PCA), seguido por Puente Agua de Oro (PAO). El menor caudal promedio se determinó en el último sitio de estudio, el Camping (CAMP). En el caso del sitio ubicado en la cuenca alta, Candonga (CAND), se observaron, en invierno y primavera, caudales similares a CAMP, mientras que en verano los caudales fueron mayores y similares a PCA. Se considera que el caudal en este sitio se encuentra afectado por la extracción de agua para suministro a las localidades de Agua de Oro, Va. Cerro Azul y El Manzano.

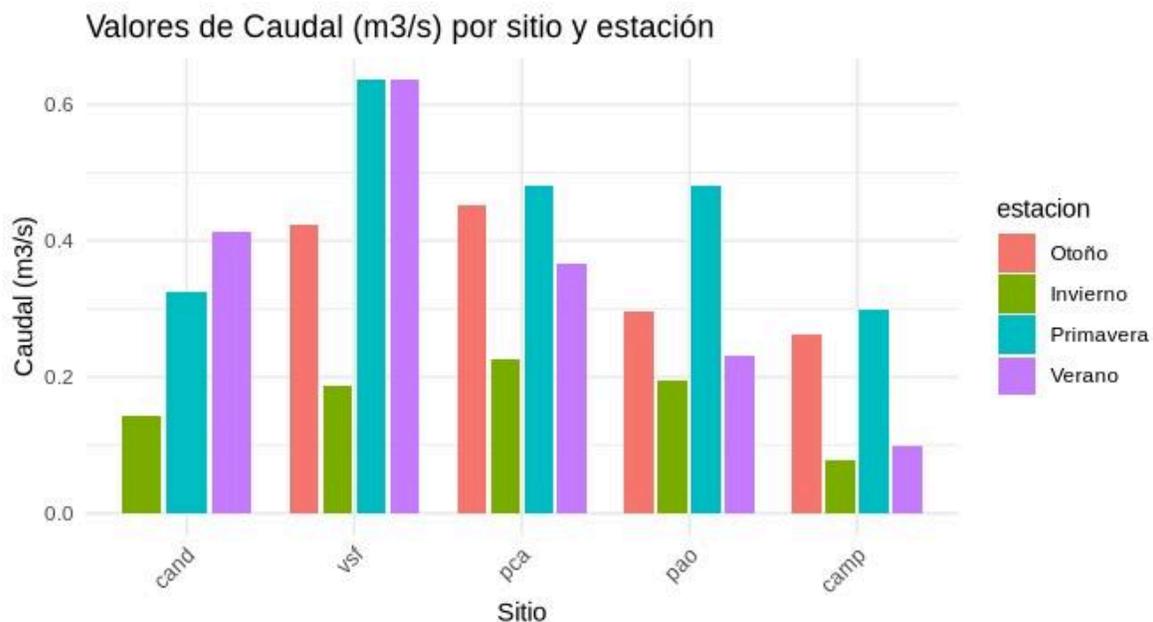


Figura 6: Caudal por sitio (cand=Candonga, vsf=Vado San Francisco, pca=Puente Cerro Azul, pao= Puente Agua de Oro y camp=Camping El Algarrobo) y estación del año (ordenados según fecha de monitoreo).

3.3. Especies Bioindicadoras

La calidad del agua influye sobre la composición y distribución de comunidades de organismos acuáticos, por lo que el seguimiento de dichas comunidades puede ser útil para diagnosticar el estado ecológico de los sistemas acuáticos. Los cambios y diferencias en la composición de las comunidades de organismos acuáticos nos indican el estado ambiental que resulta de la integración de condiciones sucesivas, es decir, con el estudio de los bioindicadores logramos interpretar lo que viene sucediendo en el sistema, como si fuera una película.

Las algas que se encuentran sujetas a una superficie (rocas sumergidas, plantas acuáticas) en ambientes dulceacuícolas, son denominadas algas perifíticas y pueden proveer información sobre la integridad de los ecosistemas acuáticos. Es decir, las algas brindan información sobre las condiciones ambientales de un río como la calidad del agua, estructura del río y la capacidad de sostener una alta diversidad de especies.

El estudio realizado en la temporada de invierno (agosto 2024) permitió identificar diversas especies de algas sobre las rocas sumergidas del río Chavascate, en 5 sitios de muestreo. Las especies identificadas pertenecen a tres grandes grupos: Diatomeas, Clorófitas (*algas verdes*) y Cianobacterias (*algas verdeazuladas*). Los resultados principales se muestran en la Tabla 1 del Anexo I y en el folleto de difusión en Anexo II.

Los resultados más relevantes son la presencia de la cianobacteria *Nostoc verrucosum* solo en los sitios CAND y VSF, lo que indicaría una condición de baja concentración de nutrientes y materia orgánica, mientras que en los sitios PCA, PAO y CAMP, están presentes la especie de diatomea *Melosira varians* y el alga verde *Spirogyra spp.* que indicarían una condición de moderada a alta concentración de nutrientes y materia orgánica. El sitio CAMP además presentó la cianobacteria *Anabaena spp.* que es indicadora de un estado de alta eutrofización. Estos resultados indican que si bien los últimos tres sitios presentarían un estado ambiental de menor calidad que los sitios de cuenca alta, podríamos interpretar que la presencia de *Anabaena spp.* en CAMP indica un peor estado ambiental en comparación al resto de los sitios.

Sin embargo, sería necesario para obtener resultados concluyentes, completar el relevamiento de algas perifíticas en otras épocas del año e integrarlos con las variables físico químicas.

3.4. Calidad del agua y del hábitat ribereño evaluados por app PreserVamos

Los resultados obtenidos de las valoraciones cualitativas realizadas con la app PreserVamos durante los cuatro monitoreos ambientales, fueron ordenados en figuras, donde a la izquierda se muestran las dimensiones relacionados a la calidad del agua, y a la derecha aquellas que caracterizan al hábitat ribereño. A cada uno de los aspectos valorados se les asignó una calificación de 0 a 10, basado en la calificación promedio de

cada uno de los mapeos realizados a lo largo del periodo (2024-2025), en donde el estado ambiental óptimo está representado por 10, y el peor escenario por 0.

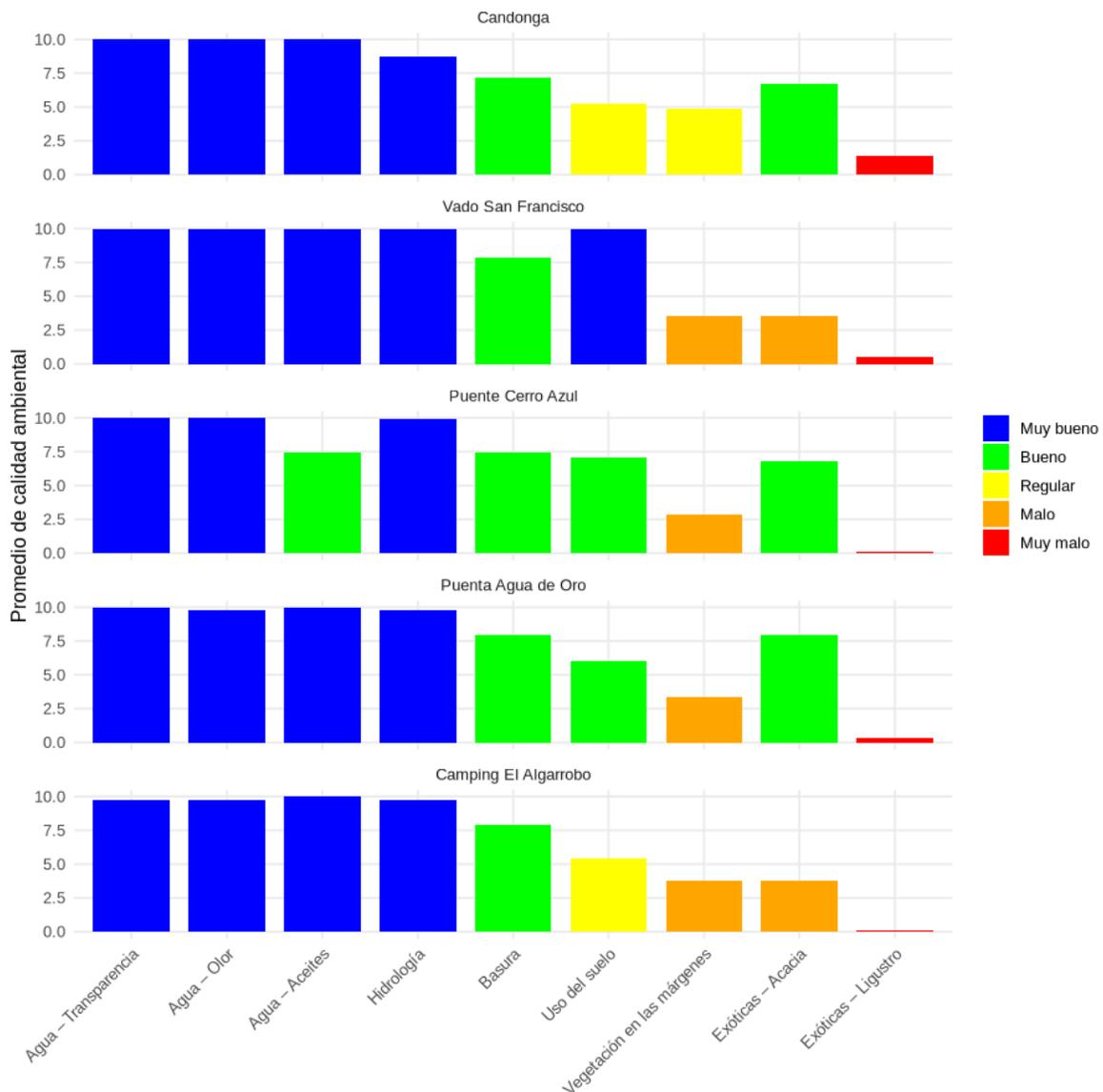


Figura 7: Promedio de calidad ambiental estimada a través de la app PreserVamos para cada una de las dimensiones de análisis para cada uno de los sitios estudiados.

Las valoraciones de la calidad del agua con la app PreserVamos, fueron muy altas en todos los sitios, aunque se detectó una leve baja por la presencia de espumas (indicado

como aceites en el gráfico) en el sitio PCA, que en este caso podrían ser de origen natural por ser una zona de muchas cascadas.. Por otro lado, vemos que el aspecto hidrología que contempla la naturalidad del cauce tuvo una leve desmejoría en el sitio CAND ya que hubo en el monitoreo de 2025 un movimiento completo del cauce del río.

La valoración de aspectos relacionados con el hábitat ribereño, muestra información valiosa en relación al estado ambiental general de la ribera del sector monitoreado, así como la posibilidad de identificar diferencias en la intensidad de algunas problemáticas ambientales entre los sitios. Entre los aspectos que tuvieron una valoración similar a lo largo de todo el tramo del río monitoreado, la presencia de **riqueza de vegetación en las márgenes**, se reportó como baja en todos los sitios (aproximadamente 3 puntos), mientras que la presencia de **basura** se registró como media (aproximadamente 7 puntos). En relación a los aspectos que presentaron diferencias entre los sitios, la **alteración por uso del suelo**, se presenta con el óptimo puntaje en VSF, es decir, baja intervención humana. Por otro lado, CAND, PAO y CAMP presentan valores medios de **alteración por uso de suelo**, es decir, se identifica intervención humana de grado intermedio, mientras que PCA tiene un puntaje mayor a estos últimos, es decir se lo valora con menor influencia antrópica que los otros tres sitios. Otro aspecto valorado es la presencia de especies arbóreas exóticas, como el **ligustro** (o siempreverde) y la **acacia negra**. En la mayoría de los sitios se reportó una alta frecuencia de **ligustro**. Por otro lado, si bien **acacia negra** presentó una menor cantidad de registros que **ligustro**, su mayor frecuencia se registró en CAMP y VSF.

4. Conclusiones preliminares y recomendaciones

La primera conclusión a la que se arriba después de un año de monitoreo ambiental participativo, es que en el territorio hidrosocial del río Chavascate habita una comunidad sumamente interesada por la preservación de su patrimonio natural y cultural. Los monitoreos se realizaron en un clima de absoluto compromiso con el cuidado de este ambiente clave y frágil. Estas instancias fueron de gran importancia para la capacitación de los actores locales en la medición de variables de calidad y cantidad del agua, así como en la valoración del estado de la ribera por medio de herramientas digitales. Asimismo, el intercambio de saberes entre los actores del territorio y los integrantes del equipo de investigadores fue sumamente enriquecedor para ambos grupos. A partir de esta experiencia se pone en evidencia una vez más que el río Chavascate y su cuenca deben seguir siendo monitoreados y protegidos.

En relación a la evaluación del estado ambiental del río Chavascate en el tramo estudiado, se puede concluir que el río se encuentra en un estado de bueno a regular. Es importante destacar que hay ciertos parámetros a los que hay que poner mayor atención y seguir monitoreando a futuro. Entre ellos destacamos:

1. Caudal: presenta los menores valores en el sitio de cuenca baja (CAMP), después de haber atravesado las localidades de Villa Cerro Azul y Agua de Oro. Asimismo, el sitio de cuenca alta (CAND), donde se extrae el agua para las localidades de la cuenca, presenta valores bajos en relación a los otros tres sitios, El sitio sin urbanización es el que presenta mayores caudales (VSF).
2. Fosfato: muestra un marcado aumento en los sitios aguas abajo (PAO y CAMP). Los valores más elevados en PAO y CAMP en relación al resto de los sitios, indican un proceso de eutrofización más avanzado en esta zona de la cuenca, probablemente debido a efluentes residenciales que son vertidos de manera puntual o difusa al río o a arroyos afluentes.
3. Algas perifíticas: los sitios en zonas urbanas y periurbanas (PCA, PAO y CAMP) son los que muestran la presencia de las especies más relacionadas con menor calidad del agua, especialmente CAMP que es el único sitio donde se presenta la cianobacteria *Anabaena* spp.
4. Hábitat de ribera: el estado general es regular, especialmente por aspectos como **riqueza de vegetación en las márgenes del río**, que muestran valores bajos, así como la presencia de especies arbóreas exóticas, como **siempre verde o ligustro**, de amplia distribución en Sierras Chicas.

Se considera importante sumar el mapeo y monitoreo de las vertientes y arroyos que tributan al río Chavascate, ya sea de forma permanente o temporal, así como asociar el estado ambiental de la cuenca y de sus diferentes sectores con el uso del agua y del territorio hidrosocial. En este sentido, se espera que el monitoreo de arroyos y vertientes afluentes del río Chavascate, proyectado para el período 2025-2026, aporte información tanto sobre su estado ambiental, así como de las actividades y usos del agua en el territorio que afectan y determinan el estado ambiental de la cuenca estudiada.

Bibliografía

Abbott, B. W., Bishop, K., Zarnetske, J. P., Hannah, D., Frei, R., Minaudo, C., ... & Pinay, G. (2019). A water cycle for the Anthropocene. *Hydrological Processes*, 33(23), 3046-3052.

APHA, 2017. Standard methods: for the examination of water and waste water, 23rd ed. American Public Health Association. [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(90\)90598-4](https://doi.org/10.1016/0003-2697(90)90598-4).

Biggs, J., von Fumetti, S., & Kelly-Quinn, M. (2017). The importance of small waterbodies for biodiversity and ecosystem services: implications for policy makers. In *Hydrobiologia* (Vol. 793, Issue 1, pp. 3–39). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s10750-016-3007-0> Canada, 2012. Guidelines for Canadian Recreational Water Quality. Third Edition

Boelens, R.; Hoogesteger, J.; Swyngedouw, E.; Vos, J. y Wester, P., (2016). “Hydro-social territories: a politicecology perspective” en: *Water International*. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/02508060.2016.1134898>

Budds, J. y Linton, J. 2018. El ciclo hidrosocial: Hacia un abordaje relacional y dialéctico al agua. En: *Agua, Equidad y Justicia: El Papel de las Relaciones de Poder en la Asignación, Uso y Gobernanza de Recursos Hídricos en los Andes*. Fondo Editorial PUCP, Lima, pp. 37-56. ISBN 9786124320309

Carranza, M. L., Hoyos, L., Frate, L., Acosta, A. T., & Cabido, M. (2015). Measuring forest fragmentation using multitemporal forest cover maps: Forest loss and spatial pattern analysis in the Gran Chaco, central Argentina. *Landscape and Urban Planning*, 143, 238-247. Disponible en: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/12603>

Chiavassa, S., Ensabella, B., & Deon, J. U. (2017). Territorialidades en conflicto y acciones colectivas: las luchas por el agua en Sierras Chicas, provincia de Córdoba, Argentina. *Agua y Territorio/Water and Landscape*, (10), 43-57.

Deon, J. U. (2015). Sierras Chicas, conflictos por el agua y el uso del suelo. Relaciones de poder en la gestión de cuencas. El caso de la cuenca del río Chavascate, Córdoba, Argentina. *Revista del Departamento de Geografía. FFyH-UNC-Argentina*. ISSN, 2346, 8734.

Deón J., Gómez Silveira, L. Sierras Chicas problemas grandes: luchas por la tierra y el agua en las serranías de Córdoba, Argentina.

Formica, S. M., Sacchi, G. A., Campodonico, V. A., Pasquini, A. I., & Cioccale, M. A. (2015). Modelado de calidad de agua en ríos de montaña con impacto antrópico. Caso de estudio: Sierra Chica de Córdoba, Argentina. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 31(4), 327-341.

Gavier, G. I., & Bucher, E. H. (2004). Deforestación de las Sierras Chicas de Córdoba (Argentina) en el período 1970-1997 (Vol. 101, pp. 1-27). Córdoba: Academia Nacional de

Ciencias.

Disponible

en:https://www.academia.edu/30647717/Deforestaci%C3%B3n_de_las_Sierras_Chicas_de_C%C3%B3rdoba_Argentina_en_el_per%C3%ADodo_1970_1997

Hermoso, V., Abell, R., Linke, S., & Boon, P. (2016). The role of protected areas for freshwater biodiversity conservation: challenges and opportunities in a rapidly changing world. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 26, 3-11.

Martina, E. B., Barri, F. R., & Deon, J. U. (2020). Desarrollo urbanístico en las Sierras de Córdoba: Consecuencias y resistencias en un territorio hidrosocial en disputa. *Quid* 16 (14), 187-214.

Mazzuco, 2020. Análisis de Gestión Ambiental del Río de Agua de Oro y sus riberas. Diplomado IRAM en Gestión Ambiental.

Paerl, H. W., Havens, K. E., Xu, H., Zhu, G., McCarthy, M. J., Newell, S. E., ... & Qin, B. (2020). Mitigating eutrophication and toxic cyanobacterial blooms in large lakes: The evolution of a dual nutrient (N and P) reduction paradigm. *Hydrobiologia*, 847(21), 4359-4375.

Páez, J., Deon, J. U. y Camacho, C., 2017. Áreas Desprotegidas. Análisis de la gobernanza de las áreas Protegidas de la Provincia de Córdoba; Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Filosofía y Humanidades. Departamento de Geografía; *Cardinalis*; 9; 12-2017; 4-41

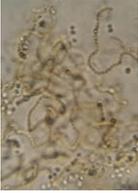
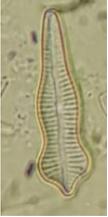
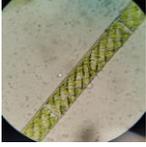
Pannard, A., Souchu, P., Chauvin, C., Delabuis, M., Gascuel-Odoux, C., Jeppesen, E., ... & Gross, E. M. (2024). Why are there so many definitions of eutrophication?. *Ecological monographs*, 94(3), e1616.

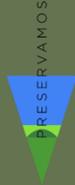
Paul, J.; Buytaert, W.; Allen, S.; Ballesteros-Cánovas, J.; Bhusal, J.; Cieslik, K. & Supper, R. (2018). Citizen science for hydrological risk reduction and resilience building. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 5(1), e1262

Richardson, K., Steffen, W., Lucht, W., Bendtsen, J., Cornell, S. E., Donges, J. F., ... & Rockström, J. (2023). Earth beyond six of nine planetary boundaries. *Science advances*, 9(37), eadh2458. Robertson-Bryan, Inc. (2004) Technical Memorandum: pH Requirements of Freshwater Aquatic Life. California's Central Valley Water Quality Control Board.

US.EPA, (2002). A review of the reference dose and reference concentration processes. In *Risk Assessment Forum*, U. The Environmental Protection Agency.

Tabla 1. Especies de algas perifíticas más frecuentes identificadas en cada sitio de muestreo que indican alguna condición ambiental específica. Sitio 1: Candonga, sitio 2: Vado San Francisco, sitio 3: Puente Cerro Azul, sitio 4: Puente Agua de Oro, sitio 5: Camping Algarrobo.

CONDICIÓN AMBIENTAL INDICADA				
SITIOS DE MUESTREO	Baja concentración de nutrientes y materia orgánica BUEN ESTADO AMBIENTAL	Aguas con corriente	Alta concentración de nutrientes y materia orgánica ESTADO AMBIENTAL REGULAR	Aguas con poca corriente
CANDONGA (CAND)	<p><i>Nostoc verrucosum</i> vista macroscópica</p>  <p><i>Nostoc verrucosum</i> vista microscópica</p> 	<p><i>Cladophora glomerata</i></p>  <p>vista macroscópica</p>		
VADO SAN FRANCISCO (VSF)	<p><i>Nostoc verrucosum</i> vista microscópica</p>  <p><i>Gomphonema acuminatum</i> vista microscópica</p> 	<p><i>Cladophora glomerata</i></p>  <p>vista microscópica</p>		
PUENTE CERRO AZUL (PCA)			<p><i>Spirogyra spp.</i> vista macroscópica</p>  <p><i>Melosira varians</i> vista microscópica</p> 	<p><i>Spirogyra spp.</i></p>
PUENTE AGUA DE ORO (PAO)			<p><i>Spirogyra spp.</i> vista microscópica</p>  <p><i>Melosira varians</i></p>	<p><i>Spirogyra spp.</i></p>
CAMPING ALGARROBO (CAMP)			<p><i>Spirogyra spp.</i> vista microscópica</p>  <p><i>Anabaena spp.</i> vista microscópica</p>  <p><i>Melosira varians</i></p>	<p><i>Spirogyra spp.</i></p>



¿Quiénes somos?

Preservamos es un equipo de investigadores, educadores y voluntarios dedicado a la conservación de ecosistemas acuáticos.

Nuestra misión es fomentar la participación de la comunidad en la investigación y preservación de ríos y lagos.

Muestreo de campo: Regis Micaela, Curá Margarita, Ceballos Paula, Bonifacio Alejo, Micaela Zambrano, Daga Claudia y Halac Silvana

Identificación y fotos: Ceballos Paula, Curá Margarita, Regis Micaela y Daga Claudia

Diseño: Acosta Lucía y Sagardoy Celeste

Dirección de Compromiso Social Estudiantil: Daga Claudia y Halac Silvana



[preservamos.ar](https://www.instagram.com/preservamos.ar)



[/preservamos.ar](https://www.facebook.com/preservamos.ar)

Bioindicadores

Las algas y los helechos acuáticos, son sensibles a las condiciones ambientales, son excelentes bioindicadores de la calidad del agua, reflejando cambios en concentración de nutrientes, presencia de contaminantes y estado ecológico de un sistema natural

Lugares mapeados

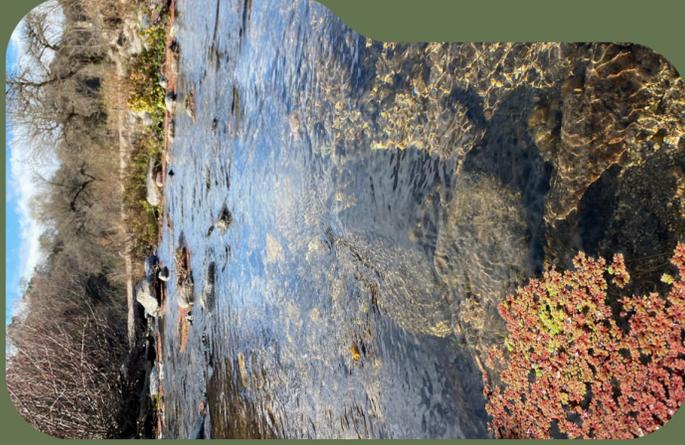
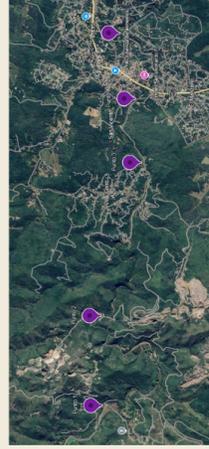
Sitio 1: Vado de Candonga

Sitio 2: Vado La Virgencita (antes de Cerro Azul)

Sitio 3: Pileta de Agua de Oro (después de Cerro Azul)

Sitio 4: Puente de Agua de Oro (antes de Agua de Oro)

Sitio 5: Camping de Agua de Oro (después de Agua de Oro)



Preservamos

Mirá, Mapeá, Compartí

Monitoreo del Río
Chavascate

Anexo II

Especies identificadas

Sitio 1



Ambiente de agua cristalina, cubierto de Azolla (helecho acuatico), colonias de Nostoc de hasta 20 cm, presencia de algas verdes (*Cladophora*) en baja abundancia y presencia de ganado.



- *Nostoc verrucosum*
 - *Diatoma hiemale*
 - *Cladophora glomerata*
- Algas indicadoras de un buen estado ambiental
- Indicadoras de aguas con corriente



Sitio 2



Colonias de Nostoc más pequeñas, escasa cantidad de algas verdes y Azolla, mucha cantidad de larvas de mosca negra.

- *Nostoc verrucosum*
- *Amphipleura lindheimeri*
- *Diatoma hiemale*
- *Gomphonema acuminatum var. coronatum*
- *Cladophora glomerata*



Sitio 3



Abundantes algas verdes (*Spirogyra* spp.) y *Azolla*, ausencia de colonias de *Nostoc*.

- *Pediastrum boryanum*
- *Amphipleura lindheimeri*
- *Spirogyra* spp.
- *Melosira varians*



Sitio 4



Abundantes algas verdes en buen estado (*Spirogyra*), disminuye la cantidad de *Azolla* con respecto a los puntos anteriores.

- *Closterium diana*
- *Diatoma hiemale*
- *Melosira varians*
- *Spirogyra* spp.



Sitio 5



Abundantes algas verdes en descomposición, elevada cantidad de macrófitas, notable disminución de *Azolla*, fondo con mucho sedimento, disminución del caudal con respecto a los otros puntos

- *Anabaena* spp.
- *Spirogyra* spp.
- *Melosira varians*
- *Ulothrix zonata*



Para ver los organismos al microscopio escanea

