



25 DE MAYO, CIUDAD EN VILO POR LA CONTAMINACIÓN DEL RÍO COLORADO.

Leandro M. Altolaguirre¹

Jorge Lapena^{1,2}

Maite Betelú^{1,3}

Hugo D. Kin⁴

(Manuscrito recibido el 13 de marzo de 2024, en versión final 28 de diciembre de 2024)

Para citar este documento

Altolaguirre, L.M., Lapena, J., Betelu, M., Kin, H., (2024) 25 de Mayo, ciudad en vilo por la contaminación del Río Colorado, 46, <https://id.caicyt.gov.ar/ark:/s2313903x/gg75217h9>

Resumen

El río Colorado es el principal curso de agua de su cuenca homónima, situada mayormente en Patagonia Norte, siendo a la vez, el límite natural entre las provincias de Río Negro y La Pampa. Por tratarse de un régimen nival, cuya vertiente es Atlántica, permite abastecer de agua dulce en cantidades suficientes para sus diversos usos y aprovechamientos. Esto tiene una impronta geográfica particular, dado que el recurso es capaz de proporcionar el suministro de agua potable más allá de las localidades ribereñas, dentro de un contexto eco-regional y climático signado por la aridez. No obstante, con el correr de los años, se han desarrollado actividades económicas y, con ellas, urbanizaciones donde no se instrumentó una gestión integral sustentable del recurso hídrico.

En este contexto, aguas arriba de las localidades pampeanas se advierte el vertido de aguas residuales y el desagüe de derrames de petróleo o de otras actividades económicas, como la minería. Por esta razón, la ciudad de 25 de Mayo denota focos de contaminación tras su crecimiento en forma casi exponencial, asociado ello al auge hidrocarburífero gestado a fines del siglo pasado. No solo no se lograron resolver incidencias ligadas a las oscilaciones extremas del caudal (inundaciones fluviales y sequías). Tampoco se revirtieron distintos problemas acarreados por la acción de las

¹ Departamento e Instituto de Geografía; Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional de La Pampa. Cnel. Gil 353, 2do. P. 6300, Santa Rosa, La Pampa, Argentina. E-mail: laltolaguirre72@gmail.com

² e-mail: jorgelapena@fch.unlpam.edu.ar

³ e-mail: maitetxubetelu@gmail.com

⁴ Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional de La Pampa. Cnel. Gil 353, 2do. P. 6300, Santa Rosa, La Pampa E-mail: hugodavidkin@gmail.com

empresas petroleras y otras, y, a pesar de su proyección nunca llegó a construirse una planta de tratamiento cloacal acorde al aumento poblacional, entre otros residuos líquidos. De hecho, estas aguas negras se vierten al río, sobreentendiendo que los sólidos van decantando a lo largo de una veintena de kilómetros, hasta su desagüe. No obstante, existen estudios previos en la Villa Turística Casa de Piedra, más allá del dique, donde se ha cotejado que la contaminación, tanto de derrames petroleros como vertidos cloacales, no se extingue aguas abajo. Y ello, repercute, entre otros usos hídricos, al principal acueducto de La Pampa.

Ante esta problemática, la investigación tuvo como objetivo comprobar si eran persistentes los indicadores ambientales hacia el año 2023 y cuales alternativas o propuestas resultaban más sustentables. Para ello, se realizaron muestreos, aguas abajo de 25 de Mayo, a modo de cotejar la situación ambiental. Ello incluyó análisis físico-químicos y bacteriológicos del agua y de artrópodos (bioindicadores), sumado a observaciones participantes y entrevistas a informantes claves (Sistema Delphi), de manera tal de comprender las multicausalidades o factores intervinientes.

Tras los resultados en dos laboratorios, se confirmó contaminación en aquellos desagües en contacto con el río y en dicho curso. Ello agrava a la situación precedente aguas arriba, principalmente derivada del polo petrolero sito en Rincón de los Sauces (Neuquén). A su vez, se detectó el vertido de otros residuos desde predios rurales y viviendas localizadas en la franja ribereña, instaladas en forma provisoria o informal. En el trabajo se concluye que además de requerirse una nueva planta de tratamiento, es necesario desviar el agua tratada a usos forestales u otros afines, que contribuirían positivamente al área productiva, e incluso al arbolado público.

Palabras clave: Río Colorado, 25 de Mayo, Contaminación, Saneamiento.

25 DE MAYO, A CITY ON EDGE DUE TO POLLUTION IN THE COLORADO RIVER

Abstract

The Colorado River is the main watercourse of its eponymous basin, located primarily in Northern Patagonia, serving as the natural boundary between the provinces of Río Negro and La Pampa. With its snow-fed flow draining into the Atlantic Ocean, it provides sufficient freshwater for various uses and exploitations. This gives it a distinctive geographical significance, as the resource supports the supply of drinking water not only to riverside communities but also beyond, in an eco-regional and climatic context characterized by aridity.

However, over the years, economic activities have expanded, accompanied by urbanization without the implementation of sustainable water resource management.

In this context, upstream of La Pampa towns, there is wastewater discharge and drainage from oil spills or other economic activities, such as mining. As a result, the city of 25 de Mayo has become a source of pollution following its nearly exponential

growth, driven by the hydrocarbon boom at the end of the last century. Issues related to extreme flow oscillations (floods and droughts) remain unresolved, and problems caused by oil companies and other industries have not been adequately addressed. Despite its growing population, no sewage treatment plant was built to meet the increased demand. Instead, untreated sewage continues to be discharged into the river under the assumption that solids settle after twenty kilometers.

However, prior studies conducted in Casa de Piedra, a tourist village beyond the dam, have shown that pollution from both oil spills and sewage discharges persists downstream. This contamination affects various water uses, including the primary aqueduct of La Pampa. This research aimed to verify whether environmental indicators remained persistent as of 2023 and to identify more sustainable alternatives or proposals. Sampling was conducted downstream of 25 de Mayo to assess the environmental conditions. The study included physical-chemical and bacteriological analyses of water and arthropods (bioindicators), supplemented by participant observations and interviews with key informants (using the Delphi System) to understand the multi-causal factors involved.

Laboratory results confirmed contamination in drains connected to the river and in the river course itself, exacerbating pre-existing upstream pollution primarily linked to the oil hub in Rincón de los Sauces (Neuquén). Additionally, waste dumping was detected from rural properties and riverside homes, many of which were temporary or informal settlements.

This paper concluded that, in addition to constructing a new treatment plant, treated water should be diverted for forestry or related uses. This approach would contribute positively to the productive area and could even support public tree planting initiatives.

Keywords: Colorado River, 25 de Mayo, Water Uses, Pollution, Sanitation.

Introducción

Desde 2010, el agua potable es un derecho universal, aunque difícil de acceder para la mayoría de las localidades de la provincia de La Pampa, máxime durante épocas estivales agravadas por la sequía, tal como acaeció en el período 2019-2022. Ello tiene directa relación con la dependencia de un suministro externo a sus ecosistemas urbanos, equivalente a un abastecimiento superior al 80 % (Castro y Lapena, 2018). Por ello, el acueducto del río Colorado constituyó la obra pública más importante del territorio provincial en el corriente milenio (Cazenave, 2017). Si bien alcanza a más de una decena de ciudades, incluido el aglomerado Santa Rosa-Toay (tercera parte de la población provincial), actualmente se proyecta a otras poblaciones, entre ellas, Castex y General Pico. En el último caso se complementará al aporte preexistente del acueducto de Dorila, tal como sucedió antes con el acueducto Anguil-Uriburu, que era la única fuente de suministro de la ciudad capital (Castro y Lapena, 2018).

Esta apuesta al suministro desde el río Colorado estuvo limitada por la bajante histórica del caudal, dentro del período analizado, pero además por la sumatoria de múltiples usos y aprovechamientos, no siempre sustentables y localizados aguas arriba del dique Casa de Piedra (curso medio). Entre ellos, vertidos de efluentes cloacales con parcial tratamiento, derrames de petróleo y desagües de residuos originados por la minería extractiva (Pereyra Fernández, Fernández, Lapena & Betelú, 2023).

En este marco, el equipo de investigación interdisciplinario del POIRE nro. 17 - Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam), seleccionó el área de 25 de Mayo (Figura 1), ubicada en el inicio del curso medio, a los efectos de analizar la situación ambiental de este recurso hídrico, ya que se presume que la ciudad pampeana es receptora de contaminación, pero a la vez, emisora. En este segundo caso, debido al deficiente sistema de saneamiento, ya que los vertidos cloacales se arrojan al río Colorado sin tratamiento.

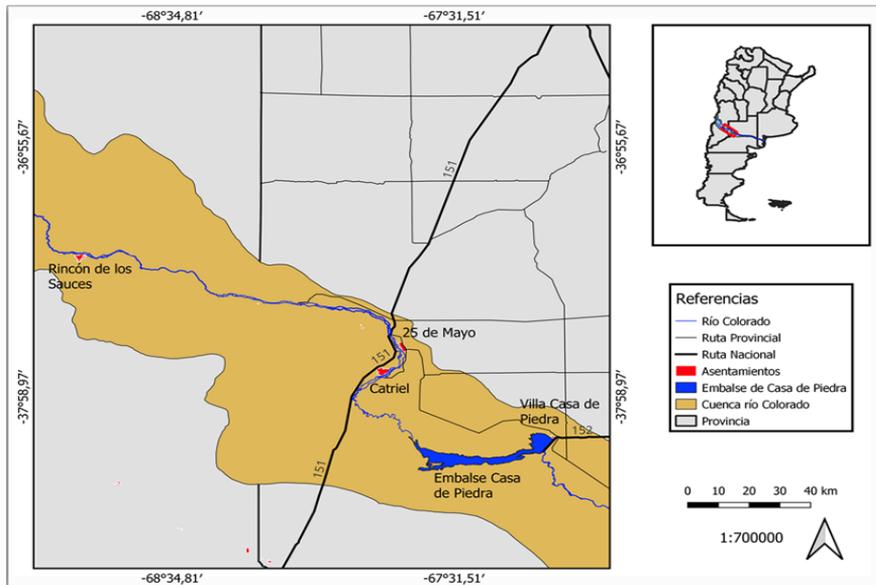


Figura 1. Localización de 25 de Mayo (Curso medio del Colorado). Fuente: elaboración propia (2023).

En este sentido, el trabajo se propuso realizar un diagnóstico ambiental del recurso hídrico antes y después del paso del río Colorado por la ciudad; y a la vez, generar propuestas de mitigación en torno a los efectos ambientales que se cotejen, al menos en lo que atañe al saneamiento urbano. Para ello se hicieron estudios bacteriológicos y físico-químicos en dos laboratorios distintos, fuera de la provincia de La Pampa y otro en esta jurisdicción, a través de la concesión brindada por la Administración Provincial del Agua (APA). En uno de ellos se estudiaron los artrópodos, en calidad de bioindicadores. A su vez, se analizaron estadísticas oficiales

brindadas por el Comité Interjurisdiccional del Río Colorado (COIRCO), del Ente provincial del Río Colorado (EPRC) y del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC); entrevistas a distintos actores sociales bajo el Sistema Delphi⁵ (vecinos, concejales, intendente municipal y técnicos de la APA); y se combinaron algunas técnicas asociadas a relevamientos de mini basurales, efluentes clandestinos en tierras tomadas y hábitos asociados con prácticas nocivas al ambientes (desposte de ganado, por ejemplo). Parte de estas actividades se hicieron en las salidas de campo con estudiantes -estancias de tres días con paradas en localidades del curso medio-, que cursan las materias de Biogeografía e Hidrología, correspondientes al segundo año del profesorado y la licenciatura en Geografía de la Facultad de Ciencias Humanas de la UNLPam.

Importancia de la cuenca hidrográfica

Las cuencas hidrográficas constituyen áreas de captación natural del agua precipitada que hace converger los escurrimientos superficiales. Se trata de una red de cursos de agua y cuerpos lacustres interconectados, aunque no siempre su trazado y representación es homogéneo y regular. Asimismo, con el correr del tiempo, la acción humana ha modificado sustancialmente la estructura y la dinámica de estas regiones vitales de la hidrósfera (Kazmann, 1979; Strahler A. y Strahler, 1989). Sin embargo, que excede a la jurisdicción específica de un país, provincia o comuna local. Representan recursos naturales renovables, siempre que la acción humana no altere su dinámica en modo irreversible (Golberg, 2015). Existen innumerables antecedentes históricos, desde que las primeras sociedades hidráulicas de la Antigüedad desarrollaron el riego sin contemplar las limitaciones ambientales de su eco-región, hasta casos de reciente data, como por ejemplo el lago o mar de Aral en Asia Central (Lapena, 2021).

La provincia de La Pampa cuenta en su haber con antecedentes, particularmente en el caso del río Atuel dentro del Sistema Desaguadero, cuyas consecuencias afectaron el ambiente, el abastecimiento de agua potable en varias localidades ribereñas del centro-oeste del mencionado territorio, además de los diversos usos o aprovechamientos con fines económicos (Dillon, Comerci y García, 2012). Como contraposición de un presente signado por procesos de desertificación y salinización, esta subcuenca transitó épocas con proyectos que llegaron a proponer la navegación de barcasas con salida al mar (Lapena y García, 2016). Pero, al igual que sucedió en la cuenca de Aral, en relación a los abusos del riego destinado al cultivo del algodón aguas arriba (acciones llevada adelante por distintos países), en el curso medio ubicado en territorio pampeano los problemas tuvieron como raíz la sobreexplotación de parte de los viñedos mendocinos, entre otros usos específicos de la región de Cuyo.

A diferencia de las cuencas con alimentación de origen pluvial, como por ejemplo se verifica en el río Quinto en el noreste de La Pampa, los cursos de régimen periódico nival representan una fuente de recursos hídricos que, en el caso de la Argentina árida, compensa las carencias propias de su posición bioclimática (Chiozza

⁵ ¿Qué es el método Delphi? <https://www.cicero comunicacion.es/metodo-delphi>

y Figueiras, 1982). Así, esos cursos alóctonos permiten los asentamientos humanos, la evolución del riego destinado a diversas producciones y otros usos (Daniele y Natenzon, 1988). Y, en lo que atañe al presente siglo, la cuenca del Colorado es expuesta a mayores demandas, entre ellas los aportes al riego y a los procesos preindustriales de la minería y el petróleo, así como a los incrementos propios de los consumos urbanos, entre ellos, el Acueductos que abastece a varias localidades del este pampeano, incluido el área metropolitana de Santa Rosa (Castro y Lapena, 2018).

Si bien el curso medio del Colorado no se ha convertido en un río intermitente con altos niveles de salinidad, como sucede con el Sistema Desaguadero, otrora afluente del primero (hoy limitado su contacto por el terraplén llamado “El tapón de Alonso”, sito en el río Curacó), revisten otros riesgos y problemas asociados (Lapena y García, 2016), tanto por los abusos de la acción humana como por un prolongado ciclo de sequía a partir de 2019, acompañado por las temperaturas más elevadas en la escala planetaria desde 2016 (Betelú, Altolaquirre, Pereyra Fernández & Lapena, 2022). De hecho, según registros del COIRCO, desde 2007 persiste una bajante, con una caída de hasta 60% en la oferta hídrica; al mismo tiempo ha venido creciendo exponencialmente la demanda hídrica (Figura 2) de los usos urbanos y económicos (Aumassanne, 2019).

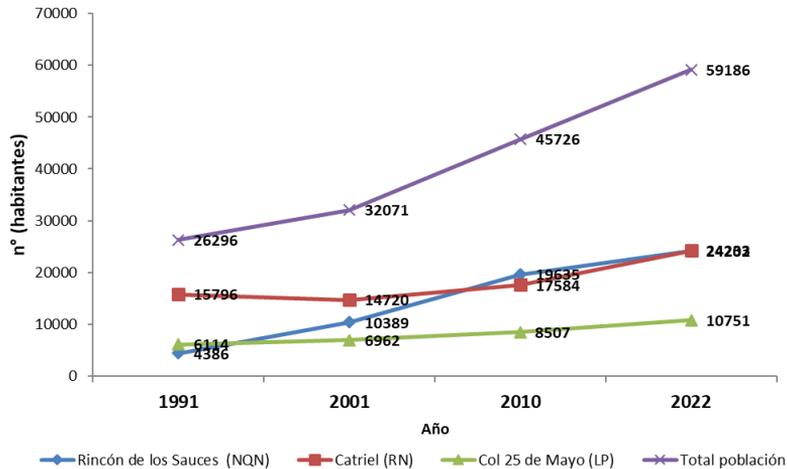


Figura 2. Crecimiento poblacional de las principales ciudades aguas arriba del embalse Casa de Piedra. N: número de habitantes. Fuente: Elaboración propia, en base a datos del INDEC (1991, 2001, 2010 y 2022).

En la cuenca del Colorado, el 98% del consumo de agua es para los cultivos irrigados. El mayor desarrollo de agricultura bajo riego se ubica en el valle bonaerense del río Colorado, con una extensión de 78.000 ha, seguido por La Pampa, con 12.000 ha (Figura 3), de los cuales el área en producción de Colonia 25 de Mayo es de 7.185 ha (Ente provincial del Río Colorado, 2021; INTA, 2023).

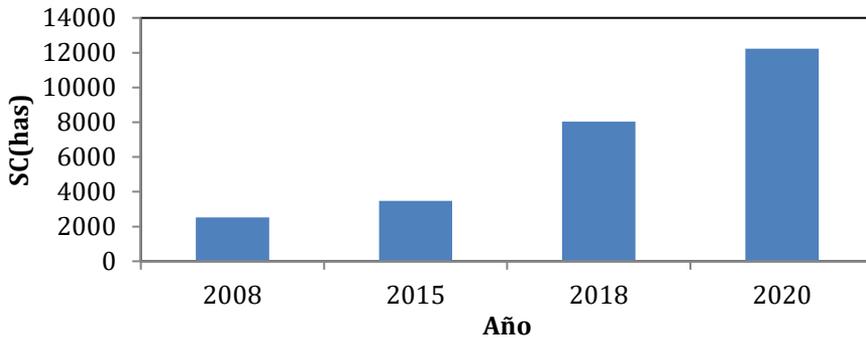


Figura 3. Superficie cultivada (SC, has) del Sistema de Aprovechamiento múltiple del Río Colorado en La Pampa. Fuente: Elaboración propia, en base a datos del Ente provincial del Río Colorado (EPRC, 2021).

A este recurso hídrico se adicionan requerimientos como el segundo tramo del acueducto proyectado hasta General Pico, la ampliación del área de riego a 10.000 ha en Casa de Piedra y obras para complementar el suministro de agua potable en Bahía Blanca, además del escenario asociado a la megaobra del Portezuelo del Viento en territorio mendocino (Romani, 2021) y la reactivación de la mina Potasio Río Colorado en el paraje Pata Mora. Así las tendencias entre niveles de consumo y caudal están invertidas, sin divisarse en el terreno evidencias claras en lo relativo al uso racional del recurso hídrico, salvo algunas experiencias por parte del INTA 25 de Mayo en el área de regadío (Fontanella, 2022).

A modo de contrarrestar o atenuar los efectos ambientales provocados por las transgresiones antrópicas, a escala mundial, mediante la Res. 64/292 del año 2010, la Asamblea General de las Naciones Unidas reconoció que los aprovechamientos de los cursos de agua potable no deben comprometer el consumo humano, que es la prioridad (ONU, 2010). Nuestro país adhirió a esta norma, y previamente a través de la Ley nacional 25.675 (Ley General del Ambiente, MJN, 1994), prescribió que la vitalidad ambiental no puede exponerse a situaciones extremas (irreversibles o irrecuperables), ya que la naturaleza es un sistema mayor respecto a la propiedad privada.

La última reforma de la Constitución Nacional (1994) confiere altos grados de autonomía a las provincias en materia de recursos naturales, mediante los artículos 123 y 124 (asignan potestades en lo relativo a dictar sus propias constituciones y normas). No obstante, en organizaciones, tratados o acuerdos jurisdiccionales preexistentes, como puede ser los parques nacionales -Ley Nacional 22.351/80- la gestión y el dominio originario de las bases naturales trasciende esa escala jurisdiccional. Esto mismo aplica para las cuencas hidrográficas. Por ello, el COIRCO, creado en el año 1976, es el ámbito político de definiciones como, por ejemplo, a la hora de distribuir los cupos de aguas a cada una de las provincias implicadas, priorizar los usos en épocas críticas, avalar obras hidráulicas y monitorear el cuidado ambiental. Este comité lo coordina personal colegiado, aunque con fuerte dependencia del Ministerio del Interior de la Nación que oficia de cartera

gubernamental con regulación y definición en caso de controversias o requerimientos de fondos públicos federales (Pereyra Fernández *et. al*, 2023; Lapena y García, 2016).

Las consecuencias de la transgresión aguas arriba

Si se considera como punto de referencia el lago artificial de la Villa Turística Casa de Piedra, no solo se aprecia la variación del caudal de la cuenca, sino también la concentración de sustancias nocivas para la salud humana y el ambiente en general. La presencia de algas, la flotación de residuos sólidos, el color del agua, su sabor y otras propiedades han sido expuestas como quejas de los primeros pobladores rurales y de sus descendientes, en ocasión de realizar visitas a sus residencias ubicadas a menos de 100 metros del río.

Para dimensionar, la variación de la cota del embalse Casa de Piedra (Figura 4), solo entre 2012 y 2015, ha estado cerca o más bajo que la media (274,11 msnm). En cambio, en los tres años posteriores, la cota se mantiene en torno a la media (277 msnm), mientras que partir de 2019 disminuye más, con una bajante histórica, al extremo de registrarse en 268,39 msnm (abril de 2020). Estos datos son concordantes con el análisis de Aumassanne (2019), quien establece una relación entre el derrame anual del río y la cobertura de nieve, en congruencia con otra entrevista del día 10/2/22, realizada al Ing. Santiago Spié (Subjefe de obras civiles de la central hidroeléctrica) al ser visitado el día 10/2/22.



Figura 4. Cota del embalse Casa de Piedra desde enero de 2010 a diciembre de 2024. Fuente: elaboración propia en base a datos de la central hidroeléctrica de Casa de Piedra (2022).

En esta línea, Pereyra Fernández *et. al* (2023) confirma cómo la bajante del caudal influye en la calidad del recurso hídrico. Ello denota la presencia de focos de contaminación tanto en la cuenca alta como en la cuenca media, cuyas denuncias de

vertidos cloacales crudos datan del siglo pasado (Lapena y García, 2016). Además de las distintas fuentes periodísticas de tirada provincial, en la reciente campaña de muestreo se han advertido desagües pluviales y subsuperficiales. Varían los líquidos de color blanquecino a gris oscuro, con olores fétidos a nauseabundos, con focos de aguas servidas y otras de origen desconocido que fueron divisados tanto en 25 de Mayo como en Catriel (provincia de Río Negro) y Rincón de los Sauces (provincia de Neuquén), a diferencia de la calidad del agua aguas debajo de Casa de Piedra, donde los sedimentos decantan (Cazenave, 2017; Pereyra Fernández *et. al.*, 2023).

Parámetros	Serie COIRCO	M1 (2022)	M2 (2022)	M2 (02/ 2023)	LP	CAA	M25M (02/ 2023)	Decreto N° 2793/06
	2011/18							
CE ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	1275	1393	1730	1315			1289	
Calcio (mgL^{-1})	130	164	140	124,8			133	
Magnesio (mgL^{-1})	10,75	17,01	8,51	18,5			10	
Sodio (mgL^{-1})	130	181,7	135,6	99			146	
Potasio (mgL^{-1})	4	4,88	3,76					
Sulfato (mgL^{-1})	300	361,6	304,4	311,1	300	400	359	
Cloruro (mgL^{-1})	190	282,2	211,5	216	700	Máx. 350	234	
Carbonato (mgL)		0	0	0				
Bicarbonato (mgL^{-1})	~ 78,1	96,1	108,3	84	Mín. 30 - máx. 400			
	2011-16							
Coliformes totales (UFC/mL)]		133	29			≤ 3 UFC/10 0 mL	160 NMP/mL	2×10^4 NMP/mL
Bacterias Aerobias Mesófilas (UFC/ml)							470	
Bacterias Coliformes Fecales (NMP/ml)							75	5×10^3
Estericchia Coli (NMP/ml)							Presencia	***

Tabla 1. Muestras de agua en M1: playita, M2: lago. M25M: 25 de Mayo y datos 2011-2018 de COIRCO. Parámetros físico-químicos y bacteriológicos reglamentados para los consumos humano y doméstico (LP: Ley Provincial N° 1027, Decreto N° 193/81; C.A.A.; Decreto N° 2793/06). Fuente: Elaboración propia en base a relevamientos propios y de análisis de los laboratorios de Analítica Ambiental de la UNS, IACA y APA (2022 y 2023) y plataforma web del COIRCO.

Parámetros	Serie COIRCO	M1 (2022)	M2 (2022)	M2 (02/2023)	LP	CAA	M25M (02 2023)	Decreto N° 2793/06
Dureza total (mgL ⁻¹ CaCO ₃)	360	480	385	388	200	400	376	
Alcalinidad total (mgL ⁻¹ CaCO ₃)		78,75	88,75	84			75	
Nitrato (mgL ⁻¹)		2,14	2,63	<0,9	máx.: 45	máx.: 45	4	***
Nitrito (mgL ⁻¹)		0,096	0,028		máx.: 0,10	máx.: 0,10	<0,05	***
Amonio					<0,1	
Fosfatos						10
Flúor (mgL ⁻¹)		0,33	0,29	0,2	1,2 - 1,8	08 -1,6	0,4	
[HCT + grasas+aceites] (mgL ⁻¹)		0,26	0					50 (HCT)
Ag (mgL ⁻¹)		< 0,001	< 0,001			máx.: 0,05		
Al (mgL ⁻¹)		0,92	0,14			máx.: 0,20		
As (mgL ⁻¹)		0,018	0,012			máx.: 0,01	<0,05	0,5
Cd (mgL ⁻¹)		< 0,001	< 0,001			máx.: 0,005		
Cr (mgL ⁻¹)		< 0,001	< 0,001			máx.: 0,05		0,5
Cu (mgL ⁻¹)		0,002	< 0,001			máx.: 1,00		
Fe (mgL ⁻¹)		0,807	0,082		0,1	máx.: 0,30		
Ag (mgL ⁻¹)		0,001	< 0,001			máx.: 0,001		
Mo (mgL ⁻¹)		0,153	0,008			0,07		
Mn (mgL ⁻¹)		0,003	0,005			máx.: 0,10		
Ni (mgL ⁻¹)		0,002	< 0,001			máx.: 0,02		
Pb (mgL ⁻¹)		< 0,005	< 0,005			máx.: 0,05		0,5
Zn (mgL ⁻¹)		0,01	0,006			máx.: 5,0		

Tabla 1. (cont.) Muestras de agua en M1: playita, M2: lago. M25M: 25 de Mayo y datos 2011-2018 de COIRCO. Parámetros físico-químicos y bacteriológicos reglamentados para los consumos humano y doméstico (LP: Ley Provincial N° 1027, Decreto N° 193/81; C.A.A.; Decreto N° 2793/06). Fuente: Elaboración propia en base a relevamientos propios y de análisis de los laboratorios de Analítica Ambiental de la UNS, IACA y APA (2022 y 2023) y plataforma web del COIRCO.

En los relevamientos realizados (Tabla 1), se particularizaron indicadores clave, a partir de estudios realizados en cada época del año (en las cuatro estaciones, entre el otoño de 2022 hasta el verano de 2023), según consta en resultados del laboratorio de la Fundación de la Universidad Nacional del Sur (UNS), comparados con un segundo laboratorio, que arrojó similares resultados. En tanto, desde el APA se cotejaron los registros físico-químicos solamente.

A modo de muestra se comparó la media de 2022 (resultados propios) y la media del período 2011-2018 (reportados por el COIRCO, en un lapso no tan influenciado por la sequía).

Los sólidos totales disueltos (TDS) en la serie 2011-2018 (datos de COIRCO) comparados con datos de la serie 2022-2023 se encuentran levemente por encima de 800 mg/l, mientras que en 2018 se ubica por encima de los 900 mg/l (año de transición, según COIRCO), aunque en la muestra propia arroja 847 mg/l. Con respecto a la conductividad eléctrica (CE), en el período de 6 años, el promedio para el mes analizado fue de 1250 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En cambio, en el año posterior, la CE fue de 1300 $\mu\text{S}/\text{cm}$, contra valores de este otoño registrados en 1393 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 1730 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para río abajo del embalse y el área del lago de Casa de Piedra, respectivamente.

Otro parámetro considerado fue la dureza total. Los valores promedios y aproximados entre 2011 y 2018 fueron de 360 mg/l, a diferencia del año 2022/23 que se reportaron valores de 480 mg/l en el tramo río abajo del embalse. No así en el área del lago de Casa de Piedra, cuyos valores fueron inferiores, en el orden de los 388 mg/l y en aguas abajo de 25 de Mayo de 376 mg/l. En cambio, en relación a los aniones: sulfatos y cloruros, los muestreos son mayores que los consignados por el COIRCO en todo el período 2011-2018. En este último caso, los sulfatos reportan 300 mg/l contra los relevamientos propios (361 y 311.1 mg/l en río abajo y el área del lago de casa de Piedra respectivamente y 359 mg/l aguas abajo de Colonia 25 de Mayo). Y en forma desdoblada, los cloruros presentaron una concentración promedio de 180 mg/l para la serie 2011-2018, contra un registro ascendente en el orden de los 200 mg/l para el año siguiente, con una tendencia en ese sentido si se incluyen los relevamientos recientes, al detectar 282 y 216 mg/l río abajo y el área del lago de Casa de Piedra respectivamente y 234 mg/l en la muestra en 25 de Mayo.

En cuanto al sodio, se observa un aumento en su concentración si se tiene en cuenta la serie promediada con el valor actual. Este elemento químico presenta un valor de 120 mg/l para el período 2011-2017 y un aumento de 20 mg/l más para 2018. En esa línea, en las muestras de 2022, las concentraciones se incrementaron río abajo, donde se detectó el valor más alto en el orden de los 181.7 mg/l, contra 134 mg/l en el área del lago y 146 mg/l en 25 de Mayo.

Respecto a los parámetros bacteriológicos: las muestras presentan coliformes totales para la muestra río abajo y arriba del embalse. Estos indicadores son mayores a lo considerado por la CAA, cuyo límite es igual o menor a 3 UFC/100 ml para calificar como agua potable. En contraparte, la OMS (2011) considera la aptitud para el consumo o, por consiguiente, de uso doméstico, no debe contener coliformes

totales. Su presencia demuestra una contaminación "reciente" con excretas humanas y/o animales (Pereyra Fernández *et. al*, 2023).

Río arriba, en la cuenca alta, en el área de 25 de Mayo, la muestra analizada confirma una alta presencia de Bacterias Coliformes totales, Termoestables y de *Escherichia coli*. Si bien la proporción de Coliformes totales y Termoestables (fecales) de la muestra están debajo de los valores del Decreto 2793/06 para vertidos en un curso de agua superficial, la presencia de *Escherichia coli* coteja la incidencia de residuos fecales, no admisibles por la OMS. Sin duda, el origen de estos vertidos cloacales, aguas grises e industriales en el río -sobre todo en 25 de Mayo, Catriel y Rincón de los Sauces-, no solo se corroboran en las muestras propias, sino además en el trabajo de Ceballos (2023), tras denuncias vecinales.

Dentro de los informantes claves se seleccionaron los expertos o avezados en la materia y por medio del método Delphi (Tabla 2) se llegó a la siguiente resolución:

Posición/visión Actores	Contaminación del agua	Influencia del saneamiento deficiente	Impacto sobre la Población riberaña	Grado del problema
COIRCO	4	2	4	3.33
Técnicos del APA	7	5	5	5.66
Funcionarios municipales	7	5	6	6
Expertos de la UNLPam y UNS	8	8	9	8.33
Promedio	6.5	5	6	5.83

Tabla 2. Análisis del método Delphi relativo a los recursos hídricos. Fuente: elaboración propia conforme a las entrevistas realizadas a los informantes claves. Los valores van de menor a mayor ponderación de 0 al 10.

En alusión a la Tabla 2, se confirma un posicionamiento más crítico por parte de los especialistas de la UNLPam y la UNS, que conforme a lo observado por informantes y los análisis de agua, no validan la aptitud del vital elemento (8) y atribuyen al deficiente saneamiento un alto grado de influencia (8). En términos bacteriológicos y por la presencia coniformes, comentan que pueden afectar en la salubridad de la población local, máxime en aquellos que la consumen "cruda"- no así, referentes del COIRCO desestiman la ausencia de saneamiento aduciendo que decantan los sólidos antes de alcanzar el río (2), mientras que la contaminación reconocida solo la acotan a las actividades petroleras y mineras (4) sin considerar los

bioindicadores. En tanto, el resto de los actores poseen una postura intermedia (5.66 y 6).

Al referir a la variable contaminación, los informantes claves y los reportes oficiales del COIRCO y la Subsecretaría de Obras Hidráulicas de la Nación (no depende de la cartera de Ambiente y Desarrollo Sostenible, que debiera contar con injerencia directa), no ponderan esta dimensión de análisis en su agenda, ni tampoco disponen de publicaciones específicas. Si en cambio se cotejan aportes de los testimonios de pobladores rurales, con poco arraigo dentro de los centros urbanos y de la escena pública, según se desprende de fuentes primarias. Y si adicionamos el análisis de las noticias e implicancias editoriales de la prensa regional -véase las fuentes de divulgación-, en lo que atañe al año 2022, sí encontramos más recurrente la voz de vecinos/as que denuncian vertidos de efluentes de aguas servidas o cloacales en Rincón de los Sauces, Catriel y 25 de Mayo, además de derrames de petróleo (Figuras 5 a y b).



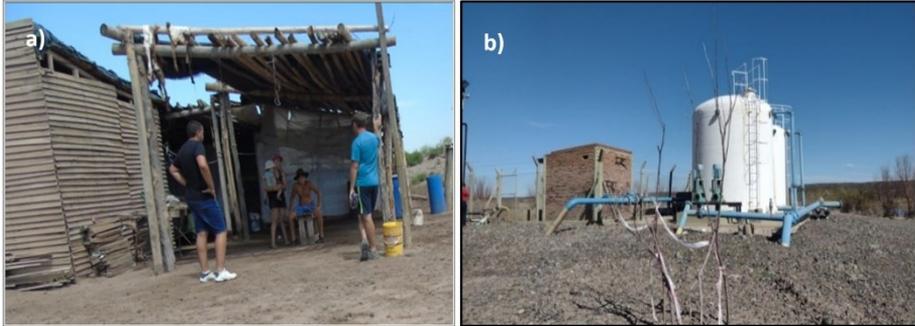
Figuras 5. a) Vertidos de aguas servidas en Catriel (Río Negro) y b) derrame de petróleo en Rincón de los Sauces (Neuquén). Fuentes: Toma fotográfica propia en salida de campo de día 21/7/22 (a) y publicación del Diario La Mañana de Neuquén del día 27/7/14⁶ (b)

Propuestas sustentables para 25 de Mayo, La Pampa

El origen fundacional de ciudad de 25 de Mayo se asocia al riego de plantaciones y forrajes, configurando un poblamiento alentado por la actividad frutihortícola y agropecuaria. Sin embargo, la expansión de la exploración y la posterior explotación petrolera generó un rápido crecimiento económico para una parcialidad de los habitantes y para los recién llegados, sumado a su costado ambiental. Ello no solo se remite a los riesgos de derrames de hidrocarburos, sino también por el aumento demográfico reportado por los censos de población, hogares y viviendas, según INDEC (6.962 a 10.803 habitantes, del año 2001 al 2022).

⁶ <https://www.lmneuquen.com/otro-derrame-petroleo-rincon-n231118>

Además de la cantidad de habitantes y la multiplicación de viviendas, también se adicionan más usos económicos y trabajadores itinerantes que no se contabilizan fielmente en los censos (Figuras 6 a y b), según se desprende de entrevistas enmarcadas en el Sistema Delphi.



Figuras 6. a) Asentamiento lindante al río Colorado, 25 de Mayo (La Pampa). b) Toma de agua pozo filtrante del Río Colorado, 25 de Mayo (La Pampa). Fuente: Tomas fotográficas propias en salida de campo los días a) 05/2/23 y b) 21/8/22.

Esto ha provocado una ampliación de los márgenes o parámetros reguladores del saneamiento en esta localidad pampeana. De acuerdo a las observaciones directas y los registros de campo, entre la avenida de circunvalación de la periferia oriental y 25 de Mayo (área de mayor desarrollo bajo riego), se detecta la expansión periurbana hacia la franja litoral. En esta, sobresalen viviendas informales, en terrenos sin dominio propio, y que a la vez no corresponden a la jurisdicción o competencia municipal, según lo relevado en entrevistas realizadas a sus habitantes. Estos hogares están compuestos por pobladores no incorporados a la economía formal y que no pueden acceder al alquiler de inmuebles por los altos costos derivados de la presión inmobiliaria del polo petrolero. A su vez, estos habitantes por lo general consumen agua cruda, directa del río, donde se obtuvieron las muestras.

De acuerdo a investigaciones preliminares, Dillon (2013) sostiene que en la mayoría de los casos se trata de “puesteros que ocupan tierras fiscales desde épocas previas a la provincialización o de colonos sociales sin posesión efectiva a causa de las deudas (p. 232).” Por ambas razones, “esta situación no les permitía reclamar la servidumbre de paso y por los daños provocados por su localización (p. 232).”

En retrospectiva, el gobierno municipal, en 2009, ya proyectaba construir una planta de tratamiento de líquidos cloacales y anunciaban que podría estar finalizada en un año y medio. La planta tendría tres piletas de decantación y una última con bacterias y compuestos químicos no contaminantes, que depuren esos desechos, publicado en el diario La Arena en el 2009⁷. Avanzando en el tiempo, en el año 2013,

⁷ <https://intra.ada.gba.gov.ar/intra/infoagua/200909/noticias/278914.html>

el Consejo Federal de Inversión realizó un estudio en la ciudad, relevando que un 70% de las viviendas están conectadas al canal cloacal. En esta localidad, los efluentes cloacales domiciliarios son conducidos a lo largo de un canal a cielo abierto, que desemboca en el río Colorado. El tratamiento es de baja eficiencia (CFI, 2013). En el año 2021, el municipio informó que está gestionando en el ENOHSA una planta de tratamiento de líquidos cloacales. Resalta en ello que intenta incluir la dentro de las obras prioritarias de la provincia, divulgado en Semanario Región, en el 2021⁸. En enero del 2023, se generó un cruce de declaraciones entre legisladores nacionales y el delegado pampeano ante el COIRCO, por la falta de construcción de la planta de tratamiento de efluentes cloacales de la localidad y así dejar de dañar el Colorado (Radio Don FM, 2023⁹; La Arena, 2023¹⁰). No obstante, a septiembre del 2023, en el APA no hay proyecto actualizado relativo a la construcción de la planta. En tanto, desde la gestión municipal se informó que no ha podido empezar siquiera con la obra en cuestión. Su proyecto contemplaba hacerlo ante el ENHOSA, ya hace más de una década. Como agravante, de acuerdo al acta de reunión del Consejo Asesor en Recursos Hídricos del Gobierno de La Pampa-celebrada el 06/10/23-, la Delegación Pampeana ante el COIRCO, confirmó la continuidad del vertido de aguas cloacales al río en inmediaciones a la ciudad de 25 de Mayo, sumado a otros focos similares dentro de la provincia.

En este contexto, tras definir un escenario signado por la contaminación, este equipo de investigación se propuso consultar diversas fuentes, en busca de soluciones posibles asumiendo que se trata de una ciudad testigo y, a modo de atenuar el impacto ambiental analizado aguas abajo. Para ello, bajo la metodología de ateneo, previamente se discutieron variantes entre académicos y estudiantes de la FCH, UNLPam, participantes de la salida de campo. La postura más sustentable y avalada por expertos fue la construcción de una planta de tratamiento para la localidad, de acuerdo con el crecimiento poblacional y la extensión de la red de efluentes cloacales actual, la propuesta acorde para solucionar el vertido de efluentes de forma directa al río. Así, evaluados los antecedentes y proyectos de obras en diferentes instancias de análisis y aprobación, se concluye que estas propuestas se viabilizan mediante la decisión política de las autoridades municipales en conjunto con las provinciales.

La alternativa anterior incluye el saneamiento del viejo sistema de tratamiento de efluentes en el canal a cielo abierto (Figura 7a), la readecuación y recambio de la red existente para evitar obstrucciones y derrames de la red que contaminan la napa freática (Figura 7b) y, por consiguiente, al cauce del río Colorado. Esta acción de remediación es sumamente beneficiosa para el ambiente y para mejorar la calidad de vida de la población ribereña aguas abajo. Por ello, sería de utilidad proponer un sistema de monitoreo conjunto entre los organismos municipales, en este caso de Catriel y 25 de Mayo, para así monitorear la calidad y cantidad de aguas de vertido,

⁸ <https://www.region.com.ar/productos/semanario/archivo/noticias-la-pampa/abeldano-destaco-trabajo-salud-1449.html>

⁹ <https://radiodon.com.ar/2023/01/06/maquieyra-denuncio-que-25-de-mayo-arroja-los-liquidos-cloacales-en-el-rio-colorado>

¹⁰ <https://www.laarena.com.ar/la-pampa/hablo-del-colorado-y-le-dijeron-ignorante--2023170280>

ya sea de efluentes de tipo doméstico como de aquellos derivados de la industria y las actividades agrícolas-ganaderas. Este proceso de control de vertidos, incluye la estandarización de los límites guía permitidos para unificar los criterios de medición y evaluación.



Figura 7 a) Vista aérea de la pluma de contaminación del canal a cielo abierto. **b)** vaciado de camiones atmosféricos en cisterna con desagüe en el río. Fuente: fotografías propias. Foto área con drone el 1/2/23 y toma fotográfica en salida de campo del día 05/2/23.

Otro paso considerado es hacer reuso de aguas tratadas para riego de productos forestales, madereros o producción de plantas ornamentales (viveros) y realizar plantaciones en espacios verdes de la localidad. Existe una experiencia de producción de mimbre utilizando aguas tratadas de efluentes cloacales en cercanías del Bajo Giuliani (al Sur de la ciudad de Santa Rosa), con muy buenas perspectivas en cuanto a producción y comercialización, incluidas las plantas ornamentales y flores. El proyecto está en manos de la cooperativa de trabajo “Caminando”, la cual es asistida por el INTA y la UNLPam en proyectos de extensión.

También se suman antecedentes de experiencias, a partir de la utilización de Filtros Fitoterrestres (FFT) o Carrizales. Por su factibilidad técnica, económica, social y ambiental, constituyen una alternativa concreta para municipios pequeños, opción válida para 25 de Mayo, siempre que se materialicen las adecuaciones correspondientes.

Por último, la experiencia metodológica resultante de la conjugación y ponderación propiciada por el Sistema Delphi, confirma la necesidad de impulsar participación ciudadana, en forma colectiva y, sobre todo, dotada de un conocimiento y sensibilidad congruente con la agenda y emergencia ambiental que se desprenden de los análisis de laboratorio. Ello no solo impulsa discusiones, sino propuestas sustentables que influyan sobre decisores políticos y atraviesen una cultura colectiva

fortalecida con una educación ambiental que priorice la preservación del recurso hídrico.

Conclusiones

La mayoría de la población urbana de La Pampa consume agua del río Colorado, y de este curso depende el desarrollo productivo bajo riego y el turismo de varias localidades, entre otros usos y aprovechamientos. Sin embargo, no ha cesado el vertido de aguas residuales en el curso medio-superior, sumado a otros efluentes contaminantes. Dicho impacto ha sido corroborado por análisis de laboratorios, cuyos resultados denotan una alerta ambiental e interpelan a los actores decisionales, quienes por ahora minimizan el problema.

En 25 de Mayo, una de las ciudades de mayor crecimiento provincial no se concretaron obras de saneamiento integral para contrarrestar o atenuar los efectos ambientales. La contaminación registrada en el embalse Casa de Piedra da cuenta de los alcances de la contaminación en el agua. Sin embargo, los datos oficiales no exhiben notoriamente esta realidad, que a la vez fue agravada por la bajante histórica del río (2019-2023) y la continuidad de la lógica extractiva propia de localidades signadas por el boom petrolero.

En referencia a las propuestas, si bien existen coincidencias en hacer una planta de tratamiento de efluentes urbanos, no se ha priorizado a instancias de su presupuesto y ejecución, a pesar de que se trata de una ciudad con un ritmo de crecimiento demográfico sostenido, y que, a la vez, parte de los habitantes excluidos en la faz sociohabitacional y económica, ingieren agua directamente del río. Por consiguiente, cabe repensar en un sentido más integral a la posible solución expuesta inicialmente. En esa línea se debiera articular el desarrollo de actividades alternativas a partir del aprovechamiento de aguas tratadas, así como acciones de parte de organismos o instituciones públicas, a través de la asistencia técnica, financiera y de extensión, que incluyan a la población más perjudicada, en el marco de alcanzar un nuevo ordenamiento territorial y ambiental acompañado con políticas de educación ambiental.

Referencias

- Aumassanne, A. (2019). *Variaciones del caudal del río Colorado en su curso medio. Período 2010-2018*. 25 de Mayo, L.P.: Agencia de Extensión Rural de INTA en 25 de Mayo.
- Betelú, M.; Altolaguirre, L.; Pereyra Fernández, E. & Lapena, J. (2022). Curso medio del río Colorado: Antecedentes de la gestión del riesgo ante escenarios críticos previsibles. En *VI Congreso Pampeano del Agua*. S. Rosa: Sec. Rec. Hídricos de La Pampa-UNLPam.
- Chiozza, E. y Figueiras, R. (1982). *Atlas físico de la Rep. Argentina*. Vol. 1 y 2. CABA: CEAL.
- Castro, E. y Lapena, J. (2018). Problemas irresueltos, pese a las costosas obras de abastecimiento de agua potable en La Pampa. En *XIV Congreso Argentino de Hidrogeología*. Salta: UN Salta.

- Cazenave, H.W. (2017). Casa de Piedra: efectos de las aguas claras en la hidrografía del río Colorado. *Boletín geográfico*, 39, 109-125.
- Ceballos, L. (2023). Resultados del muestreo de agua superficial, efluentes y red de agua realizado en colonia 25 de Mayo, La Pampa. Informe Técnico de Impacto Ambiental. Santa Rosa: Honorable Cámara de Diputados de la provincia de La Pampa.
- CFI (2013). *Control de calidad en plantas de tratamiento de efluentes cloacales de la provincia de La Pampa 2013*. Recuperado de: <http://biblioteca.cfi.org.ar/documento/control-de-calidad-en-plantas-de-tratamiento-de-efluentes-cloacales-de-la-provincia-de-la-pampa>
- Daniele C. y Natenzon, C. (1988). *Las regiones naturales de la Argentina: Caracterización y diagnóstico*. CABA: Eudeba.
- Dillon, B. (2013). *Territorios empetroados. Geografías del Suroeste de La Pampa en la ribera del río Colorado*. Santa Rosa: EdUNLPam.
- Dillon, B., Comerci, M. E.; Leticia García, L. y Soncini, J. (2012). *Estudio para la cuantificación monetaria del daño causado a la provincia de La Pampa por la carencia de un caudal fluvioecológico del río Atuel*. Informe final, Tomo II, Vol. 3. S. Rosa: Ed. UNLPam.
- EPRC, Ente provincial del Río Colorado (2021). *Plan de riego Anual Campaña 2021-22*. Recuperado de: https://entericolorado.lapampa.gob.ar/images/Archivos/requerimientos_hidricos/Informe_y_Planilla_Necesidad_de_riego_Noviembre_2021.pdf
- Fontanella, D. (2022). Desafíos para la reconversión de un sistema de riego gravitacional a presurizado. En *VI Congreso Pampeano del Agua*. S. Rosa: Sec. Rec. Hídricos y UNLPam.
- Golberg, A. (2015). *La Pampa y sus ríos*. Santa Rosa: Fundación Chadileuvú.
- INTA, INA y la CONAE, (2023). *Tras 12 años de sequía, estudian la cuenca hídrica del río Colorado*. Recuperado de: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/tras-12-anos-de-sequia-estudian-la-cuenca-hidrica-del-rio-colorado>
- Lapena, J. (2021). Biogeografía argentina. En Velázquez y Celemin: Configuración y reconfiguración socioterritorial de la Argentina en tiempos del bicentenario. Tandil: IGEHCS.
- Lapena, J. y García, M. C. (2016). “Problemas ambientales y retracción económica en Patagonia. Pedro Luro y cuenca inferior del río Colorado”. En Cadiz y Brouchoud: *Contradicciones de desarrollo y horizontes alternativos*. XI Jornadas Patagónicas de Geografía. Neuquén: Unco.
- MJN, Ministerio de Justicia de la Nación (1994). *Ley Nacional N° 25.675: Ley General del Ambiente*. CABA: Sec. Pres. de la Nación.
- Organización de las Naciones Unidas (2010). *Derecho universal al agua potable y al saneamiento*. Res. A/RES/64/292. N. York, EE.UU.: Asamblea de las Naciones Unidas.

- Pereyra Fernández, E.; Fernández, E.; Lapena, J. y Betelu, M. (2023). Riesgos y problemas ambientales en la Villa Turística Casa de Piedra, La Pampa, Argentina. *Huellas*, 27, 95-115.
- Romani, C. (2021). *General Pico: prospectiva territorial de un escenario hídrico deficiente*. En tesis de grado. UNLPam, Santa Rosa, Argentina.
- Strahler, A. y Strahler, A. (1994). *Geografía Física*. Barcelona, Omega.
- Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (2015). *Estadística Hidrológica de la República Argentina*. Edición 2015. CABA: Ministerio de Obras Públicas de la Nación.
- Kazmann, N. (1979). *Hidrología moderna*. México DC: CECSA.

Fuentes de divulgación

- La Mañana, Diario (2014). Otro derrame de petróleo en Rincón de Los Sauces. Edición del día 27/7/14. Recuperado de: <https://www.lmneuquen.com/otro-derrame-petroleo-rincon-n231118>
- La Arena, Diario (2009). *La Pampa: 25 de Mayo también vierte sus efluentes cloacales al Colorado*. Edición del día 24/09/09. Recuperado: <https://intra.ada.gba.gov.ar/intra/infoagua/200909/noticias/278914.html>
- La Arena, Diario (2023). *Maquieyra habló del Colorado y le dijeron "ignorante"*. Edición del día 07/01/2023. Recuperado de: <https://www.laarena.com.ar/la-pampa/hablo-del-colorado-y-le-dijeron-ignorante--2023170280>
- Radio Don, FM (2023). *Maquieyra denunció que 25 de Mayo arroja los líquidos cloacales en el río Colorado*. Edición del 01/06/23. Recuperado de: <https://radiodon.com.ar/2023/01/06/maquieyra-denuncio-que-25-de-mayo-arroja-los-liquidos-cloacales-en-el-rio-colorado/>
- Región, Semanario (2021). *Abeldañó, 25 de Mayo: Destacan el trabajo de salud y política de viviendas*. Edición 17/06/21. Recuperado de <https://www.region.com.ar/productos/semanario/archivo/noticias-la-pampa/abeldano-destaco-trabajo-salud-1449.html>