

## REVISIÓN Y ANÁLISIS DE ESTUDIOS REALIZADOS EN LA CUENCA DEL ARROYO NAPOSTÁ GRANDE

FERNÁNDEZ, SANDRA N.<sup>1</sup>; REGUERA, FLORENCIA<sup>2</sup>; LÓPEZ, NATALIA C.<sup>2</sup> Y  
SCHEFER, JUAN C.<sup>2</sup>

1: Departamento de Ingeniería  
Universidad Nacional del Sur  
Alem 1253, 8000 Bahía Blanca  
Comisión de Investigaciones Científicas (CIC)  
e-mail: sfernand@uns.edu.ar

2: Departamento de Ingeniería  
Universidad Nacional del Sur  
Alem 1253, 8000 Bahía Blanca  
e-mail: florencia.reguera@uns.edu.ar, nclopez@uns.edu.ar, juancarlos.schefer@uns.edu.ar

**Resumen.** *El arroyo Napostá Grande, ubicado al sur de la provincia de Buenos Aires, representa una potencial fuente alternativa para el abastecimiento de agua a la ciudad de Bahía Blanca y su zona de influencia. Una adecuada gestión del recurso hídrico depende fundamentalmente de la información disponible, de su correcta interpretación y del análisis de aspectos técnicos, económicos, sociales y culturales. En los últimos años, se han realizado diferentes estudios que incluyen tanto la caracterización hidromorfológica de la cuenca como la evaluación de las características físico-químicas del recurso hídrico superficial del arroyo Napostá Grande. El objetivo del presente trabajo es recopilar y difundir la información más relevante en cuanto a calidad y cantidad de este recurso hídrico en particular con el fin de sentar las bases para futuros trabajos. Se presenta una revisión de los estudios publicados hasta el momento y se realiza un análisis en el que se establecen algunas pautas acerca de la futura gestión y aprovechamiento del recurso.*

**Palabras clave:** Arroyo Napostá Grande, Hidrología, Calidad de agua.

### 1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el abastecimiento de agua potable en la ciudad de Bahía Blanca se ha visto afectado por la crisis hídrica de la región. De aquí surge la importancia de estudiar fuentes alternativas de abastecimiento a Bahía Blanca y a su zona de influencia. En el año 1990, bajo el marco del convenio realizado entre el Ministerio de Obras Públicas de la provincia de Buenos Aires, la Universidad Nacional del Sur y la Comisión de Investigaciones Científicas se realizó un estudio sobre el abastecimiento del recurso hídrico a Bahía Blanca como complemento al proporcionado por el dique Paso de las Piedras. En tal estudio se incluyeron todas las fuentes, subterráneas y superficiales, disponibles en la región y se realizó el pertinente análisis socio-económico para su aprovechamiento. El estudio recomienda la utilización de la fuente subterránea como primera alternativa económica, la toma de agua sobre el arroyo Napostá Grande como segunda alternativa mediante la materialización de un dique en el paraje Puente Canessa, una toma de agua superficial sobre el río Sauce Chico

como tercera alternativa y, como cuarta alternativa, la realización de un acueducto desde el río Colorado. De lo expuesto se deduce claramente la importancia de contar con un estudio íntegro y completo del principal recurso hídrico superficial de la ciudad de Bahía Blanca: el arroyo Napostá Grande.

Los cursos superficiales que abastecen de agua a las ciudades de Bahía Blanca y Punta Alta y a sus zonas de influencia inciden beneficiosamente en el desarrollo productivo y comercial y en la vida cotidiana de la población por ser su principal fuente de aprovisionamiento. Sin embargo, la falta de regulación de las cuencas podría influir de manera negativa debido al riesgo de inundación que esto produciría. Esto genera la necesidad de gestionar y controlar de manera adecuada el uso de los recursos hídricos disponibles, lo cual implica tener en cuenta dos aspectos. Por un lado, se debe trabajar sobre la gestión del recurso en sí misma, en la cual debe intervenir necesariamente el estado como regulador principal del recurso. En el presente trabajo se exponen algunas pautas particulares a tener en cuenta en la formulación de las políticas de estado para controlar las actividades y los usos de la cuenca del arroyo Napostá Grande. Por otro lado, es necesario disponer de series prolongadas en el tiempo de datos hidrometeorológicos. La obtención y el análisis espacio-temporal de datos de caudales, precipitaciones, calidad del agua y uso del suelo permiten contar con un conocimiento integral del estado de los sistemas hídricos, así como también facilita la detección temprana de fenómenos de contaminación de los mismos. El monitoreo continuo de los cursos de agua superficiales permite generar una red confiable de conocimiento aplicable a la toma de decisiones sobre la utilización responsable del recurso, de vital importancia tanto para el consumo humano como para el desarrollo de economías regionales. En tal sentido, el presente trabajo resume y analiza los trabajos que se han realizado hasta el momento en lo referente al monitoreo del recurso hídrico en la cuenca del arroyo Napostá Grande, con el fin de sentar las bases para futuros trabajos y establecer algunas pautas acerca de la futura gestión y aprovechamiento del recurso.

## **2. CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA**

La cuenca hidrográfica del arroyo Napostá Grande forma parte del derrame de la vertiente sudoccidental de las Sierras Australes de la Provincia de Buenos Aires y está delimitada aproximadamente por los meridianos 61° 55' y 62° 15' longitud oeste y por los paralelos de 38° 05' y 38° 50' latitud sur. Presenta una forma alargada en sentido norte-sur y está delimitada al norte por el faldeo sudoccidental de las Sierras Australes, al oeste por las cuencas del río Sauce Chico y del arroyo Saladillo de García, al este por la cuenca del arroyo Napostá Chico y Bajo Hondo y al sur por la ría de Bahía Blanca, lugar donde desemboca el arroyo Napostá Grande (Figura 1).

Las características del medio físico y la funcionalidad de la red de drenaje superficial permiten subdividir la superficie de la cuenca en tres sectores denominados: cuenca superior, cuenca media y cuenca inferior. La cuenca superior se desarrolla desde las cabeceras del arroyo, ubicada en el cordón serrano de Ventana, hacia el sur hasta las últimas estribaciones serranas correspondientes al Cordón de Curamalal, cubriendo un área de 240,02 km<sup>2</sup>. Topográficamente, la máxima altitud corresponde al Cerro Tres Picos con 1.243 m.s.n.m. y la

menor altitud se materializa en el denominado cierre de la cuenca, a 240 m.s.n.m. En este sector, el arroyo Napostá Grande recibe como afluentes principales al arroyo del Águila y al arroyo El Zanjón, ambos de régimen intermitente. A partir de allí, el arroyo Napostá Grande escurre como único colector a través de un pequeño desfiladero entre los cerros del Águila y Aguilucho, punto denominado Cerro del Águila y considerado el cierre de la cuenca superior. La cuenca media con una superficie de 637,31 km<sup>2</sup>, abarca desde los citados cerros hasta el paraje Puente Canessa, ubicado a unos 20 kilómetros al norte de Bahía Blanca, a 83 m.s.n.m. En este sector, el arroyo Napostá Grande recibe, por su margen izquierda, a su único afluente de carácter permanente, el arroyo De los Leones.

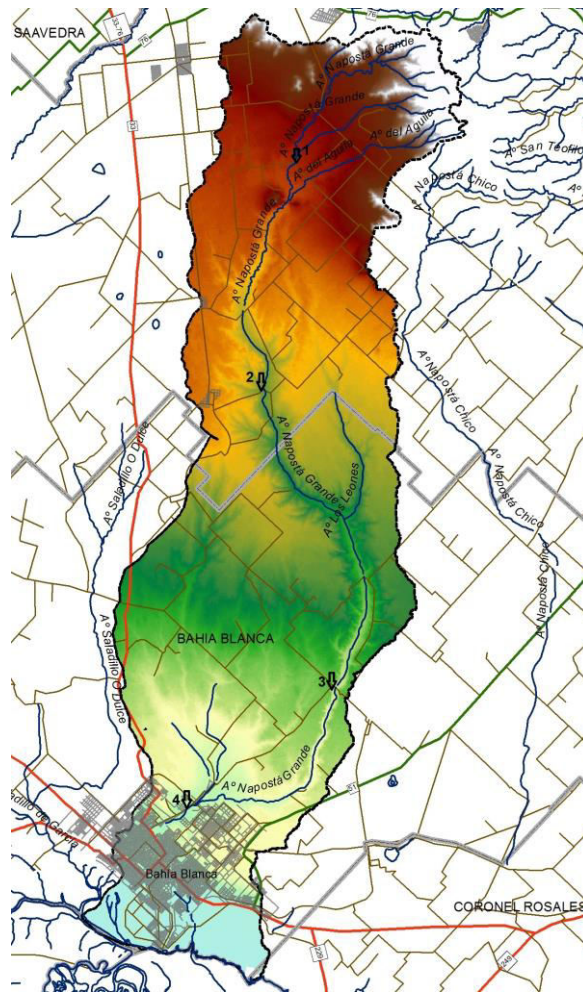


Figura 1. Cuenca del arroyo Napostá Grande [1].

Finalmente, la cuenca inferior se extiende desde Puente Canessa hasta la desembocadura y posee una superficie total de 536,82 km<sup>2</sup>. En este tramo, el arroyo actúa como conductor de caudales alóctonos ya que no recibe adiciones significativas [2].

### 3. MONITOREO HIDROLÓGICO DEL RECURSO HÍDRICO

Los registros existentes de caudales y de calidad del agua de las cuencas vinculadas al abastecimiento de agua de las ciudades de Bahía Blanca y Punta Alta y a su zona de influencia, son discontinuos y fundamentalmente escasos. El objetivo principal del monitoreo es generar bases de datos efectivas, necesarias al momento de evaluar las variaciones espacio-temporales de los recursos hídricos y contemplar su factibilidad de uso. Diferentes proyectos de investigación llevados a cabo en el área de Hidráulica de la Universidad Nacional del Sur han permitido obtener un registro continuo de recolección de datos hidrológicos y de calidad de las aguas superficiales de la cuenca del arroyo Napostá Grande. En esta sección se detallan los resultados del monitoreo realizado en los últimos años, obtenidos a partir de los registros de la estación limnimétrica ubicada en cercanías al Paraje Puente Canessa y de las mediciones de calidad de agua realizadas con un equipo multiparamétrico.

#### 3.1. Análisis cualitativo del recurso hídrico

Los estudios de calidad del agua comenzaron a realizarse en el año 2012, con la adquisición del equipo multiparamétrico Horiba U52-G. Durante las mediciones se evaluaron los siguientes parámetros de calidad de agua: temperatura, pH, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales y turbiedad. Se relevaron cuatro puntos de muestreo sobre el arroyo Napostá Grande: Cerro del Águila, García del Río, Puente Canessa y Paso Vanoli. La Figura 2 muestra los valores de los parámetros de calidad mencionados, en los cuatro puntos de muestreo, desde el inicio de las mediciones hasta el 2016 [3].

La utilización de índices de calidad (WQI) en cursos de agua superficiales permite visualizar rápidamente el estado del recurso, facilitando el entendimiento para todos aquellos involucrados en la gestión del mismo. Los índices WQI permiten evaluar temporal y espacialmente la calidad del agua, identificar tendencias y ubicar áreas problemáticas [4]. El cálculo del WQI implica convertir los parámetros de calidad muestreados, con alta diversidad de rangos numéricos y unidades de medición entre ellos, en un único valor adimensional entre 1 (menor calidad) y 100 (mayor calidad). Esto permite que la calidad del agua sea interpretada de manera global y que no dependa de cada parámetro analizado. En el artículo publicado en el Programa de formación iberoamericano en materia de aguas [5] se puede ver una tabla en la cual se recomienda el uso admisible del recurso de acuerdo al valor del índice de calidad obtenido.

El índice de calidad del agua del arroyo Napostá Grande es calculado inicialmente en el trabajo [6] como el promedio ponderado de los siguientes tres parámetros de calidad: temperatura del agua, turbiedad y sólidos disueltos totales. Cada uno de estos parámetros es afectado por un coeficiente de peso según su influencia sobre la calidad del agua superficial [7], quedando el índice expresado de la siguiente manera

$$WQI_{\text{Napostá}} = \frac{c_{temp} + 2c_{turb} + 2c_{TDS}}{5}, \quad (1)$$

donde  $c_{temp}$ ,  $c_{turb}$  y  $c_{TDS}$  son los factores de normalización correspondientes a los valores registrados de los parámetros de temperatura, turbiedad y sólidos disueltos totales, respectivamente.

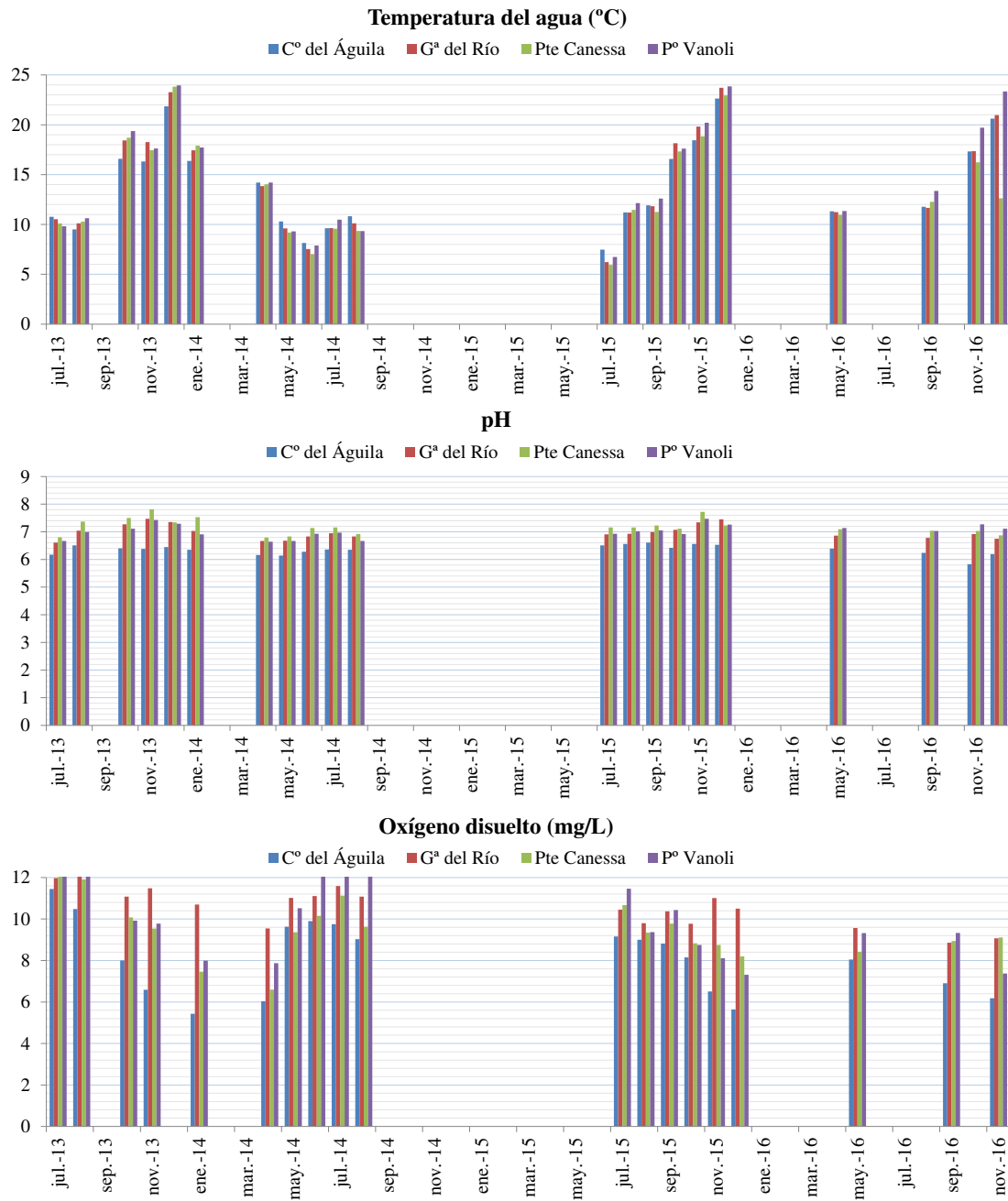


Figura 2. Parámetros de calidad registrados en el arroyo Napostá Grande (2013-2016).

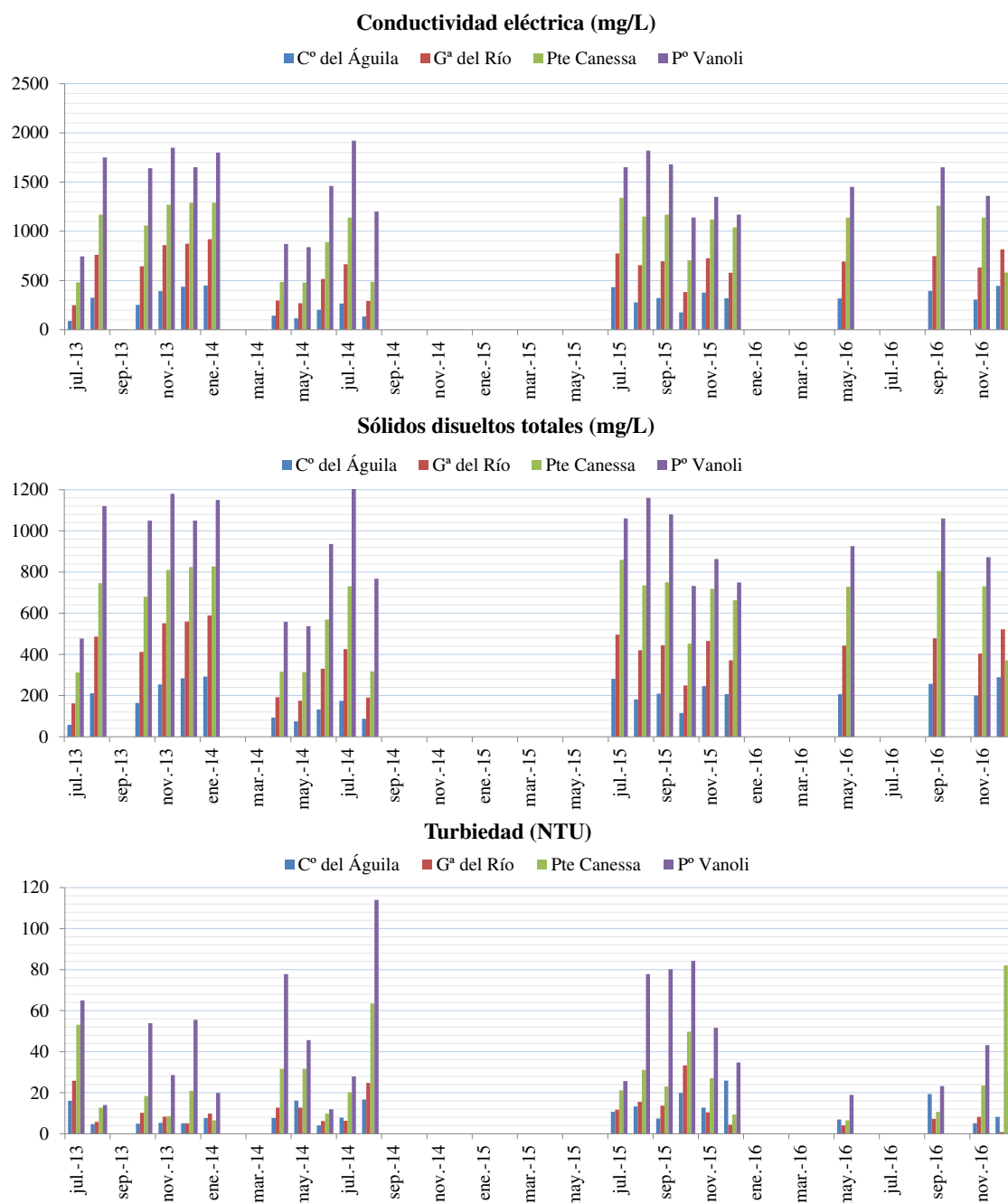


Figura 2 (cont.). Parámetros de calidad registrados en el arroyo Napostá Grande (2013-2016).

Los valores del índice de calidad obtenidos desde el año 2013 al presente se muestran en la Figura 3. El deterioro del índice de calidad hacia aguas abajo muestra una degradación del recurso que se acentúa durante las épocas invernales debido a la disminución de la temperatura y al aumento en la concentración de los sólidos disueltos totales provocado por la

escasez de precipitaciones. No se observan grandes diferencias entre el índice de calidad evaluado entre los puntos Cerro del Águila y García del Río (cuenca alta y media, respectivamente). En cambio, se observa un marcado deterioro en el  $WQI_{Napostá}$  entre García del Río y Puente Canessa. Esto puede atribuirse a descargas pluviales de cunetas viales, que aumentan la turbiedad en períodos lluviosos y a causas hidrológicas de ocurrencia natural que elevan la salinidad y/o los sólidos disueltos totales. Todo ello es producido por la erosión del cauce, el arrastre de partículas a partir de la escorrentía superficial durante los eventos de tormentas, el aporte freático y los aportes provenientes de la utilización del suelo. Los valores de  $WQI_{Napostá}$  obtenidos para Paso Vanoli indican que el sitio no es recomendable para el desarrollo de actividades acuáticas recreativas durante la mayor parte del año ( $WQI_{Napostá} < 65$ ). Durante el invierno, el  $WQI_{Napostá}$  disminuye notablemente en Paso Vanoli, llegando a situaciones donde el agua resulta desfavorable para la preservación de la vida acuática, dudosa para el contacto directo con la piel y dudosa como fuente de agua cruda para abastecimiento público ( $WQI_{Napostá} < 40$ ) [8].

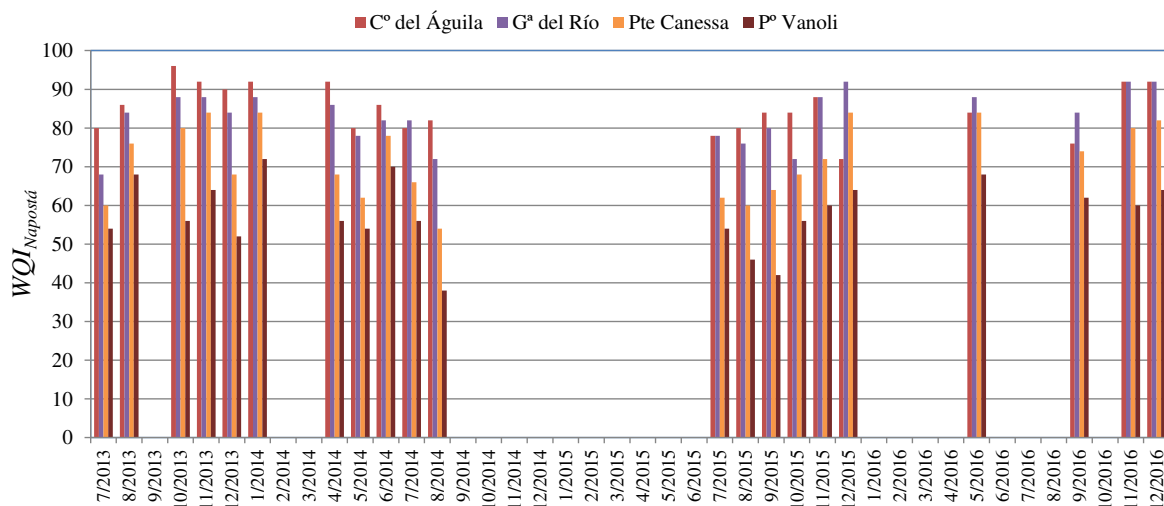


Figura 3. Índice de calidad  $WQI_{Napostá}$  calculado en el período 2013-2016.

### 3.2. Análisis cuantitativo del recurso hídrico

Actualmente, se cuenta con registros de tirantes en la estación limnimétrica ubicada en cercanías al Paraje Puente Canessa (límite de la cuenca media con la cuenca inferior) desde agosto de 2011, a partir de la instalación del limnómetro LF-324. La Figura 4 muestra la sección transversal correspondiente al lugar de medición del limnómetro.

En la Figura 5 se muestran graficados los caudales medios diarios correspondientes al período 2011-2016 calculados a partir de los registros de tirantes horarios medidos en la estación limnimétrica de puente Canessa. Para su obtención se construyó una curva que relaciona el tirante medido por el sensor con el caudal circulante, este último estimado con la ecuación de Manning. En los datos publicados se observan ciertos períodos sin registro debido a que el equipo fue retirado para su reparación.

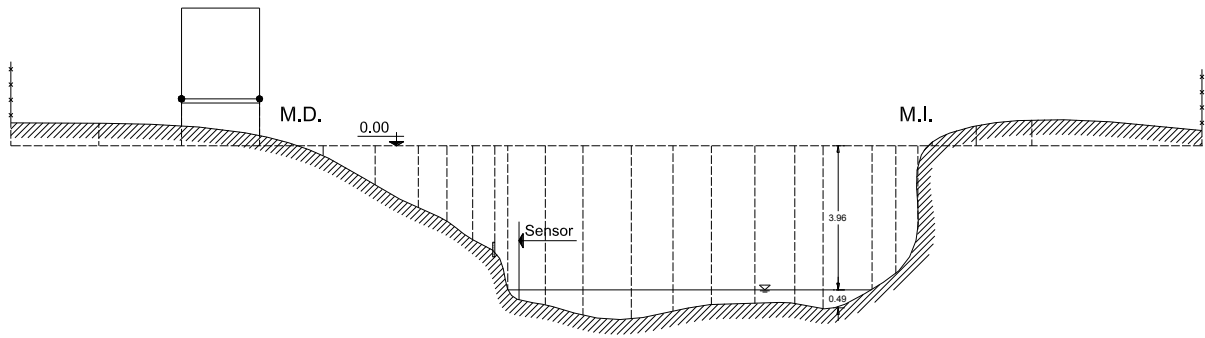


Figura 4. Perfil transversal coincidente con el sensor de medición de la estación limnimétrica.

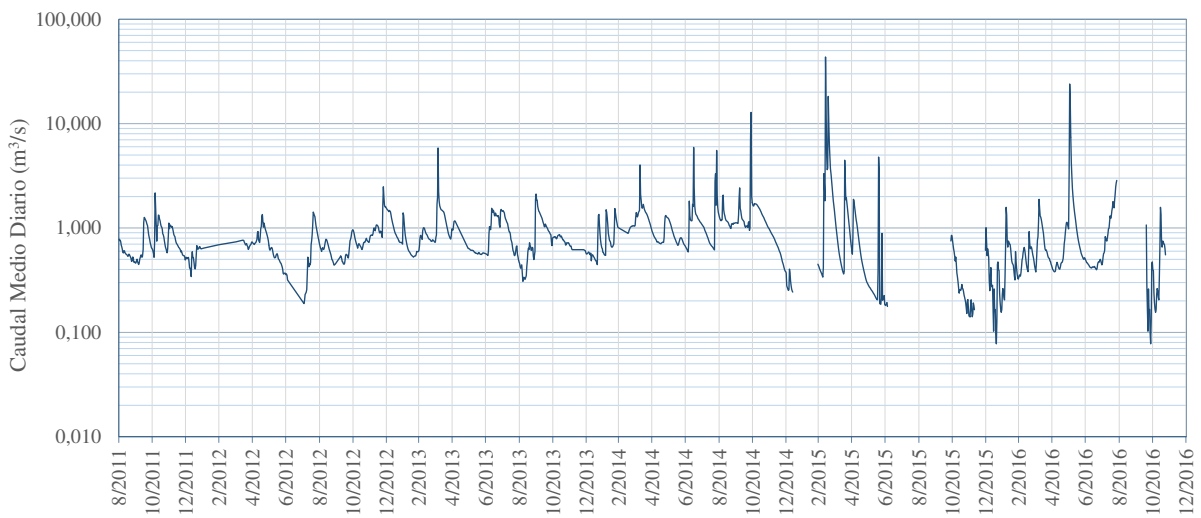


Figura 5. Caudales medios diarios, expresados en m<sup>3</sup>/s.

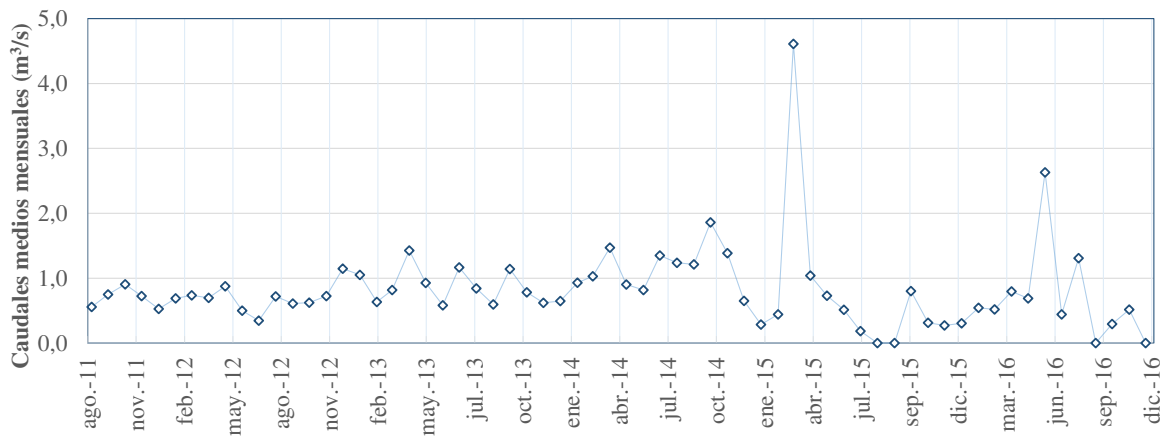


Figura 6. Caudales medios mensuales, expresados en m<sup>3</sup>/s.



En la Figura 6 se pueden ver graficados los caudales medios mensuales. En base a estos registros, el módulo del arroyo Napostá Grande se estima en  $0,94 \text{ m}^3/\text{s}$  en el curso medio. Mientras que el promedio de derrame anual es de  $27,06 \text{ Hm}^3$ .

#### 4. GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

La existencia de un sistema de planificación y gestión del recurso hídrico que garantice el suministro en cuanto a cantidad y calidad del mismo es fundamental para asegurar el eficaz desenvolvimiento de una sociedad y de su economía. Un sistema de planificación hidrológico debe cumplir los siguientes objetivos: consolidar el conocimiento del recurso, conseguir el buen estado y la adecuada protección del dominio público hidráulico, lograr la satisfacción de las demandas de agua, incrementar las disponibilidades del recurso, proteger su calidad, economizar su empleo y racionalizar sus usos. Además, estos objetivos deben estar en armonía con el medio ambiente y con los recursos naturales, respetando los criterios de sostenibilidad en el uso del agua mediante la gestión integrada y la protección a largo plazo de los recursos hídricos. Asimismo, la planificación hidrológica debe contribuir a paliar los efectos de las inundaciones y sequías.

Se cree necesaria la creación del comité de cuenca del arroyo Napostá Grande y la constitución de una comisión asesora que contemple las necesidades de los usuarios del recurso, tal como lo establece la ley 12.257 de la provincia de Buenos Aires, reglamentada a través del Decreto 3.511/2007 [9-10]. Para la correcta formulación de políticas de estado, el comité de cuenca del arroyo Napostá Grande deberá planificar y controlar las actividades dentro de la cuenca mediante: (1) la gestión de proyectos y la construcción de obras de regulación de caudales; (2) el mantenimiento del cauce del arroyo, que permita el normal escurrimiento sin afectación de la estructura urbana existente; (3) la implementación del uso de la receta agronómica en coordinación con el Ministerio de Asuntos Agrarios de la provincia de Buenos Aires, para disminuir la contaminación difusa en la cuenca; (4) el diseño y puesta en funcionamiento de una red de monitoreo hidrometeorológico, con el debido relevamiento y seguimiento de los datos registrados; (5) la implementación de un plan de manejo de crecidas y su divulgación; (6) la evaluación de la posibilidad del uso recreativo del embalse en Puente Canessa, a fin de diversificar la oferta turística de la región, justificando más aún su construcción; (7) el seguimiento constante de la evolución de la calidad del agua del recurso, mediante la determinación periódica de variables físicas y químicas.

La construcción de embalses en la cuenca del arroyo Napostá Grande permitiría abastecer de agua de riego a los cultivos de la zona, impulsando así la economía regional, controlar la erosión de los suelos y generar la disponibilidad de reservas de agua para el abastecimiento complementario de agua a Bahía Blanca y la zona. Un antecedente llamativo en cuanto a la utilización del recurso hídrico en la ciudad de Bahía Blanca es que gran parte del agua potabilizada actualmente se destina al abastecimiento industrial. Si el 70% del derrame anual del arroyo Napostá Grande ( $51896 \text{ m}^3$  diarios) se destinara al abastecimiento de agua a las industrias de la ciudad de Bahía Blanca, dicho caudal de agua potabilizada dejaría de ser aportado por el embalse Paso de las Piedras y podría destinarse al abastecimiento de 148.000 habitantes (considerando una dotación de 350 litros por habitante y por día). Es necesario

mencionar que en el año 1970 la consultora IATASA-ICONAS realizó el anteproyecto para la construcción de un embalse multipropósito en Puente Canessa y, posteriormente, se realizó un interesante análisis sobre la potencialidad del uso recreativo del embalse proyectado [11].

## 5. CONCLUSIONES

Se presentó una revisión de los estudios realizados hasta el momento y se establecieron pautas y recomendaciones a tener en cuenta en la futura gestión y aprovechamiento del recurso hídrico superficial de la cuenca del arroyo Napostá Grande. La revisión presentada muestra que en los últimos años se ha conseguido dar continuidad al registro de parámetros que definen cualitativa y cuantitativamente el recurso hídrico del arroyo Napostá Grande. Por un lado, se ha logrado obtener continuidad en la recolección y en el procesamiento de datos hidrológicos en el límite entre las cuencas media e inferior del arroyo desde fines del año 2011 al 2016. En cuanto al análisis de calidad de agua, se observa una disminución en la calidad del agua superficial hacia aguas abajo del arroyo Napostá Grande, de acuerdo a los valores obtenidos del índice de calidad. El deterioro progresivo de la calidad del recurso a lo largo de su recorrido se debe a la incorporación de sales disueltas y sólidos suspendidos a la masa líquida. Los valores del índice de calidad en las cuencas alta y media resultaron aceptables para la recreación, la pesca y la vida acuática, con necesidad de tratamiento para el abastecimiento público. Sin embargo, los valores obtenidos en la cuenca inferior, indican calidad dudosa tanto para abastecimiento como para contacto directo, no recomendándose su uso.

Para llevar adelante cualquier acción de uso y control del recurso hídrico es indispensable conocer en profundidad la calidad y la cantidad de agua disponible. Con mayor imperiosidad surge ello si tenemos en cuenta que el arroyo Napostá Grande traza su cuenca inferior en una ciudad de casi más de 350.000 habitantes, en la que ha dejado una historia de graves inundaciones. Su falta de regulación mantiene latente la posibilidad de nuevas avenidas y desbordamientos. Además, la calidad del recurso en la cuenca media es altamente aprovechable en una región en la que los recursos hídricos son escasos y representa una potencial fuente alternativa de abastecimiento de agua potable para las ciudades de Bahía Blanca, Punta Alta y la zona de influencia. Por todo ello, se recomienda realizar una planificación hidrológica que permita establecer políticas de estado a través de la formación de un comité de cuenca bajo un marco legal. Asimismo, para lograr un mejor conocimiento del recurso hídrico, que facilite su gestión, resulta fundamental continuar con el registro de información cualitativa y cuantitativa del recurso hídrico.

## REFERENCIAS

- [1] Gobierno de la Provincia de Buenos Aires-Ministerio de Infraestructura y Servicios Públicos-Subsecretaría de Infraestructura Hidráulica-Dirección Provincial de Obra Hidráulica. *Atlas de Cuencas y Regiones Hídricas-Ambientales de la Provincia de Buenos Aires. I Etapa*, p. 24 (2016).
- [2] Carrica, J, *Hidrogeología de la cuenca del arroyo Napostá Grande, provincia de Buenos Aires*, Tesis Doctoral UNS, (1998).

- [3] López N.C., Bellegia F. y Schefer J.C., “Variación témporo-espacial de la calidad del agua del Arroyo Napostá Grande, provincia de Buenos Aires”, *Ing. Sanit. y Amb.* Vol. 126, pp. 21-27 (2015).
- [4] Torres P., Cruz C.H. y Patiño P.J., “Índices de calidad del agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano - Una revisión crítica”, *Ingenierías*, Universidad de Medellín, Vol. 8(15), pp. 79-94 (2009).
- [5] Reolon L., “Índices de calidad del agua”, *Programa de formación iberoamericano en materia de aguas*, Buenos Aires, Argentina (2010).
- [6] López N.C., Bellegia F. y Schefer J.C., “Evaluación de un indicador para la calidad del agua del arroyo Napostá Grande”, *XXIV Congreso Nacional del Agua (CONAGUA)*, San Juan, Argentina, pp. 1-9 (2013).
- [7] Pesce S.F. y Wunderlin D.A., “Use of water quality indices to verify the impact of Córdoba city (Argentina) on Suquía River”, *Water Research*. Vol. 34(11), pp. 2915-2926 (2000).
- [8] López N.C., Fernández S., Reguera F. y Schefer J.C., “Respuesta estacional del índice de calidad del arroyo Napostá Grande en tramos representativos del cauce”, *Ing. Sanit. y Amb.* En prensa (2017).
- [9] López N.C., Bellegia F, Schefer J.C., Sequeira M., Fernández S. e Ilincheta A., “Gestión de los recursos hídricos en la cuenca del arroyo Napostá Grande en la provincia de Buenos Aires”, *IV Congreso Internacional sobre Gestión y Tratamiento Integral del Agua*, Córdoba, Argentina, pp. 442-452 (2012).
- [10] López N.C., Favre Arias L., Fernández C., Bellegia F., Schefer J.C. y Parodi E.R., “Evaluación de la calidad del agua para la gestión integral del Arroyo Napostá Grande”, *Acta Zoológica Lilloana Volumen 60 (Suplemento): VII Congreso Argentino de Limnología*, Tucumán, Argentina, pp. 50-51 (2016).
- [11] Schefer, C. J., *Potencialidad del Uso Recreativo en el futuro Embalse Puente Canessa - Arroyo Napostá Grande*, Tesina de grado, Licenciatura en Turismo, UNS (2010).