

Monitoreo Cuerpos Superficiales de Agua

Arroyo Ludueña

Mayo 2024

Índice

Introducción	2
Cuenca Arroyo Ludueña	2
Alcance y Metodología	3
Evidencias en Campo	7
Análisis de los Resultados	8
pH	15
Temperatura	20
Sustancias Solubles en Éter Etílico	26
Sólidos en Suspensión	32
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)	39
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	45
Relación DBO/DQO	51
Oxígeno Disuelto	55
Conductividad Eléctrica	61
Turbidez	67
Coliformes Totales y Fecales	72
Conclusiones	72
Bibliografía	75
Anexos	76

Introducción

En el presente informe se presentan los principales resultados obtenidos de muestras tomadas en el trayecto que recorre el arroyo Ludueña por la ciudad de Rosario con la finalidad de observar el estado ambiental del mismo y comenzar la confección de series históricas que permitan un registro comparable en función del tiempo.

Los puntos de muestreos se seleccionaron y se seleccionarán en el futuro, según necesidades específicas de información, con la premisa de obtener una imagen representativa del estado de los cuerpos de agua que se estudian y considerando distintos fenómenos y procesos que se pueden presentar, en términos meteorológicos, climáticos, hidráulicos, fisicoquímicos, naturales o antrópicos.

Las muestras bajo estudio corresponden al período: octubre 2022 - marzo 2024, alcanzando un total de 51 muestras. Cabe señalar que dichas muestras se tomaron con una frecuencia mensual (con excepción en los meses de enero), de manera puntual y manual. La toma de muestra y el análisis de las mismas se encuadran en el convenio, según Decreto N° 1224, celebrado con la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA) de la Universidad Nacional Rosario (UNR)

Cuenca Arroyo Ludueña

La cuenca del arroyo Ludueña se ubica en el sur de la provincia de Santa Fe, Argentina, desarrollándose de oeste a este (Collins & Abendaño, 2016). Posee una superficie aproximada de 80.000 ha. y atraviesa parte de 15 ciudades localizadas en los departamentos Rosario y San Lorenzo. Es una de las principales cuenca hidrográfica con cuerpo de agua del tipo lótico (de aguas corrientes) de la ecorregión pampeana que discurre desde el oeste hasta el río Paraná. (Biasatti et al, 2016) y presenta humedales asociados.

Este arroyo ha sufrido intervenciones como terraplenes de rutas y ferrocarriles, alcantarillas, puentes y presa de retención de crecidas, etc., que se extienden casi enteramente hacia el sur de la Ruta Nacional 9 (RN 9). Al norte de dicha ruta, se ubica el sistema formado por los canales Ibarlucea (principal tributario del arroyo) y Salvat. El arroyo Ludueña y el canal Ibarlucea atraviesan al parque del Bosque de los Constituyentes, permitiendo así un área de inundación, y en sus márgenes se mantienen sus condiciones naturales. Aguas abajo de la Av. de Circunvalación, el arroyo Ludueña recorre zonas densamente pobladas de la ciudad, hasta su desembocadura en el río Paraná. Un tramo de este recorrido urbano del arroyo se encuentra entubado, (Plan Local de Acción Climática Rosario 2030. Municipalidad de Rosario, pág. 20).

En su vasta extensión, conforme al aumento de la población y del sector industrial se ha convertido en un fuerte receptor de residuos tanto industriales como urbanos. Las principales fuentes de contaminación en el arroyo Ludueña provienen de las descargas de líquidos pluvio cloacales vertidos ilegalmente en el canal Ibarlucea, de los efluentes industriales sin tratamiento previo y de los residuos sólidos arrojados en el arroyo o en sus bordes. Otros problemas son la proliferación de canalizaciones clandestinas, la pérdida de infiltración de suelos y el incremento de precipitaciones (Plan Local de Acción Climática Rosario 2030. Municipalidad de Rosario, pág. 20). Por otra parte, el impacto de la población sobre los sistemas ecológicos del planeta tomó relevancia en los últimos años, poniendo de manifiesto la estrecha

relación entre los niveles de contaminación ambiental y la salud de la población (Bofill-Mas & otros, 2005) En este sentido, es de suma importancia poder abordar y conocer el estado de situación del arroyo y la vinculación con las diferentes variables ambientales y socioculturales. Ante la problemática planteada, se estudió el arroyo durante el período octubre de 2022 - marzo 2024, en el marco de un convenio celebrado con la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA) de la Universidad Nacional de Rosario.

Alcance y Metodología

Durante el período estudiado se realizaron muestreos mensuales (excepto durante enero), puntuales y manuales, alcanzando un total de 51 muestras, junto al Centro de Ingeniería Sanitaria (CIS) - FCEIA que fueron envasadas, rotuladas e ingresadas posterior al laboratorio del centro antes mencionado.

En campo se realizó, un análisis del sitio, que incluye aspectos cualitativos (residuos en inmediaciones, presencia de organismos vivos, cobertura sobre el cuerpo de agua, etc.), que se registraron y acompañaron con material fotográfico.

Se midieron 10 analitos fisicoquímicos: pH, Temperatura, Sólidos Solubles en Éter Etílico (SSEE), Sólidos Suspendidos Total (SST), Demanda Biológica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Turbidez (Tur), Conductividad Eléctrica (CE), Oxígeno Disuelto (OD), Sólidos Sedimentables (SS) en 10 minutos y en 2 horas. Además, en algunas muestras se analizó Coliformes Totales (CT), Coliformes Fecales (CF).

Los muestreos se efectuaron mediante una bomba sumergible de 12V y $Q_{\text{máx}} = 12 \text{ l/min}$ y los análisis se llevaron a cabo según "Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 22nd Ed. 2012. AWWA".

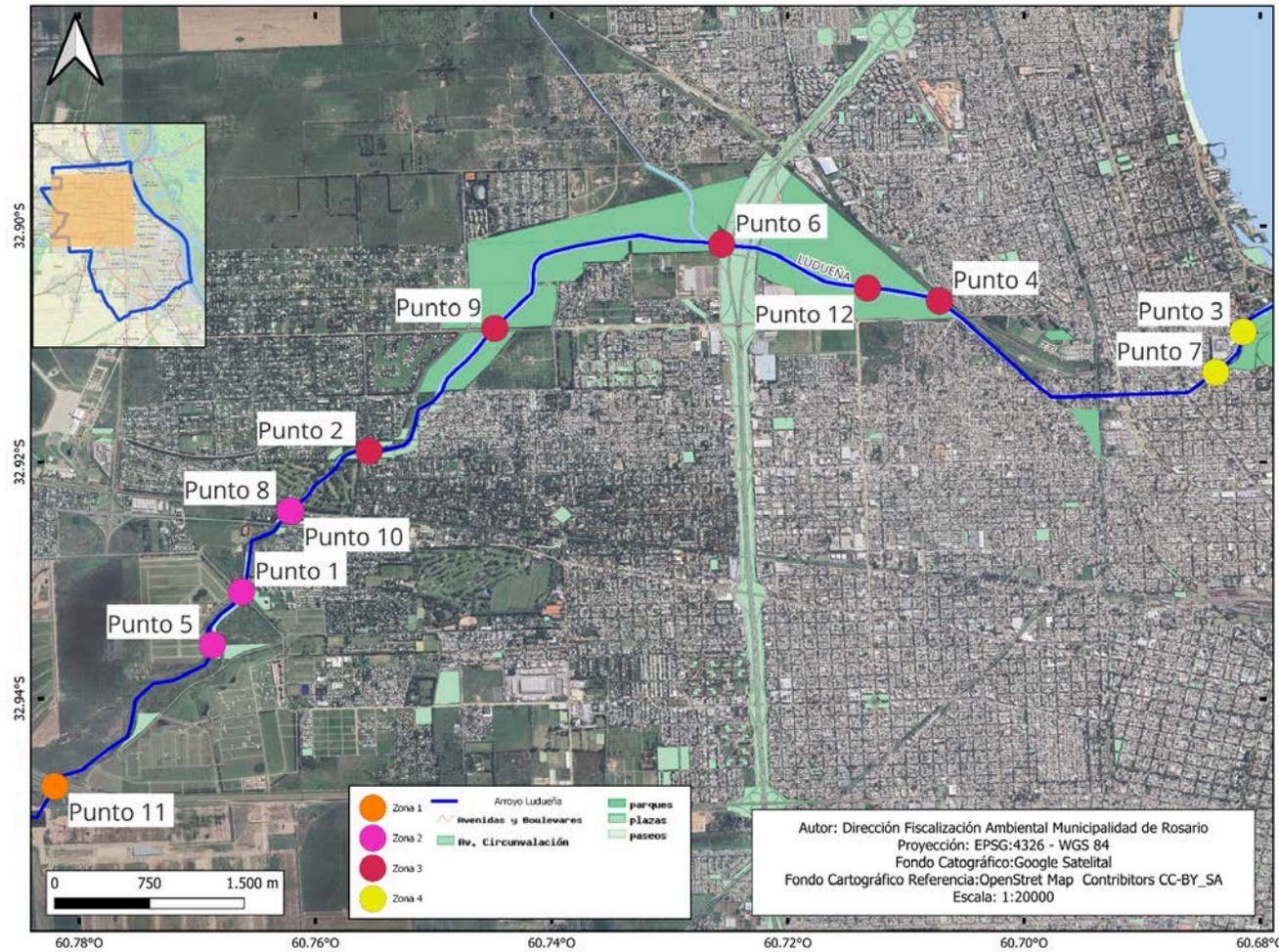
En el mapa que se inserta a continuación, Mapa 1, se presentan los puntos de muestreo que se analizaron. Para mayor comprensión, se dividió el estudio del arroyo en cuatro áreas: Zona 1, Zona 2, Zona 3 y Zona 4 que contienen los puntos de muestreos como se puede observar en el Mapa 2.

Mapa 1. Puntos de Muestreo.



Fuente: DFA.

Mapa 2. Zonificación del Área de Estudio.



Fuente: DFA.

En el Cuadro 1 se indican las direcciones de los puntos mencionados en el mapa anterior y en Anexo I se presentan fotografías de cada uno de estos puntos.

Cuadro 1. Referencia de cada Punto de Muestreo

Punto de Muestreo	Ubicación del Punto	Observaciones	Muestras tomadas en el período analizado
1	Intersección Ing. Miglierini y Arroyo Ludueña	La muestra se toma en el centro del cauce desde el puente sobre Arroyo Ludueña ubicado en Ing. Miglierini	8
2	Intersección Alvarez Condarco y Arroyo Ludueña	La muestra se toma en el centro del cauce desde el puente sobre el arroyo Ludueña ubicado en Alvarez Condarco 946 bis	8
3	Intersección Nansen y Arroyo Ludueña	La muestra se toma en el centro del cauce desde el puente sobre el arroyo Ludueña ubicado en Nansen 164	4
4	Intersección Puente Negro y Arroyo Ludueña	La muestra se toma en el centro del cauce desde el puente sobre el arroyo Ludueña ubicado sobre Puente Negro 6135. A unos pocos metros de aquí comienza el entubamiento del arroyo.	3
5	Ribera del arroyo entre Jacobacci y Miglierini	La muestra se toma sobre la margen derecha del arroyo Ludueña a la altura de la desembocadura de estación de bombeo de Aguas Santafesinas, previo al punto 1 Miglierini .	2
6	Intersección José María Rosa y Arroyo Ludueña.	La muestra se toma en el centro del cauce desde el puente sobre el arroyo Ludueña, ubicado sobre Jose Maria Rosa 2003 bis. Metros arriba de este punto el arroyo recibe el aporte del canal Salvat e Ibarlucea.	4

Punto de Muestreo	Ubicación del Punto	Observaciones	Muestras tomadas en el período analizado
7	De Los Trabajadores y Allende	La muestra se toma en el centro del cauce desde la vereda ubicada sobre Av. de Los Trabajadores 1482. Aquí finaliza el entubamiento del arroyo.	10
8	Intersección Azcuénaga y Arroyo Ludueña	La muestra se toma en el centro del cauce desde el puente sobre el arroyo Ludueña, ubicado en Azcuénaga 9194	5
9	Intersección Newbery y Arroyo Ludueña	La muestra se toma en el centro del cauce desde puente sobre el arroyo Ludueña, ubicado sobre Newbery 8421	2
10	Arroyo Ludueña a metros de Azcuénaga	La muestra se toma en la orilla derecha al norte de vías del ferrocarril.	1
11	Intersección Autopista Che Guevara y Arroyo Ludueña	La muestra se toma en la orilla derecha del arroyo Ludueña, debajo del puente de la autopista Che Guevara.	3
12	Puente ubicado en Bosque de los Constituyente	La muestra se toma en el centro del cauce desde el puente sobre el arroyo Ludueña, ubicado al este de la prolongación de Provincias Unidas.	1

Evidencias en Campo

Durante el trabajo de campo se percibió de manera visual y organoléptica ciertas características de las muestras y su entorno, como olor, coloración, texturas y presencia de residuos. Se listan, en Anexo II, las observaciones según los puntos de muestreo y las fechas que se tomaron las muestras en los mismos. No obstante, a continuación se presentan algunas conclusiones.

El Punto 1 presentó, de manera regular, residuos en las orillas del arroyo y frecuentemente se observó la descarga del Emisario 4 sobre la margen derecha. Además, las muestras tomadas durante el año 2023 presentaron coloración marrón, mientras que en el año 2024 se tomó la

primera muestra con coloración más clara. En el sitio, de manera esporádica se apreciaron olores.

En el Punto 2 fue común advertir, sobre la superficie del arroyo, una película oleosa y blanquecina. Además en la zona, a menudo, se percibieron olores.

En cuanto al Punto 7, se destacó la presencia de residuos y hedor, la cual fue continua a lo largo del periodo en estudio. El cuerpo de agua exhibió, habitualmente, material graso en su superficie y en repetidas ocasiones se observó abundante presencia de vegetación acuática.

En el Punto 8 se constató, recurrentemente, la descarga de un conducto pluvial abierto que colecta, entre otros, los efluentes vertidos por el establecimiento Fisherton Plaza Mall y del Aeropuerto Internacional Rosario, aunque de este último no se tiene certeza.

Asiduamente, en el Punto 11 se reparó en cristales blanquecinos en el borde derecho y en la existencia de algas sobre el agua, estas últimas disminuyeron coincidentemente con el aumento de precipitaciones en la zona estudiada.

Análisis de los Resultados

Los resultados de todos los parámetros medidos se presentan en el Cuadro 2 y luego se analizan por puntos de muestreos y por zona. Para dicho análisis se examinan las medidas de tendencia central como la mediana y media que muestran cuál es el centro en torno al cual se ubica un conjunto de datos; las medidas de posición tales 1ºcuartil y 3º cuartil; y medidas de dispersión, que indican el grado de variabilidad de las observaciones como el rango y el desvío estándar. Entendiendo por:

Mediana: señala el centro de los datos ordenados, es decir al 50% de los datos.

Media o Promedio: es el valor que se obtiene al sumar todos los datos de un conjunto de valores para posteriormente dividir la cifra obtenida entre la cantidad de valores analizados. Dado que considera todos los valores asumidos por las variables, cuando hay valores extremos no ofrece una visión real de las observaciones.

Cuartiles: los cuartiles dividen el conjunto de observaciones en cuatro partes iguales. El primer cuartil, Q1, es el valor bajo el cual se presenta 25% de las observaciones, y el tercer cuartil, Q3, es el valor bajo el cual se presenta 75% de las observaciones. El cuartil dos 2 es igual al valor que se representa el 50% es decir igual a la mediana.

Rango: muestra la diferencia entre el valor máximo y mínimo de las observaciones.

Máximo: es el valor máximo que alcanza la variable dentro del conjunto de datos.

Mínimo: es el valor mínimo observado en conjunto de datos de una variable.

Desvío Estándar: ofrece información de la dispersión de los datos respecto a la media.

Coefficiente de Variación: cociente entre el Desvío Estándar y la media.

Además, se investiga la existencia de valores atípicos, osea aquellos valores que difieren mucho de las demás observaciones del mismo grupo de datos, en el análisis por puntos de muestreo como por zonas.

Por último, los valores resultantes de cada uno de los analitos analizados se comparan con los límites establecidos por la Resolución 283/2019¹, (Anexo III, Cuadro 4), según los siguientes usos:

- I a. Apta para protección de biota y uso recreativo con contacto directo;
- I b. Apta para protección de biota²;
- II. Apta para actividades recreativas con contacto directo³;
- III. Apta para actividades recreativas sin contacto directo;
- IV. Apta para actividades recreativas pasivas.

También se puede adoptar como referencia la Ley Nacional N°24.051, Decreto N°831/93, Anexo II, Tabla 2 - Niveles Guía De Calidad de Agua para Protección de la Vida Acuática, Agua dulce superficial. Cabe señalar que esta última no cuenta con niveles de los parámetros o analitos analizados en las muestras tomadas en el arroyo para el período en estudio.

Cabe señalar, que la provincia de Santa Fe carece de normativa que establezca niveles guías de calidad para los cuerpos superficiales de agua ubicados en la misma.

¹ Resolución que establece las características y valores de parámetros asociados a los usos / objetivos de calidad establecidos para las aguas superficiales de la cuenca hídrica Matanza Riachuelo y sus subcuencas. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-283-2019-334281/texto>

² Para el presente trabajo este uso no se utilizará para comparar con los resultados.

³ Idem anterior.

Cuadro 2. Parámetros analizados en cada Punto de Muestreo

Punto de Muestreo	Fecha Muestreo	Parámetros analizados												
		ph	T (°C)	SSEE (mg/l)	SS 10min (mg/l)	SS 2h (mg/l)	MST (mg/l)	DBO (mg/l)	DQO (mg/l)	Tur (UNT)	CE (μS/cm)	OD (mg/l)	CT (n°/100ml)	CF (n°/100ml)
Punto 1	oct-22	8,00	18,20	17,00	0,20	4,00	790,00	42,00	190,00	975,00	7200,00	4,70		
Punto 2	oct-22	8,20	16,10	41,00	<1,00	<1,00	22,00	8,00	110,00	11,00	8600,00	10,50		
Punto 3	oct-22	7,40	21,20	10,00	<1,00	<1,00	12,00	5,00	12,00	18,00	440,00	6,50		
Punto 1	nov-22	8,40	27,10	10,00	<0,10	<0,10	12,00	8,00	30,00	11,00	7700,00	11,20		
Punto 2	nov-22	7,80	25,50	40,00	<1,00	<1,00	6,00	5,00	27,00	9,00	6900,00	1,10		
Punto 3	nov-22	7,50	23,70	10,00	<1,00	<1,00	10,00	4,00	13,00	20,00	480,00	5,30		
Punto 1	dic-22	8,00	25,50	12,00	0,10	0,10	40,00	5,00	40,00	12,00	18000,00	3,80		
Punto 2	dic-22	8,00	28,60	40,00	<0,10	0,40	25,00	7,00	40,00	13,00	14000,00	4,20		
Punto 3	dic-22	7,30	30,00	10,00	<0,10	<0,10	15,00	6,00	12,00	19,00	610,00	4,60		
Punto 2	feb-23	8,10	23,5	12	<0,1	<0,1	10	18	90	89	8200	<1		
Punto 4	feb-23	7,80	24,4	14	<0,1	<0,1	15	7	20	8,4	3000	1,5	1,1x10 ⁷	2,4x10 ⁶
Punto 5	feb-23	8,10	19	10	<0,1	<0,1	22	23	130	85	15000	<1	2,4x10	<30

Punto de Muestreo	Fecha Muestreo	Parámetros analizados												
		ph	T (°C)	SSEE (mg/l)	SS 10min (mg/l)	SS 2h (mg/l)	MST (mg/l)	DBO (mg/l)	DQO (mg/l)	Tur (UNT)	CE (µS/cm)	OD (mg/l)	CT (n°/100ml)	CF (n°/100ml)
Punto 5	mar-23	7,70	23,8	15	<0,1	<0,1	20	95	930	27	23000	<1		
Punto 6	mar-23	7,80	25	10	<0,1	<0,1	10	30	50	5,7	3000	4,2		
Punto 7	mar-23	6,80	28,7	10	<0,1	<0,1	10	<2	10	8,4	3400	2,3		
Punto 2	abr-23	7,80	14,5	12	<0,1	<0,1	10	3	22	6	11500	<1		
Punto 7	abr-23	7,80	24,4	14	<0,1	<0,1	15	7	20	8,4	3000	1,5	1,1x10 ⁷	2,4x10 ⁶
Punto 8	abr-23	6,70	13,5		<0,1	<0,1	16	24	190	11	12600	1		
Punto 4	may-23	7,80	18,7	210	<0,1	<0,1	27	8	23	11	2800	5,8		
Punto 7	may-23	7,30	19,3	14	<0,1	<0,1	6	6	10	8	1000	1,9		
Punto 8	may-23	7,80	16,2	210	<0,1	<0,1	13	2	72	30	8200	<1		
Punto 1	jun-23	8	8,9	15	<0,1	<0,1	10	12	170	23	10000	6,4		
Punto 6	jun-23	7,8	10,9	9	<0,1	<0,1	6	<2	51	4	4100	6,5		
Punto 7	jun-23	7,4	17,8	2	<0,1	<0,1	14	13	55	24	2100	<1		
Punto 8	jun-23	8	9,1	9	<0,1	<0,1	15	9	200	25	9300	3,2		
Punto 10	jul-23	7,7	16,2	6	<0,1	<0,1	14	68	140	35	9100	3,7		
Punto 7	jul-23	7,6	18,5	5	<0,1	<0,1	6	9	36	3	3500	3,7		

Punto de Muestreo	Fecha Muestreo	Parámetros analizados												
		ph	T (°C)	SSEE (mg/l)	SS 10min (mg/l)	SS 2h (mg/l)	MST (mg/l)	DBO (mg/l)	DQO (mg/l)	Tur (UNT)	CE (µS/cm)	OD (mg/l)	CT (n°/100ml)	CF (n°/100ml)
Punto 8	jul-23	7,8	16,2	5	<0,1	<0,1	15	24	170	39	9600	<1		
Punto 9	jul-23	7,9	17,6	24	<0,1	<0,1	4	7	120	6	7100	7,3		
Punto 1	ago-23	8,2	9,5	3	<0,1	<0,1	21	10	130	14	13000	10,5		
Punto 11	ago-23	8,5	10	2	<0,1	<0,1	15	2	14	7	11000	11,4		
Punto 12	ago-23	8,3	14	7	<0,1	<0,1	5	3	48	3	4900	14,5	1,1x10 ⁵	2,4x10 ⁴
Punto 4	ago-23	8,1	17,1	3	<0,1	<0,1	33	21	85	19	3500	11,3	11x10 ⁵	4,6x10 ⁵
Punto 7	ago-23	7,5	15,4	<2	<0,1	<0,1	3	2	4	4	2300	3,2		
Punto 11	sep-23	8,4	13,8	2	<0,1	<0,1	10	3	12	9	13000	9,3		
Punto 2	sep-23	8,1	15	19	<0,1	<0,1	12	4	110	10	12000	10,7		
Punto 7	sep-23	7,3	17,1	2	<0,1	<0,1	<5	9	17	8	2400	2,3		
Punto 11	oct-23	8,2	14,2	5	<0,1	<0,1	14	2	15	11	15000	8,8		
Punto 6	oct-23	7,9	16,9	35	<0,1	<0,1	11	15	210	14	5300	5,3		
Punto 3	oct-23	7,3	19,6	5	<0,1	<0,1	10	2	14	16	810	5,6		
Punto 11	nov-23	8,9	22,4	9	<0,1	<0,1	20	4	120	15	7000	10		
Punto 8	nov-23	8,2	24,6	5	<0,1	<0,1	18	3	17	15	8300	8,5		

Punto de Muestreo	Fecha Muestreo	Parámetros analizados												
		ph	T (°C)	SSEE (mg/l)	SS 10min (mg/l)	SS 2h (mg/l)	MST (mg/l)	DBO (mg/l)	DQO (mg/l)	Tur (UNT)	CE (μS/cm)	OD (mg/l)	CT (n°/100ml)	CF (n°/100ml)
Punto 7	nov-23	6,9	24,5	5	0,1	0,1	10	5	12	15	330	5,2		
Punto 1	dic-23	8,4	21,5	5	<0,1	<0,1	2	5	12	2	12000	12,8		
Punto 2	dic-23	8,1	21,9	5	<0,1	<0,1	<2	4	13	3	9100	12,2		
Punto 9	dic-23	8,3	22,8	5	<0,1	<0,1	9	5	7	8	6000	11		
Punto 1	feb-24	7,3	20,4	17	<0,1	<0,1	8	3	80	10	5300	7		
Punto 6	feb-24	7,6	23,1	12	<0,1	<0,1	8	7	59	8	3400	6,3		
Punto 7	feb-24	7,4	25,8	14	<0,1	<0,1	5	7	50	6	1300	4,6		
Punto 1	mar-24	6,9	22	20	<0,1	<0,1	44	25	95	41	1200	<1	1.1x10 ⁵	5x10 ³
Punto 2	mar-24	7	21,4	14	<0,1	<0,1	43	25	84	43	1400	<1		
Punto 7	mar-24	7	22,7	17	<0,1	<0,1	57	13	64	42	750	1,6	11x10 ⁵	75x10 ³
Mediana Periodo		7,80	19,60	10,00	0	0	12,00	7,00	50,00	11,00	6000,00	4,60	(*)	(*)

Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

(*) no se expresa mediana debido a que hay pocos resultados.

pH

Variaciones importantes en el pH pueden repercutir sobre la biocenosis existente en los cuerpos de agua, debido a que el intervalo de concentraciones óptimo para la adecuada proliferación y desarrollo de la mayor parte de la vida biológica es bastante estrecho y crítico. Es dable señalar, que en agua dulce, un pH entre intervalos de 6.5 a 8.5 protegerá a la mayoría de los organismos. Además, un aumento en la temperatura hace disminuir el pH. No obstante, un aumento de temperatura propicia un crecimiento elevado de algas lo que implica un aumento diurno en el pH. Los desperdicios sintéticos provenientes de desechos industriales, automotrices, etc., arrojados al agua reducen el pH. Los nutrientes pueden afectar indirectamente al pH y estimular el crecimiento de las algas.

En cuanto a los valores obtenidos, tal como se observan en Cuadro 2 fluctúan entre 6.7 y 8.9 lo que implica un rango de 2.2 y permite asumir que el agua del arroyo es levemente alcalina. El valor mínimo se observa en el Punto 8 para la muestra de abril de 2023 y el máximo se da en el Punto 11 en noviembre de 2023. El valor de la mediana del total de las muestras se sitúa en 7.8, el primer cuartil resulta de 7.4 y el tercer cuartil arroja un valor de 8.1.

Asimismo, se plasman los resultados de tendencia central, de posición y dispersión por punto de muestreo en el Cuadro 3 y la variación en cada punto en el Gráfico 1.

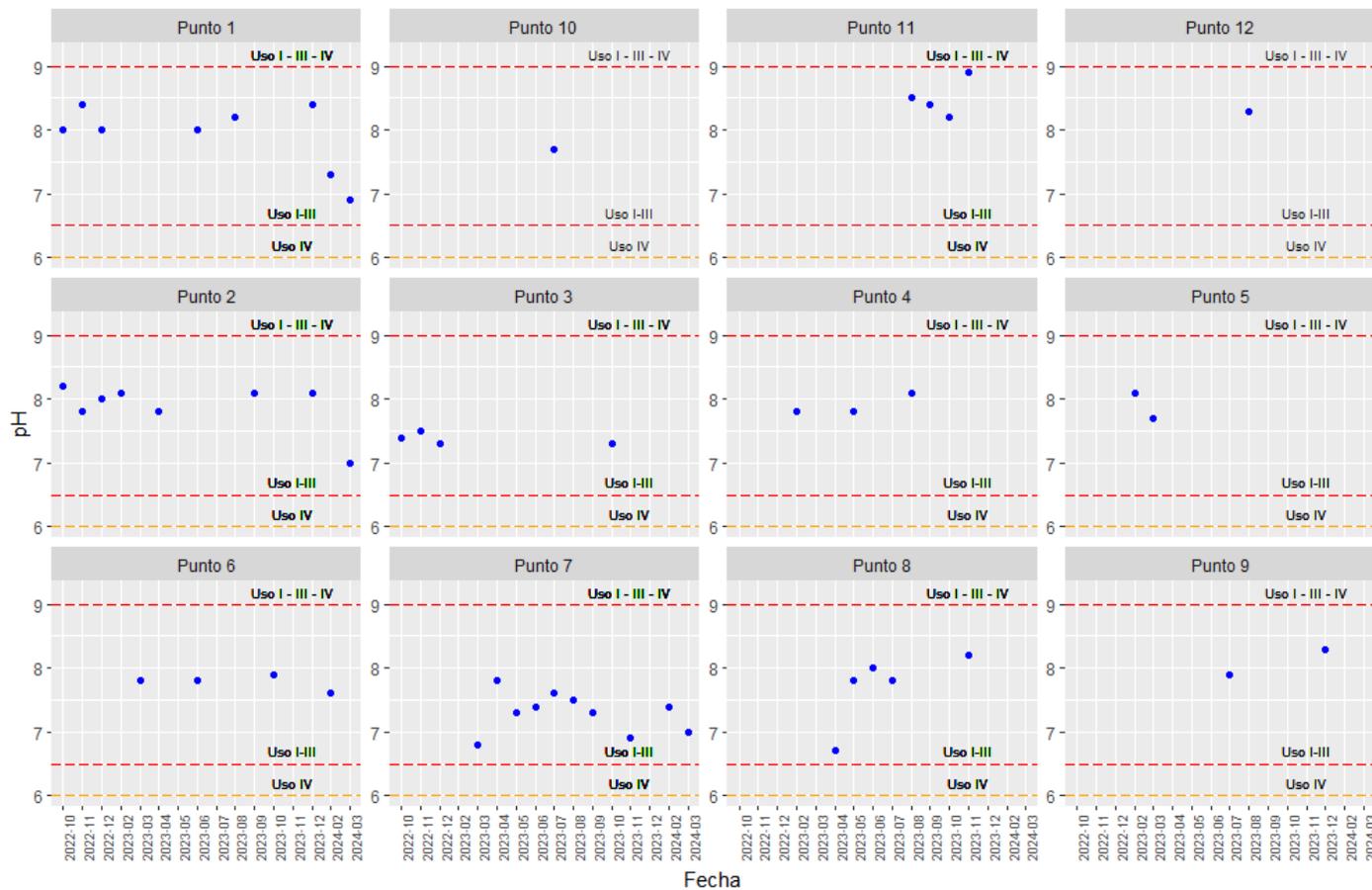
Cuadro 3. Medidas de Tendencia Central, de Posición y de Dispersión de pH por Punto de Muestreo

Punto de Muestreo	Media	Mediana	Máximo	Mínimo	Rango	1° Cuartil	2° Cuartil	Desvío Estándar	Coefficiente Variación
Punto 1	7,9	8,0	8,4	6,9	1,5	7,8	8,3	0,532	0,067
Punto 10	7,7	7,7	7,7	7,7	0,0	7,7	7,7	(*)	(*)
Punto 11	8,5	8,5	8,9	8,2	0,7	8,4	8,6	0,295	0,035
Punto 12	8,3	8,3	8,3	8,3	0,0	8,3	8,3	(*)	(*)
Punto 2	7,9	8,1	8,2	7,0	1,2	7,8	8,1	0,387	0,049
Punto 3	7,4	7,4	7,5	7,3	0,2	7,3	7,4	0,096	0,013
Punto 4	7,9	7,8	8,1	7,8	0,3	7,8	8,0	0,173	0,022
Punto 5	7,9	7,9	8,1	7,7	0,4	7,8	8,0	0,283	0,036
Punto 6	7,8	7,8	7,9	7,6	0,3	7,8	7,8	0,126	0,016
Punto 7	7,3	7,4	7,8	6,8	1,0	7,1	7,5	0,316	0,043
Punto 8	7,7	7,8	8,2	6,7	1,5	7,8	8,0	0,583	0,076
Punto 9	8,1	8,1	8,3	7,9	0,4	8,0	8,2	0,282	0,035

Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

(*) no se expresa dado que hay una sólo medición.

Gráfico 1. Variación pH para los puntos de muestreos



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

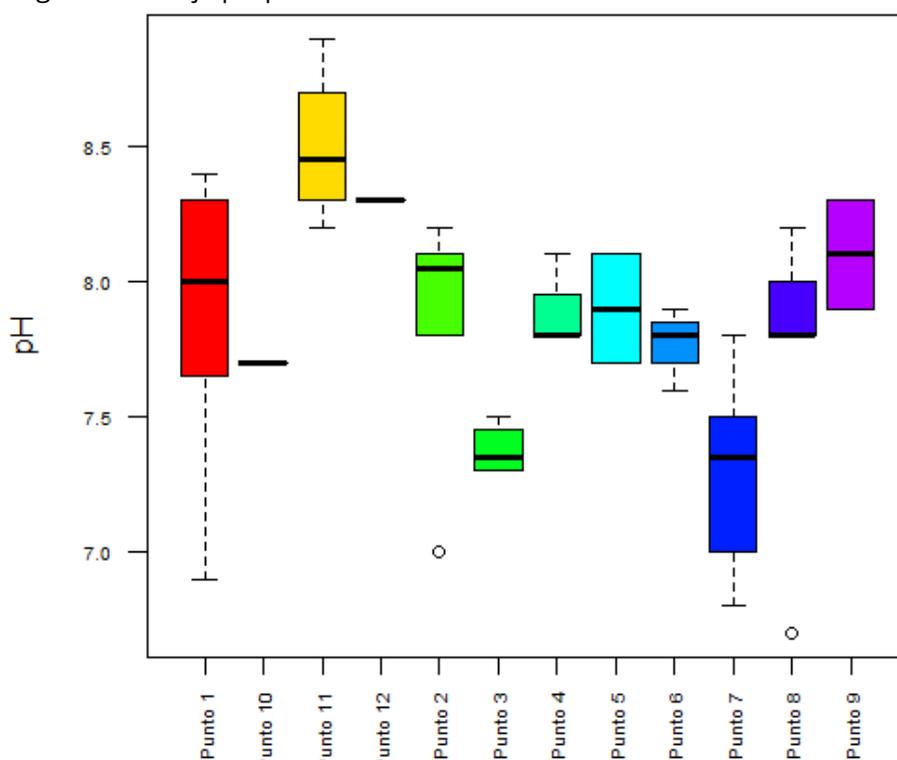
Referencia: Líneas punteadas establecen los límites indicados por la Resolución 283/2019 para los distintos usos del arroyo.

Del Gráfico 1 se desprende que todos los valores resultantes en todos los puntos se encuadran con la Resolución 283/2019 para el tipo de Uso I. Asimismo, del Cuadro 3 se advierte que el punto que presenta menos dispersión es el Punto 3, seguido del Punto 6 y los puntos con mayor dispersión son los Puntos 8 y 1. Dicho lo anterior, es necesario destacar que los resultados son homogéneos en cada punto de muestreo, teniendo en cuenta los coeficientes de variación.

Siguiendo con el Cuadro 3, de la variación de las medianas comparando los puntos de muestreo, se advierte que en el Punto 11 se observa la mediana más alta y en el Punto 3 y 7 la de menor valor. Esto permite inferir que el agua del arroyo presenta un leve descenso del pH en los puntos ubicados en la desembocadura del mismo, si se lo compara con los valores del ingreso a la ciudad de Rosario.

Continuando con el análisis, se advierten valores anómalos inferiores, en los Puntos de Muestreos 2, y 8 (7 en marzo de 2024, 6.7 en abril de 2023), tal como se puede observar en el diagrama de caja o bigotes (Gráfico 2).

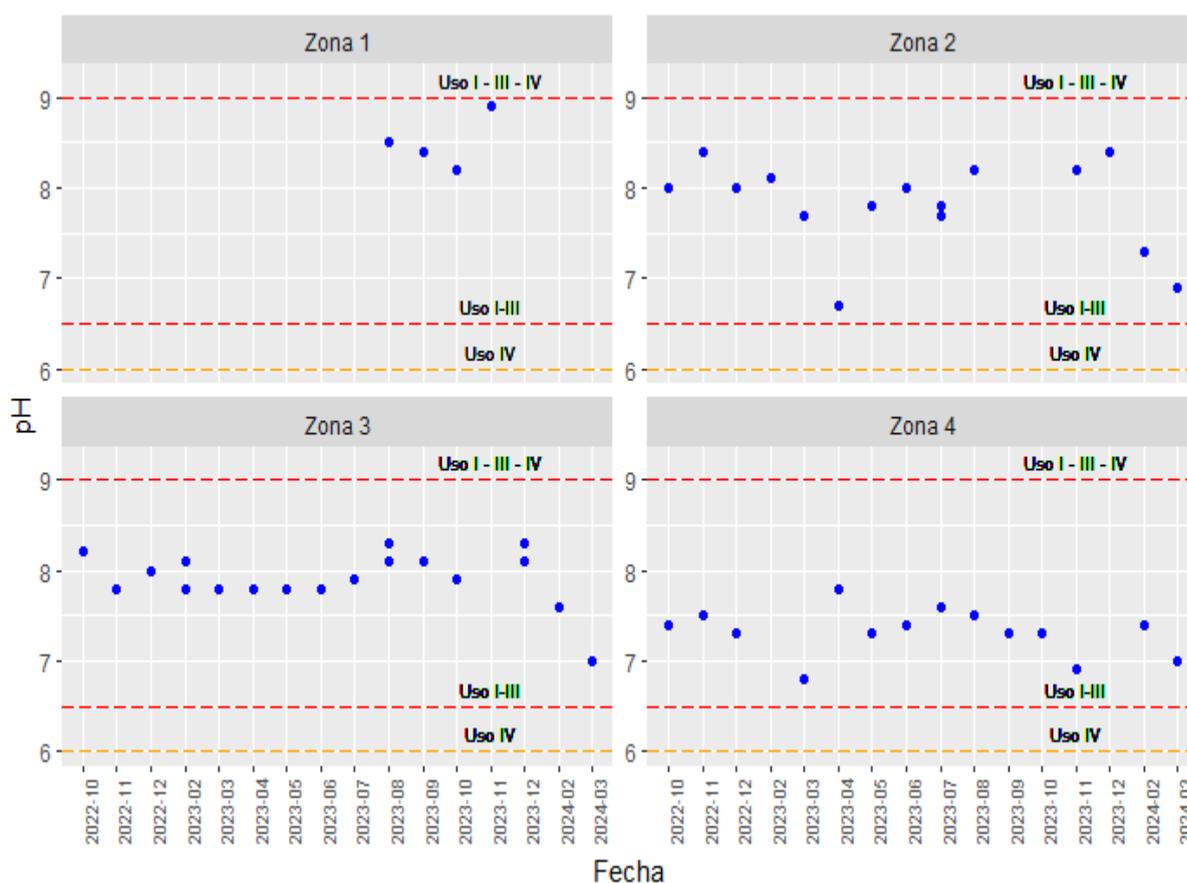
Gráfico 2. Diagrama de Caja pH para los Puntos de Muestreos



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

En el mismo orden de ideas, en el Gráfico 3 se presentan los valores que alcanza el pH al analizar las cuatro zonas en las que se divide el arroyo y como era de esperar, al igual que lo que ocurre al analizar los puntos, dichas zonas cumplen con la Resolución 283/2019 para el tipo de Uso I.

Gráfico 3. Variación pH en Zonas de estudio



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

Referencia: Líneas punteadas establecen los límites indicados por la Resolución 283/2019 para los distintos usos del arroyo.

Además, se exponen en el Cuadro 4, los valores de tendencia central, posición y dispersión de cada zona, de lo que se deduce que la dispersión de los valores en cada zona es muy baja, siendo la que presenta mayor dispersión la Zona 2 lo que coincide con el análisis de los puntos de muestreo ya que aquellos que presentaron mayor dispersión pertenecen a esta zona. La variación de las medianas de las zonas, (Gráfico 5), demuestra con mayor claridad cómo desciende el pH a medida que se acerca a la desembocadura (Zona 4) al río Paraná.

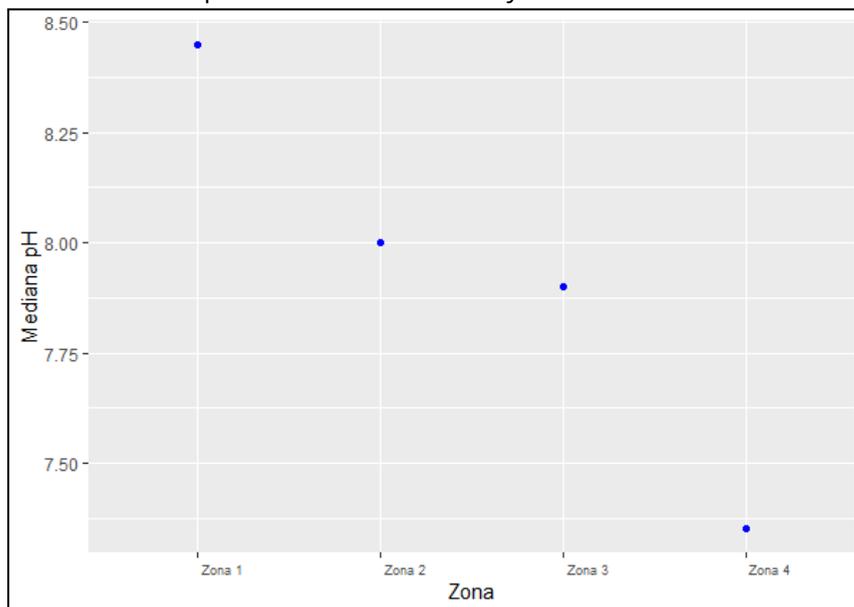
En cuanto a los valores atípicos, salvo la Zona 1, se presentan anomalías inferiores, según se muestra en el Gráfico 6.

Cuadro 4. Medidas de Tendencia Central, de Posición y de Dispersión de pH por Zona del arroyo

Zona	Media	Mediana	Máximo	Mínimo	Rango	1° Quartil	2° Quartil	Desvío Estándar	Coefficiente Variación
Zona 1	8,50	8,45	8,90	8,20	0,70	8,35	8,60	0,29	0,035
Zona 2	7,83	8,00	8,40	6,70	1,70	7,70	8,13	0,49	0,062
Zona 3	7,91	7,90	8,30	7,00	1,30	7,80	8,10	0,30	0,038
Zona 4	7,32	7,35	7,80	6,80	1,00	7,30	7,48	0,27	0,037

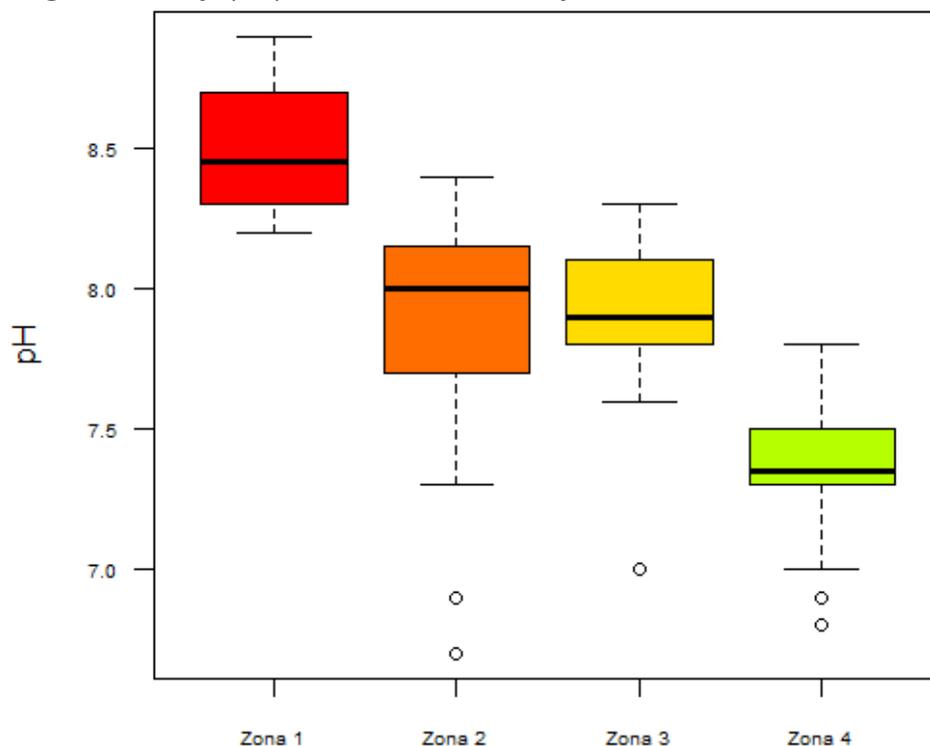
Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

Gráfico 4. Variación mediana pH en las Zonas del arroyo.



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

Gráfico 5. Diagrama de Caja pH para las Zonas del Arroyo



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

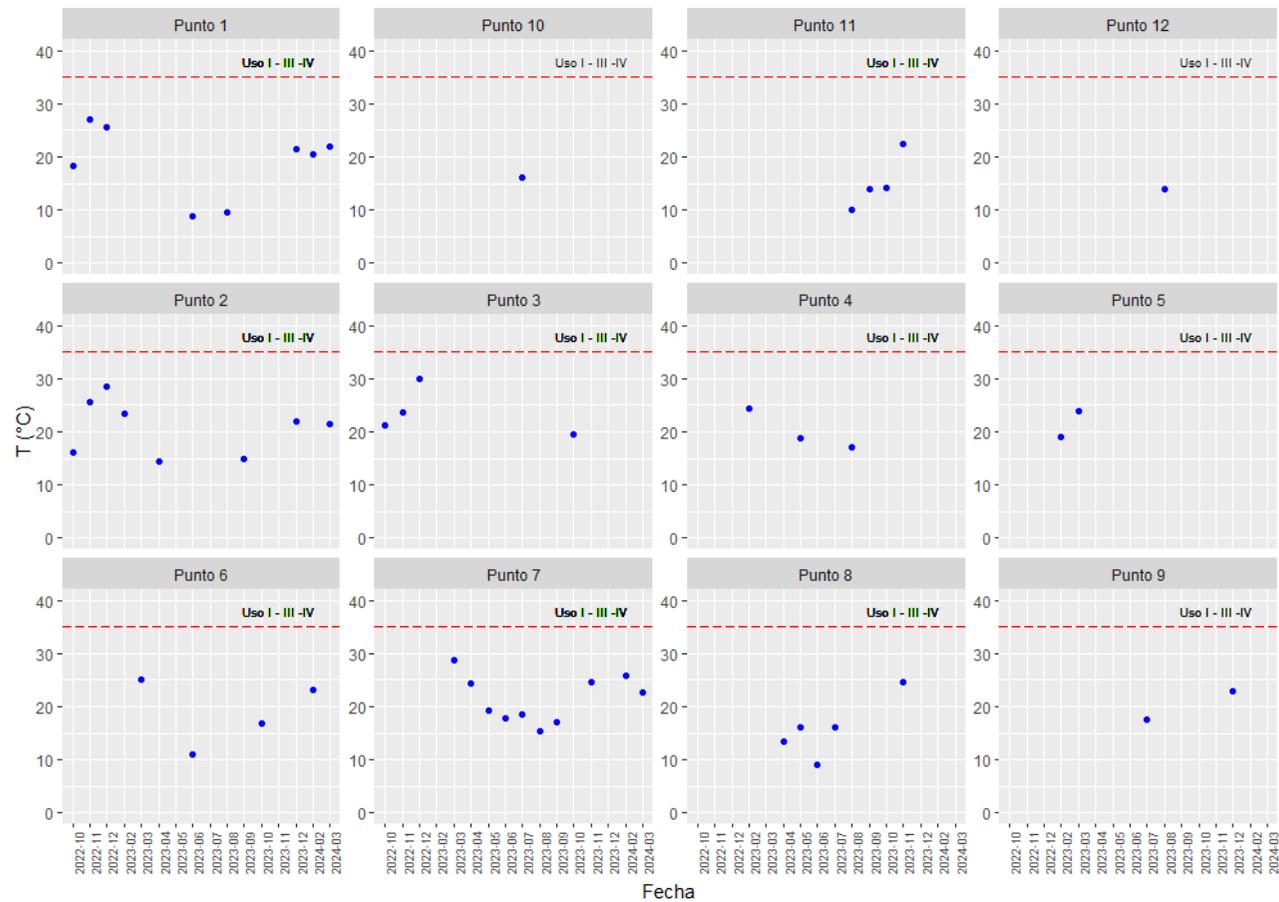
Temperatura

La temperatura del agua es un parámetro relevante dada su influencia, tanto sobre el desarrollo de la vida acuática como sobre las reacciones químicas y velocidades de reacción, así como sobre la aptitud del agua para ciertos usos útiles. Un cambio brusco de temperatura puede conducir a un fuerte aumento en la mortalidad de la vida acuática, como así también, las temperaturas anormalmente elevadas pueden dar lugar a una indeseada proliferación de plantas acuáticas y hongos. La temperatura óptima para el desarrollo de la actividad bacteriana se sitúa entre los 25 °C y los 35 °C.

En el período estudiado, la temperatura osciló entre 8.9 °C y 30 °C (Cuadro 2). El valor mínimo se detectó para la muestra de junio de 2023 en el Punto 1 y el valor máximo para la muestra de diciembre de 2022 en el Punto 3. Como resultado, la variación de la temperatura en cada punto de muestreo (Gráfico 6) está influenciada por las estaciones del año y los horarios en que se sacan las muestras. En el Cuadro 4 se presentan los valores de tendencia central, de posición y dispersión para cada punto y se destaca que los valores hallados demuestran baja dispersión. De acuerdo al Gráfico 7 se advierten valores atípicos sólo en punto de muestreo 8.

De lo anterior, se destaca que las temperaturas observadas son menores a 35 °C. Por lo tanto, permiten cualquiera de los usos planteados por la Resol. 283/2019.

Gráfico 6. Variación Temperatura (°C) para los Puntos de Muestreos



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

Referencia: Líneas punteadas establecen los límites indicados por la Resolución 283/2019 para los distintos usos del arroyo.

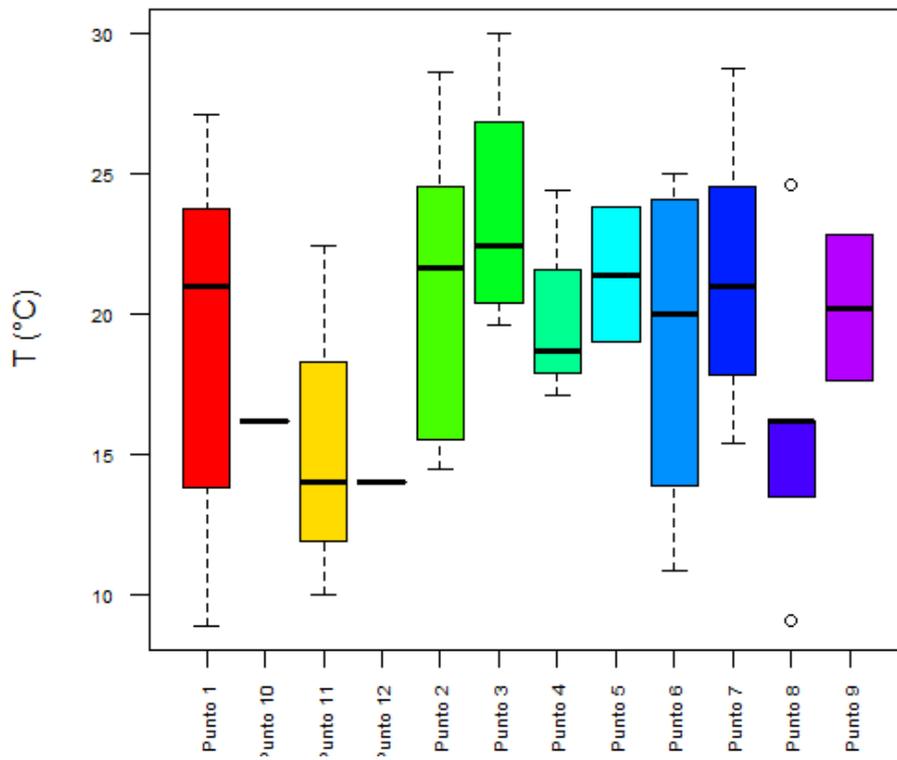
Cuadro 5. Medidas de Tendencia Central, de Posición y de Dispersión de Temperatura por Punto de Muestreo

Punto de Muestreo	Media	Mediana	Máximo	Mínimo	Rango	1° Quartil	2° Quartil	Desvío Estándar	Coficiente Variación
Punto 1	19,14	20,95	27,10	8,90	18,20	16,03	22,88	6,74	0,35
Punto 10	16,20	16,20	16,20	16,20	0,00	16,20	16,20	(*)	(*)
Punto 11	15,10	14,00	22,40	10,00	12,40	12,85	16,25	5,22	0,35
Punto 12	14,00	14,00	14,00	14,00	0,00	14,00	14,00	(*)	(*)
Punto 2	20,81	21,65	28,60	14,50	14,10	15,83	24,00	5,17	0,25
Punto 3	23,63	22,45	30,00	19,60	10,40	20,80	25,28	4,57	0,19
Punto 4	20,07	18,70	24,40	17,10	7,30	17,90	21,55	3,84	0,19
Punto 5	21,40	21,40	23,80	19,00	4,80	20,20	22,60	3,39	0,16
Punto 6	18,98	20,00	25,00	10,90	14,10	15,40	23,58	6,40	0,34
Punto 7	21,42	21,00	28,70	15,40	13,30	17,98	24,48	4,39	0,20
Punto 8	15,92	16,20	24,60	9,10	15,50	13,50	16,20	5,65	0,36
Punto 9	20,20	20,20	22,80	17,60	5,20	18,90	21,50	3,68	0,18

Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

(*) no se expresa el desvío estándar dado que hay una sola medición.

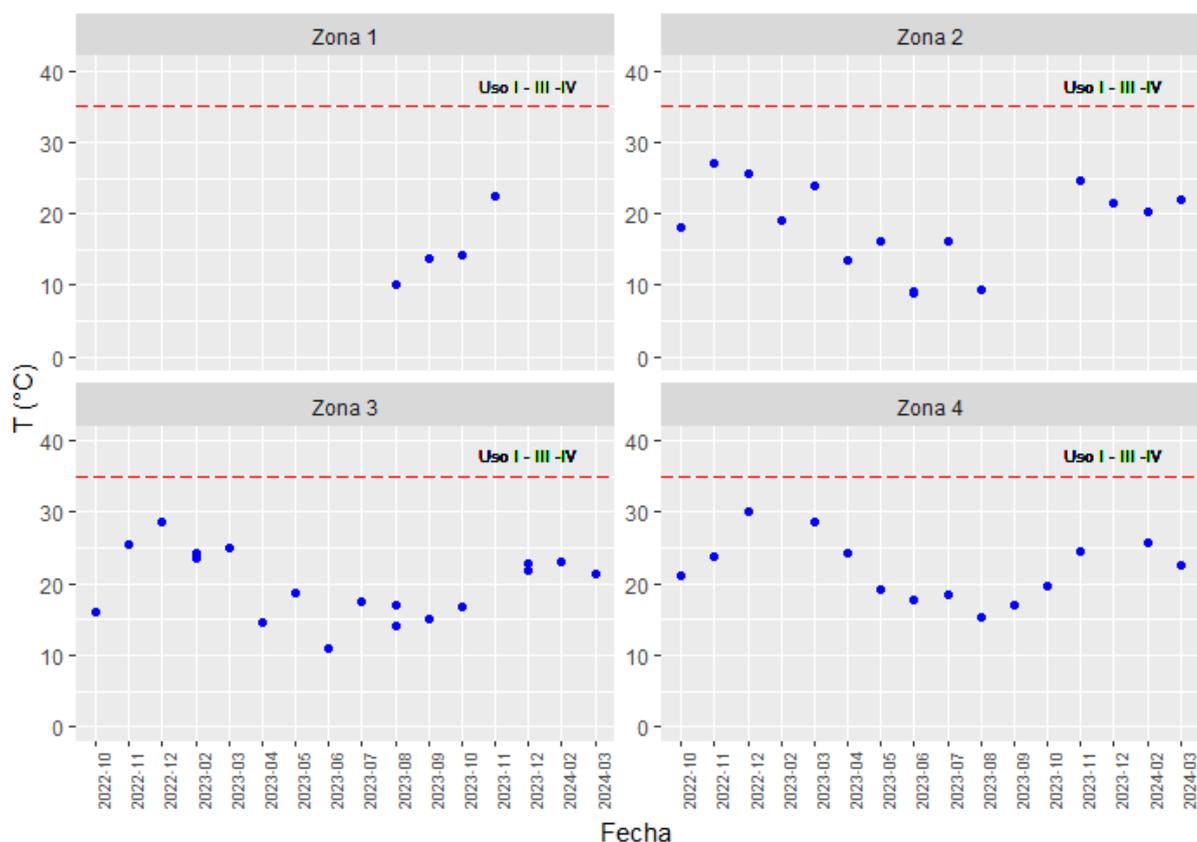
Gráfico 7. Diagrama de Caja Temperatura (°C)



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

Continuando con el análisis, en el Gráfico 8 se presentan los resultados que alcanza la temperatura al analizar los cuatro sectores del arroyo y como era de esperar, dichas zonas cumplen se pueden utilizar para cualquiera de los usos establecidos por la Resolución 283/2019.

Gráfico 8. Variación Temperatura en Zonas de estudio



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

Referencia: Líneas punteadas establecen los límites indicados por la Resolución 283/2019 para los distintos usos del arroyo.

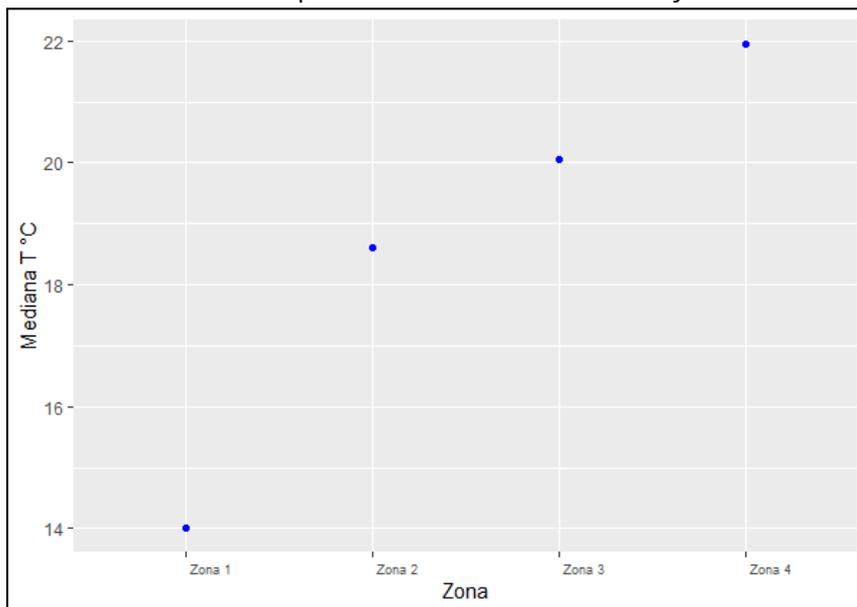
Además, en el Cuadro 6 se exhiben los datos obtenidos de tendencia central, posición y de dispersión por Zona del arroyo indicando que las mismas cuentan con temperaturas con baja dispersión, siendo la Zona 1 la de mayor homogeneidad en los resultados. El Gráfico 9, que expone la variación de las medianas de las zonas, evidencia la dinámica en cuanto a las tomas de muestras, dado que en cada jornada se comienza por la Zona 1 y se culmina en Zona 4 cerca del mediodía pasando por Zona 2 y 3 a media mañana. Y el Gráfico 10 demuestra que no hay valores anómalos para ninguno de los sectores del arroyo en cuanto a la temperatura.

Cuadro 6. Medidas de Tendencia Central, de Posición y de Dispersión por Zona del arroyo

Zona	Media	Mediana	Máximo	Mínimo	Rango	1° Quartil	2° Quartil	Desvío Estándar	Coficiente Variación
Zona 1	15,10	14,00	22,40	10,00	12,40	12,85	16,25	5,22	0,35
Zona 2	18,23	18,60	27,10	8,90	18,20	15,53	22,45	5,86	0,32
Zona 3	19,83	20,05	28,60	10,90	17,70	16,30	23,40	4,84	0,24
Zona 4	22,05	21,95	30,00	15,40	14,60	18,70	24,48	4,38	0,20

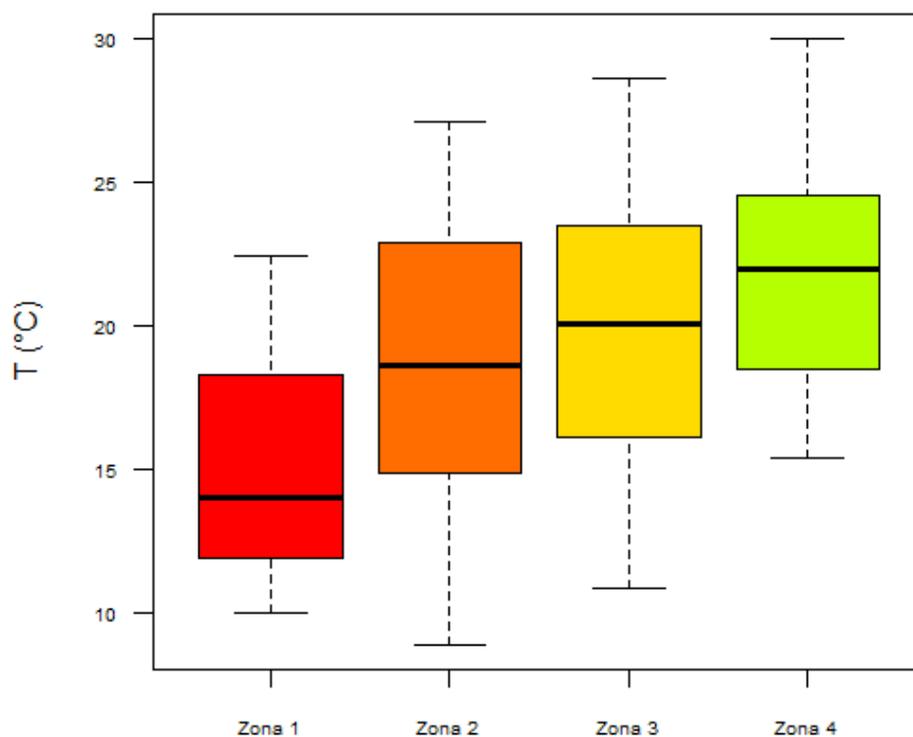
Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

Gráfico 9. Variación mediana de Temperatura en las Zonas del arroyo.



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

Gráfico 10. Diagrama de Caja Temperatura para las Zonas del Arroyo



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

Sustancias Solubles en Éter Etílico

Para tener una medida de la presencia de aceites y grasas se utiliza el parámetro de SSEE. Analizando este último, para el total de las muestras se advierte que la mediana alcanza los 10 mg/l, el primer cuartil implica que el 25% de los valores se encuentran por debajo de 5 mg/l y el

tercer cuartil implica que el 75% de los valores se encuentran por debajo de 15 mg/l. Asimismo, las SSEE varían en la serie de datos del período analizado entre valores menores a 2 y 210 mg/l (Cuadro 2 y Cuadro 7). El valor mínimo se observa en la muestra tomada en agosto de 2023 en el Punto 7 ubicado en la zona próxima a la desembocadura del arroyo al río Paraná. El valor máximo se localiza en los Puntos 4 y 8 para las muestras de mayo de 2023. Se indica que para la muestra tomada en abril del Punto 8, desde el CIS - UNR no se ha informado el resultado.

En función del Gráfico 11 que señala las variaciones del parámetro en función del tiempo y de los puntos de muestreo y del Cuadro 7 que establece los resultados de las medidas centrales, posición y dispersión se infiere que los puntos con mayores variaciones y dispersión de las concentraciones de SSEE, en el período analizado, son el 4 y el 8. Para el Punto 4 se tomó muestra, además de la de mayo, en febrero y agosto de 2023 arrojando una concentración de 14 mg/l y 3 mg/l muy por debajo de los 210 mg/l obtenidos en mayo. De acuerdo a los muestreos de junio, julio y noviembre de 2023 en el Punto 8, se observa una disminución muy marcada en las concentraciones (9, 5, 5 mg/l) comparado con la hallada en mayo de 2023. Esta situación, se destaca en las observaciones al momento de toma de muestra de mayo de 2023 para los Puntos 7 y 8 y se puede advertir en las Imágenes 24 y 25 de Anexo II: Registro de Observaciones de Campo

. En cuanto al punto 7 en mayo se registra uno de los resultados más elevados del año 2023 con un valor de 14 mg/l igual al obtenido en abril 2023.

Cabe destacar, que cada punto de muestreo presenta datos bastantes heterogéneos en cuanto a la concentración de SSEE ya que la dispersión de los mismos resulta entre alta y muy alta, con excepción del Punto 5 que la misma es baja.

Por último, no se encontraron valores atípicos de este parámetro en ninguno de los puntos de muestreos tal como se señala en Gráfico 12 .

Cuadro 7. Medidas de Tendencia Central, de Posición y de Dispersión de SSEE por Punto de Muestreo

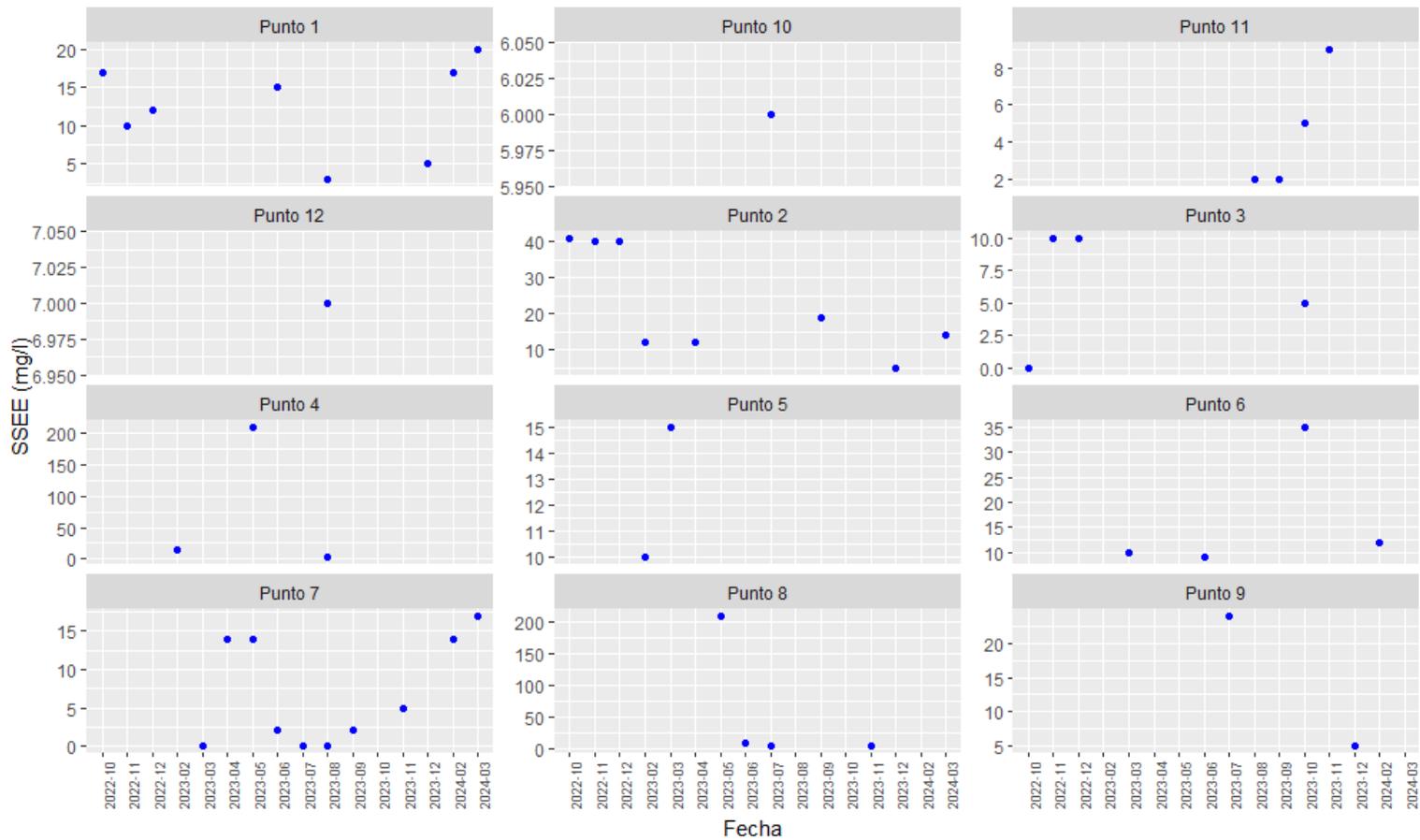
Punto de Muestreo	Media	Mediana	Máximo	Mínimo	Rango	1° Quartil	2° Quartil	Desvío Estándar	Coficiente Variación
Punto 1	12,38	13,50	20,00	3,00	17,00	8,75	17,00	6,05	0,49
Punto 10	6,00	6,00	6,00	6,00	0,00	6,00	6,00	(*)	(*)
Punto 11	4,50	3,50	9,00	2,00	7,00	2,00	6,00	3,32	0,74
Punto 12	7,00	7,00	7,00	7,00	0,00	7,00	7,00	(*)	(*)
Punto 2	22,88	16,50	41,00	5,00	36,00	12,00	40,00	14,95	0,65
Punto 3	6,25	7,50	10,00	0,00	10,00	3,75	10,00	4,79	0,77
Punto 4	75,67	14,00	210,00	3,00	207,00	8,50	112,00	116,47	1,54
Punto 5	12,50	12,50	15,00	10,00	5,00	11,25	13,75	3,54	0,28
Punto 6	16,50	11,00	35,00	9,00	26,00	9,75	17,75	12,40	0,75

Punto de Muestreo	Media	Mediana	Máximo	Mínimo	Rango	1° Quartil	2° Quartil	Desvío Estándar	Coficiente Variación
Punto 7	6,80	3,50	17,00	0,00	17,00	0,50	14,00	7,05	1,04
Punto 8	57,25	7,00	210,00	5,00	205,00	5,00	59,25	101,85	1,78
Punto 9	14,50	14,50	24,00	5,00	19,00	9,75	19,25	13,44	0,93

Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

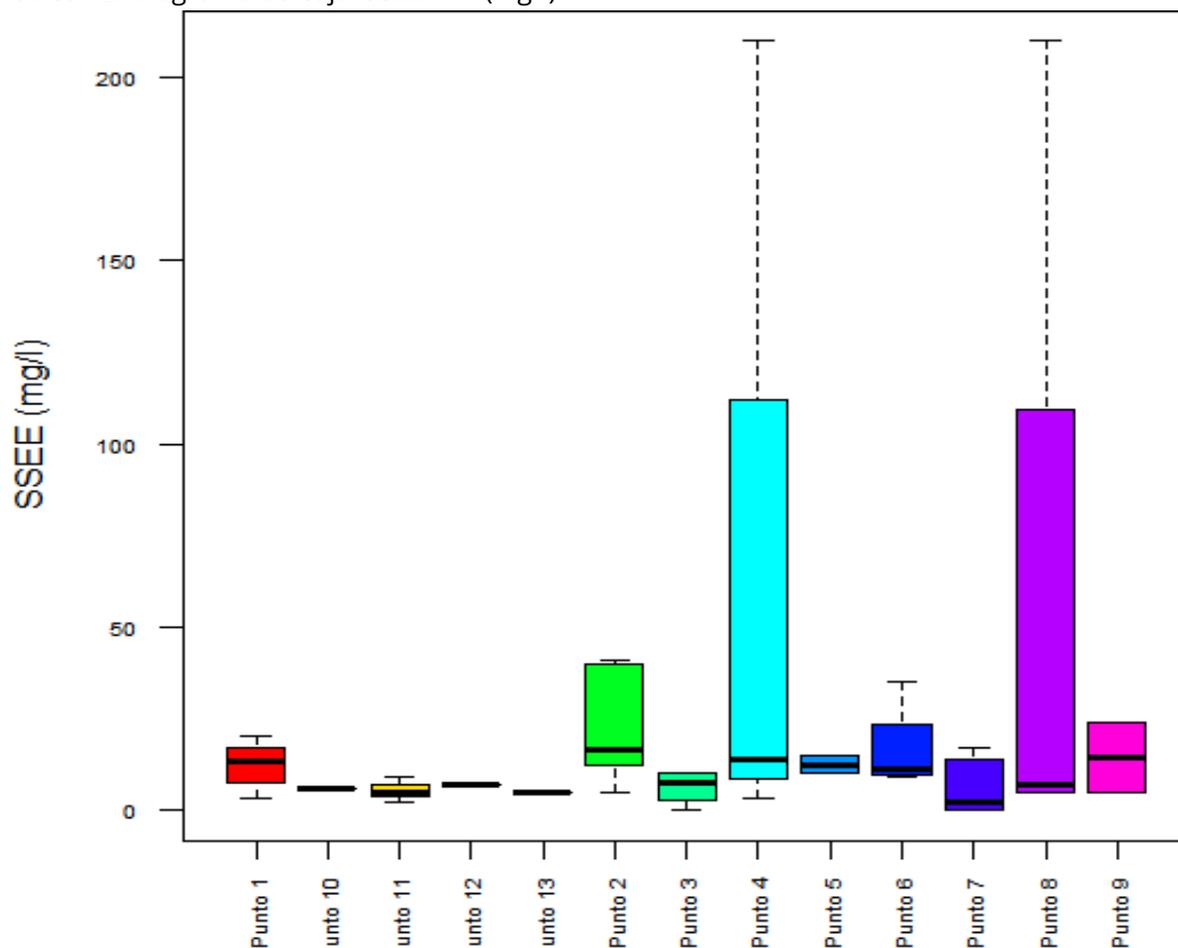
(*) no se expresa el desvío estándar dado que hay una sólo medición.

Gráfico 11. Variación SSEE (mg/l) para los puntos de muestreo



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR

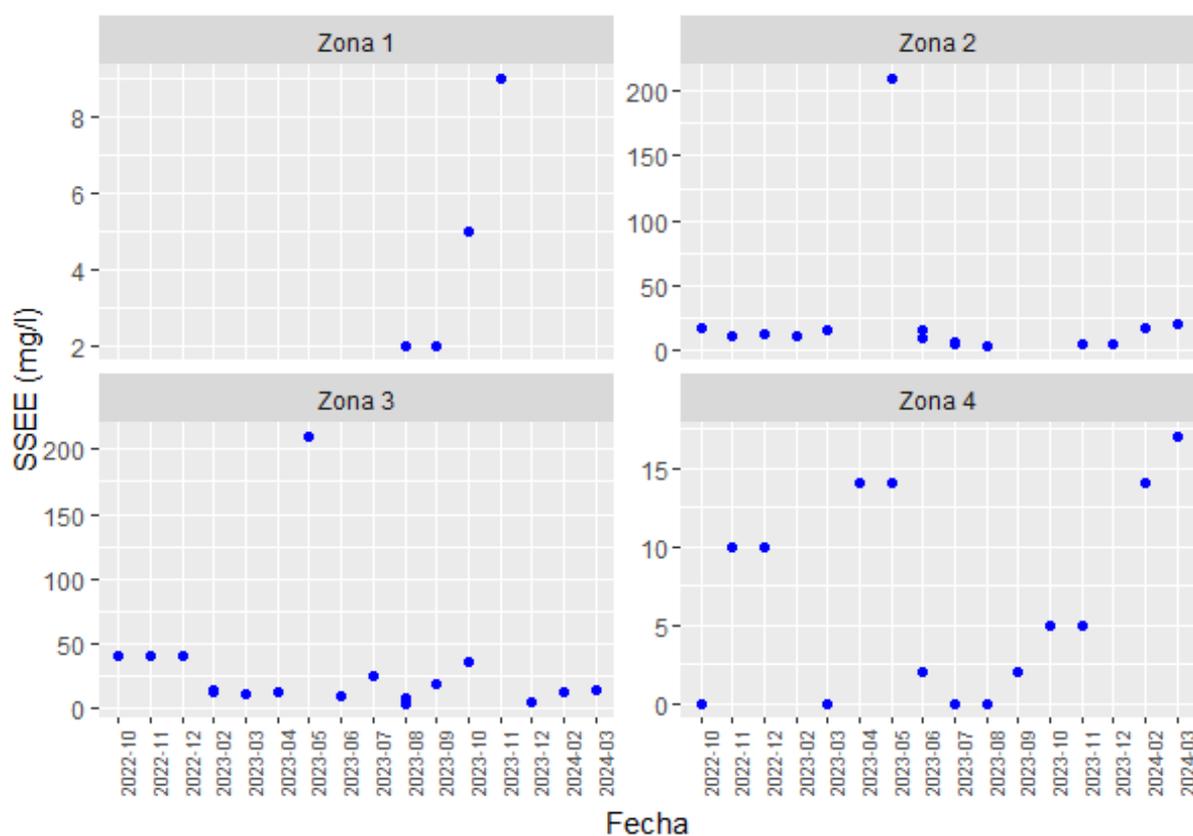
Gráfico 12. Diagrama de Caja SSEE min (mg/l)



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR

Además, en el Gráfico 13 se indica el análisis de las SSEE para cada zona del arroyo y como era de suponer, se evidencia en las Zonas 2 y 3 valores extremos dado que los Puntos 8 y 4 (donde se dieron los máximos) se encuentran en dichas zonas respectivamente. Coincidentemente con los anterior, del Cuadro 6 que describe los resultados de tendencia central, posición y dispersión de cada sector se interpreta que las zonas antes mencionadas son las que resultan con mayor dispersión o heterogeneidad en los datos. Sin embargo, las otras dos zonas muestran una dispersión alta.

Gráfico 13. Variación SSEE en Zonas de estudio



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

Cuadro 8. Medidas de Tendencia Central, de Posición y de Dispersión de SSEE por Zona del arroyo

Zona	Media	Mediana	Máximo	Mínimo	Rango	1° Quartil	2° Quartil	Desvío Estándar	Coefficiente Variación
Zona 1	4,50	3,50	9,00	2,00	7,00	2,00	6,00	3,32	0,74
Zona 2	23,93	10,00	210,00	3,00	207,00	5,50	16,00	51,74	2,16
Zona 3	28,44	13,00	210,00	3,00	207,00	9,25	32,25	47,09	1,66
Zona 4	6,64	5,00	17,00	0,00	17,00	0,50	13,00	6,31	0,95

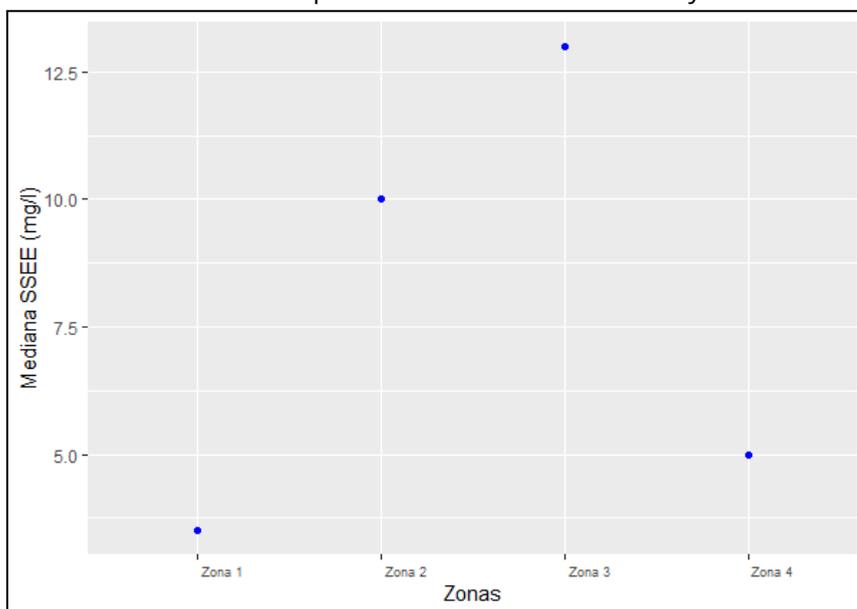
Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

En la misma línea de discusión del Gráfico 14, que representa la fluctuación de las medianas de las zonas, se infiere que las zonas más afectadas por este contaminante son las 2 y la 3 ya que se evidencia que tanto a la entrada del arroyo a la ciudad las concentraciones medianas de SSEE son muy inferiores a las de la zona media. También, del Gráfico 15 resulta que en las mismas zonas se dan los valores anormales superiores.

De lo anterior se resalta que la situación descripta coincidente con lo detallado en el análisis por puntos de muestreo, puede ser provocada por vertidos puntuales de establecimientos comerciales y/o industriales ubicados en dichas zonas.

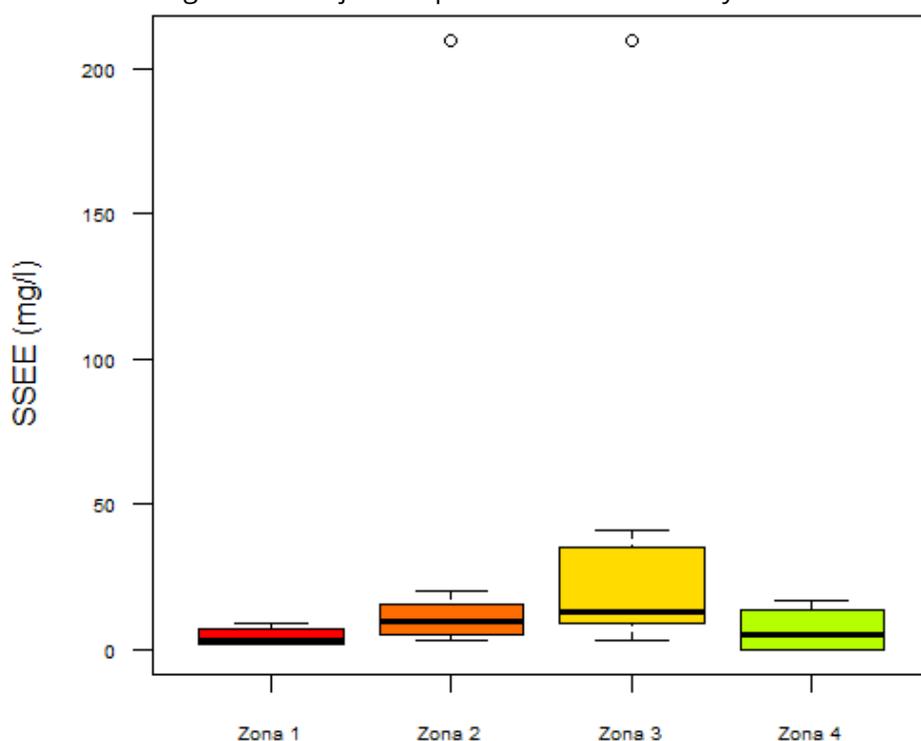
Por último, se señala que la Resol. 283/2019 no establece límites para este parámetro.

Gráfico 14. Variación mediana de Temperatura en las Zonas del arroyo.



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

Gráfico 15. Diagrama de Caja SSEE para las Zonas del Arroyo



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

Sólidos en Suspensión

Los sólidos en suspensión son aquellos que se encuentran en el agua sin estar disueltos en ella y están asociados a arcillas, limos, materia orgánica finamente dividida, plancton y otros microorganismos. Pueden ser sedimentables o no. Los sólidos sedimentables son aquellos sólidos en suspensión que sedimentan cuando el agua se deja en reposo durante 1 hora y son una medida aproximada de la cantidad de barro que se obtendrá en el proceso de decantación.

Para monitorear las cantidades de estos sólidos se evalúan parámetros como sólidos en suspensión en 10 minutos:SS 10 minutos y en 2 horas:SS 2 horas. A la diferencia entre sólidos sedimentables y sólidos suspendidos totales se les denomina coloidales.

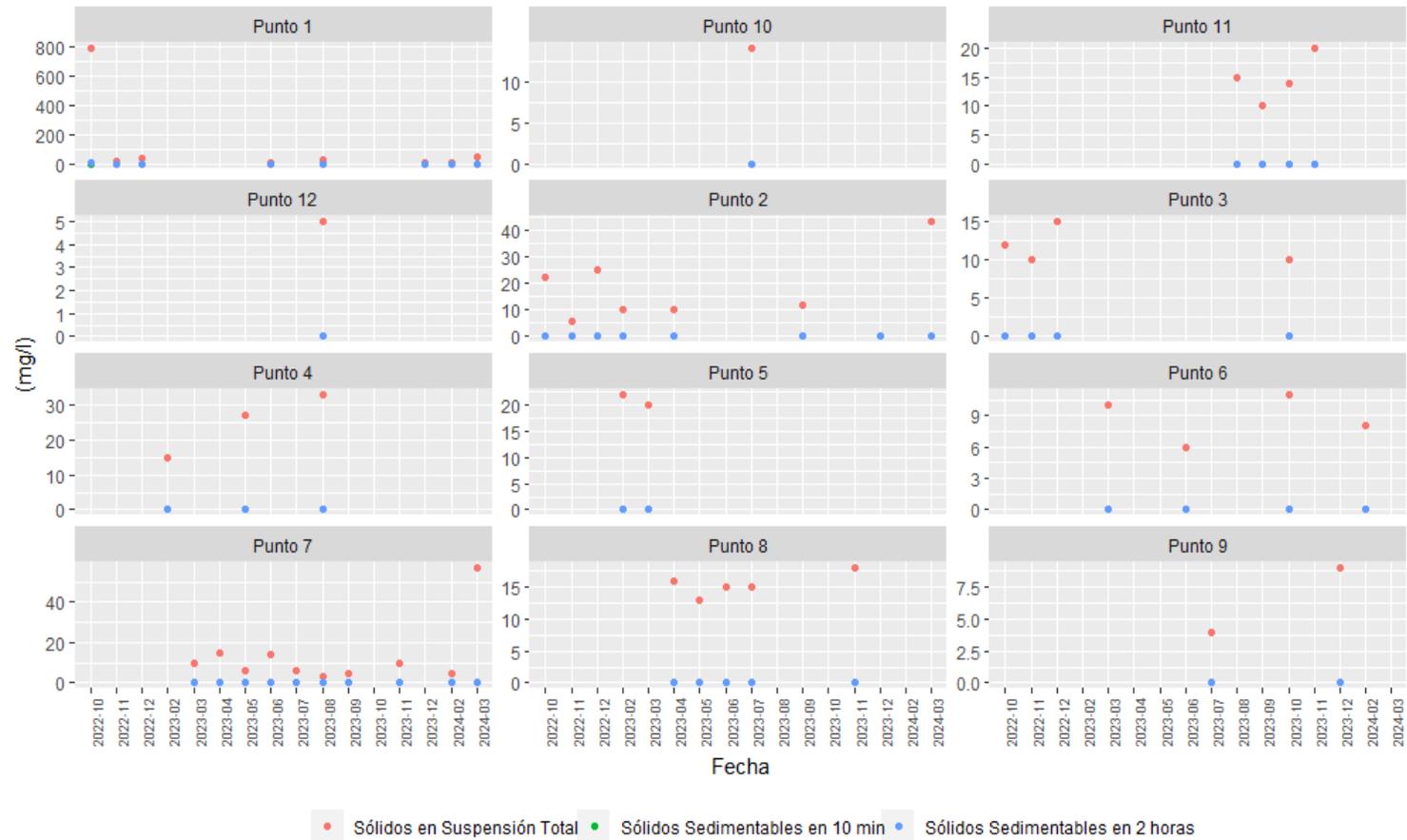
Altas concentraciones de sólidos en suspensión pueden depositarse en el fondo de un cuerpo de aguas e impedir la transferencia de oxígeno y provocar la muerte de organismos enterrados bajo esta capa.

Analizando los resultados para el parámetro de SST, en el total de las muestras analizadas, la mediana alcanza los 12 mg/l, el primer cuartil implica que el 25% de los valores se encuentran por debajo de 8.5 mg/l y el tercer cuartil implica que el 75% de los valores se encuentran por debajo de 19 mg/l. Además, del Gráfico 16 se observa que tanto los SS 10 minutos como los SS 2 horas arrojan valores menores o iguales a 1 para todas las muestras, con excepción para los SS 2 horas en la muestra del 31 de octubre en el Punto 1 y los sólidos en suspensión totales (SST) oscilan entre valores menores a 2 mg/l y 790 mg/l. Este último se presenta en la muestra de octubre de 2022, en el Punto 1. El mínimo se advierte en el Punto 2 en diciembre de 2023. Se percibió que las muestras tomadas en marzo 2024 arrojaron concentraciones más elevadas que el resto de las muestras, excepto el valor máximo observado en el Punto 1.

Del Cuadro 9 se deduce que los puntos 1 y 7 tienen una muy alta dispersión en cuanto a los datos, mientras que los puntos 5 y 8 son menos heterogéneos que los puntos anteriores. Y los demás puntos resultan más homogéneos, o sea con baja o muy baja dispersión.

Asimismo, se observan algunos valores atípicos (Gráfico 17), en el Punto 1 para la muestra de octubre de 2022 y en el Punto 7 para la muestra de marzo de 2024.

Gráfico 16. Variación de Sólidos en Suspensión para los puntos de muestreo



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR

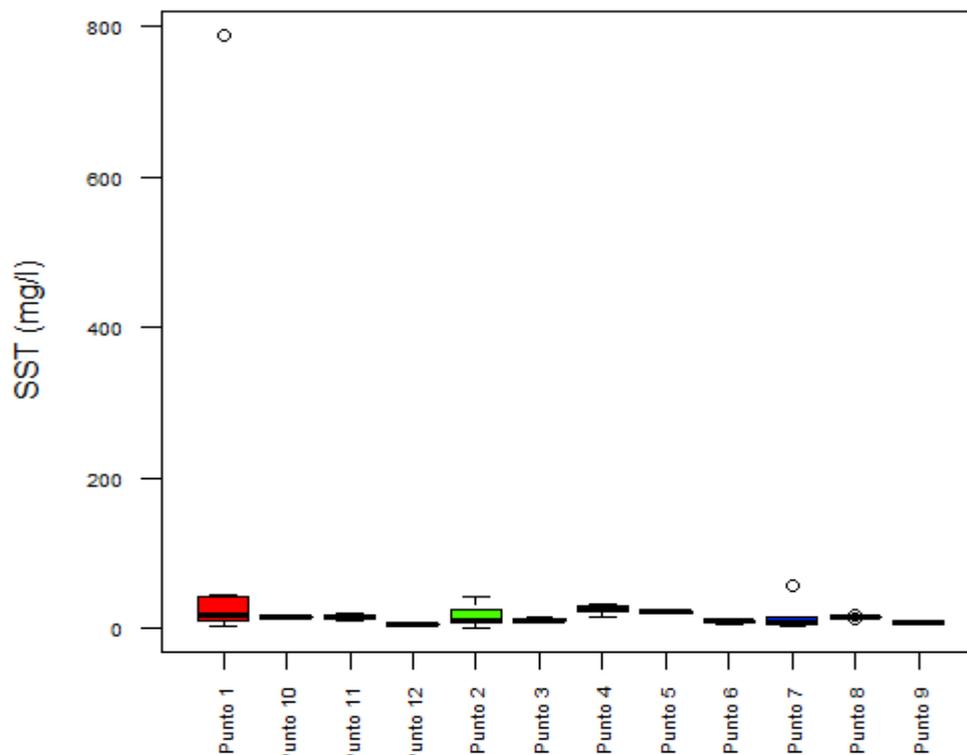
Cuadro 9. Medidas de Tendencia Central, de Posición y de Dispersión de SST por Punto de Muestreo

Punto de Muestreo	Media	Mediana	Máximo	Mínimo	Rango	1° Quartil	2° Quartil	Desvío Estándar	Coficiente Variación
Punto 1	115,88	16,50	790,00	2,00	788,00	9,50	41,00	272,81	2,35
Punto 10	14,00	14,00	14,00	14,00	0,00	14,00	14,00	(*)	(*)
Punto 11	14,75	14,50	20,00	10,00	10,00	13,00	16,25	4,11	0,28
Punto 12	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	5,00	5,00	(*)	(*)
Punto 2	16,00	11,00	43,00	0,00	43,00	9,00	22,75	13,58	0,85
Punto 3	11,75	11,00	15,00	10,00	5,00	10,00	12,75	2,36	0,20
Punto 4	25,00	27,00	33,00	15,00	18,00	21,00	30,00	9,17	0,37
Punto 5	21,00	21,00	22,00	20,00	2,00	20,50	21,50	1,41	0,07
Punto 6	8,75	9,00	11,00	6,00	5,00	7,50	10,25	2,22	0,25
Punto 7	13,10	8,00	57,00	3,00	54,00	5,25	13,00	15,93	1,22
Punto 8	15,40	15,00	18,00	13,00	5,00	15,00	16,00	1,82	0,12
Punto 9	6,50	6,50	9,00	4,00	5,00	5,25	7,75	3,54	0,54

(*) no se expresa dado que hay una sólo medición.

Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

Gráfico 17. Diagrama de Caja SST (mg/l)



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR

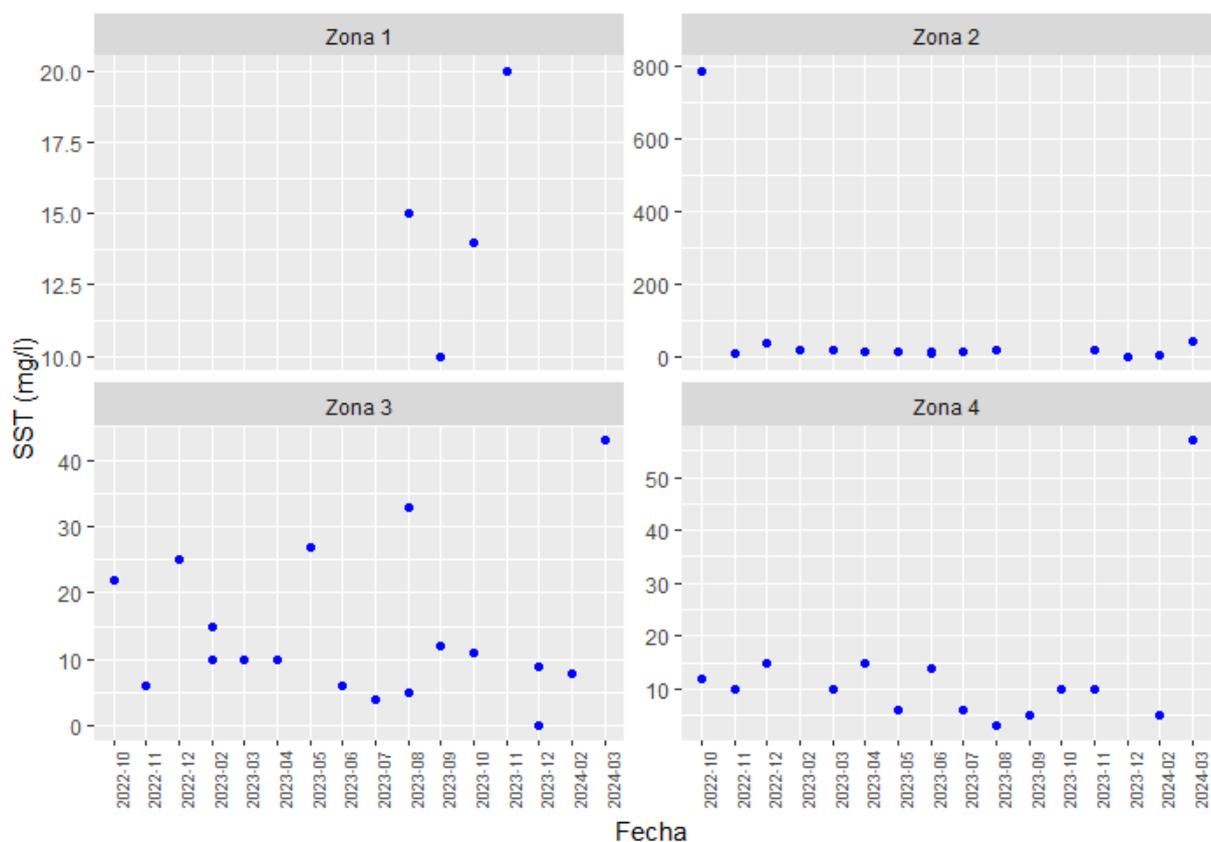
Avanzando en el análisis por zona del arroyo, del Cuadro 10 y del Gráfico 18 se deduce que las zonas con mayor dispersión en los resultados son la 2 y la 7. Asimismo, la Zona 3 presenta una variabilidad importante en los datos arrojados.

Cuadro 10. Medidas de Tendencia Central, de Posición y de Dispersión de SST por Zona del arroyo

Zona	Media	Mediana	Máximo	Mínimo	Rango	1° Quartil	2° Quartil	Desvío Estándar	Coefficiente Variación
Zona 1	14,75	14,50	20,00	10,00	10,00	13,00	16,25	4,11	0,28
Zona 2	66,25	15,50	790,00	2,00	788,00	12,75	21,25	193,29	2,92
Zona 3	14,22	10,00	43,00	0,00	43,00	6,50	20,25	11,33	0,80
Zona 4	12,71	10,00	57,00	3,00	54,00	6,00	13,50	13,32	1,05

Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

Gráfico 18. Variación SST en Zonas de estudio

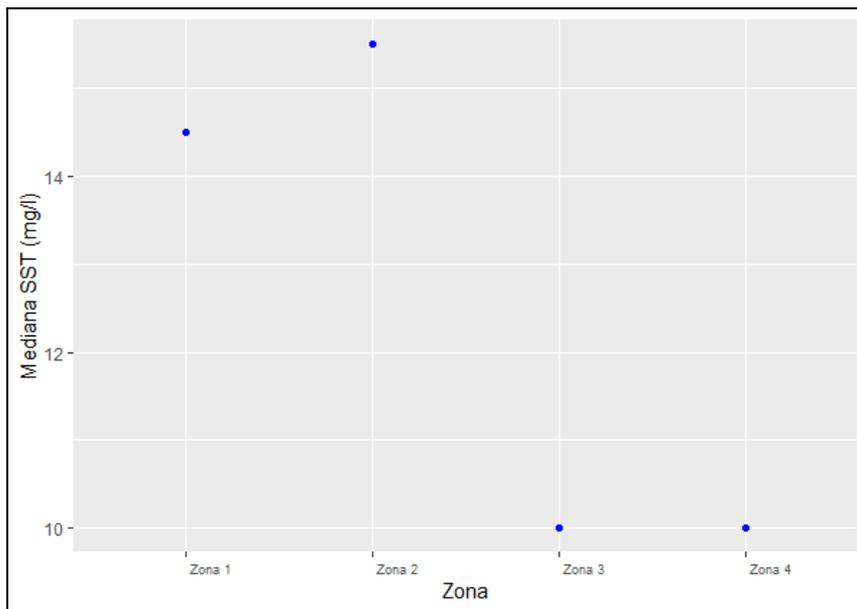


Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

Respecto de las medianas por sector del arroyo, el Gráfico 19, muestra que son superiores en primer tramo del arroyo y luego disminuyen a medida que se acerca a la desembocadura en el Río Paraná. Cabe destacar que la zona más afectada por la concentración de Sólidos en Suspensión Total es la Zona 2. Esta última junto con la Zona 4 presentan (Gráfico 20) valores anormales superiores.

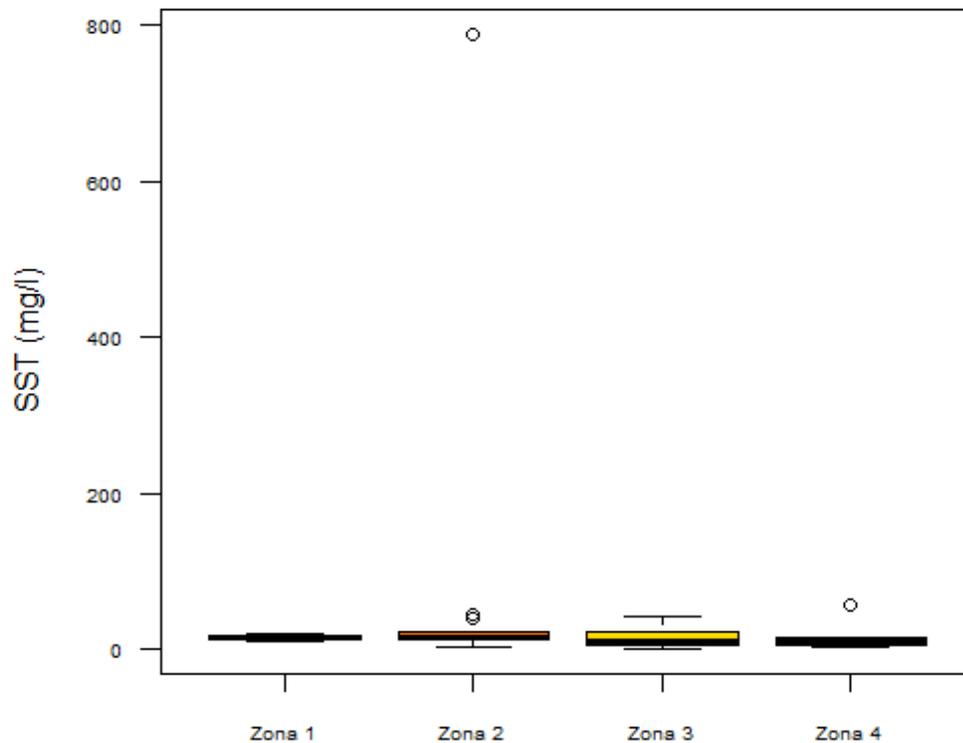
Por último, se señala que la Resol. 283/2019 no establece límites para este parámetro.

Gráfico 19. Variación mediana de SST en las Zonas del arroyo.



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

Gráfico 20. Diagrama de Caja SST para las Zonas del Arroyo



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)

La medida de la DBO hace referencia a la cantidad de oxígeno que los microorganismos consumen durante la degradación de la materia orgánica contenida en la muestra sin indicar su composición, la cual es muy variada. Dado que la materia orgánica proviene de organismos, y sus productos de degradación o de metabolismo, se puede afirmar que la componen proteínas, carbohidratos y lípidos y/o sus productos de degradación: aminoácidos, monosacáridos, hidrocarburos, ácidos grasos, alcoholes, más otros componentes propios de los vegetales como pigmentos. Por ello, los valores de este parámetro son proporcionales al nivel de contaminación por componentes orgánicos biodegradables en la muestra analizada. A mayores niveles de DBO se requiere mayor cantidad de oxígeno para descomponer la materia orgánica contenida en la muestra. Se definen tres rangos de concentración de DBO: 0 - 3 mg/l nivel de contaminación orgánica bajo. 3 - 10 mg/l nivel de contaminación orgánica medio y mayor a 10 mg/l el nivel de contaminación orgánica es alto. (Elia Dazat, Ricardo, 2017).

De las observaciones realizadas en el total de las muestras durante el período analizado, la mediana alcanza los 7 mg/l, el primer cuartil implica que el 25% de los valores se encuentran por debajo de 4 mg/l y el tercer cuartil implica que el 75% de los valores se encuentran por debajo de 13 mg/l y oscilan entre 95 mg/l y menor a 2 mg/l. Por lo que se interpreta que varía entre situaciones de alta contaminación y de baja contaminación por materia orgánica.

El valor mínimo se halló en marzo de 2023 en el Punto 7 y en junio de 2023 en el Punto 6. Se mantiene estable la DBO para el Punto 7 dado que todos los valores medidos en el período son iguales o menores a 13 mg/l mientras que en el Punto 6 se evidencia una pequeña variación en un intervalo de valores menores a 2 mg/l a 30 mg/l. (Gráfico 20)

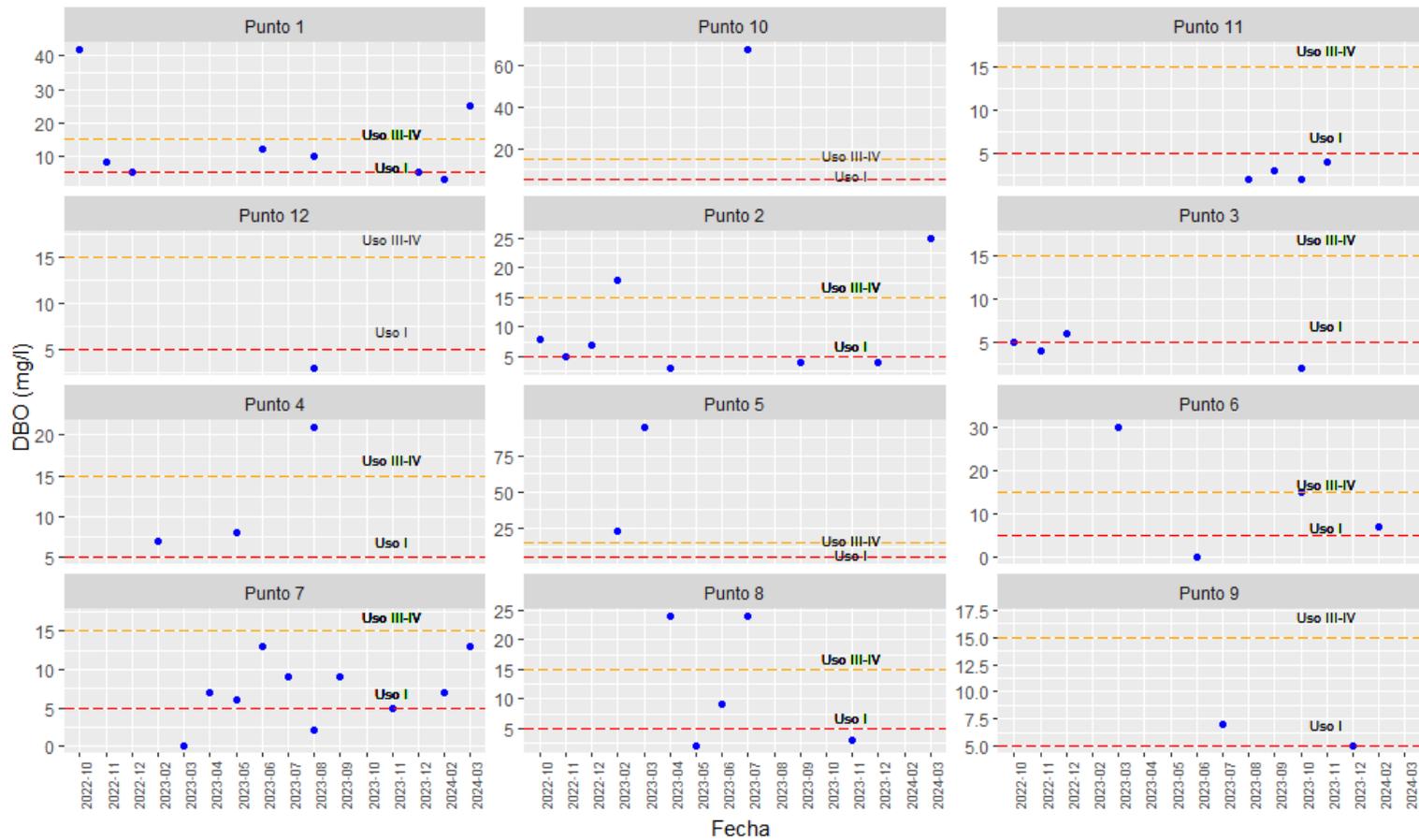
El valor máximo se presenta en la muestra tomada en marzo de 2023 en el Punto 5, presentando un incremento al compararlo con el valor hallado en febrero de 2023. (Gráfico 20)

Dado que el Punto 8 y el Punto 10 se encuentran muy cercanos, resulta de interés los resultados obtenidos en muestras tomadas en julio de 2023 ya que las concentraciones medidas son de 24 y 68 mg/l, respectivamente. Observando un incremento superior al 150%.

En función de las medidas de dispersión (Cuadro 11), se verifica que excepto los puntos 3, 9 y 11 los demás puntos presentan alta dispersión en cuanto a los resultados de DBO en las muestras. Asimismo, en Gráfico 21 se advierte valores atípicos superiores sólo para el Punto 1.

Comparando la Gráfica 20 con los Usos establecidos por la Resolución 283/2019, se entiende que sólo los puntos 11 y 12 cumplen, a lo largo del período temporal, las concentraciones para el Uso I. Los puntos 7 y 9 permiten los Usos I, III y IV, cambiando en uno u otro de según cuando se tomó la muestra, mientras que en los demás puntos, hay muestras que no permiten ninguno de los tres usos.

Gráfico 20. Variación DBO (mg/l) para los puntos de muestreo



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR
 Referencia: Líneas punteadas establecen los límites indicados por la Resolución 283/2019 para los distintos usos del arroyo.

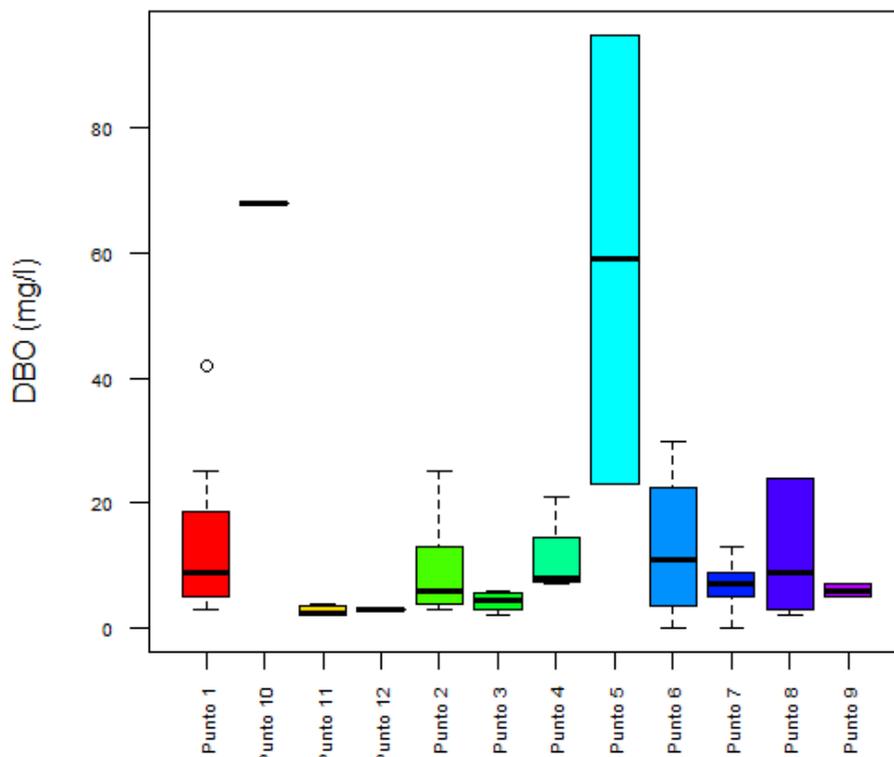
Cuadro 11. Medidas de Tendencia Central, de Posición y de Dispersión de DBO por Punto de Muestreo

Punto de Muestreo	Media	Mediana	Máximo	Mínimo	Rango	1° Quartil	2° Quartil	Desvío Estándar	Coficiente Variación
Punto 1	13,75	9,00	42,00	3,00	39,00	5,00	15,25	13,33	0,97
Punto 10	68,00	68,00	68,00	68,00	0,00	68,00	68,00	(*)	(*)
Punto 11	2,75	2,50	4,00	2,00	2,00	2,00	3,25	0,96	0,35
Punto 12	3,00	3,00	3,00	3,00	0,00	3,00	3,00	(*)	(*)
Punto 2	9,25	6,00	25,00	3,00	22,00	4,00	10,50	7,96	0,86
Punto 3	4,25	4,50	6,00	2,00	4,00	3,50	5,25	1,71	0,40
Punto 4	12,00	8,00	21,00	7,00	14,00	7,50	14,50	7,81	0,65
Punto 5	59,00	59,00	95,00	23,00	72,00	41,00	77,00	50,91	0,86
Punto 6	13,00	11,00	30,00	0,00	30,00	5,25	18,75	12,88	0,99
Punto 7	7,10	7,00	13,00	0,00	13,00	5,25	9,00	4,20	0,59
Punto 8	12,40	9,00	24,00	2,00	22,00	3,00	24,00	10,92	0,88
Punto 9	6,00	6,00	7,00	5,00	2,00	5,50	6,50	1,41	0,24

(*) no se expresa dado que hay una sólo medición.

Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

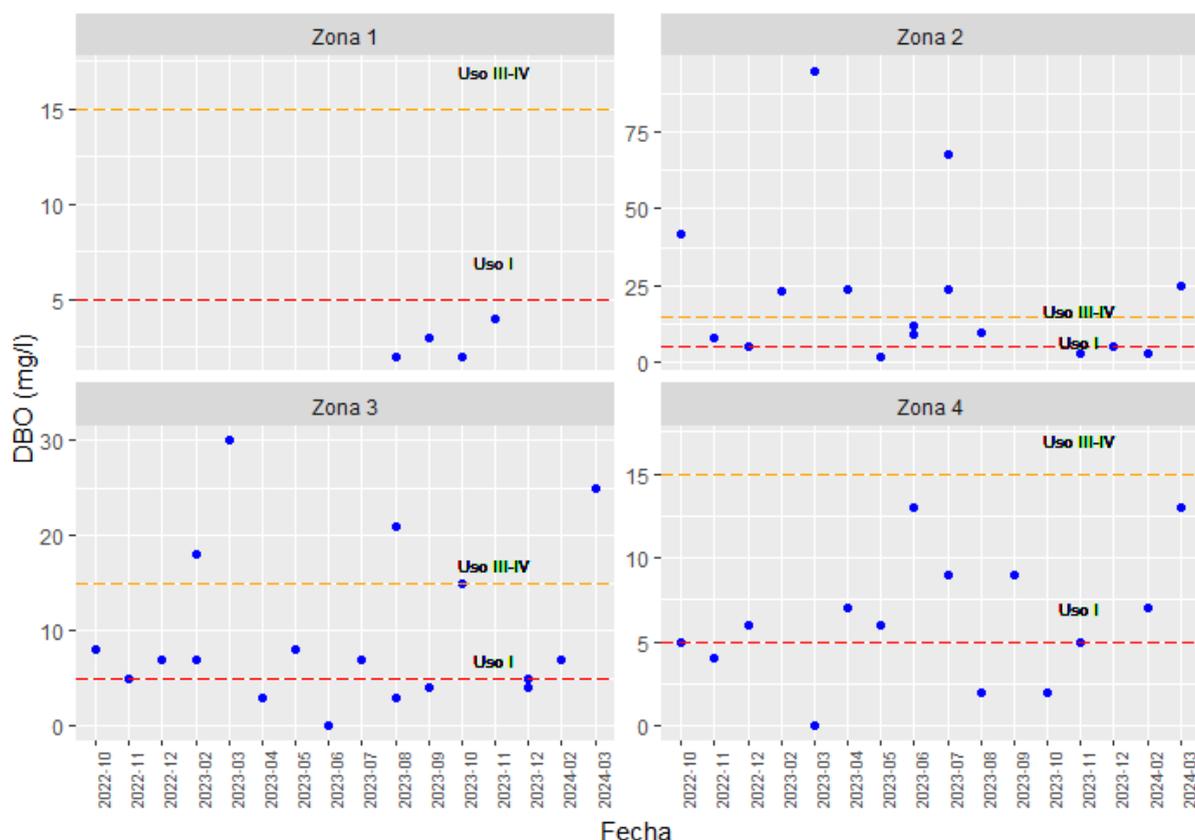
Gráfico 21. Diagrama de Caja DBO (mg/l)



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

Algo semejante a lo que descrito sobre la variación de la DBO en los puntos ocurre al examinar el mismo parámetro para cada sector del arroyo que se plasma en el Gráfico 22. Así, la Zona 1 permite el Uso I, según Resolución 283/2019; las Zonas 2 y 3 en varias ocasiones no se pueden utilizar para ninguno de los usos planteados y la Zona 4 permite los Usos III y IV.

Gráfico 22. Variación DBO en Zonas de estudio



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR .

Referencia: Líneas punteadas establecen los límites indicados por la Resolución 283/2019 para los distintos usos del arroyo.

Al mismo tiempo, el estudio de las medianas de DBO para cada tramo del arroyo (Cuadro 12 y Gráfico 23) permite inferir que el arroyo ingresa con una carga orgánica baja, luego se incrementa, hasta alcanzar una contaminación orgánica alta, en la zona contigua y de allí decrece hasta una carga orgánica media a medida que se acerca a la desembocadura del arroyo. Cabe señalar que con la heterogeneidad en los resultados se comporta de la misma manera que las medianas, siendo muy baja en el sector de la Zona 1, luego pasa a ser muy alta en la Zona 2 decreciendo a medida que se acerca a la Zona 4, aunque sigue siendo alta. Esto deviene que el tramo que presenta valores anómalos superiores es el de la Zona 2 (Gráfico 24).

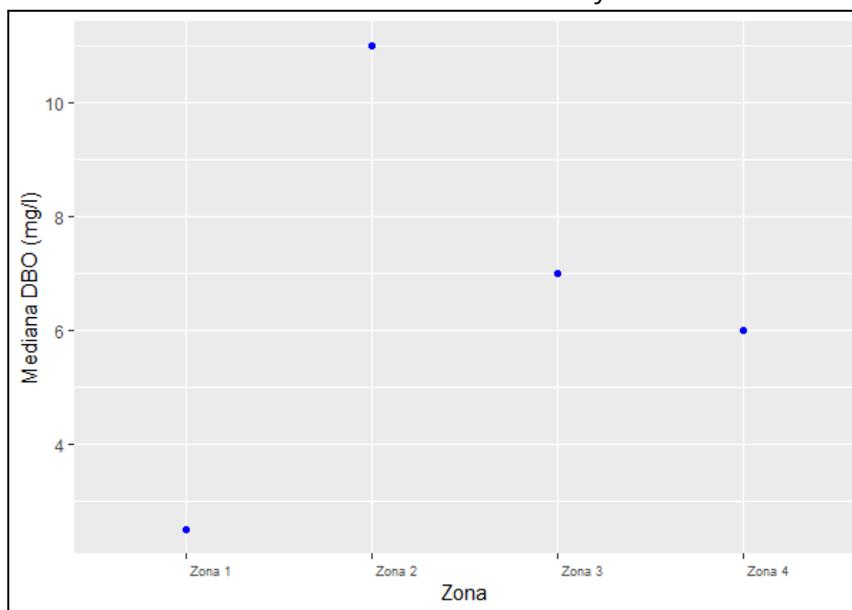
Cuadro 12. Medidas de Tendencia Central, de Posición y de Dispersión de DBO por Zona del arroyo

Zona	Media	Mediana	Máximo	Mínimo	Rango	1° Quartil	2° Quartil	Desvío Estándar	Coefficiente Variación
Zona 1	2,75	2,50	4,00	2,00	2,00	2,00	3,25	0,96	0,35
Zona 2	22,38	11,00	95,00	2,00	93,00	5,00	24,25	26,04	1,16
Zona 3	9,83	7,00	30,00	0,00	30,00	4,25	13,25	8,40	0,85
Zona 4	6,29	6,00	13,00	0,00	13,00	4,25	8,50	3,83	0,61

Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

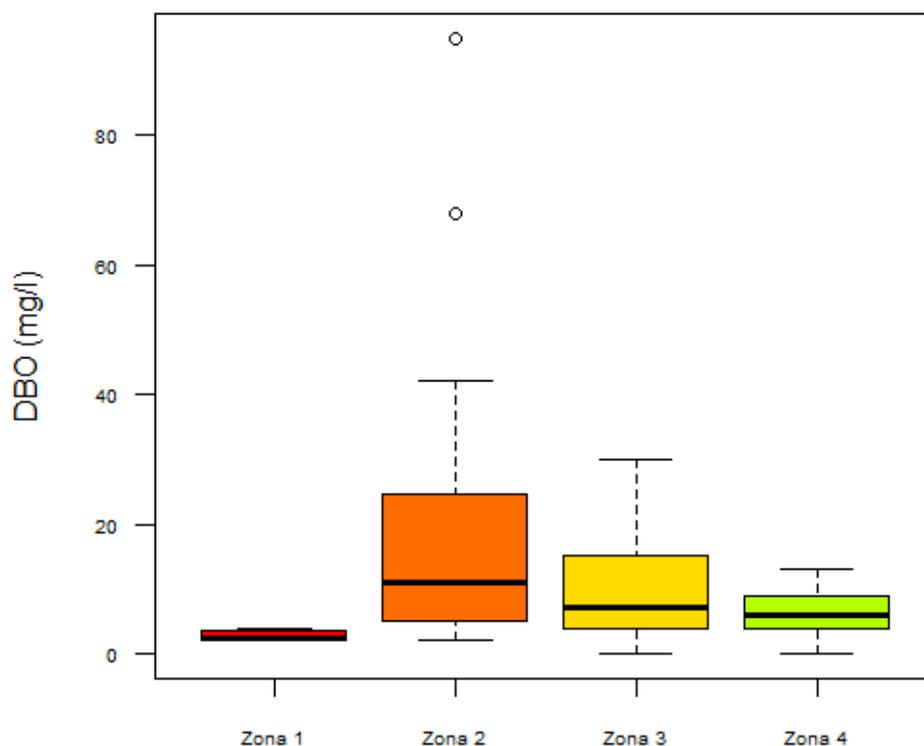
Continuando, con las medianas y de acuerdo a los usos del agua estipulados en la Resol. 283/2019 sólo la zona del ingreso del arroyo a la ciudad es apta para todos los usos, la zona contigua al ingreso no es apta para ninguno de los usos, la zona anterior al entubamiento y la desembocadura se pueden utilizar para realizar actividades recreativas sin contacto directo y pasivas.

Gráfico 23. Variación medianas de DBO en las Zonas del arroyo.



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

Gráfico 24. Diagrama de Caja DBO para las Zonas del Arroyo



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

Demanda Química de Oxígeno (DQO)

La DQO determina la cantidad de oxígeno requerida para oxidar, por medio de un agente químico, la materia orgánica (biodegradable como la no biodegradable) contenida en una muestra. A diferencia de la DBO permite estimar la presencia de todos los componentes orgánicos. Por ello, siempre es mayor la DQO al compararla con la DBO.

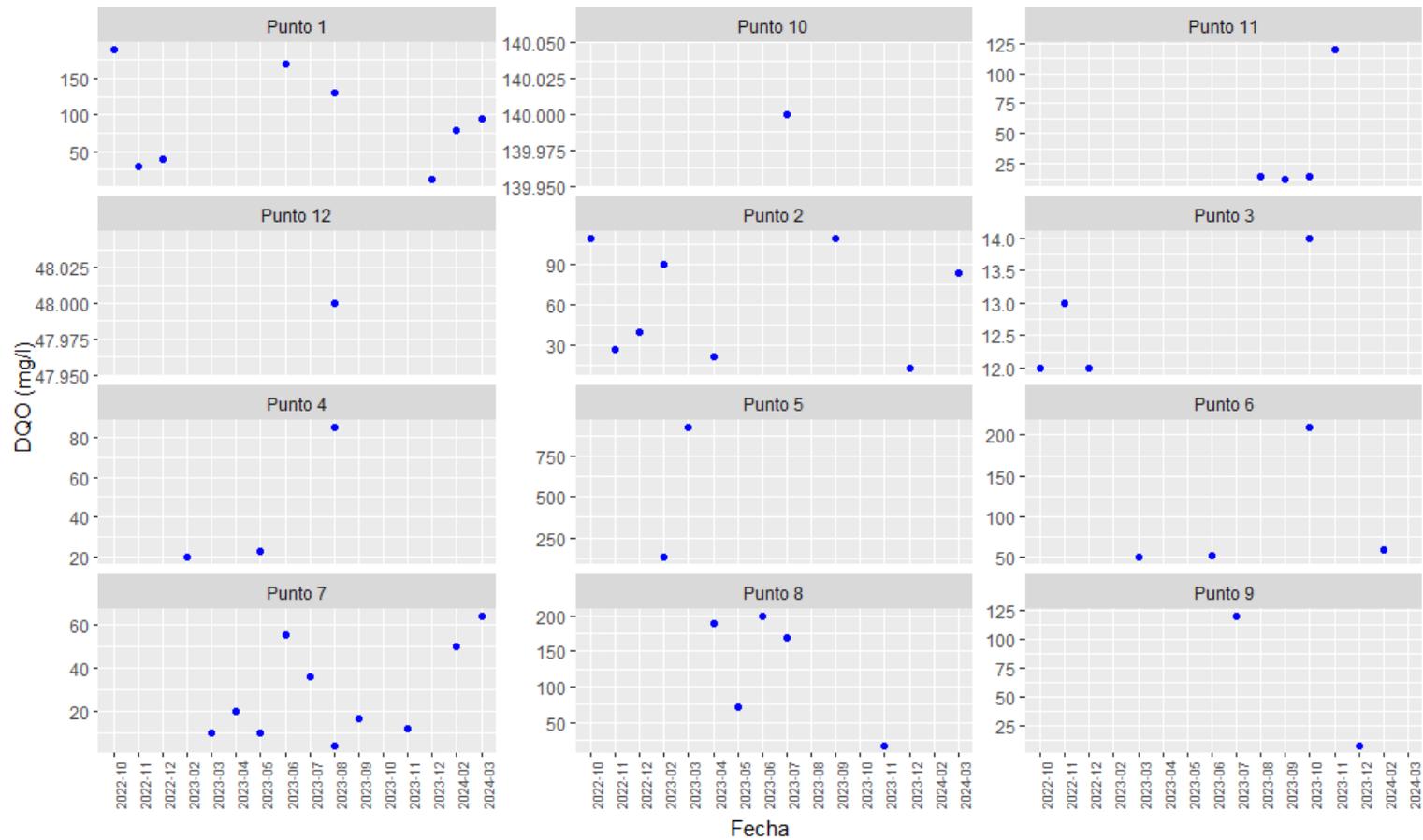
Contemplando todas muestras del período analizado, arrojan datos comprendidos entre 930 y 4 mg/l, con una mediana que alcanza los 50 mg/l, el primer cuartil se encuentra en 16 mg/l y el tercer cuartil en 110 mg/l.

El valor mínimo se halló en el Punto 7 en la muestra de agosto de 2023. Cabe señalar que la concentración medida desde octubre de 2022 a marzo de 2023 en la zona cercana a la desembocadura (Punto 3 y 7) varía entre 4 mg/l y 64 mg/l, alcanzando esta última concentración en el mes de marzo de 2024.

El valor máximo se presenta en la muestra tomada en marzo de 2023 en el Punto 5 coincidente con la muestra en la que se halló el valor máximo de DBO.

La variación, en el tiempo, de este parámetro para cada uno de los puntos de muestreo se representa en el Gráfico 25. En el Cuadro 13 se especifican las medidas de tendencia central, posición y dispersión de cada punto y de desprende que los resultados obtenidos son homogéneos. Del Gráfico 26 se infiere que no se hallan valores atípicos en ninguno de los puntos de muestreo.

Gráfico 24. Variación DQO (mg/l) para los puntos de muestreo



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

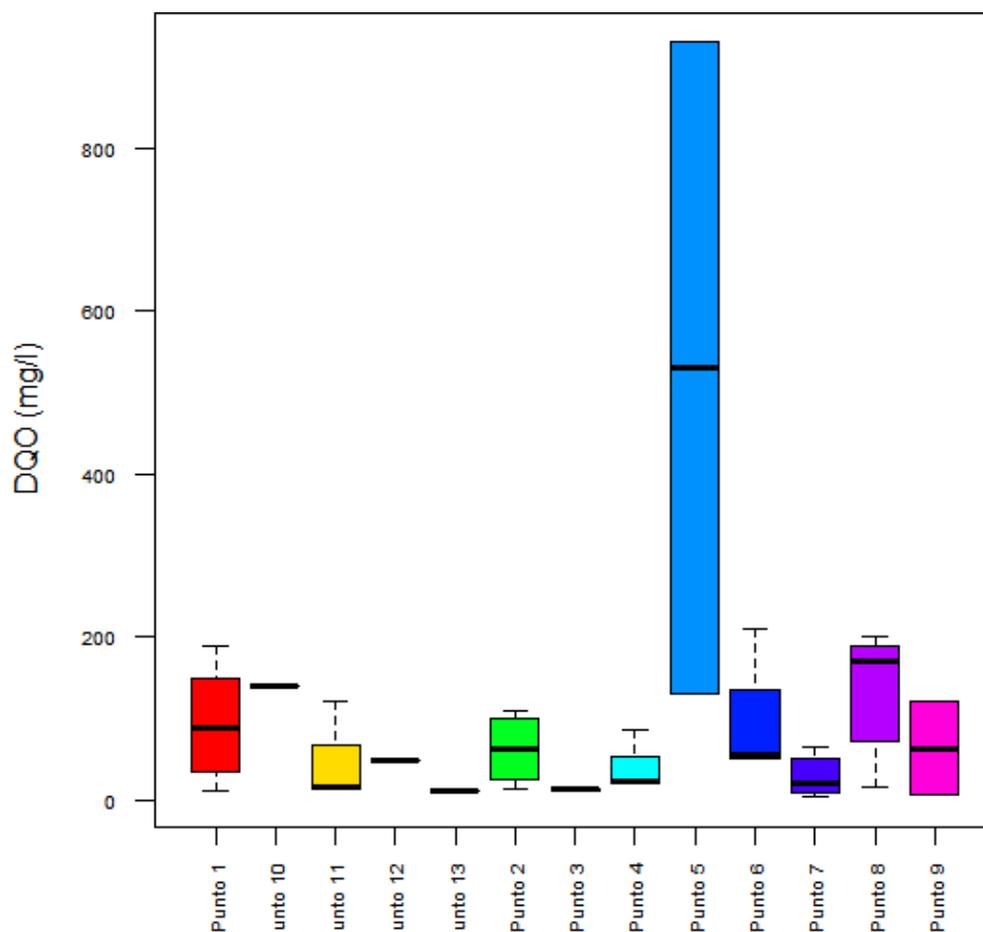
Cuadro 13. Medidas de Tendencia Central, de Posición y de Dispersión de DQO por Punto de Muestreo

Punto de Muestreo	Media	Mediana	Máximo	Mínimo	Rango	1° Quartil	2° Quartil	Desvío Estándar	Coficiente Variación
Punto 1	93,38	87,50	190,00	12,00	178,00	37,50	140,00	65,70	0,70
Punto 10	140,00	140,00	140,00	140,00	0,00	140,00	140,00	(*)	(*)
Punto 11	40,25	14,50	120,00	12,00	108,00	13,50	41,25	53,18	1,32
Punto 12	48,00	48,00	48,00	48,00	0,00	48,00	48,00	(*)	(*)
Punto 2	62,00	62,00	110,00	13,00	97,00	25,75	95,00	40,68	0,66
Punto 3	12,75	12,50	14,00	12,00	2,00	12,00	13,25	0,96	0,08
Punto 4	42,67	23,00	85,00	20,00	65,00	21,50	54,00	36,69	0,86
Punto 5	530,00	530,00	930,00	130,00	800,00	330,00	730,00	565,69	1,07
Punto 6	92,50	55,00	210,00	50,00	160,00	50,75	96,75	78,44	0,85
Punto 7	27,80	18,50	64,00	4,00	60,00	10,50	46,50	21,70	0,78
Punto 8	129,80	170,00	200,00	17,00	183,00	72,00	190,00	80,98	0,62
Punto 9	63,50	63,50	120,00	7,00	113,00	35,25	91,75	79,90	1,26

(*) no se expresa dado que hay una sólo medición.

Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

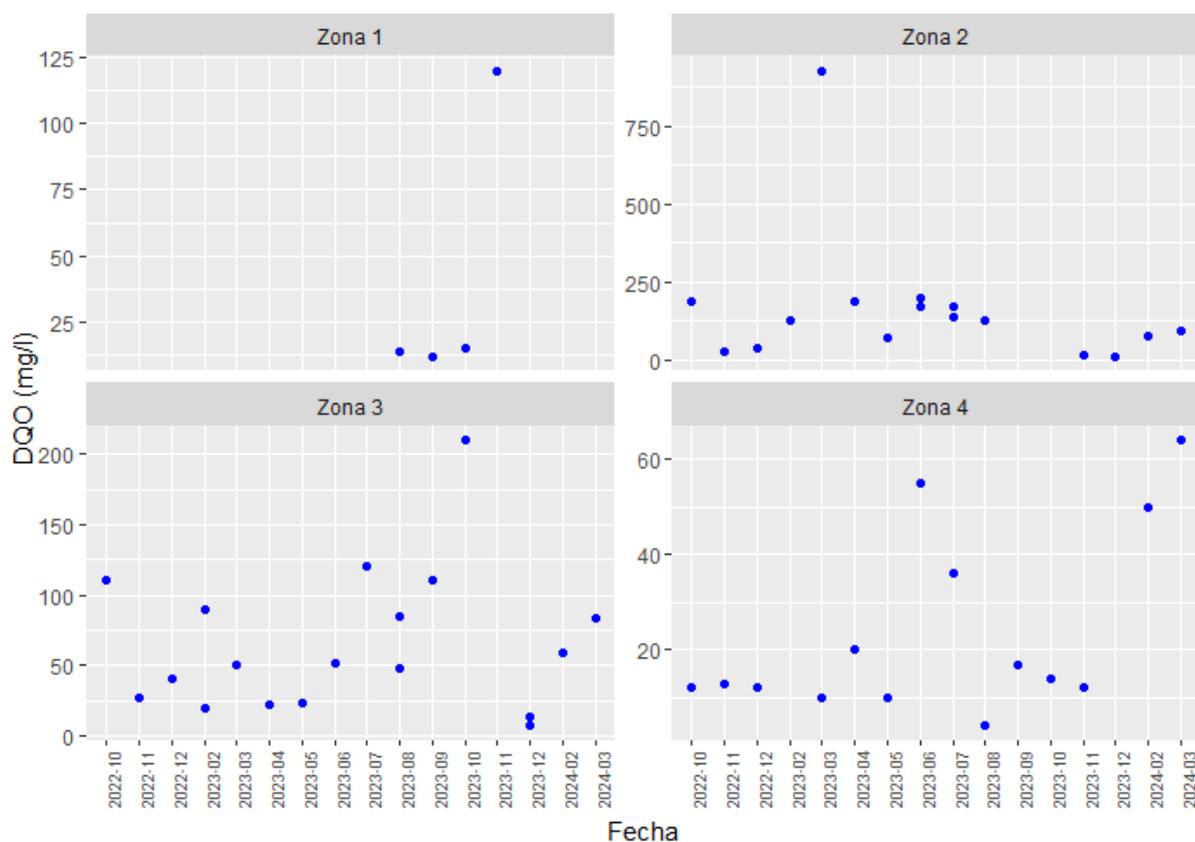
Gráfico 25. Diagrama de Caja DQO (mg/l)



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

Examinando, cómo varía la DQO en los distintos tramos del arroyo, según se muestra en el Gráfico 26, sucede prácticamente lo mismo que con la variación de los puntos y de la DBO ya que el agua ingresa a la ciudad con una DQO baja, alcanzando un máximo de 120,00 mg/l, luego se eleva mucho para ir decreciendo a medida que se acerca al río Paraná. Los valores de tendencia central, de posición y de dispersión se explicitan en el Cuadro 14. De este último se entiende que las zonas presentan entre muy alta (Zonas 1 y 2) y alta (Zona 3 y 4) heterogeneidad de los resultados. Además, el sector medio del arroyo (Zona 2 y 3) presentan resultados anómalos superiores (Gráfico 28).

Gráfico 26. Variación DQO en Zonas de estudio



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR
 Referencia: Líneas punteadas establecen los límites indicados por la Resolución 283/2019 para los distintos usos del arroyo.

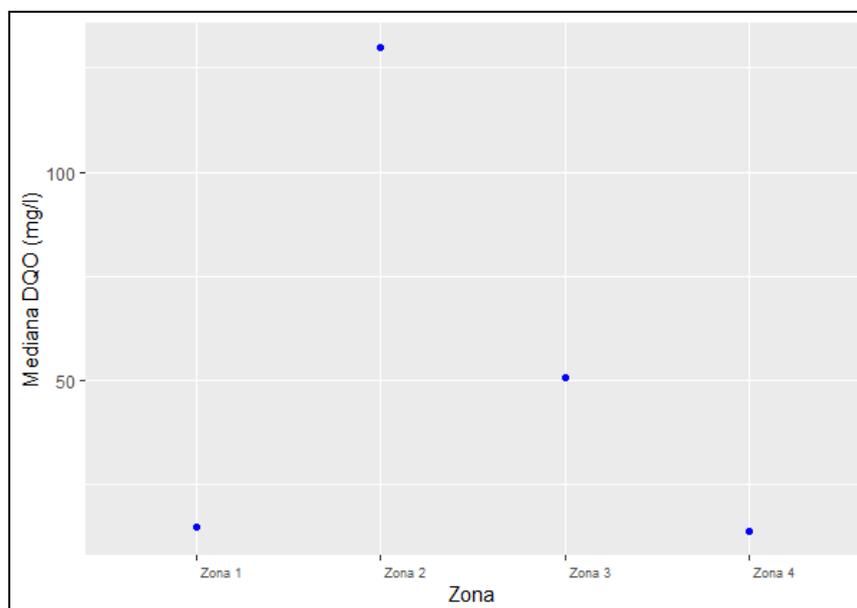
Continuando con el análisis de las medianas de las muestras en las cuatro regiones del arroyo, el comportamiento de este parámetro es similar a la DBO. El cuerpo de agua ingresa a la ciudad con valores bajos, se incrementa a partir en Zona 2 y comienza a disminuir de la Zona 3 hasta la desembocadura. Es destacable que la mediana de la DQO hallada en la Zona 4 es levemente inferior a la Zona 1(ingreso).

Cuadro 14. Medidas de Tendencia Central, de Posición y de Dispersión de DQO por Zona del arroyo

Zona	Media	Mediana	Máximo	Mínimo	Rango	1° Quartil	2° Quartil	Desvío Estándar	Coefficiente Variación
Zona 1	40,25	14,50	120,00	12,00	108,00	13,50	41,25	53,18	1,32
Zona 2	162,25	130,00	930,00	12,00	918,00	64,00	175,00	214,58	1,32
Zona 3	64,94	50,50	210,00	7,00	203,00	24,00	88,75	50,88	0,78
Zona 4	23,50	13,50	64,00	4,00	60,00	12,00	32,00	19,39	0,83

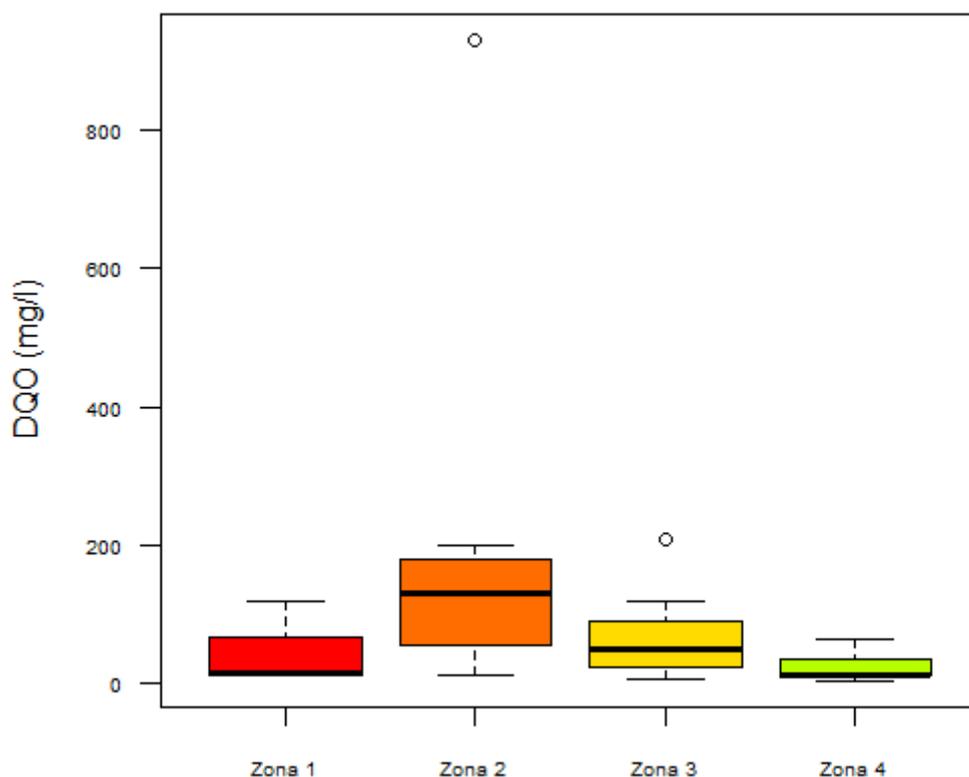
Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

Gráfico 27. Variación medianas de DQO en las Zonas del arroyo.



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

Gráfico 28. Diagrama de Caja DQO para las Zonas del Arroyo



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

Por último, es necesario aclarar que la DQO no cuenta con límite en la Resol. 283/2019 para ninguno de los usos establecidos por la misma.

Relación DBO/DQO

La relación DBO/DQO permite inferir cuán biodegradables, a partir de tratamiento biológicos, son las aguas residuales que se recoge el arroyo, a partir de las muestras tomadas en este último. Por lo tanto, aporta información sobre posibles fuentes que están proporcionando carga contaminante al arroyo.

En general, para valores superiores a 0,4 se consideran muy biodegradables; entre 0,2 y 0,4 aguas biodegradables; y menores a 0,2 aguas poco biodegradables.

En el siguiente cuadro (Cuadro 15) se presentan los valores resultantes de dicha relación.

Cuadro 15. Relación DBO/DQO

Punto de Muestreo	Fecha Muestreo	DBO (mg/l)	DQO (mg/l)	DBO/DQO
Punto 1	oct-22	42,00	190,00	0,22
Punto 2	oct-22	8,00	110,00	0,07
Punto 3	oct-22	5,00	12,00	0,42

Punto de Muestreo	Fecha Muestreo	DBO (mg/l)	DQO (mg/l)	DBO/DQO
Punto 1	nov-22	8,00	30,00	0,27
Punto 2	nov-22	5,00	27,00	0,19
Punto 3	nov-22	4,00	13,00	0,31
Punto 1	dic-22	5,00	40,00	0,13
Punto 2	dic-22	7,00	40,00	0,18
Punto 3	dic-22	6,00	12,00	0,50
Punto 2	feb-23	18	90	0,20
Punto 4	feb-23	7	20	0,35
Punto 5	feb-23	23	130	0,18
Punto 5	mar-23	95	930	0,10
Punto 6	mar-23	30	50	0,60
Punto 7	mar-23	2	10	0,20
Punto 2	abr-23	3	22	0,14
Punto 7	abr-23	7	20	0,35
Punto 8	abr-23	24	190	0,13
Punto 4	may-23	8	23	0,35
Punto 7	may-23	6	10	0,60
Punto 8	may-23	2	72	0,03
Punto 6	jun-23	<2	51	<0,04
Punto 7	jun-23	13	55	0,24
Punto 1	jun-23	12	170	0,07
Punto 8	jun-23	9	200	0,05
Punto 7	jul-23	9	36	0,25
Punto 9	jul-23	7	120	0,06
Punto 10	jul-23	68	140	0,49
Punto 8	jul-23	24	170	0,14
Punto 7	ago-23	2	4	0,50
Punto 11	ago-23	2	14	0,14

Punto de Muestreo	Fecha Muestreo	DBO (mg/l)	DQO (mg/l)	DBO/DQO
Punto 12	ago-23	3	48	0,06
Punto 4	ago-23	21	85	0,25
Punto 1	ago-23	10	130	0,08
Punto 11	sep-23	3	12	0,25
Punto 2	sep-23	4	110	0,04
Punto 7	sep-23	9	17	0,53
Punto 11	oct-23	2	15	0,13
Punto 6	oct-23	15	210	0,14
Punto 3	oct-23	2	14	0,07
Punto 11	nov-23	4	120	0,03
Punto 8	nov-23	3	17	0,18
Punto 7	nov-23	5	12	0,42
Punto 1	dic-23	5	12	0,42
Punto 2	dic-23	4	13	0,31
Punto 9	dic-23	5	7	0,71
Punto 1	feb-24	3	80	0,04
Punto 6	feb-24	7	59	0,12
Punto 7	feb-24	7	50	0,14
Punto 1	mar-24	25	95	0,26
Punto 2	mar-24	25	84	0,30
Punto 7	mar-24	13	64	0,20

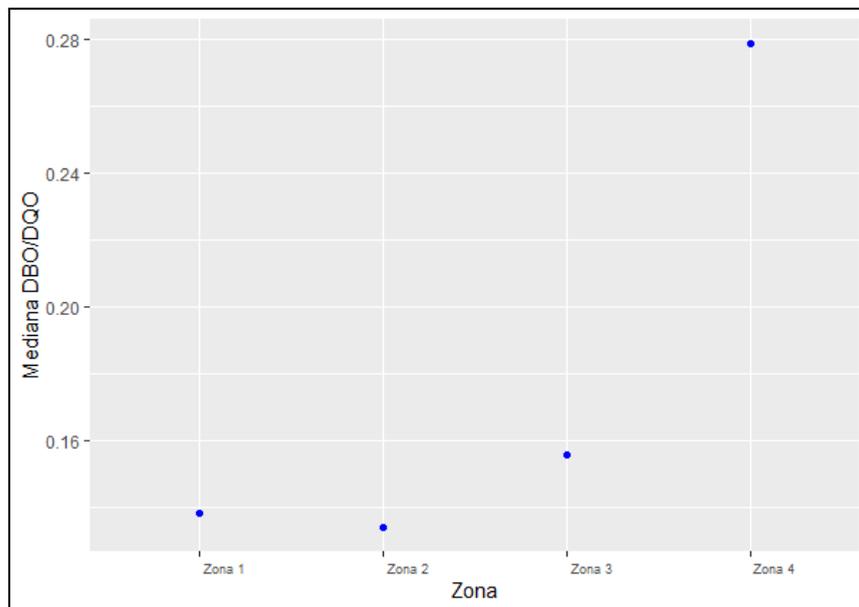
Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

Del cuadro anterior se desprende que las muestras con valores en verde son muy biodegradables, en amarillo son degradables y en rojo poco degradables. Así, y teniendo en cuenta los promedios de las muestras, se advierte que en el ingreso las aguas presentan baja biodegradabilidad (0,14), mejorando a medida (zona contigua ingreso 0,17, zona anterior al entubamiento 0,2) que se dirigen hacia la desembocadura, hasta llegar a ser biodegradables (desembocadura 0,30).

Analizando la mediana (0,17) de la totalidad de las muestras nos indica que las aguas presentan baja biodegradabilidad. Ahora, bien particionando este análisis por cada parte del arroyo

obtenemos las medianas indicadas en el siguiente Gráfico 29 que señala que para las primeras tres zonas las aguas son poco biodegradables, mientras que la Zona 4 las aguas son biodegradables. Asimismo, la región que menos biodegradabilidad presenta es la Zona 2.

Gráfico 29. Variación medianas de DBO/DQO en las Zonas del arroyo.



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

Oxígeno Disuelto

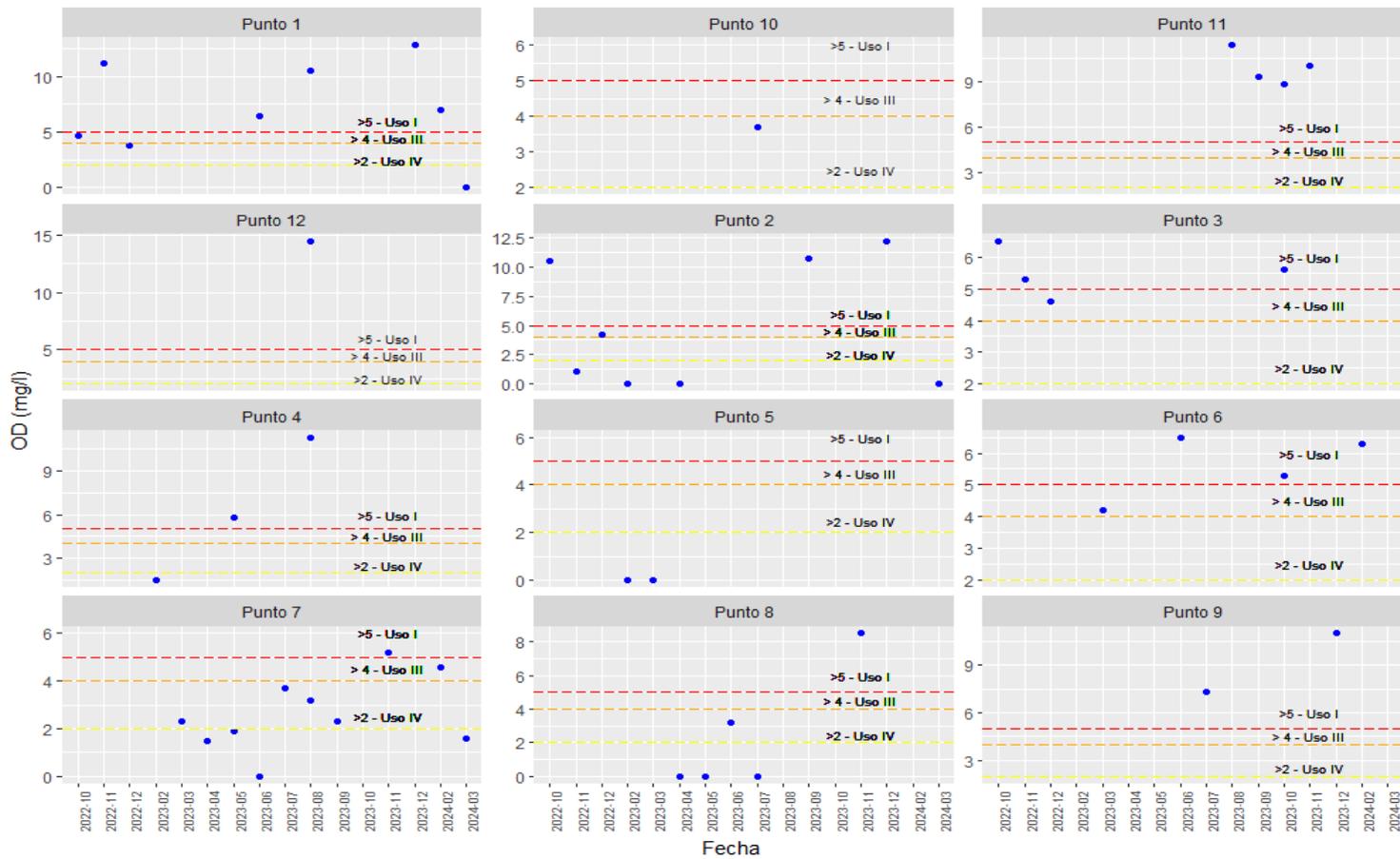
El oxígeno disuelto (OD) es necesario para la respiración de los microorganismos aerobios, así como para otras formas de vida. Así, a mayor disponibilidad de OD, hace suponer un mejor estado de los cuerpos acuáticos al permitir la existencia de vida en el mismo. Por ello, es un indicador clave de la calidad de las aguas.

Sin embargo, el oxígeno es sólo ligeramente soluble en agua y las concentraciones de oxígeno, al igual que otros gases están condicionadas por la solubilidad del gas, presión parcial del gas en la atmósfera, temperatura y pureza del agua (salinidad, sólidos en suspensión, etc.).

Además, dado que la velocidad de las reacciones bioquímicas consumidoras de oxígeno aumenta con la temperatura, los niveles de oxígeno disuelto tienden a ser más críticos en las épocas estivales.

Teniendo en cuenta el total de las muestras, se advierte que la mediana alcanza los 4,6 mg/l, el primer cuartil 1,55 mg/l y el tercer cuartil 7,9 mg/l. Los valores resultantes de OD varían entre menores a 1 y 14,5 mg/l (Gráfico 30 y Cuadro 16). El mínimo se halla en Punto 1 (muestra marzo 2024), Punto 2 (muestras de febrero, abril 2023 y marzo 2024), Punto 5 (muestras de febrero y marzo de 2023), Punto 7 (muestra de junio de 2023) y Punto 8 (muestras abril, mayo y julio de 2023). El máximo valor se encuentra en el Punto 12 (muestra de agosto de 2023). Es necesario recordar, que un mayor OD indica mayor posibilidad de vida en el arroyo. Asimismo, del Cuadro 16 se constata que los puntos 3, 6, 9 y 11 presentan homogeneidad en los datos resultantes, mientras que los demás puntos presentan mayor heterogeneidad, destacándose el Punto 8 con muy alta dispersión de los valores hallados en el mismo. Esto último se relaciona con que este Punto 8 presenta un valor atípico en noviembre de 2023 (8,5 mg/l), según indica el Gráfico 31. Volviendo al Gráfico 30, y comparándolo con la Resolución 283/2019, se interpreta que sólo los Puntos 9 y 11 fueron compatibles en todas sus muestras con el Uso I. Los demás puntos presentan variabilidad en cuanto a los usos permitidos en función de las muestras tomadas.

Gráfico 30. Variación OD (mg/l) para los puntos de muestreo



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

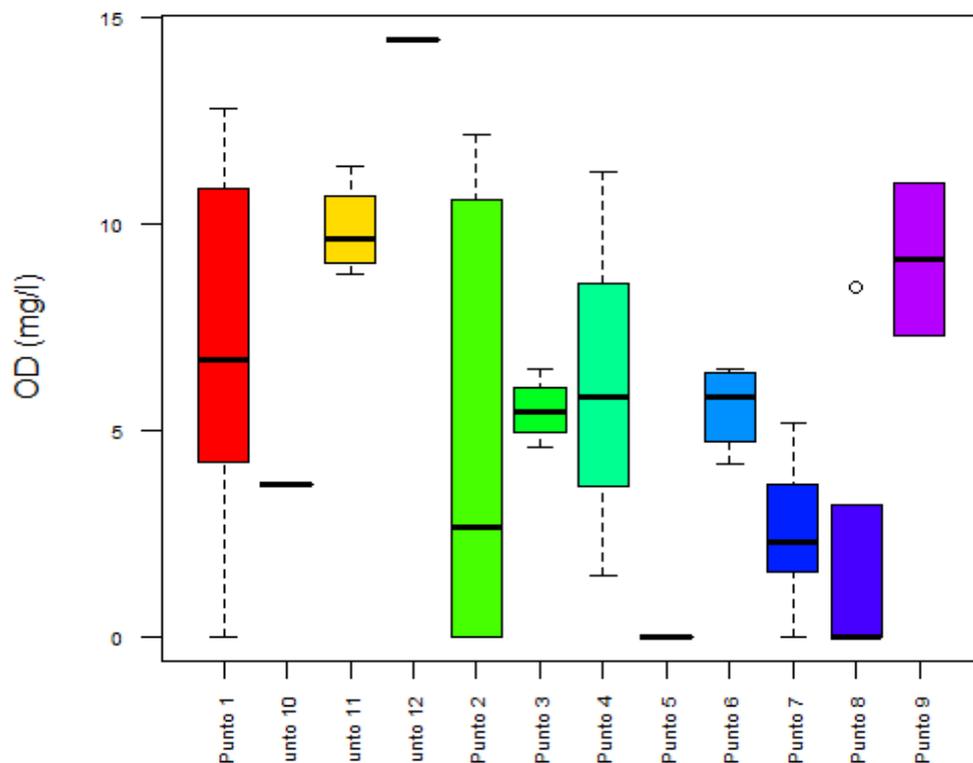
Cuadro 16. Medidas de Tendencia Central, de Posición y de Dispersión de OD por Punto de Muestreo

Punto de Muestreo	Media	Mediana	Máximo	Mínimo	Rango	1° Quartil	2° Quartil	Desvío Estándar	Coficiente Variación
Punto 1	7,05	6,70	12,80	0,00	12,80	4,48	10,68	4,28	0,61
Punto 10	3,70	3,70	3,70	3,70	0,00	3,70	3,70	(*)	(*)
Punto 11	9,88	9,65	11,40	8,80	2,60	9,18	10,35	1,13	0,11
Punto 12	14,50	14,50	14,50	14,50	0,00	14,50	14,50	(*)	(*)
Punto 2	4,84	2,65	12,20	0,00	12,20	0,00	10,55	5,41	1,12
Punto 3	5,50	5,45	6,50	4,60	1,90	5,13	5,83	0,79	0,14
Punto 4	6,20	5,80	11,30	1,50	9,80	3,65	8,55	4,91	0,79
Punto 5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	(**)	(**)
Punto 6	5,58	5,80	6,50	4,20	2,30	5,03	6,35	1,06	0,19
Punto 7	2,63	2,30	5,20	0,00	5,20	1,68	3,58	1,56	0,59
Punto 8	2,34	0,00	8,50	0,00	8,50	0,00	3,20	3,71	1,59
Punto 9	9,15	9,15	11,00	7,30	3,70	8,23	10,08	2,62	0,29

(*) no se expresa dado que hay una sólo medición.

Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

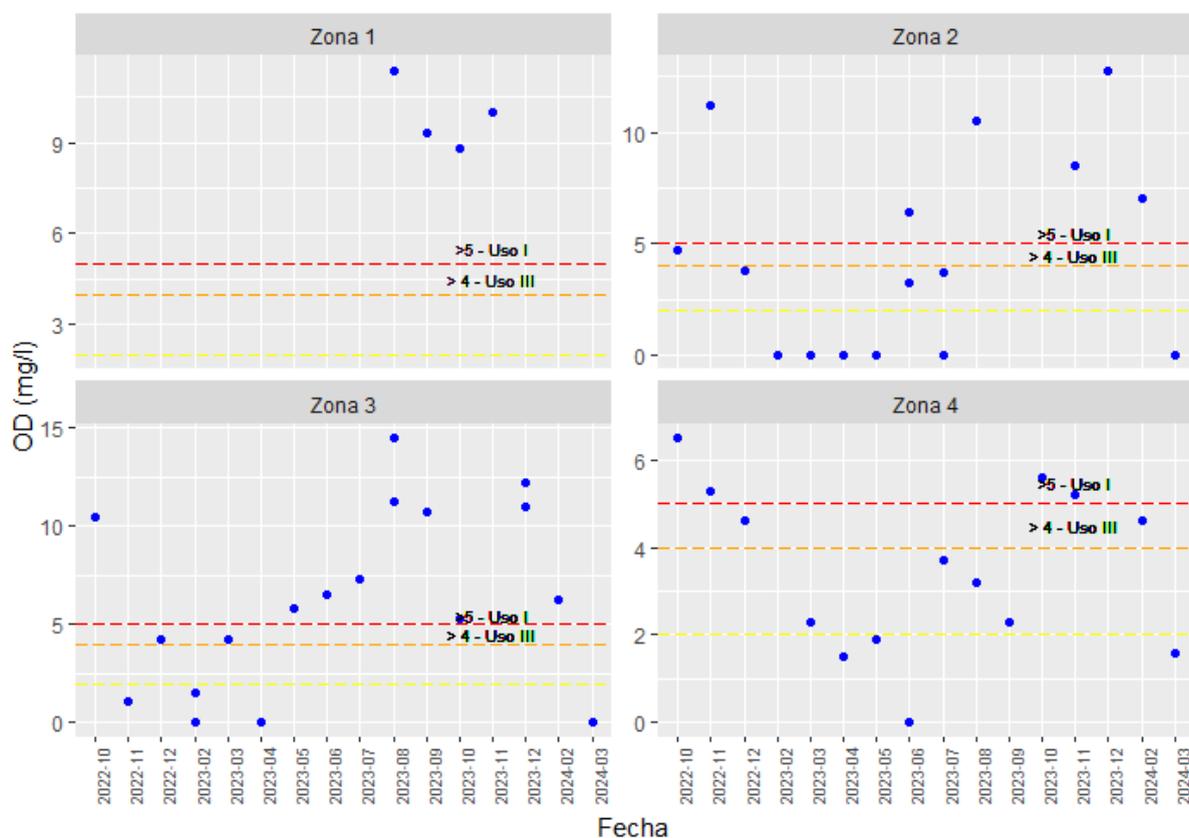
Gráfico 31. Diagrama de Caja OD (mg/)



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

Analizando el comportamiento del OD, a través de las distintas regiones del cuerpo superficial, el mismo es variable espacial y temporalmente sin un patrón determinado. Asimismo, se refleja según Gráfico 32, que la Zona 1 para todas las muestras cumple con la Resol. 283/2019 para los tres usos planteados. Mientras que las demás zonas presentan muestras que no cumplen para ninguno de los usos estipulados en la resolución mencionada. Del Cuadro 17 se observa que con excepción de la Zona 1, todas las zonas tienen una alta heterogeneidad en cuanto a los resultados del período analizado, aunque no presentan valores atípicos (Gráfico 34).

Gráfico 32. Variación DQO en Zonas de estudio



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR
Referencia: Líneas punteadas establecen los límites indicados por la Resolución 283/2019 para los distintos usos del arroyo.

Cuadro 17. Medidas de Tendencia Central, de Posición y de Dispersión de OD por Zona del arroyo

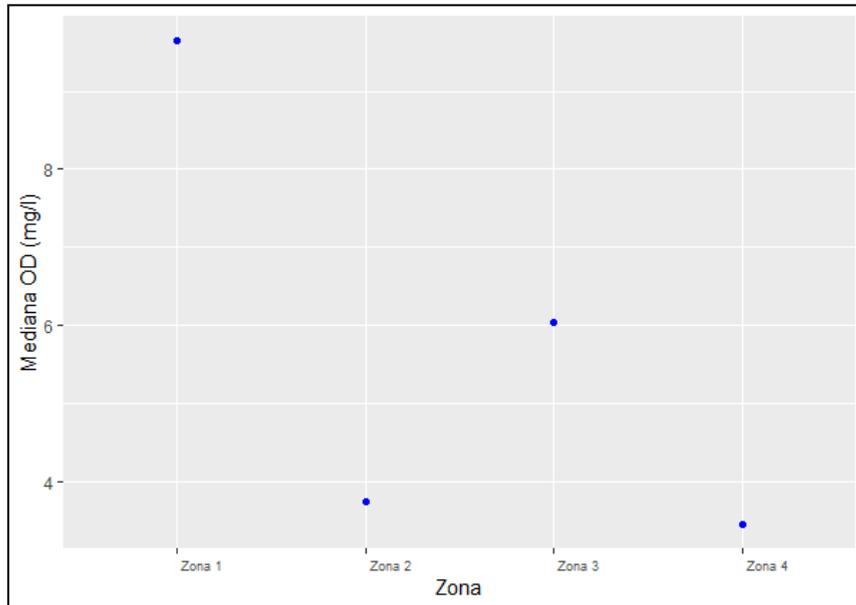
Zona	Media	Mediana	Máximo	Mínimo	Rango	1° Quartil	2° Quartil	Desvío Estándar	Coefficiente Variación
Zona 1	9,88	9,65	11,40	8,80	2,60	9,18	10,35	1,13	0,11
Zona 2	4,49	3,75	12,80	0,00	12,80	0,00	7,38	4,47	1,00
Zona 3	6,24	6,05	14,50	0,00	14,50	2,18	10,65	4,64	0,74
Zona 4	3,45	3,45	6,50	0,00	6,50	2,00	5,05	1,91	0,55

Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

También, al comparar las medianas de los resultados obtenidos para cada sector de cuerpo de agua (Cuadro 16 y Gráfica 33) con la Resol. 283/2019 se advierte que las Zonas 1 y 3 cumplen con

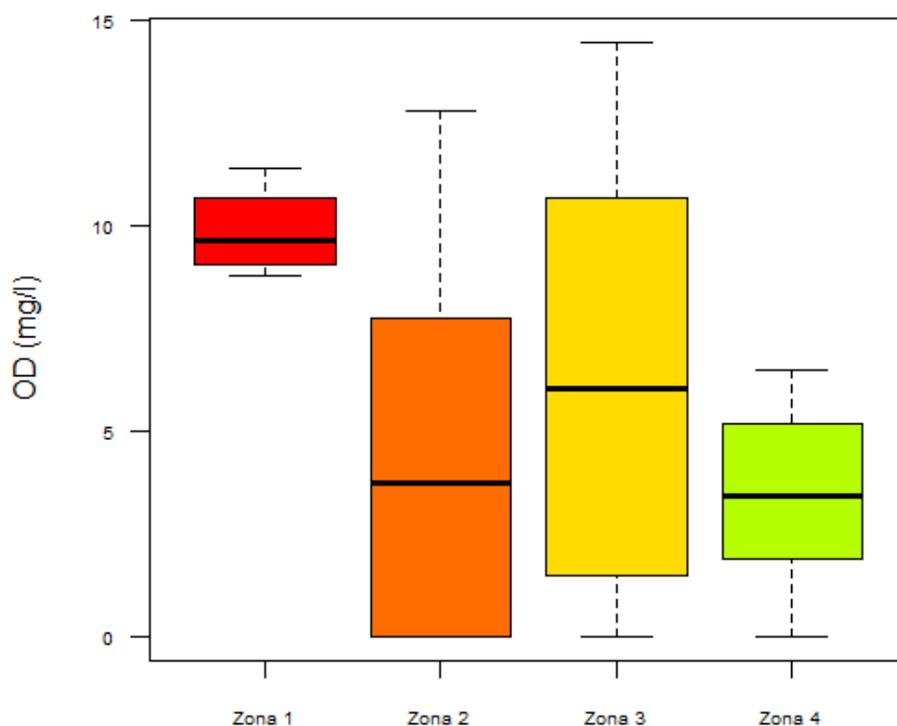
dicha resolución para todos los usos. En cambio las Zonas 2 y 4 son aptas sólo para actividades recreativas pasivas.

Gráfico 33. Variación medianas de OD en las Zonas del arroyo.



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

Gráfico 34. Diagrama de Caja OD para las Zonas del Arroyo



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

Conductividad Eléctrica

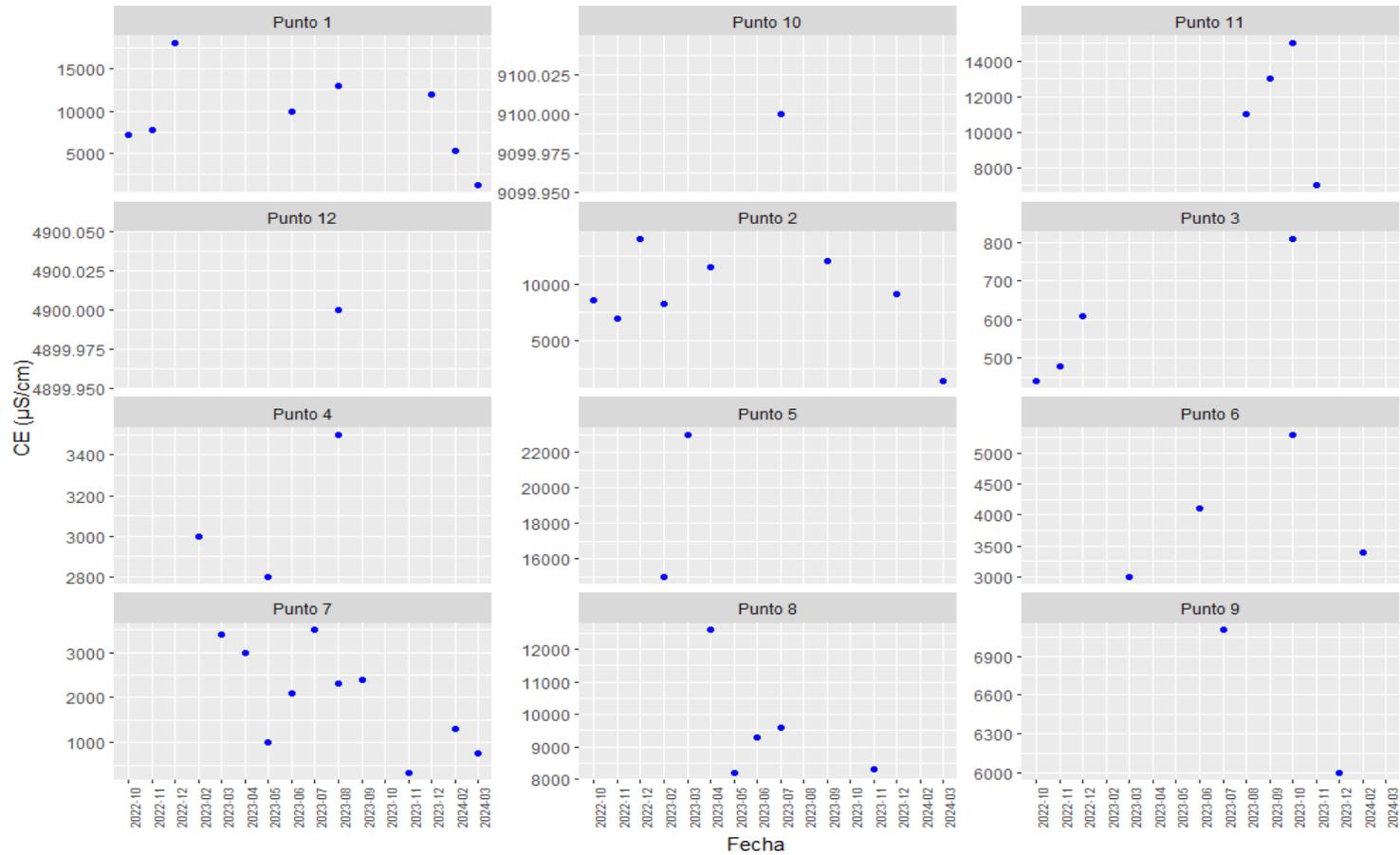
La conductividad eléctrica varía en función de la temperatura, aumentando con la misma, y está estrechamente ligada a la concentración de sustancias disueltas y a su naturaleza. Las sales minerales son, en general, buenas conductoras; en cambio, la materia orgánica y los coloides tienen escasa conductividad. Esto redundaría que variaciones repentinas de la conductividad en un cuerpo de agua dan indicios de situaciones de contaminación. Así, por ejemplo la escorrentía agrícola o vertido de aguas residuales aumentará la conductividad debido al aporte de iones como cloruro, fosfato y nitrato y un derrame de hidrocarburos o de otros compuestos orgánicos disminuiría la conductividad ya que estos elementos no se descomponen en iones.

La variación de la conductividad eléctrica en los puntos de muestreos para el período analizado oscila entre 330 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 23000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Gráfico 35 y Cuadro 18). El valor mínimo se observa en el Punto 7 en la muestra de noviembre de 2023 y el valor máximo en el Punto 5 en marzo de 2023.

Para el total de muestras, la mediana alcanza los 6000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, el primer cuartil se encuentra en los 2600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y el tercer cuartil en los 9450 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Analizando esta variable para cada punto de muestreo, del Cuadro 18 se infiere que hay bastantes homogeneidad en cuanto a los resultados de las muestras. Los puntos con mayor dispersión, aunque es una dispersión baja son el 1 y el 7. Se observa un valor atípico en el Punto 8 en muestra de abril de 2023 del Gráfico 36.

Gráfico 35. Variación Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) para los puntos de muestreo



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

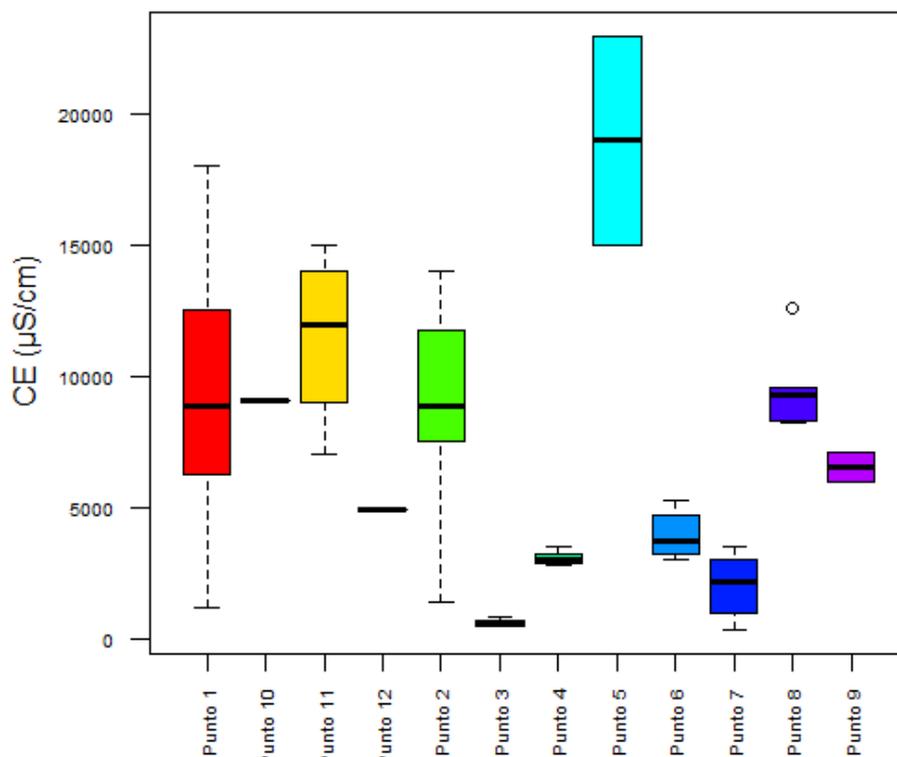
Cuadro 18. Medidas de Tendencia Central, de Posición y de Dispersión de CE por Punto de Muestreo

Punto de Muestreo	Media	Mediana	Máximo	Mínimo	Rango	1° Quartil	2° Quartil	Desvío Estándar	Coficiente Variación
Punto 1	9300	8850	18000	1200	16800	6725	12250	5151	0,55
Punto 10	9100	9100	9100	9100	0	9100	9100	(*)	(*)
Punto 11	11500	12000	15000	7000	8000	10000	13500	3416	0,30
Punto 12	4900	4900	4900	4900	0	4900	4900	(*)	(*)
Punto 2	8963	8850	14000	1400	12600	7875	11625	3840	0,43
Punto 3	585	545	810	440	370	470	660	167	0,28
Punto 4	3100	3000	3500	2800	700	2900	3250	361	0,12
Punto 5	19000	19000	23000	15000	8000	17000	21000	5657	0,30
Punto 6	3950	3750	5300	3000	2300	3300	4400	1008	0,26
Punto 7	2008	2200	3500	330	3170	1075	2850	1121	0,56
Punto 8	9600	9300	12600	8200	4400	8300	9600	1785	0,19
Punto 9	6550	6550	7100	6000	1100	6275	6825	778	0,12

(*) no se expresa dado que hay una sólo medición.

Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

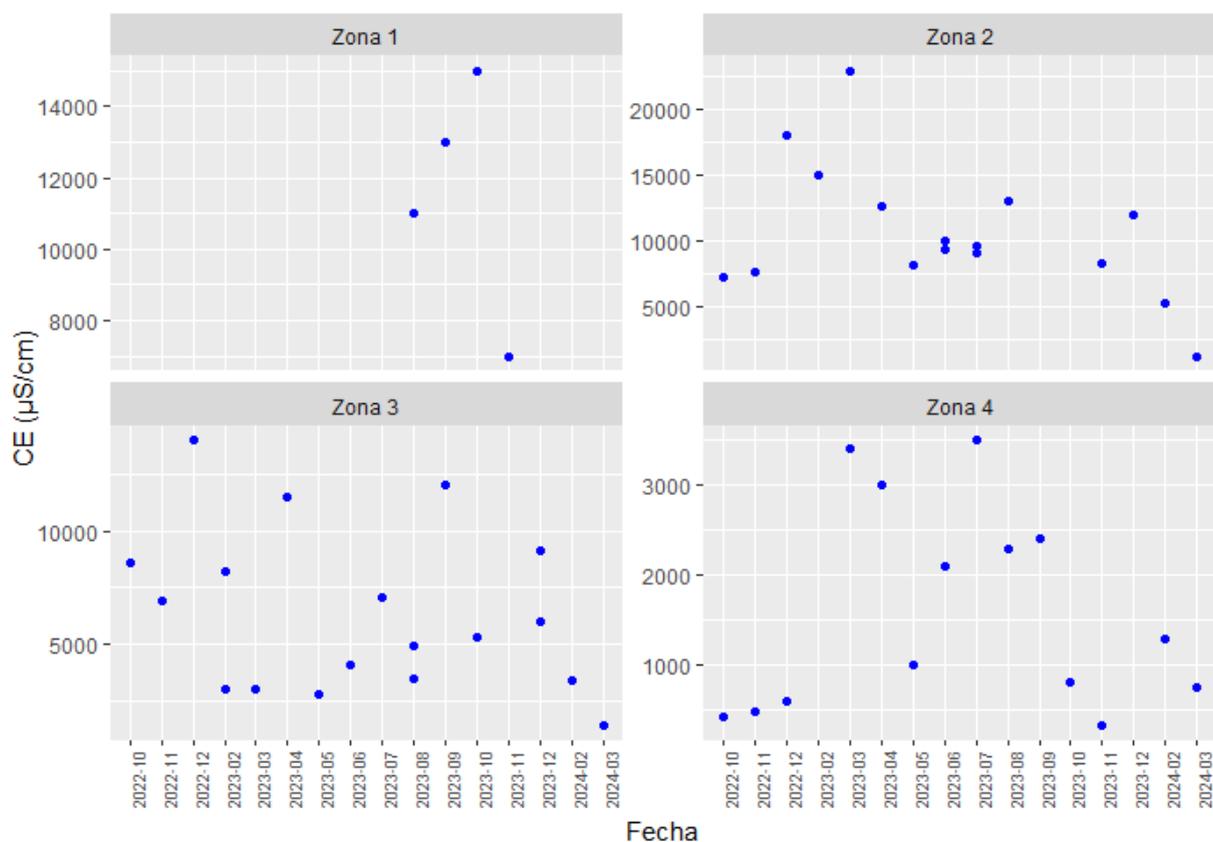
Gráfico 36. Diagrama de Caja Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

Para el estudio de la CE, en las diferentes zonas del arroyo se plantea el Gráfico 37 y el Cuadro 19, en los que se puede advertir que los datos obtenidos presentan una dispersión baja y que va creciendo a medida que alcanzamos la Zona 4. Asimismo, el valor de las medianas zonales, Gráfico 38, permiten evaluar el comportamiento de la conductividad que va decreciendo a medida que las aguas se conducen a la desembocadura. Y sólo se halla valor anómalo en la Zona 2, lo que coincide con Punto 8 que pertenece a esta zona, Gráfico 39.

Gráfico 37. Variación DQO en Zonas de estudio



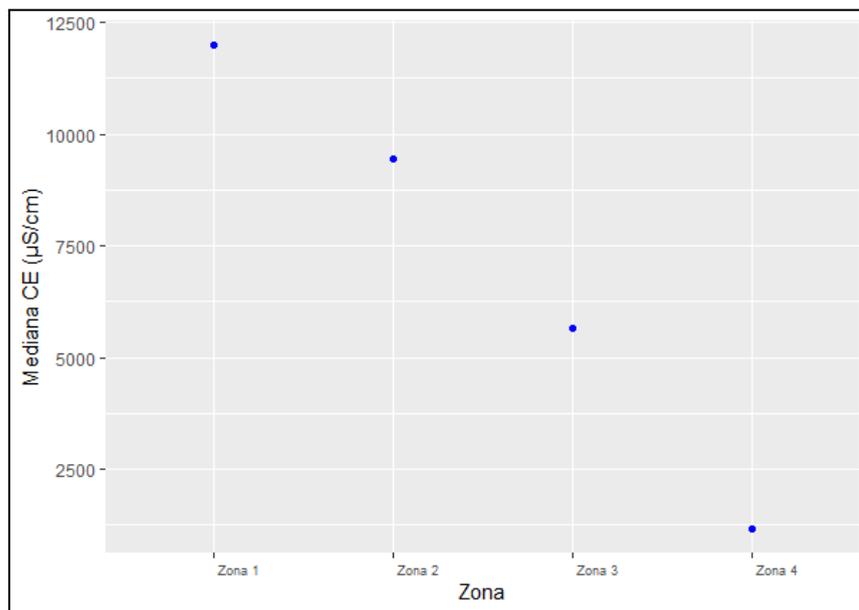
Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

Cuadro 19. Medidas de Tendencia Central, de Posición y de Dispersión de CE por Zona del arroyo

Zona	Media	Mediana	Máximo	Mínimo	Rango	1° Quartil	2° Quartil	Desvío Estándar	Coficiente Variación
Zona 1	11500	12000	15000	7000	8000	10000	13500	3415,65	0,30
Zona 2	10594	9450	23000	1200	21800	8075	12700	5114,49	0,48
Zona 3	6378	5650	14000	1400	12600	3425	8500	3586,18	0,56
Zona 4	1601	1150	3500	330	3170	645	2375	1149,57	0,72

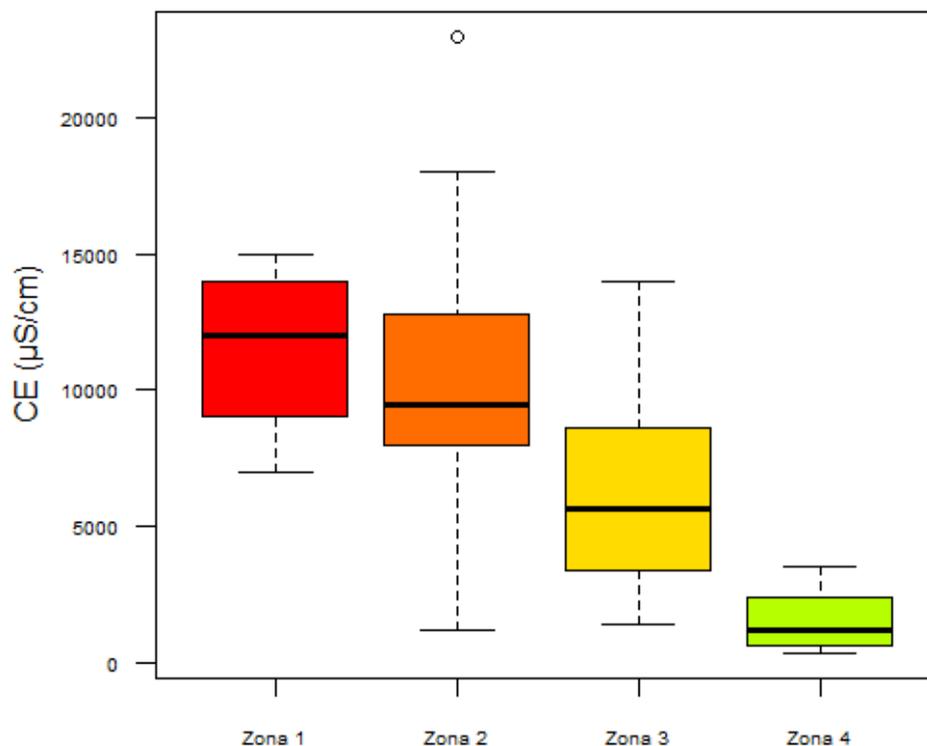
Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

Gráfico 38. Variación Medianas de CE en las Zonas del Arroyo



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

Gráfico 39. Diagrama de Caja OD para las Zonas del Arroyo



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

Por último, la Resol. 283/2019 no establece límites para la conductividad eléctrica para ninguno de los usos establecidos por la misma.

Turbidez

La turbidez es una medida de las propiedades de transmisión de la luz de un agua, que se emplea para indicar la calidad de las aguas en relación con la cantidad de SST. Por lo tanto, la turbidez es consecuencia de la presencia de materiales en suspensión finamente divididos, conformado por arcillas, limos, granos de sílice y materia orgánica, entre otros.

Las mediciones de la Turbidez en los puntos de muestreos para el período analizado varían entre 975 y 2 (UNT) (Gráfico 40, Cuadro 20). Ambos valores se presentan en el Punto 1, el máximo en muestra de octubre de 2022 y el mínimo en nuestra de diciembre de 2023 y cómo es de esperar presenta una dispersión muy alta entre los resultados obtenidos de las muestras en este punto. Al igual que para los SST, el valor máximo se presenta en el Punto 1 en la muestra de octubre de 2022.

Según Gráfico 41 se observan valores atípicos para los Puntos de muestreo 1, 2 y 7 en las muestras de octubre de 2022, febrero de 2023 y junio de 2023 y marzo de 2024, respectivamente.

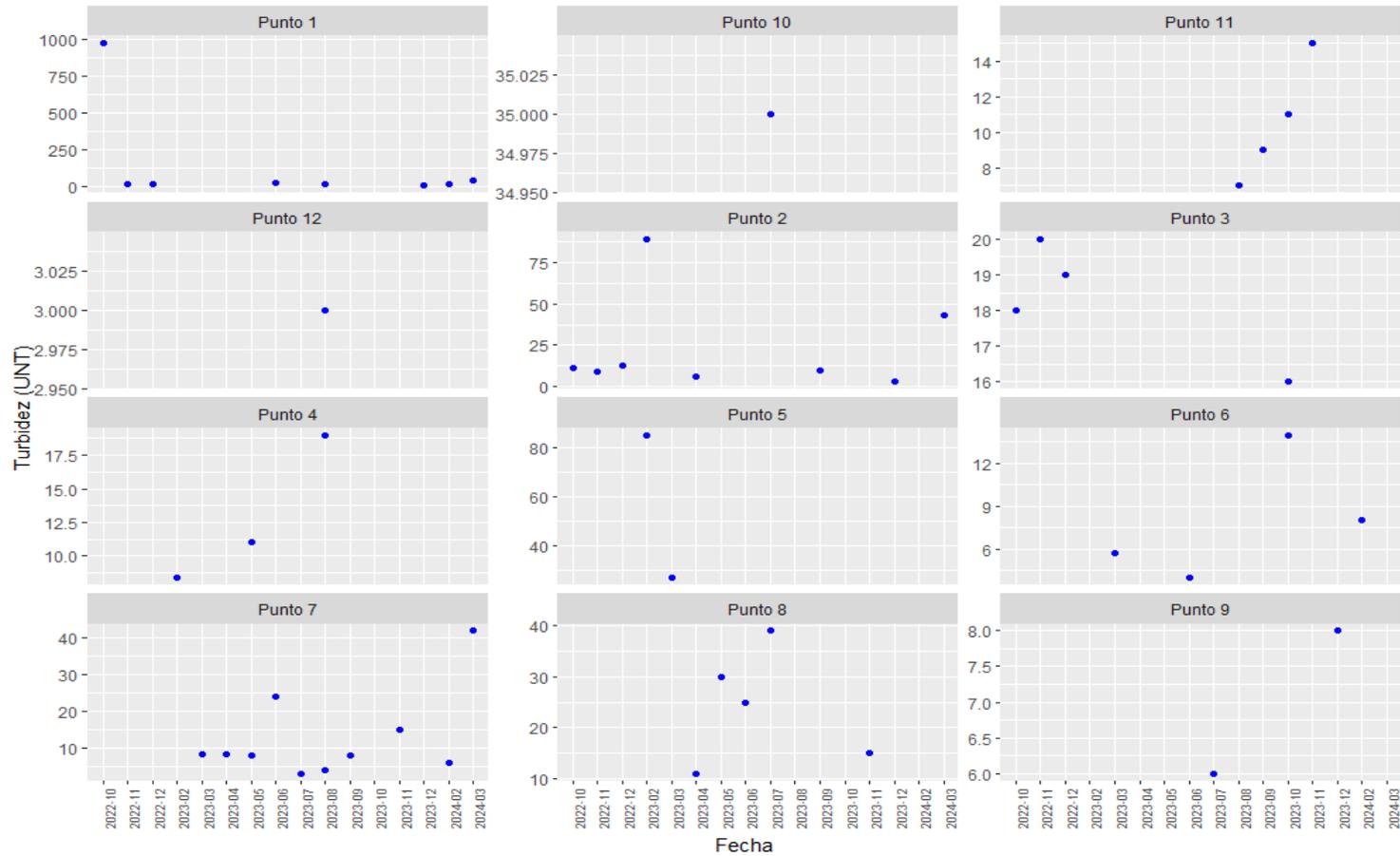
Cuadro 18. Medidas de Tendencia Central, de Posición y de Dispersión de CE por Punto de Muestreo

Punto de Muestreo	Media	Mediana	Máximo	Mínimo	Rango	1° Quartil	2° Quartil	Desvío Estándar	Coficiente Variación
Punto 1	136,00	13,00	975,00	2,00	973,00	10,75	27,50	339,21	2,49
Punto 10	35,00	35,00	35,00	35,00	0,00	35,00	35,00	(*)	(*)
Punto 11	10,50	10,00	15,00	7,00	8,00	8,50	12,00	3,42	0,33
Punto 12	3,00	3,00	3,00	3,00	0,00	3,00	3,00	(*)	(*)
Punto 2	23,00	10,50	89,00	3,00	86,00	8,25	20,50	29,41	1,28
Punto 3	18,25	18,50	20,00	16,00	4,00	17,50	19,25	1,71	0,09
Punto 4	12,80	11,00	19,00	8,40	10,60	9,70	15,00	5,52	0,43
Punto 5	56,00	56,00	85,00	27,00	58,00	41,50	70,50	41,01	0,73
Punto 6	7,93	6,85	14,00	4,00	10,00	5,28	9,50	4,37	0,55
Punto 7	12,68	8,20	42,00	3,00	39,00	6,50	13,35	11,96	0,94
Punto 8	24,00	25,00	39,00	11,00	28,00	15,00	30,00	11,31	0,47
Punto 9	7,00	7,00	8,00	6,00	2,00	6,50	7,50	1,41	0,20

(*) no se expresa dado que hay una sola medición.

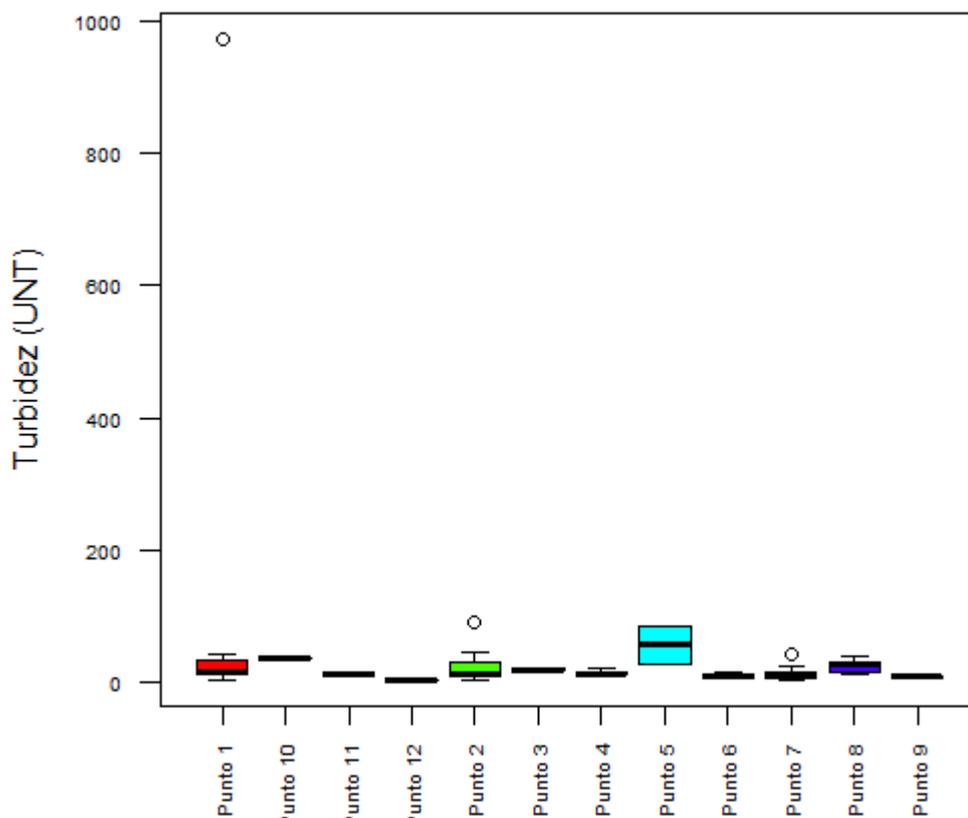
Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

Gráfico 40. Variación Turbidez (UNT) para los Puntos de Muestreo



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

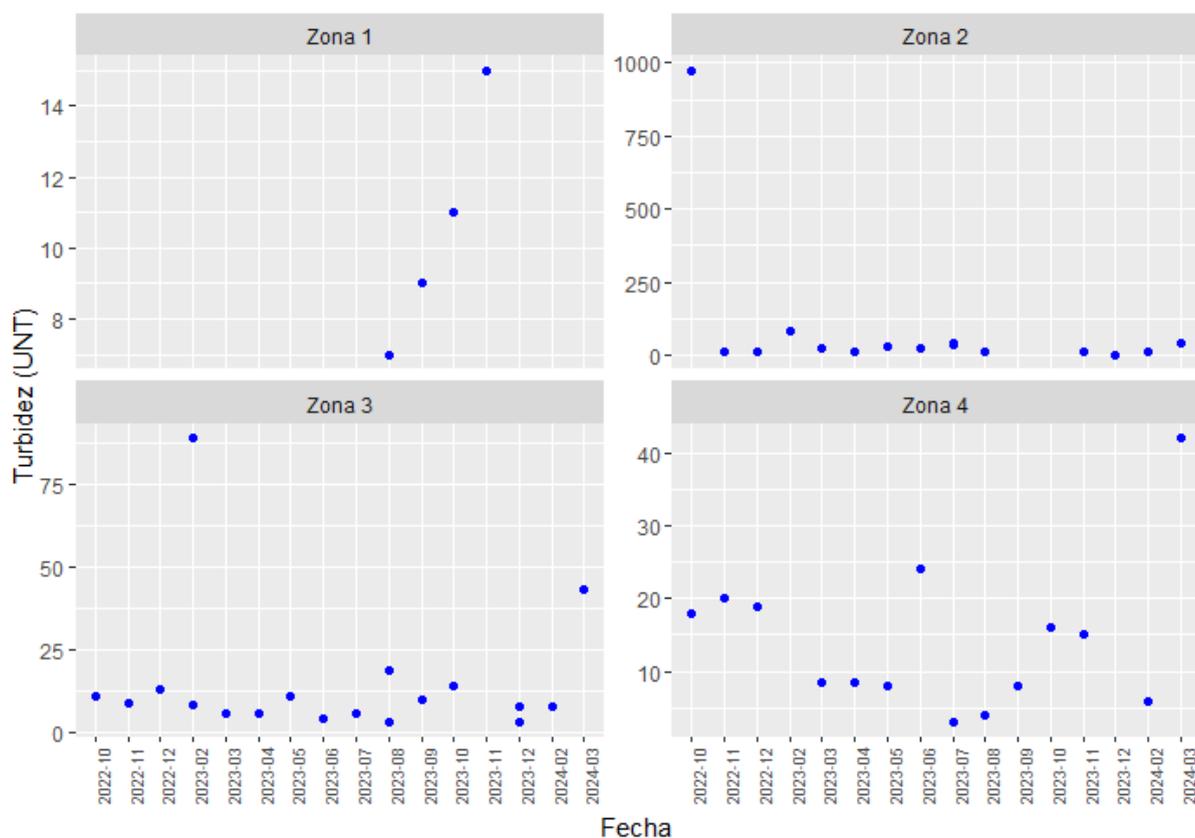
Gráfico 41. Diagrama de Caja Turbidez (UNT)



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

Siguiendo en el mismo contexto de análisis, pero haciéndolo de manera sectorial, se exponen dicha variación en el Gráfico 42 y en el Cuadro 21, y se observa un patrón en el comportamiento temporal sólo en la Zona 1, coincidente con el Punto 11. En cuanto a los resultados de las medianas por sector de cuerpo acuático (Gráfico 43) se ve claramente que la zona más afectada es la 2. También esta Zona muestra la mayor heterogeneidad en sus valores obtenidos. Además, observando el Gráfico 44 se constata que sólo la Zona 1 no cuenta con valores atípicos.

Gráfico 42. Variación Turbidez en Zonas de Estudio



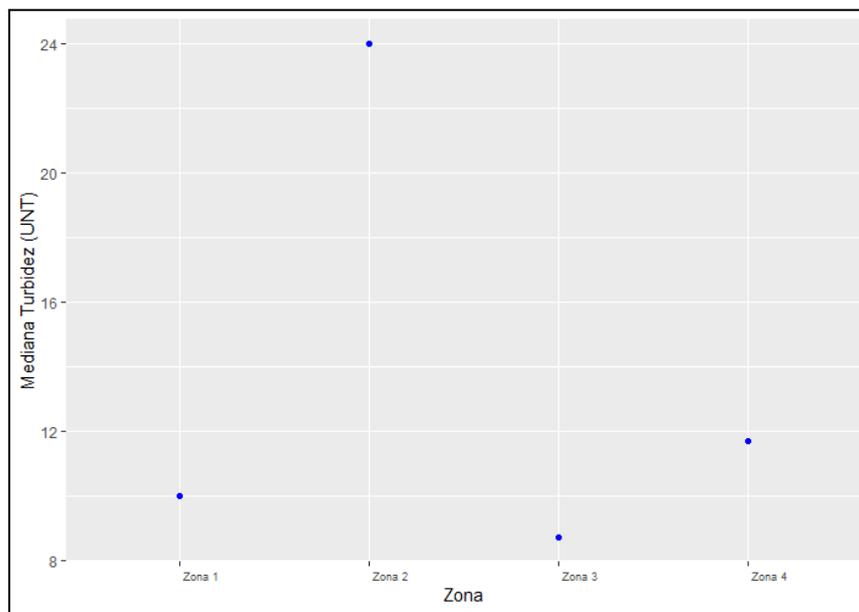
Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

Cuadro 21. Medidas de Tendencia Central, de Posición y de Dispersión de Turbidez por Zona del Arroyo

Zona	Media	Mediana	Máximo	Mínimo	Rango	1° Quartil	2° Quartil	Desvío Estándar	Coefficiente Variación
Zona 1	10,50	10,00	15,00	7,00	8,00	8,50	12,00	3,42	0,33
Zona 2	84,69	24,00	975,00	2,00	973,00	11,75	36,00	238,22	2,81
Zona 3	15,06	8,70	89,00	3,00	86,00	6,00	12,50	20,54	1,36
Zona 4	14,27	11,70	42,00	3,00	39,00	8,00	18,75	10,32	0,72

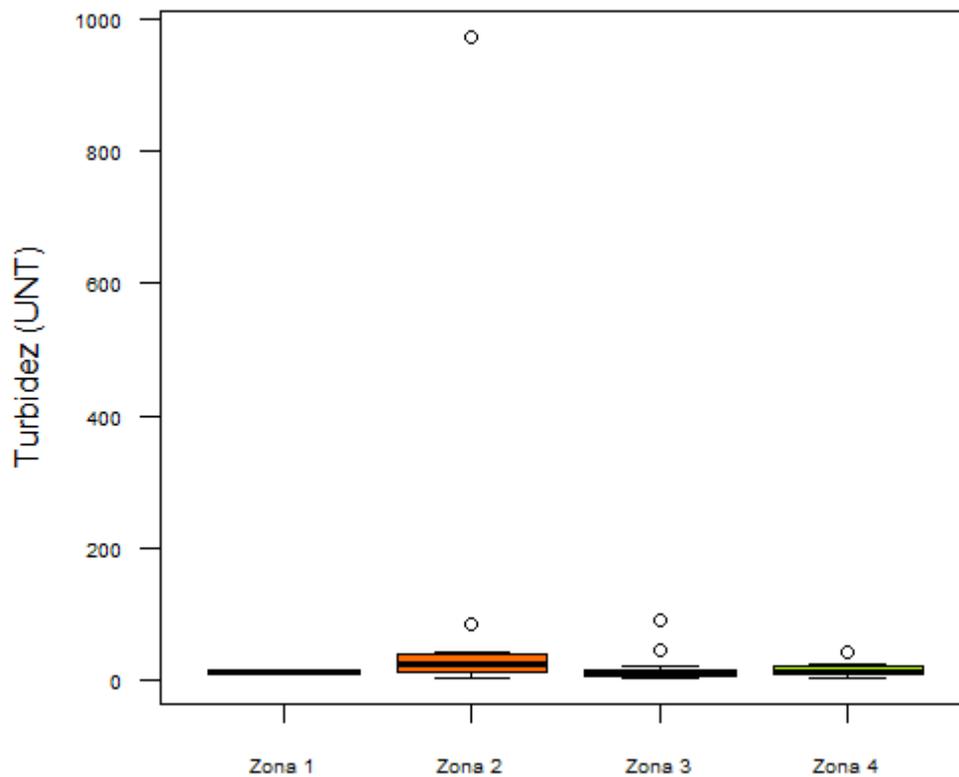
Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

Gráfico 42. Variación Medianas de Turbidez en las Zonas del Arroyo



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

Gráfico 43. Diagrama de Caja Turbidez para las Zonas del Arroyo



Fuente: DFA. Elaboración propia a partir de informes de resultados emitidos por CIS - FCEIA UNR.

Finalmente, la Resol. 283/2019 no establece límites para la turbidez para ninguno de los usos establecidos por la misma.

Coliformes Totales y Fecales

Las coliformes son una familia de bacterias que se encuentran comúnmente en las plantas, el suelo y los animales, incluyendo los humanos. La presencia de bacterias coliformes es un indicio de que el agua puede estar contaminada con aguas negras o urbanas u otro tipo de desechos en descomposición. La contaminación fecal implica riesgo sanitario en el agua, ya que supone la incorporación de microorganismos patógenos que pueden provocar enfermedades en la salud humana. (Ramos - Ortega et al, 2008).

Durante el período analizado se han analizado coliformes totales y fecales en siete (7) muestras, según el detalle en Cuadro 3. Los valores arrojados de coliformes totales varían entre 11×10^5 (nº/100ml) para la muestra del Punto 4 de agosto de 2023 y $0,24 \times 10^5$ (nº/100ml) para el Punto 5 en febrero de 2023 y en cuanto a los coliformes fecales varía entre 24×10^5 (nº/100ml) para los Puntos 4 y 7, en las muestras de febrero y abril de 2023 respectivamente y valores menores a 30 (nº/100ml) para el Punto 5.

De los resultados se puede inferir que en los Puntos 4, 7 y 12 se descargan aguas domésticas y cloacales, mientras que en el Punto 5, ingreso del arroyo a la ciudad, no se advierten prácticamente coliformes fecales.

Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos, contamos con un diagnóstico base de situación preliminar del arroyo Ludueña en cuanto a algunos parámetros fisicoquímicos que permiten observar el comportamiento espacial y temporal del mismo. Asimismo, dada la poca cantidad de datos y el acotamiento de la serie histórica analizada, sólo pueden inferirse situaciones particulares que guíen el trazado de nuevas estrategias en cuanto a la continuidad de monitoreo del arroyo que permitan seguir la evolución espacial y temporal de los diferentes analitos y determinar posibles fuentes de contaminación.

Asimismo, de los resultados se deduce que el **pH** a lo largo del recorrido del arroyo en la ciudad, es levemente alcalino, disminuyendo ligeramente a medida que se acerca a su desembocadura. Los valores hallados se encuentran dentro del rango establecido (6.5 - 9) por la Resol. 283/2019 para cualquiera de los usos planteados anteriormente.

En cuanto a la **temperatura**, está influenciada por las estaciones del año y los horarios de toma de muestras. Las temperaturas observadas se encuentran por debajo de los valores establecidos (menor a 35 °C) por la Resol. 283/2019, siendo adecuada para cualquiera de los usos planteados anteriormente.

Por otra parte, las concentraciones máximas halladas en **SSEE** pueden ser producto de algún evento puntual de descarga de efluentes con presencia de grasas y/o aceites. Se podría inferir que las altas concentraciones son consecuencia de una variación estacional la que podría estar relacionada con cambios en procesos productivos y/o industriales. Por ello, es necesario contar con más datos y analizar el contexto en cuanto a la existencia de industrias y/o comercios que descarguen efluentes líquidos en alguno de los emisarios que confluyen en zonas donde se observan las elevadas concentraciones, para obtener un resultado preciso en cuanto a las hipótesis planteadas. Asimismo, los puntos 4 (Puente Negro) y 8 (Azcuenaga) son los que

presentan mayores variaciones en las concentraciones. Al respecto, se destaca que en Punto 4 (Puente Negro), confluyen las descargas de los pluvio-domiciliarios 24 y 11. En las muestras tomadas en el primero de ello se observó una capa importante de grasa y en el segundo se observó coloración blanquecina. En Punto 8 (Azcuénaga) confluyen entre otros las descargas de Fisherton Small, Aeropuerto y varios emisarios pluviales domiciliarios. son los que presentan mayores variaciones en las concentraciones.

Además, a partir del análisis de las medianas de **DBO y DQO** se puede argumentar que el arroyo ingresa a la ciudad con una carga orgánica baja, luego se incrementa, hasta alcanzar una contaminación orgánica alta, en la Zona 2 y de allí decrece hasta una carga orgánica media a medida que se acerca a la desembocadura del arroyo en el río Paraná. Teniendo en cuenta las medianas de relación DBO/DQO se deduce que para las primeras tres zonas las aguas son poco biodegradables, mientras que para la Zona 4 las aguas son biodegradables.

Respecto a los **SST** y la **turbidez**, se observa que el sector más afectado, por estos parámetros que se encuentran muy relacionados entre sí, es el de la Zona 2. La Resol. 283/2019 no establece límites para la turbidez para ninguno de los usos establecidos por la misma.

Al mismo tiempo, el **oxígeno disuelto**, es variable espacial y temporalmente. Al comparar las medianas de los resultados obtenidos con la Resol. 283/2019 se advierte que las Zonas 1 y 3 cumplen con dicha resolución para todos los usos. En cambio la Zona 2 y 4 son aptas sólo para actividades pasivas.

También, se observa que la **conductividad eléctrica** va decreciendo a medida que las aguas se conducen a la desembocadura. La Resol. 283/2019 no establece límites para la conductividad eléctrica para ninguno de los usos establecidos por la misma.

Sobre los **coliformes totales y fecales**, los resultados permiten deducir que en todas las zonas, excepto la Zona 1 en la que no se realizó análisis de estos parámetros, se descargan aguas domésticas y cloacales. Cabe señalar que en las salidas a territorio se constató la existencia de emisarios pluvio-domiciliarios que descargan al arroyo. No obstante, para ratificar o rectificar esta idea habría que continuar examinando los vertidos de todos los emisarios que descargan al mismo y analizar estos parámetros.

De manera general, se puede mencionar que para la gran mayoría de los parámetros analizados el tramo del arroyo que presenta peores condiciones es el perteneciente a la Zona 2. Esto implica que es muy necesario realizar análisis exhaustivo de los emisarios pluvio domiciliarios que se encuentran vertiendo en dicha zona y de los establecimientos industriales y/o comerciales que descargan sus efluentes líquidos en emisarios que finalizan en este sector del arroyo.

Finalmente, se destaca que estos resultados son preliminares, el registro continuo de datos permitirá el planteamiento de alternativas, estrategias y acciones para identificar y mitigar efectos nocivos sobre este cuerpo hídrico.

Autores

Cascé, Mariela
Di Nucci, Silvina
Kovalevski, Laura
Krimer, Lucila

Bibliografía

Ecociencia (2020). Curso Sistemas de Tratamiento de Efluentes Líquidos.

Elia Dazat, Ricardo (2017). Evaluación química del efecto de la actividad ganadera en la reducción de arsénico en el agua freática del NE de Mendoza. (Seminario de Investigación). UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES, Mendoza, Argentina. Recuperado de: https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/14058/elia-dazat-ricardo-tesina.pdf

Collins Jorge. Abendaño Germán (Octubre 2016). Estudio de Alternativas de Medidas de Regulación en las Cuencas Media y Alta de los Arroyos Ludueña y San Lorenzo. IFRH 2016 3er Encuentro de Investigadores en Formación en Recursos Hídricos.

Kiely Gerard (1999). Ingeniería Ambiental. Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión. España: McGRAW-HILL/ Interamericana de España SAU.

GALEANO MOLINAS, M, G (2018). Determinación de calidad de agua del Arroyo Guasú mediante parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y macroinvertebrados (Tesis de Licenciatura). FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES, UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN, SAN LORENZO, Paraguay. Recuperado de: <https://www.aacademica.org/maria.gregoria.galeano.molinas/2.pdf>

Ramos-Ortega, L , Vidal, L , Vilardy, S, Saavedra-Díaz, L (2008). Análisis de la Contaminación Microbiológica (Coliformes Totales y Fecales) en la Bahía de Santa Marta, Caribe Colombiano. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v13n3/v13n3a7.pdf>

Resolución 283/2019. Recuperado de: <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-283-2019-334281/texto>

“Las ecoregiones, su conservación y las Areas Naturales Protegidas de la provincia de Santa Fe” Autores: Néstor Ricardo Biasatti, Juan Carlos Rozzatti, Blas Fandiño, Andrés Pautaso, Eduardo Mosso, Gabriel Marteleur, Natalia Algarañaz, Alejandro Giraudo, Carlos Chiarulli, Marcelo Romano, Patricio Ramírez Llorens, Lucas Vallejos. Ministerio de Medio Ambiente. Marzo de 2016.

Anexos

Anexo I: Fotografías de Puntos de Muestreos.

Imagen 1. Punto de Muestreo 1



a- Foto tomada 31/10/ 2022



b- Foto tomada 14/08/2023
Fuente: DFA.



c- Foto tomada 14/08/2023

Imagen 2. Punto de Muestreo 2



a- Foto tomada 31/10/ 2022



b- Foto tomada 14/09/2023
Fuente: DFA.



c- Foto tomada 14/09/2023

Imagen 3. Punto de Muestreo 3



Foto tomada 7/12/ 2022 - Fuente: DFA.

Imagen 4. Punto de Muestreo 4



a- Vista hacia Sorrento. Foto tomada 11/05/2023



b- Vista hacia Bosque de los Constituyentes.
Foto tomada 11/05/2023
Fuente: DFA.

Imagen 5. Punto de Muestreo 5



a- Foto tomada 13/02/2023



b- Foto tomada 16/03/2023



c- Foto tomada 16/03/2023

Fuente: DFA.

Imagen 6. Punto de Muestreo 6



a- Vista al Este. Foto tomada 16/03/2023



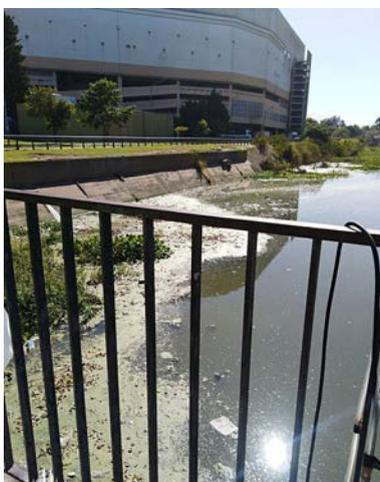
b- Foto tomada 16/03/2023

Fuente: DFA.

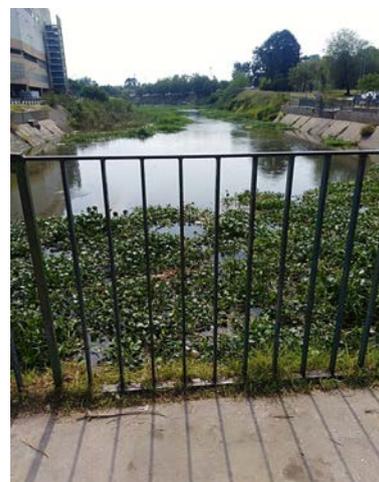


c- Vista al Oeste. Foto tomada 16/03/2023

Imagen 7. Punto de Muestreo 7



a- Tomada 20 abril 2023



b- Tomada 16 marzo 2023

Fuente: DFA.



c- Tomada 14 agosto 2023

Imagen 8. Punto de Muestreo 8



a- Foto tomada 11/05/2023



b- Vista al Norte. Foto tomada 11/05/2023
Fuente: DFA.

Imagen 9 . Punto de Muestreo 10



a- Foto tomada 3/07/ 2023



b- Foto tomada 3/07/2023
Fuente: DFA.

Imagen 10. Punto de Muestreo 11



a- Foto tomada 14/08/ 2023



b- Foto tomada 14/08/ 2023
Fuente: DFA.



c- Foto tomada 14/08/ 2023

Imagen 11. Punto de Muestreo 12



Foto tomada 14/08/2023 - Fuente: DFA.

Anexo II: Registro de Observaciones de Campo

Cuadro 22. Observaciones por Punto de Muestreo

Punto de Muestreo	Fecha	Observaciones
1	31/10/2022	Se observa coloración marrón de la muestra. Y diferencia de tonalidad entre el curso del arroyo y el aporte que llega del conducto pluvial abierto (emisario 4). Imagen 12 a 14.
2	31/10/2022	El agua se encuentra menos turbia que en el punto 1 y se advierte una película grasosa. Imagen 15 a 16.
5	15/02/2023	Se percibe olor compatible con cloacal.
2	15/02/2023	Se observa capa blancuzca. Imagen 17.
5	16/03/2023	Se advierte poco caudal. Imagen 18 a 19.
6	16/03/2023	No se percibe olor y la muestra no presenta coloración.
7	16/03/2023	No se percibe olor y la muestra no presenta coloración.
1	20/04/2023	No se puede sacar muestra porque está cortado el tránsito. Se observan residuos.
2	20/04/2023	Se percibe olor a podrido del lado oeste del puente. Del lado este del puente, donde se realiza muestreo se observa color verduzco blanquecino. Imagen 20
8	20/04/2023	Se observa un conducto descargando paralelo a calle Azcuénaga desde Funes.
7	20/04/2023	Se observa descarga desde el oeste donde puede verse restos de grasa y camalotes. Imagen 21 a 22. Se observa otra descarga desde este. Imagen 23
8	11/05/2023	Coloración blanquecina en el caudal del arroyo. Imagen 24.
4	11/05/2023	Sin observaciones.
7	11/05/2023	Sector oeste del arroyo con residuos, capa grasa y crecimiento de camalotes. Imagen 25
8	03/07/2023	Se observa turbidez color blanquecino, algo de espuma. Sobre margen izquierda se advierte el aporte de

Punto de Muestreo	Fecha	Observaciones
		conducto pluvial. Se percibe olor a podrido.
10	03/07/2023	Se toma esta muestra para observar si existen diferencias con la muestra 8 del mismo día.
9	03/07/2023	No se perciben olores. Se observan plantas acuáticas y el agua se ve transparente. Se advierte aporte de canal sobre lado izquierdo.
7	03/07/2023	La muestra se toma sobre margen izquierda en el desemboque de aliviador I, ya que allí se observa mayor caudal de colocación más oscura y una pluma turbulenta con presencia de manchas de materia grasa
1	14/08/2023	Se observa poco caudal, presencia de residuos (restos de obra como ser maderas, hormigón), muestra con coloración y turbidez. Sin olor.
4	14/08/2023	Se observa presencia de residuos en los márgenes. Muestra presenta coloración. No se percibe olor.
7	14/08/2024	Se percibe olor. Se visualiza diferencia en la coloración y en aspecto al comparar las descargas desde el Aliviador I y entubamiento (lado oeste) con descarga Aliviador II (Imagen 26) La primera descarga presenta coloración, mientras que la muestra del Aliviador II se observa límpida. Para el análisis del punto se toma la segunda muestra. La muestra de la descarga del Aliviador I y el Entubamiento. se analizan con los conductos pluviales que descargan en el ludueña.
11	14/08/2023	Poca corriente en el caudal. Presencia de musgos. Antes del punto de muestreo se observa agua estancada. Hay algunos residuos.
12	14/08/2023	Muestra limpia y sin olor. Unos metros antes de la toma de muestra (prolongación de Provincias Unidas), al oeste y sobre margen paralela a Sorrento se observa la descarga del emisario 24. En esta descarga se observa capa compatible con grasa y algunos residuos. Imagen 27 a 28.
7	14/09/2023	Se observa material particulado negro sobre la superficie y material graso (no tan blanco como en las muestras anteriores). Además se pueden ver residuos. Se encuentra descargando el pluvial de la margen izquierda.

Punto de Muestreo	Fecha	Observaciones
2	14/09/2023	Se observa mucha vegetación en el cauce y pocos residuos en el entorno.
11	14/09/2023	El suelo (costa) presenta coloración blanca y pequeños cristales. Se observa presencia de algas en el arroyo.
3	12/10/2023	Se observa gran cantidad de peces y camalotes, estos últimos más sobre el margen derecho, donde también hay residuos. Se advierte la mezcla de agua que genera el río Paraná, dado que se puede ver el retroceso del agua (los camalotes se dirigen en sentido contrario al río). No se percibe olor. La coloración es muy leve que puede considerarse típica del arroyo.
6	12/10/2023	La muestra se toma en el lado oeste del puente en José María Rosa, colectora de Av. Circunvalación. El arroyo presenta coloración marrón oscura. Se observan algas sobre el agua y residuos en el margen sur. No se percibe olor. Se advierte la presencia de aves en la desembocadura del canal Ibarlucea.
11	12/10/2023	Se observa un aumento de caudal, posiblemente producto de las precipitaciones ocurridas el día 11/10/2023. Se aprecia una disminución en la cantidad de algas y presencia de espuma. Sobre las márgenes se continúa detectando una capa blanca.
8	09/11/2023	Se observa abundante vertido del canal lateral proveniente de Funes, no obstante el caudal propio es bajo. No se detectaron anomalías.
11	09/11/2023	Debajo del puente se observa un flujo en contracorriente.
7	23/11/2023	Muestra clara, con material suspendido y sin olor. Se toma en la Guardería Náutica Malvinas Argentinas (frente al shopping) dado que la desembocadura del arroyo (Av. de los Trabajadores y Allende) presenta gran cantidad de algas.
1	07/12/2023	Se observa el emisario 4 descargando sobre el margen derecho. Hay presencia de espuma. La muestra presenta coloración clara.
2	07/12/2023	Se observa banco de tierra en el centro del cauce. Además se puede suponer actividad anaeróbica superficial por la presencia de burbujas. Apariencia oleosa.

Punto de Muestreo	Fecha	Observaciones
10	07/12/2023	Se perciben zonas con supuesta actividad anaeróbica dada la presencia de burbujas. Se observan residuos oleosos.
1	15/02/2024	No se perciben olores, no se observan residuos. Agua clara.
6	15/02/2024	Se observan algunos residuos sobre margen derecha.
7	15/02/2024	Gran presencia de camalotes que ocupan casi la totalidad del arroyo. Se observan muchos residuos y se percibe olor intenso. Al momento de la toma de muestra se encuentran descargando los emisarios laterales.
1	21/03/2024	Se observa coloración marrón y se percibe olor a cloaca.
7	21/03/2024	Se percibe olor cloacal, se observa espuma. En el entorno hay residuos. La coloración de la muestra es marrón claro.
2	21/03/2024	Se percibe olor a cloaca. Se observa espuma. Coloración marrón claro. En la columna derecha del puente se ve una descarga pluvial.

Imagen 12



Imagen 13

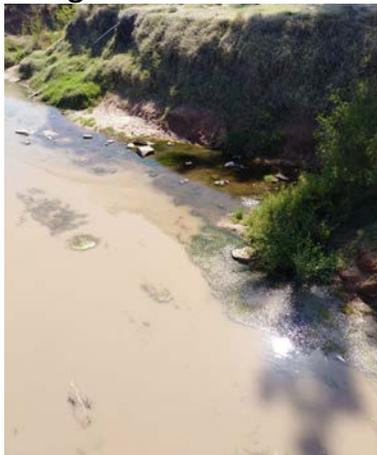


Imagen 14



Punto 1 en fecha 31/10/2022 - Fuente: DFA.

Imagen 15



Punto 2 en fecha 31/10/2022- Fuente: DFA.

Imagen 16



Imagen 17



Punto 2 13/02/2023
Fuente: Foto tomada personal de CIS

Imagen 18



Punto 2 15/02/2023 - Fuente: DFA

Imagen 19



Imagen 20



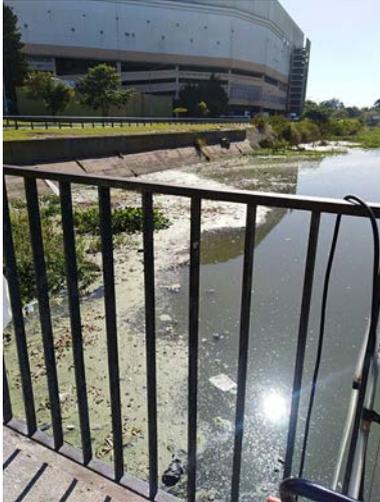
Punto 2 20/04/2023 - Fuente: DFA.

Imagen 21



Punto 7 20/04/2023 - Fuente: DFA.

Imagen 22



Punto 7 20/04/2023 - Fuente: DFA.

Imagen 23

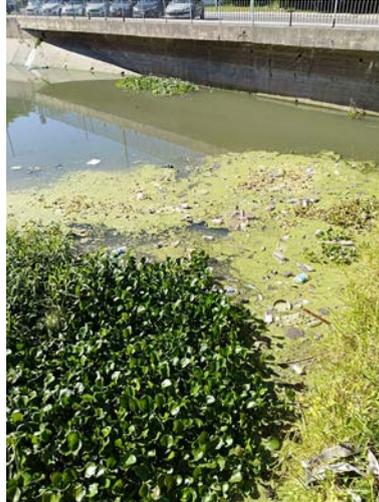
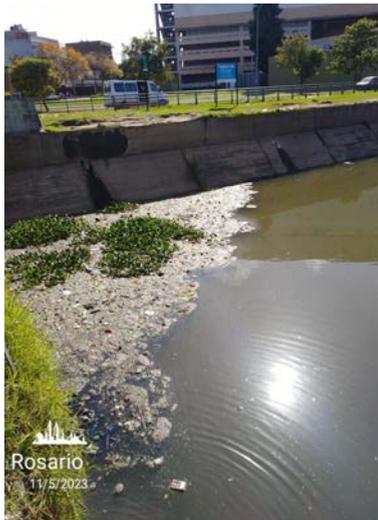


Imagen 24



Punto 8 11/05/2023 - Fuente: DFA.

Imagen 25



Punto 7 11/05/2023 - Fuente: DFA.

Imagen 26



Punto 7 14/08/2023 - Fuente: DFA.

Imagen 27



Imagen 28



Punto 12 14/08/2023 - Fuente: DFA.

Anexo III: Límites establecidos por Resolución 1283/2019

Teniendo en cuenta la Resolución 1283/2019 y los siguientes usos:

- I. Apta para protección de biota y uso recreativo con contacto directo;
- II. Apta para actividades recreativas sin contacto directo;
- III. Apta para actividades recreativas pasivas.

En Cuadro 4, se definen los parámetros y límites para los usos mencionados anteriormente:

Cuadro 23. Referencia de cada Punto de Muestreo

Parámetro	Unidad	Usos		
		I	II	III
Clorofila a	ug/l	<30	*	*
BO5 (sobre muestra bruta)	mg O2/l	<5	<15	<15
Detergente (SAAM)	mg SAAM/l	<0.5	<5	<5
Fósforo Total	ug P/l	<10	<5000	<5000
Nitrógeno Amoniacal	mg N-NH4+/l	<0.6	*	*
Nitrógeno como Nitratos	mg N-NO3-/l	<10	<10	*
Oxígeno Disuelto (OD)	mg O2/l	>5	>4	>2
pH	UpH	6.5 - 9	6.5 - 9	6 - 9
Temperatura	°C	<35	<35	<35
Arsénico total	ug As/l	<50	*	*
Cadmio total	ug Cd/l	<0.25	*	*
Cinc total	ug Zn/l	<120	*	*
Cianuro total	ug CN-/l	<11.2	<100	<100
Cromo total	ug Cr/l	<2	*	*
Cromo hexavalente	ug Cr6+/l	<2	*	*
Níquel total	ug Ni/l	<25	*	*
Plomo total	ug Pb/l	<2	*	*

Sulfuros	ug S2-/l	<2	<50	<1000
Sustancias Fenólicas	ug/l	<4	<100	<1000
Hidrocarburos totales **	ug /l	<50	<200	<1000 0
Coliformes fecales	UFC/100 ml	<150	<1000	*
Escherichia Coli	UFC/100 ml	<126	*	*
Aldrín ***	ug /l	<0.01	*	*
Clordano ***	ug/l	<0.1	*	*
DDT (Total Isómeros)***	ug /l	<1	*	*
Dieldrín ***	ug/l	<0.01	*	*
Endosulfán***	ug /l	<0.02	*	*
Endrín ***	ug/l	<0.04	*	*
Heptacloro epóxido ***	ug /l	<0.04	*	*
Heptacloro benceno ***	ug/l	<0.01	*	*
Lindano ***	ug /l	<3	*	*
Metoxicloro ***	ug/l	<3	*	*
Paration ***	ug /l	<0.65	*	*
Malation ***	ug/l	<0.65	*	*
2.4 D ***	ug /l	<4	*	*

Abreviaturas:

DBO5: Demanda Biológica de Oxígeno (a cinco días y 20°C). SAAM: Sustancias Activas al Azul de Metileno.

Referencias:

* Parámetros no utilizados para caracterizar el uso regulado.

** Para la determinación se utilizará la técnica EPA 418.1 modificada, donde el Freón CFC-113 ha sido reemplazado por Percloroetileno.

*** Sustancias Prohibidas. En todos los casos deberá cumplirse la Ley Nacional 26.011 sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes, que obliga a fijar medidas para reducir o eliminar la producción y uso de los distintos productos químicos que se citan en sus ANEXOS. Asimismo,

deberá cumplirse con toda la normativa vigente en la materia, que prohíba el uso de estos productos.