

INVIERNO 2022: INFORME DE MONITOREO ESTACIONAL DE CALIDAD DE AGUA EN EL RÍO LUJÁN



Río Luján, Puente J.M. García, Suipacha

Invierno 2022: Informe de Monitoreo Estacional de Calidad de Agua Superficial en el río Luján

Descripción de parámetros físico-químicos y bacteriológicos analizados en relación a la calidad del agua superficial en 10 sitios muestreados a lo largo del río Luján, desde los arroyos de cabecera en el partido de Suipacha hasta Escobar.

El ComiLu junto con el Departamento de Preservación y Mejoramiento de los Recursos Hídricos de la Autoridad del Agua (AdA), posee un esquema de monitoreo trimestral en el río Luján y sus principales afluentes. En este monitoreo estacional, se realiza el relevamiento de parámetros físicos, químicos, bacteriológicos y biológicos para evaluar el estado de la calidad del agua superficial en la cuenca. Este proyecto comenzó a finales del 2019 y en la actualidad continúa en ejecución.

Introducción

El Río Luján tiene su origen en la confluencia del Arroyo Del Durazno con el Arroyo Los Leones en Suipacha, al noreste de la provincia de Buenos Aires, presenta un sentido de escurrimiento suroeste-noreste, y recorre aproximadamente 130 km, hasta su abrupto cambio de dirección hacia el NO-SE, debido al avance del Delta del Paraná, para desembocar finalmente en el Río de La Plata. El Río Luján recibe agua principalmente de las lluvias y, a medida que se aleja de sus nacientes, recibe diferentes tipos de impacto originados por vertidos de efluentes domiciliarios e industriales con escaso o nulo tratamiento de depuración.

Diseño muestral

En un intento de abarcar la longitud del cauce hasta el brusco giro hacia la desembocadura, fueron monitoreadas 10 estaciones en total (Figura 1).

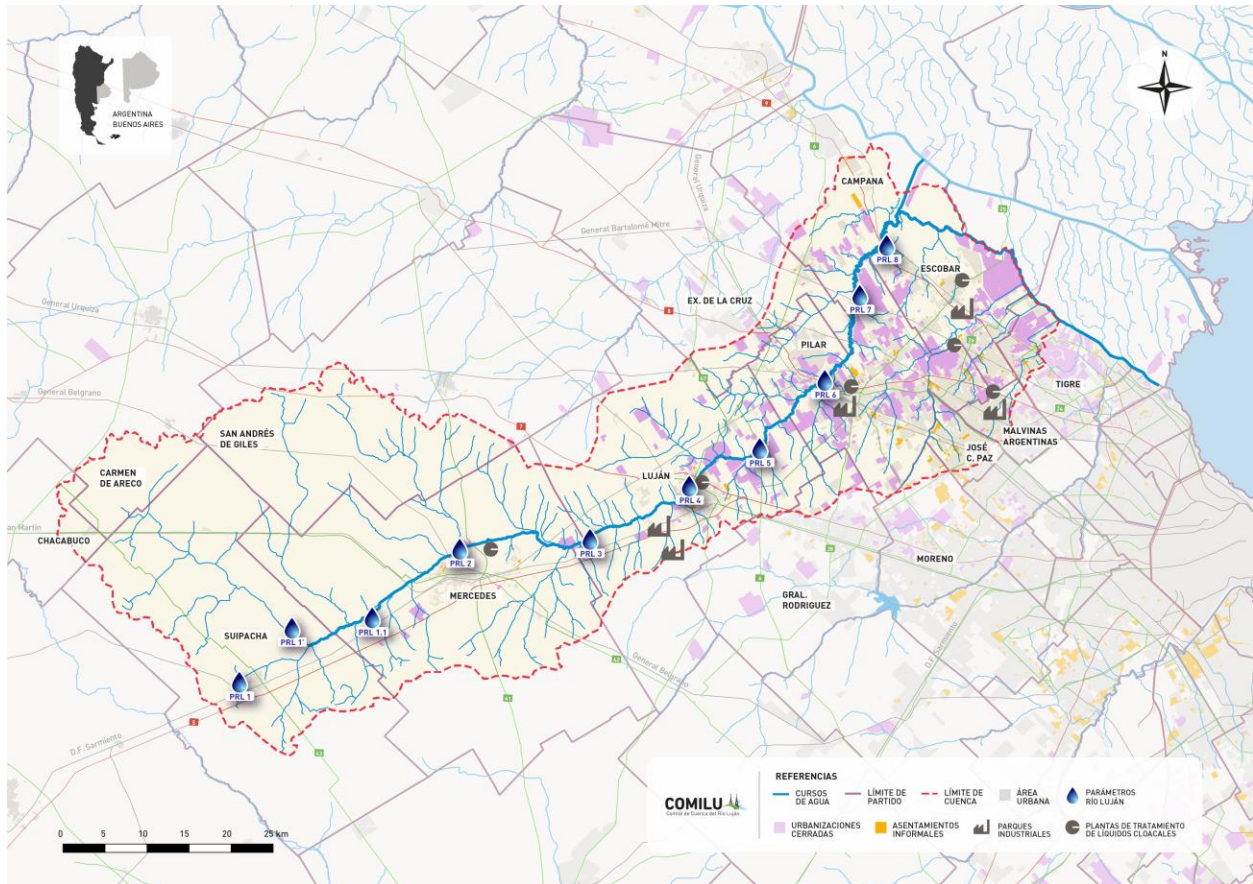


Figura 1: Mapa con el detalle de los sitios muestreados.

La Tabla 1 detalla las coordenadas GPS de los sitios mencionados.

Tabla 1: Detalle de coordenadas GPS y descripción del área en la tabla subsiguiente

		Coordenadas geográficas	Descripción del área
Estaciones de muestreo	PRL1	34°46'13,5" S; 59°42'34,16"O	Aº Del Durazno.
	PRL1 AA	34°45'6,52"S; 59°40'16,23"O	Aº Del Durazno.
	PRL1'	34°43'40" S; 59°38'5"O	Aº Los Leones.
	PRL1.1	34°42'7,51"S; 59°32'56,29"O	Puente García, en el límite entre Suipacha y Mercedes
	PRL2	34°37'47,67"S; 59°25'46,89"O	Puente calle 29, Parque Municipal Independencia en Mercedes.
	PRL3	34°37'2,26"S; 59°15'36,89"O	Puente Goldney, Olivera, partido de Luján
	PRL4	34°34'25,05"S; 59°7'50,58"O	Puente Av. J.M Pérez, en la ciudad de Luján
	PRL5	34°31'15,04"S; 59°2'15,9"O	Puente RP6, en el partido de Luján
	PRL6	34°26'44,8"S; 58°57'24,1"O	Puente RN8 en el partido de Luján
	PRL7	34°20'39,48"S; 58°54'48,96"O	Barrio Privado San Sebastián en Pilar
	PRL8	34°18'18,16"S; 58°52'57,3"O	Puente RN9, Escobar.

Determinaciones y análisis de los parámetros analizados

El equipo del ComiLu los días 13 y 14 de septiembre de 2022 realizó la toma de muestras físico-químicas del agua superficial y el día 22 de agosto de 2022 la extracción de muestras biológicas del sedimento mediante red manual D-Net, que no serán evaluadas en este informe.

Para la obtención de resultados de calidad de agua existe una coordinación entre varios agentes intervinientes (Tabla 2).

Tabla 2: Detalle de los parámetros analizados

Parámetros analizados		
1	Parámetros tomados <i>in situ</i> (ComiLu)	Temperatura, Conductividad, pH y % de Oxígeno Disuelto
2	Parámetros químicos (AdA)	Sólidos Totales, Turbiedad, N-Amoniacal, Nitritos, Nitratos, Fósforo total, DBO y DQO
3	Parámetros bacteriológicos (AdA)	Coliformes Fecales y <i>Escherichia Coli</i>
4	Bioindicadores (ComiLu)	Clorofila "a" y Macroinvertebrados bentónicos

En primera instancia, se evalúa la fecha de monitoreo teniendo en cuenta la variable climática. Es necesario registrar una falta de precipitaciones por lo menos 4 o 5 días previos al muestreo para generar condiciones óptimas de extracción de muestras para su posterior análisis. Una vez acordada la fecha, el Laboratorio de Análisis Químicos de la AdA prepara con antelación el material requerido para las distintas estaciones de muestreo. El Equipo del ComiLu procede al muestreo y conservación de las muestras hasta última hora de acuerdo a las Normas IRAM29012-2, IRAM29012-14 y los métodos APHA-1995, depositándolas al finalizar la campaña en el laboratorio de la AdA, quedando disponibles para que sean receptadas por el personal competente.

En campo se toman las muestras de agua superficial y se colocan en bidones de un litro y frascos de vidrio previamente rotulados con fecha y lugar de extracción. Asimismo, se miden parámetros *in situ* (temperatura del agua, pH, conductividad y oxígeno disuelto) con sonda multiparamétrica AQUACOMBO y se realiza un relevamiento fotográfico.

Las técnicas utilizadas para el análisis en laboratorio de las muestras obtenidas son extraídas del Standard Method 23rd Edition para análisis para agua de bebida y agua de desecho.

Comparación con la normativa vigente

En la actualidad no existe una normativa específica de aplicación directa para el análisis de calidad de agua superficial. Se realizó un análisis comparativo a fin de establecer una correlación con los límites admisibles presentados en las normativas de referencia. Dichos valores de referencia se extrajeron de la tabla de calidad de aguas dulces y marinas de la zona de uso exclusivo del Río de La Plata y su frente marítimo, Res. de la AdA N° 42/06. Para aquellos parámetros no contemplados en dicha normativa, se utilizó la Res. de ACUMAR N° 283/19, Anexo C donde se consideran límites admisibles de calidad de agua según los distintos usos.

En la tabla 3 se detallan los límites admisibles de las normas de referencias citadas.

Tabla 3: parámetros admisibles

		AdA Res. 42/06 agua dulce de uso recreativo	ACUMAR Res. 283/19 Anexo C Uso II, actividades recreativas con contacto directo
Temperatura del agua	°C	No establece valor	<35
pH	U pH	6,5-8,5	6,5-9
OD	mg/l	No establece valor	>5
Turbiedad	UNT	100	No establece valor
N de nitrato	mg/l	No establece valor	<10
Nitrato	mg/l	125	No establece valor
P total	mg/l	0,025	<1
DBO	mg/l	<10	<10
Coliformes fecales	UFC/100ml	126	<150
Clorofila "a"	µg/l	50	No establece valor

Resultados

El sitio de cabecera, correspondiente al arroyo Del Durazno en el partido de Suipacha (denominado PRL1) se encontraba seco al momento de extracción de la muestra, sin la posibilidad de tomar muestras de agua o sedimento; por lo que se muestreo 4 km aguas abajo del punto que habitualmente se monitorea y se lo denominó PRL1 AA.

Asimismo, el sitio PRL7 dentro del complejo urbanístico San Sebastián no fue relevado para este monitoreo debido a la negativa de ingreso al río en el día de muestreo planteado.

En la Tabla 4 se despliegan los resultados de los parámetros analizados correspondientes al muestreo de invierno 2022.

Tabla 4: Valores de los analitos presentados por el Laboratorio Central de AdA

		PRL1 AA	PRL1'	PRL1.1	PRL2	PRL3	PRL4	PRL5	PRL6	PRL7	PRL8
Turbiedad	UNT		92,7	14,8	21,6	27,5	5,4	6,1	7,3		10,7
pH lab	U de pH		9,1	8,3	8,8	8,4	8,1	8	7,9		7,8
Alcalinidad	mg/l		692	736	741	652	634	625	670		625
Cloruros	mg/l		152	202	570	358	297	216	189		354
Sulfatos	mg/l		222	177	220	183	168	116	105		103
Nitratos	mg/l		3	4	6	13	14	5	5		6
Nitritos	mg/l		0,05	0,03	0,43	3,1	3,58	0,04	0,08		0,03
Sólidos Totales 105°C	mg/l		1279	1341	2028	1539	1395	1160	1146		1402
Conductividad	µS/cm		1917	2010	3040	2305	2091	1739	1718		2108
DBO	mg/l	100	17	28	12	15	7	8	8		11
DQO	mg/l	298	73	98	79	50	47	41	42		74
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	12,02	0,67	1,7	5,89	3,89	1,29	5,37	6,02		8,13
Fósforo Total	mg/l	2,24	0,14	1,4	1,6	1,02	1,12	1,52	1,62		2,06
Coliformes fecales	UFC/100ml	115.000	320	60	800	100	2.000	60.000	56.000		40.000
DO	mg/l	0,5	11,05	0,38	9,02	6,78	0,56	0,75	1,04		0,28
Clorofila "a"	µg/l	6,41	115,36	34,71	210,96	400,02	2,67	6,94	11,22		11,22
Feofitina	µg/l	8,31	131,68	41,11	440,42	507,97	20,67	7,06	23,99		13,44
Clorofila Total	µg/l	14,71	247,04	75,82	651,37	907,99	23,34	14	35,2		24,66

1. Parámetros físicos

Temperatura

La temperatura del agua no se pudo medir en esta campaña de monitoreo debido a una falla en la medición de los electrodos en la sonda multiparamétrica.

pH

El pH es una medida que indica la acidez o alcalinidad del agua; se define como la concentración de iones hidrógeno en el agua. El pH fue determinado en laboratorio.

En relación a este parámetro, la Res. N° 42/06 de AdA establece un rango entre 6,5-8,5 U de pH encontrándose los valores descriptos de dichos límites, a excepción del arroyo de cabecera Los Leones en Suipacha donde el pH superó fue de 9,1 U de pH.

Conductividad y sólidos disueltos

La conductividad es producida por los electrolitos que lleva disuelto el agua. El total de sólidos disueltos es una medida del contenido combinado de todas las sustancias inorgánicas y orgánicas comprendidas en un líquido en forma molecular. En soluciones acuosas, la conductividad es directamente proporcional a la concentración de sólidos disueltos, por lo tanto, cuanto mayor sea dicha concentración, mayor será la conductividad.

Para un río de agua dulce, la conductividad media ronda entre los 100 a 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La tabla 5 refleja el grado de mineralización según los valores de conductividad de J. Rodier *et al.* 2011.

Tabla 5: Grado de mineralización según los valores de conductividad.

Conductividad	Grado de Mineralización
333-666 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Mineralización Media
666-1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Mineralización Importante
Mayor a 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Mineralización Excesiva

Fuente: Análisis del agua J. Rodier. Editorial Omega

El río Luján tiene una alta cantidad de ácidos húmicos en suspensión provenientes de los suelos de la cuenca y presenta conductividad generalmente alta. Según los resultados presentados se observa que la tendencia es la misma, determinando un grado de mineralización EXCESIVO según la tabla de mineralización de Rodier y colaboradores. El valor máximo de conductividad se presentó en la cuenca alta, en Mercedes (sitio PRL2) con 3.040 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y el menor valor se encontró en el sitio sobre RP8 (PRL6) con 1.718 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Oxígeno disuelto (DO en mg/l)

El oxígeno es un gas muy relevante en la dinámica de aguas, su solubilidad es función de varios factores (temperatura, presión, salinidad, etc.). El contenido de este gas varía en función de la presencia de vegetales, materiales orgánicos oxidables, organismos aerobios, así como de la perturbación en la interfaz agua-aire, que dificulte el intercambio con la atmósfera (como la presencia de grasas, hidrocarburos, detergentes, etc.).

La figura 3 refleja los valores de oxígeno disuelto medidos para el río Luján que fueron evaluados en laboratorio debido a que la sonda multiparamétrica falló en el momento de medición en el campo.

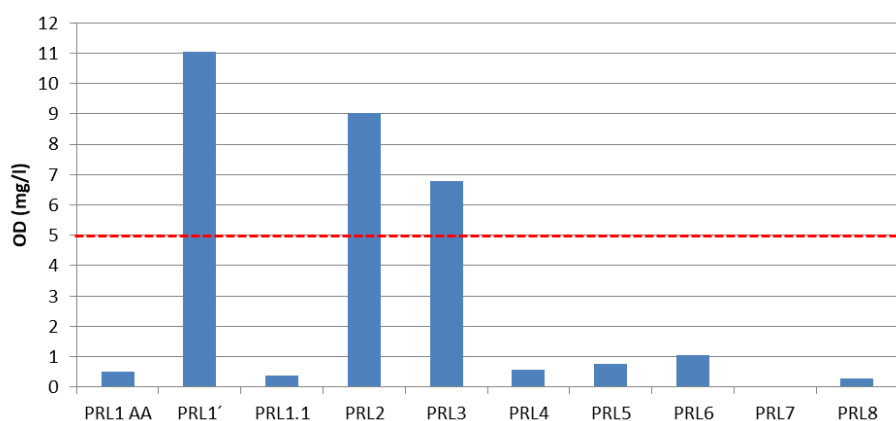


Figura 4. Valores de oxígeno disuelto (mg/l). La línea punteada representa el valor aceptable por la Res. N°283/19 de ACUMAR.

El río presenta un tenor de oxígeno aceptable para los sitios PRL1', PRL2 y PRL3 a saber arroyo Los Leones, Mercedes y Olivera en el partido de Luján respectivamente. Es importante remarcar que en los demás sitios presentaron concentraciones de OD considerablemente muy por debajo de la normativa vigente (línea punteada).

2. Parámetros químicos

Turbidez

Se entiende por turbidez a la medida de la transparencia que pierde el curso debido a la presencia de partículas en suspensión. Se considera a la turbidez como un buen parámetro para medir la calidad del agua ya que, a mayor turbidez, mayor cantidad de partículas en suspensión y por ende peor es la calidad del recurso hídrico.

Los valores hallados para el río varían en un rango de 5,4 UNT para el sitio PRL4 a 92,7 UNT para el sitio de cabecera en el arroyo Los Leones (PRL1'). La Resolución de ACUMAR N°283/19 no establece valor guía para este parámetro, en tanto la Resolución de AdA N°42/06 indica valores de 100 UNT como admisible para uso recreativo, encontrando todos los valores de turbidez medidos por debajo del límite mencionado. Sin embargo, es importante prestar atención al sitio de cabecera (PRL1' correspondiente al arroyo Los Leones) ya que el valor arrojado para este muestreo se acerca bastante al límite establecido.

Nitratos, Nitritos y Nitrógeno Amoniacal

La presencia de compuestos con Nitrógeno, en términos generales, en aguas procede de la disolución de rocas y minerales, de la descomposición de materiales vegetales y animales, de efluentes industriales y cloacales, y del lixiviado de tierras cultivadas donde se utilizan abonos que los contienen profusamente como componentes en sus formulaciones.

La figura 5 refleja las concentraciones de Nitratos, Nitritos y N-Amoniacal medidas en mg/l halladas en los sitios muestreados.

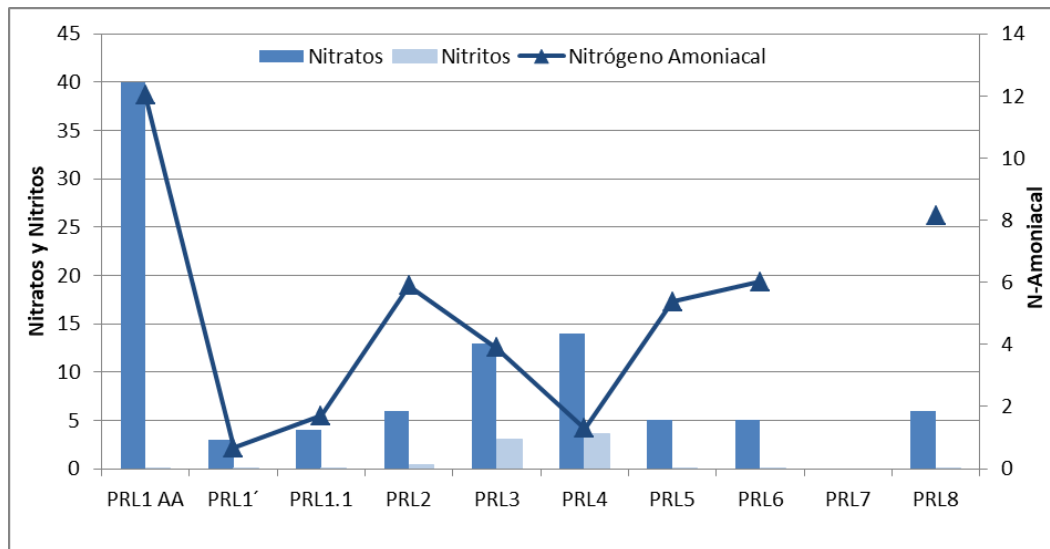


Figura 5: Valores de concentración de Nitratos, Nitritos y N-Amoniacal medidos en mg/l

Para el caso particular del compuesto nitrato, los valores presentados se encuentran por debajo del valor admisible presentado en la Res. N°42/06 de AdA que establece un valor límite menor a 125 mg/l en las concentraciones de Nitrato.

En tanto la Res. N°283/19 de ACUMAR establece un límite admisible menor a 10 mg/l de las concentraciones de Nitrógeno de Nitrato, el valor más alto registrado fue de 9,03 mg/l para el sitio PRL1 AA (ubicado en Suipacha) que se encuentra muy cercano al valor límite presentado por la resolución.

El amoníaco es uno de los componentes transitorios en el agua, puesto que es parte del ciclo del nitrógeno y se ve influido por la actividad biológica. Es el producto natural de descomposición de los compuestos orgánicos nitrogenados. En el agua puede aparecer en forma molecular o como ion amonio, dependiendo del pH. Las aguas superficiales no deben contener normalmente amoníaco. En general, la presencia de amoníaco libre o ion amonio es considerado como una prueba química de contaminación reciente y peligrosa. Si el medio es aerobio, el nitrógeno amoniacal se transforma en nitritos. Entre otros, los orígenes del nitrógeno amoniacal pueden ser por aguas residuales industriales y agrícolas (excrementos de animales, fertilizantes, etc.), aguas de lluvia, descomposición de productos nitrogenados orgánicos del suelo y putrefacción de las plantas.

Las resoluciones anteriormente citadas no proponen límite de admisibilidad para este compuesto. Se menciona el valor más alto presentado en el sitio PRL1 AA en el arroyo Del Durazno correspondiente al partido de Suipacha (12,02 mg/l).

En lo referente al compuesto nitrito, es una especie poco estable químicamente, su presencia en el agua suele indicar una contaminación de carácter fecal reciente. Es por ello que en aguas de superficie bien oxigenadas la concentración de nitritos no suele superar el 0,1 mg/l sin embargo,

en ríos con contaminaciones de aguas residuales urbanas e industriales apreciables pueden medirse niveles muy superiores al mencionado.

En la figura 5, se observa desde el sitio correspondiente a Olivera(PRL2) hasta el sitio ubicado en puente Las Tropas en Luján (PRL4), que las concentraciones de nitrito se encuentran superando dicho valor referencial, presentando el sitio PRL4 las concentraciones más altas (3,58 mg/l).

Fósforo total

El fósforo del agua puede proceder de la disolución de rocas y minerales que lo contiene, lavado de suelos en los que se encuentra como resto de actividades ganaderas y agrícolas, y de aguas residuales domésticas (en particular de los detergentes utilizados en limpieza doméstica).

La figura 6 refleja las concentraciones de Fósforo total medidas en mg/l halladas para todos los sitios muestreados. La línea punteada representa la Res. de AdA N°42/06 que indica un límite de 0,025 mg/l y la línea continua representa la Res. de ACUMAR N°283/19 que establece un valor guía para este parámetro menor a 1mg/l.

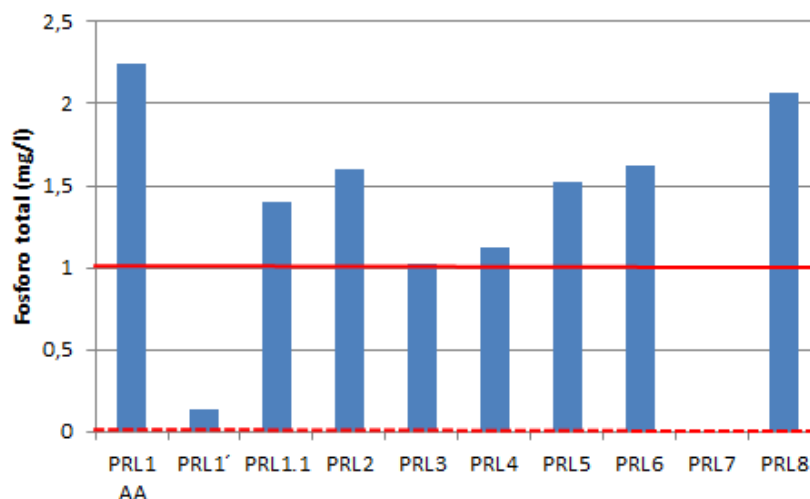


Figura 6: Valores de concentración de Fósforo total medidos en mg/l. La línea continua representa el valor aceptable por la Res. N°283/19 de ACUMAR y la punteada el de la Res. N°42/06

Es importante remarcar que las concentraciones halladas se encuentran superando las dos resoluciones anteriormente citadas en todos los sitios muestreados a excepción del sitio PRL1' (arroyo Los Leones) que arrojó concentraciones bajas del orden de 0,14 mg/l.

Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO)

La DBO es un parámetro que mide la cantidad de oxígeno consumido al degradar la materia orgánica de una muestra líquida. En otras palabras, la DBO proporciona una medida aproximada de la materia orgánica biodegradable presente en las aguas residuales. Además, la relación entre la DBO₅ y la DQO nos da una idea del nivel de contaminación de las aguas. Si la relación (DBO₅/DQO) es <0,2 entonces hablamos de una contaminación de tipo industrial, poco

biodegradables. En cambio, si la relación (DBO_5/DQO) es $>0,5$ entonces hablamos de unos vertidos de naturaleza urbana, o clasificables como urbanos y tanto más biodegradables, conforme esa relación sea mayor.

La figura 7 refleja las concentraciones halladas de DBO en el río y la relación entre DBO_5/DQO .

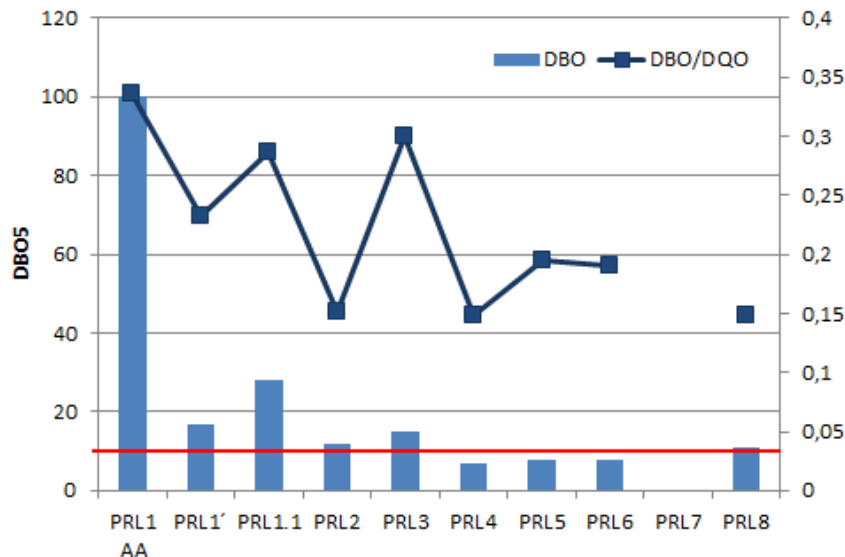


Figura 7: Valores de concentración de DBO_5 medidos en mg/l (gráfico de barras) y relación DBO_5/DQO (gráfico de línea). La línea punteada representa el límite admisible.

Se puede apreciar que los valores hallados de DBO se encuentran superando los valores admisibles desplegados por las Res. de AdA N°42/06 y de ACUMAR N°283/19 que establecen un valor guía para este parámetro menor a 10 mg/l, a excepción de los sitios PRL4, PRL5 y PRL6 correspondiente al partido de Luján.

Asimismo, la relación DBO_5/DQO nos muestra una contaminación mayoritariamente de tipo industrial ya que los valores arrojados del cociente DBO_5/DQO se aproximan a los 0,2 mg/l.

3. Parámetros bacteriológicos

Desde el punto de vista normativo, la Res. 283/19 de ACUMAR, ANEXO C exige un límite para protección de la biota y para actividades recreativas con contacto directo (uso de tipo I y II respectivamente) para las concentraciones de coliformes fecales, del orden menor a las 150 UFC/100ml y la Res. 42/06 de AdA establece valores menores a 126 colonias/100ml para aguas dulce destinadas al uso recreativo. El río presentó en su totalidad concentraciones bacteriológicas sumamente altas, superando en todos los sitios las normativas vigentes a excepción del sitio ubicado en Puente J.M. García en Mercedes. Los sitios con mayores concentraciones para la campaña de invierno fueron PRL1 aguas abajo (115.000 UFC/100ml) en Suipacha y los sitios pertenecientes a la cuenca baja (desde PRL5 en Luján hasta PRL8 en Escobar).

4. Clorofila “a”

Los lagos y los ríos están expuestos a riesgos de contaminación debidos en su mayor parte a la actividad humana (agricultura y ganadería intensivas, abonos químicos, vertidos de aguas residuales, deforestación, incendios, etc.). Estas actividades sobre los entornos y su biodiversidad provocan desequilibrios ambientales que pueden conducir a la eutrofización. La **eutrofización** se refiere a un proceso de acumulación de nutrientes que da lugar a una modificación progresiva del equilibrio biológico del ecosistema. Este exceso de nutrientes provoca el deterioro de la calidad del agua y la proliferación de microalgas y plantas acuáticas.

En relación a este parámetro los sitios correspondientes a los leones (PRL1´), el sitio en Mercedes (PRL2) y en Olivera (PRL3) reflejaron valores por encima del valor admisible según la Res. AdA N°42/06.

La eutrofización del fitoplancton puede evaluarse midiendo la clorofila a y los feopigmentos. El Índice de Estado Trófico (TSI) de Carlson y colaboradores (1977), constituye una herramienta viable para diagnosticar, cuantificar y evaluar la vulnerabilidad de los ecosistemas. El mismo define un rango entre 0 (ultraoligotrófico) y 100 (hipereutrófico), y cada color representa en qué medida el cuerpo de agua está eutrofizado (tabla 6).

Tabla 6: Grado de eutrofización según los valores de TSI clorofila a, Carlson *et al* 1977.

Valor de TSI	Color	Nivel de eutrofización
0-20	Verde	ultraoligotrófico
21-40	Verde Claro	oligotrófico
41-60	Amarilla	mesotrófico
61-80	Naranja	eutrófico
81-100	Roja	hipereutrófico

En relación al TSI cl a, los valores presentados para el monitoreo de invierno reflejan un río eutrofizado y particularmente hipereutrofizado en los sitios correspondientes a Mercedes (PRL2) y Olivera (PRL3) (tabla 7).

Tabla 7: Valores de TSI clorofila a en los sitios muestreados.

	PRL1 AA	PRL1´	PRL1.1	PRL2	PRL3	PRL4	PRL5	PRL6	PRL7	PRL8
TSI clorof a	51,48	79,69	67,88	89,39	92,71	56,10	50,99	60,21	-	56,65

Las siguientes fotos corresponden a los sitios PRL2 y PRL3 que reflejaron hipereutrofización para el monitoreo de invierno 2022.

PRL2 -Puente calle 29, Parque Municipal Independencia en Mercedes	PRL3 -Puente Goldney, Olivera, partido de Luján
	