



**Intendencia
Montevideo**

DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua



PROGRAMA DE MONITOREO DE LAGOS URBANOS 2024

**Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental
Gerencia de Gestión Ambiental
Departamento de Desarrollo Ambiental
Intendencia de Montevideo**



**Intendencia
Montevideo**

DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

AUTORIDADES GOBIERNO DEPARTAMENTAL

Intendente

Mauricio Zunino

Secretaria General

Olga Otegui

Director General del Departamento de Desarrollo Ambiental

Guillermo Moncecchi

Gerencia de Gestión Ambiental

Veronica Piñeiro

OTRAS AUTORIDADES

Directora (i) Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental

Susana González

Directora (i) Unidad Calidad de Agua

Jimena Risso Barros

Autores del Informe:

Daniel Sienna

Bruno D'Alessandro

Gustavo Saona

Jimena Risso Barros

Personal de la Unidad Calidad de Agua involucrado en el desarrollo del trabajo realizado

Bruno D'Alessandro, Maria Mercedes De Maio, M^a Eugenia Echezarreta, Tania Hernández, Leticia Iribarne, Valentina Milan, Lys Viviana Perciballe, Marinela Pereira, Jimena Risso Barros, Gustavo Saona, Daniel Sienna, Gastón Varela, Martin Villanueva, Analía Urban, Mary Yafalián.

Pasantes de Facultades de Química y de Ciencias de la Unidad Calidad de Agua

Paulina Díaz, Erika Machín, Sofía Martínez, Angela Silveira, Milagros Valverde, Lucía de la Canal, Marcia Rivera, Eugenia Longo, Melissa López, Federica Mendoza.

Se destaca la colaboración de los funcionarios y pasantes (estudiantes de las Facultades de Química, Ingeniería y Ciencias) de la Unidad Analítica en la realización de los análisis correspondientes.

Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental

Ana Vinocur s/n

CP 11300 - Montevideo Uruguay

Tel 1950 9923

www.montevideo.gub.uy



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

LAGO DEL PARQUE RODÓ.....	6
Evaluación de los parámetros analizados.....	8
Temperatura.....	8
Clorofila a.....	8
Fósforo Total.....	9
Nitrógeno Total.....	9
pH.....	10
Oxígeno Disuelto.....	11
Disco de Secchi.....	11
Turbidez.....	12
Conductividad.....	12
Indicadores de contaminación fecal.....	13
Conclusiones.....	14
LAGO DEL PARQUE RIVERA.....	15
Evaluación de los parámetros analizados.....	17
Temperatura.....	17
Clorofila a.....	17
Fósforo Total.....	18
Nitrógeno Total.....	18
pH.....	19
Oxígeno Disuelto.....	19
Disco de Secchi.....	20
Turbidez.....	20
Conductividad.....	21
Indicadores de contaminación fecal.....	22
Bioensayos.....	23
Conclusiones.....	24
LAGO PRADO.....	24
Evaluación de los parámetros analizados.....	26
Temperatura.....	26
Clorofila a.....	26
Fósforo Total.....	27
Nitrógeno Total.....	27
pH.....	28



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Oxígeno Disuelto.....	28
Disco de Secchi.....	29
Turbidez.....	29
Conductividad.....	30
Indicadores de contaminación fecal.....	30
Conclusiones.....	31
LAGO JARDÍN JAPONÉS.....	32
Evaluación de los parámetros analizados.....	34
Temperatura.....	34
Clorofila a.....	34
Fósforo Total.....	35
Nitrógeno Total.....	35
pH.....	36
Oxígeno Disuelto.....	36
Turbidez.....	37
Conductividad.....	37
Indicadores de contaminación fecal.....	38
Conclusiones.....	38
LAGO CACHÓN.....	39
Evaluación de los parámetros analizados.....	40
Temperatura.....	40
Clorofila a.....	41
Fósforo Total.....	41
Nitrógeno Total.....	42
pH.....	42
Oxígeno Disuelto.....	43
Disco de Secchi.....	43
Turbidez.....	44
Conductividad.....	44
Indicadores de contaminación fecal.....	45
Conclusiones.....	46
LAGOS LECOCQ.....	47
Evaluación de los parámetros analizados.....	48
Temperatura.....	48



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Clorofila a.....	49
Fósforo Total.....	49
Nitrógeno Total.....	50
pH.....	50
Oxígeno Disuelto.....	51
Turbidez.....	51
Conductividad.....	52
Indicadores de contaminación fecal.....	52
Salinidad.....	53
Bioensayos.....	53
Conclusiones.....	54
ROL AMBIENTAL DE LOS PARÁMETROS ANALIZADOS.....	55
ANEXO I. Normativas, guías de referencia y metodología.....	58
ANEXO II. Bibliografía.....	64
Link de acceso a datos.....	65



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

LAGO DEL PARQUE RODÓ

Frecuencia y sitios de muestreo

En el año 2024 se realizaron un total de 12 muestreos (15/1, 28/2, 21/3, 17/4, 28/5, 25/6, 30/7, 20/8, 17/9, 22/10, 5/11, 2/12).

Los sitios de muestreo son los indicados en la Figura 1, y sus coordenadas se muestran en la Tabla 1.

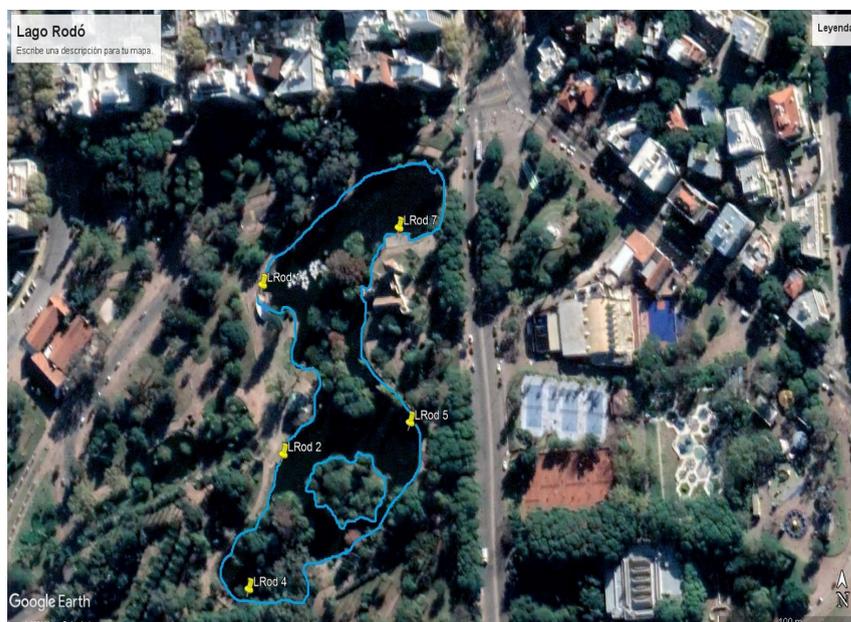


Figura 1. Ubicación de los sitios de muestreo.



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua



Figura 2. Sitio de muestreo LROD1

Coordenadas sitios de muestreo

	Latitud	Longitud
LROD1	34°54'44.40"	56°10'3.23"
LROD2	34°54'47.52"	56°10'2.67"
LROD4	34°54'50.00"	56°10'3.60"
LROD5	34°54'46.93"	56° 9'59.21"
LROD7	34°54'43.35"	56° 9'59.52"

Tabla 1. Coordenadas de los sitios de muestreo



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Evaluación de los parámetros analizados

Temperatura

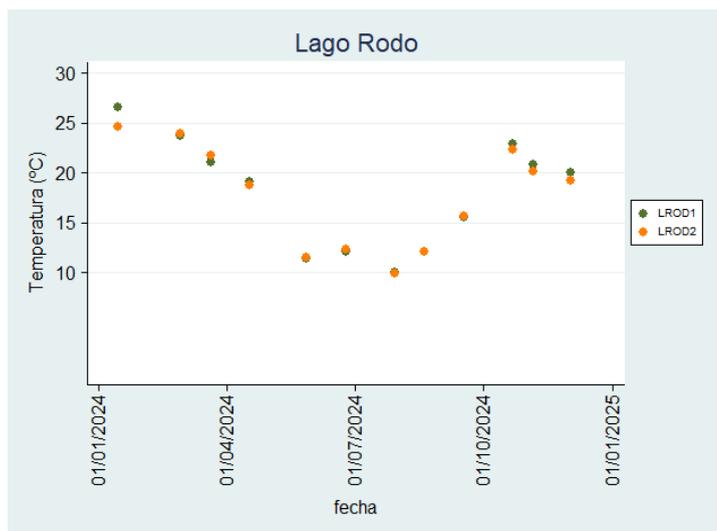


Figura 3. Temperatura en agua en sitios del Lago Rodó en los muestreos del año 2024.

Clorofila a

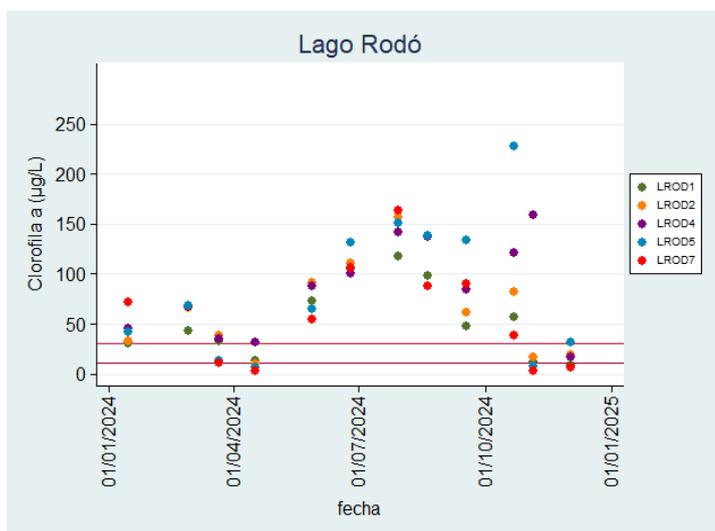


Figura 4. Clorofila a en agua en sitios del Lago Rodó en los muestreos del año 2024. Los valores dentro de las dos líneas rojas (11.03 y 30.55) indican la condición "Eutrófica" (Lamparelli 2004, Anexo I).



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Fósforo Total

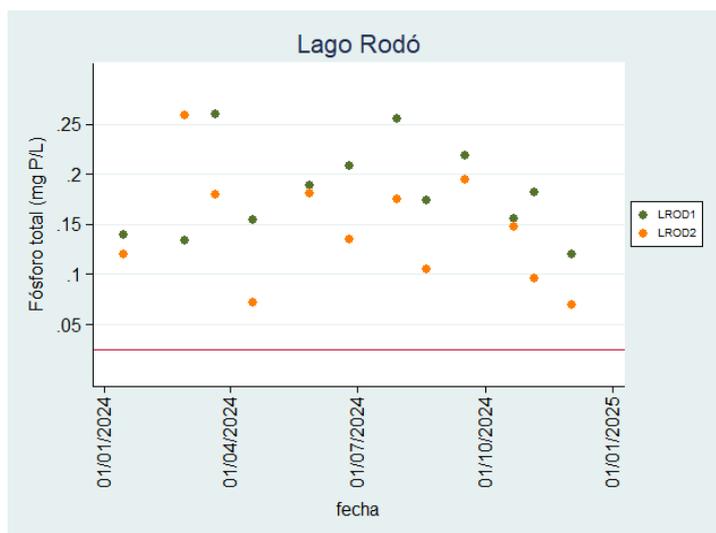


Figura 5. Fósforo total en agua en sitios del Lago Rodó en los muestreos del año 2024. La línea roja indica el límite máximo establecido por el decreto 253/79 de 0.025 mg/L.

Nitrógeno Total

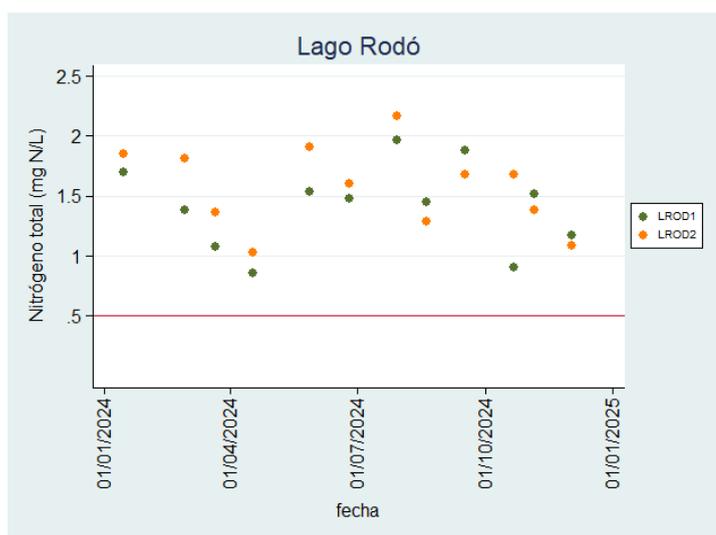


Figura 6. Nitrógeno total en agua en sitios del Lago Rodó en los muestreos del año 2024. La línea roja indica el límite máximo establecido (0.5 mg/L) por la Mesa Técnica de Agua (MVOTMA DINAMA 2017).



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

pH

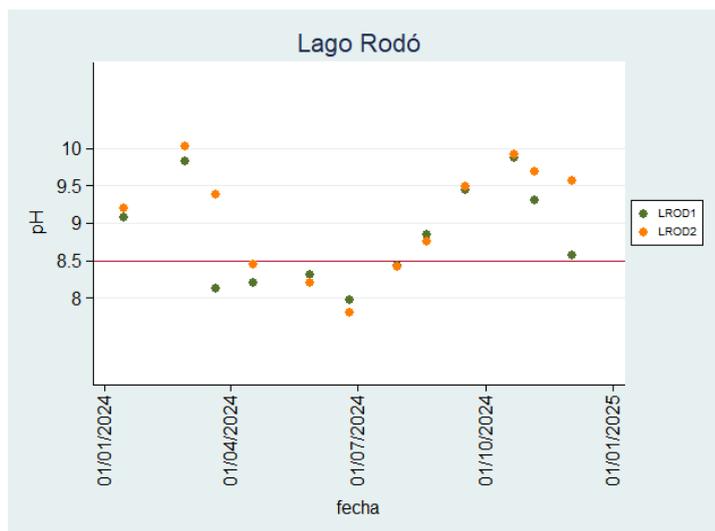


Figura 7. pH en agua en sitios del Lago Rodó en los muestreos del año 2024. La línea roja indica el valor máximo de 8.5 establecido por el decreto 253/79. El valor mínimo es de 6.5.



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Oxígeno Disuelto

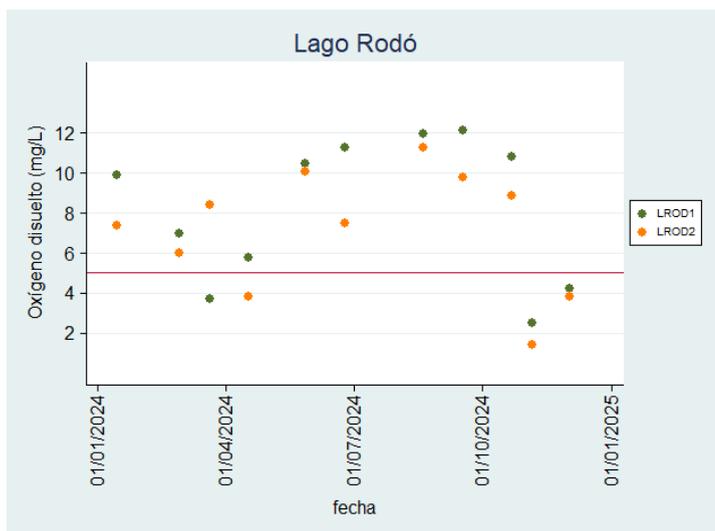


Figura 8. Oxígeno Disuelto en agua en sitios del Lago Rodó en los muestreos del año 2024. La línea roja indica el valor mínimo de 5 mg/L establecido por el decreto 253/79.

Disco de Secchi

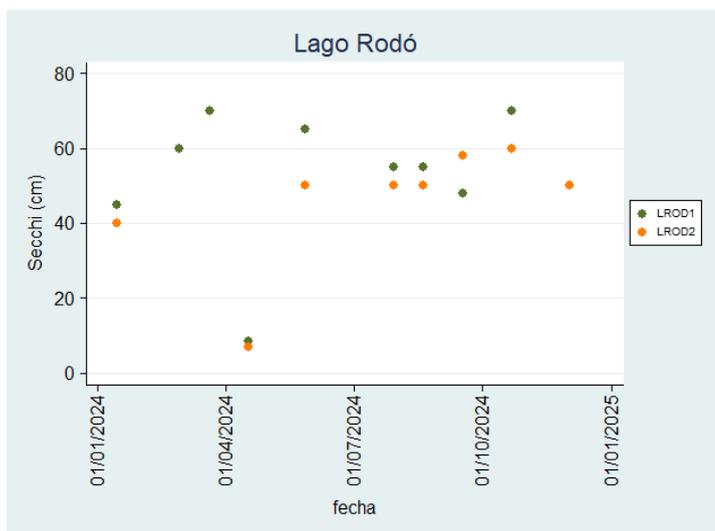


Figura 9. Medida de Disco de Secchi en agua en sitios del Lago Rodó en los muestreos del año 2024.



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Turbidez

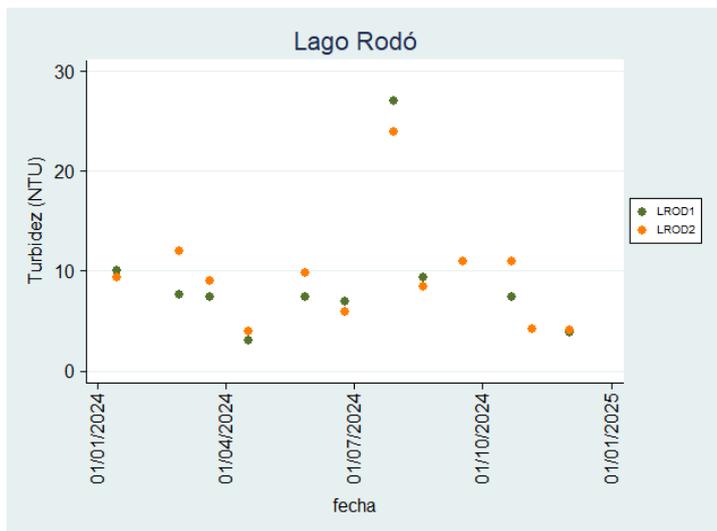


Figura 10. Turbidez en agua en sitios del Lago Rodó en los muestreos del año 2024. El límite máximo establecido por el decreto 253/79 es de 50 NTU.

Conductividad

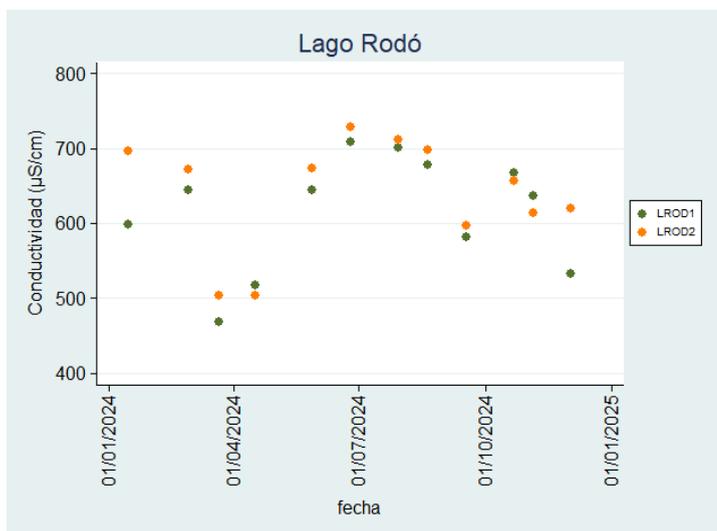


Figura 11. Conductividad en agua en sitios del Lago Rodó en los muestreos del año 2024.



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Indicadores de contaminación fecal

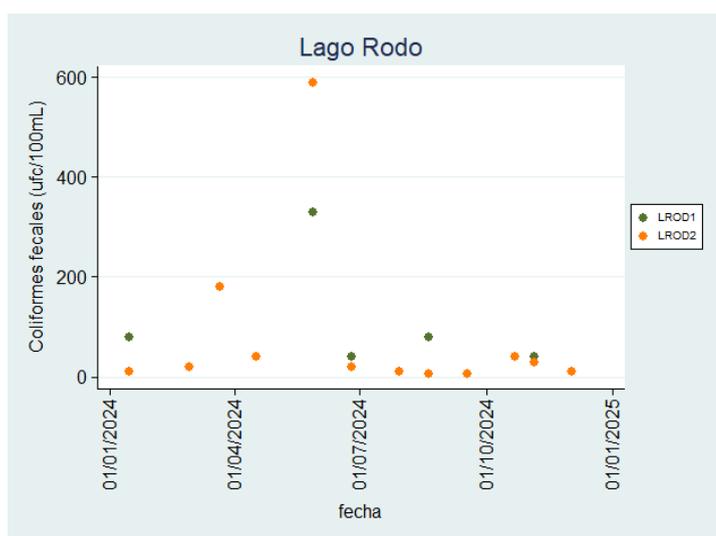


Figura 12. Coliformes fecales en agua en sitios del Lago Rodó en los muestreos del año 2024. El valor máximo establecido en el Decreto 253/79 para Clase 3 es de 2000 ufc/100 mL.

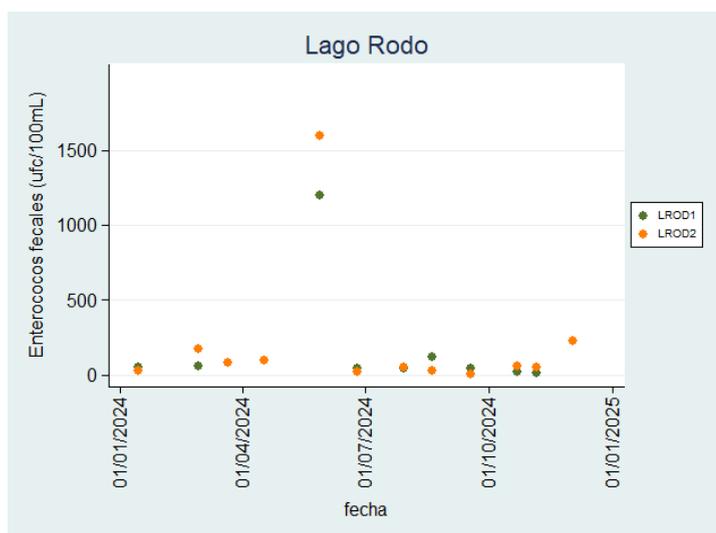


Figura 13. Enterococos fecales en agua en sitios del Lago Rodó en los muestreos del año 2024.



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Conclusiones

- Los valores de clorofila se encuentran en su mayoría por encima de 30.55 $\mu\text{g/L}$, lo que implica que la condición más frecuente de este lago es la de supereutrofia o hipereutrofia. Esto se manifiesta visualmente en el color verde que presenta el agua del lago durante todo el año por causa de las altas concentraciones de fitoplancton (ya sea algas o cianobacterias).
- Presenta altos niveles de nutrientes (fósforo y nitrógeno) todo el año posiblemente debido al ingreso alóctono causado por escorrentías y aportes difusos al sistema o por las heces de las aves y los peces.
- Se observa en la mayoría de los muestreos altos niveles de pH debido a la alta tasa de fotosíntesis que realiza el fitoplancton, produciendo a su vez grandes concentraciones de oxígeno (sobresaturación). De todos modos, en varias oportunidades se registraron valores de oxígeno disuelto por debajo de los valores establecidos por la normativa.
- El lago presenta buenas condiciones de transparencia casi todo el año, lo que se puede observar en los valores de disco de Secchi y turbidez. Aunque en el muestreo de abril, se registró baja transparencia con el disco de Secchi.
- En cuanto a los valores de indicadores de contaminación fecal, vemos que regularmente los niveles son bajos, aunque en el muestreo del 25/06 se registró un valor relativamente elevado, lo que indica un aporte de contaminación puntual.
- Al igual que en el 2023, continúa la proliferación de las plantas acuáticas (principalmente la conocida como "mil hojas de agua") alcanzando grandes concentraciones en algunas zonas del lago.



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

LAGO DEL PARQUE RIVERA

Frecuencia y sitios de muestreo

En el año 2024 se realizaron 12 muestreos (24/1, 19/2, 13/3, 10/4, 9/5, 11/6, 9/7, 13/8, 10/9, 15/10, 27/11, 18/12). Los sitios de muestreo son los indicados en la figura 14 y sus coordenadas se muestran en la Tabla 2.



Figura 14. Sitios de muestreo. La dirección del flujo de corriente es desde AMO 0 hacia el lago y continúa por MO 1 hacia el sur, conectándose con el interceptor costero del saneamiento.



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua



Figura 15. Sitio de muestreo LR2.

Coordenadas

	Latitud	Longitud
AMO 0	34°52'40.04"	56° 5'41.29"
AMO 2	34°52'41.99"	56° 5'35.35"
LR 1	34°52'42.90"	56° 5'34.70"
LR 2	34°52'52.08"	56° 5'29.15"
MO 1	34°52'53.73"	56° 5'27.30"

Tabla 2. Coordenadas de los sitios de muestreo



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Evaluación de los parámetros analizados

Temperatura

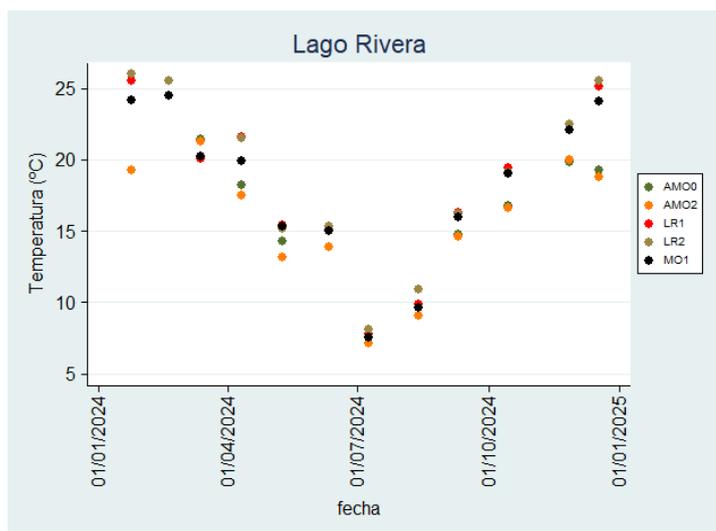


Figura 16. Temperatura en el Lago Rivera en los muestreos del año 2024.

Clorofila a

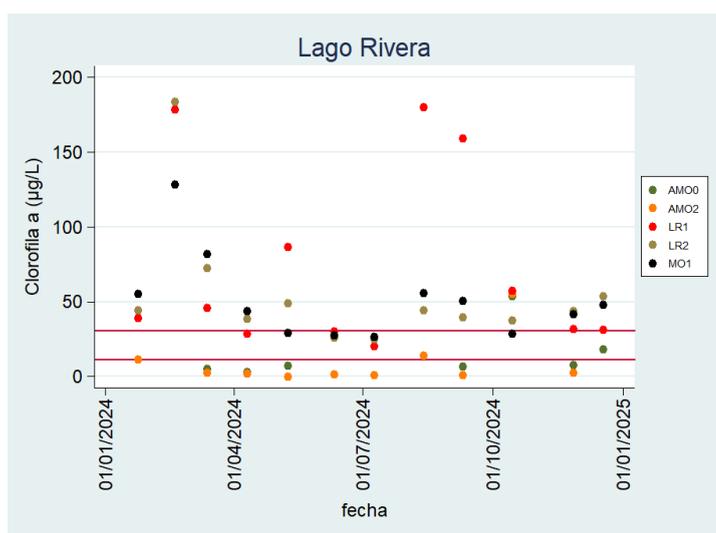


Figura 17. Clorofila a en agua de los sitios del Lago Rodó en los muestreos del año 2024. Los valores dentro de las dos líneas rojas (11.03 y 30.55) indican la condición "Eutrófica" (Lamparelli 2004, Anexo I).



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Fósforo Total

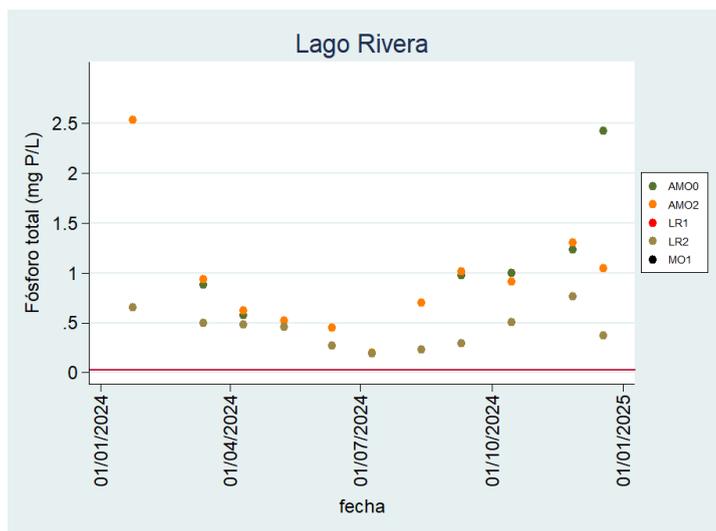


Figura 18. Fósforo total en agua en sitios del Lago Rivera en los muestreos del año 2024. La línea roja indica el límite máximo establecido por el decreto 253/79 de 0.025 mg/L.

Nitrógeno Total

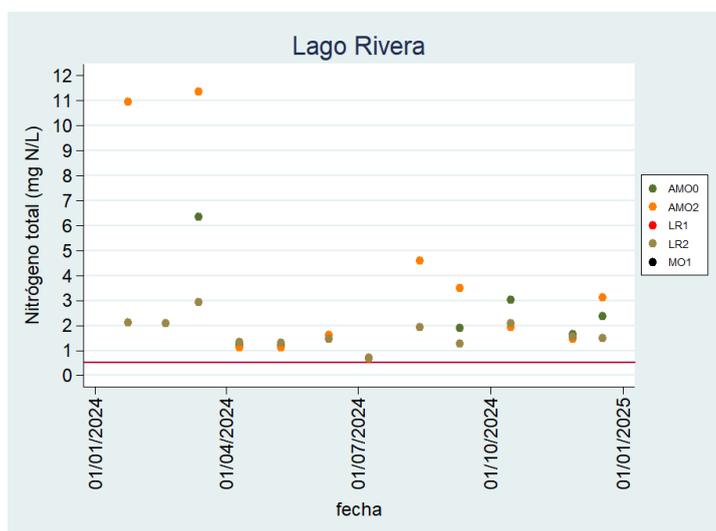


Figura 19. Nitrógeno total en agua en sitios del Lago Rivera en los muestreos del año 2024. La línea roja indica el límite máximo establecido (0.5 mg/L) por la Mesa Técnica de Agua (MVOTMA DINAMA 2017).



Intendencia
Montevideo

DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

pH

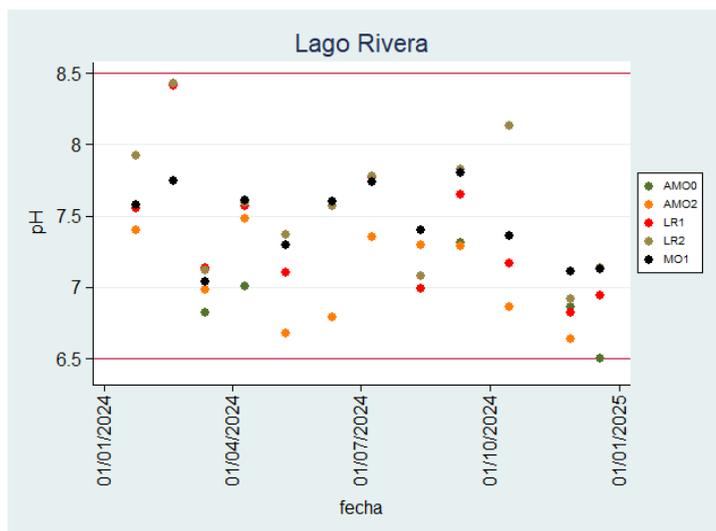


Figura 20. pH en el Lago Rivera y su afluente en todos los muestreos realizados en el año 2024. Las líneas rojas indican los límites establecidos en el Decreto 253/79 para la Clase 3.

Oxígeno Disuelto

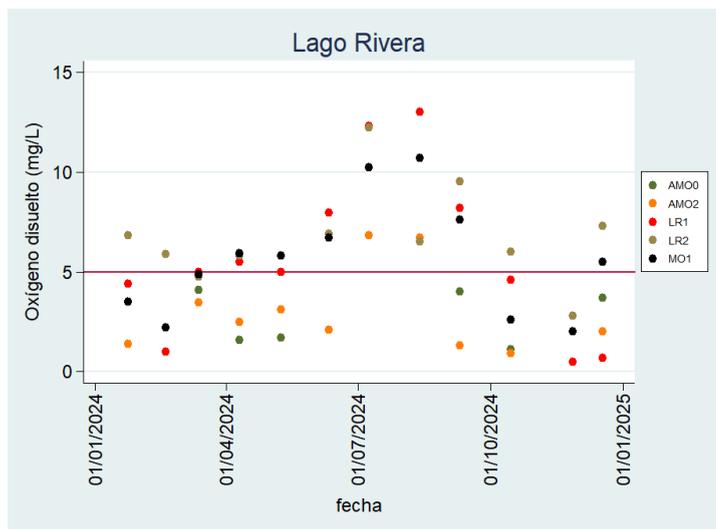


Figura 21. Oxígeno Disuelto en el Lago Rivera y su afluente en todos los muestreos realizados en el año 2024. La línea roja indica el valor mínimo (5 mg/L), límite establecido en el Decreto 253/79 para la Clase 3.



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Disco de Secchi

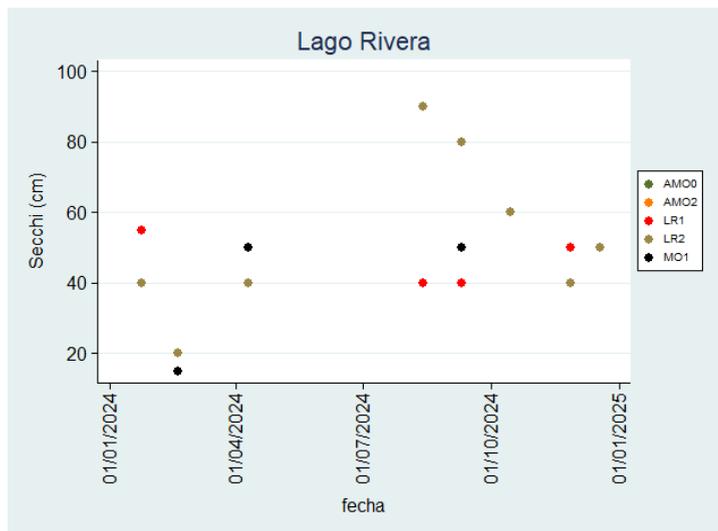


Figura 22. Disco de Secchi en el Lago Rivera en los muestreos del año 2024.

Turbidez

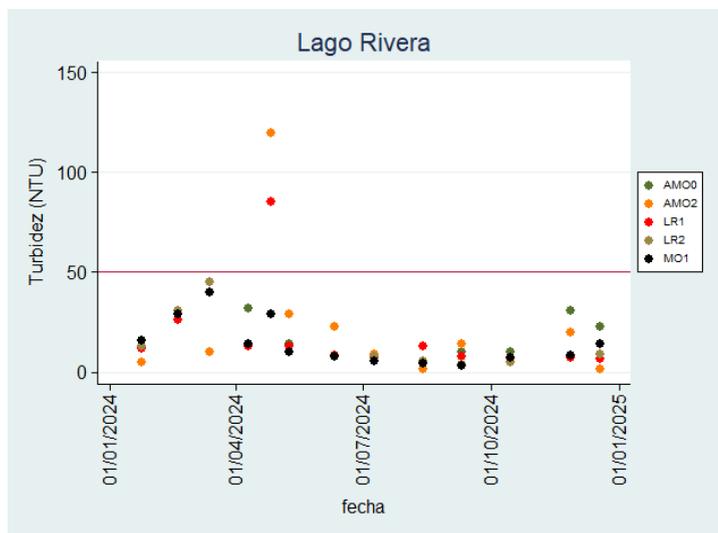


Figura 23. Turbidez en el Lago Rivera y su afluente en los muestreos del año 2024. La línea roja representa el valor de 50 NTU, límite establecido en el Decreto 253/79 para la Clase 3.



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Conductividad

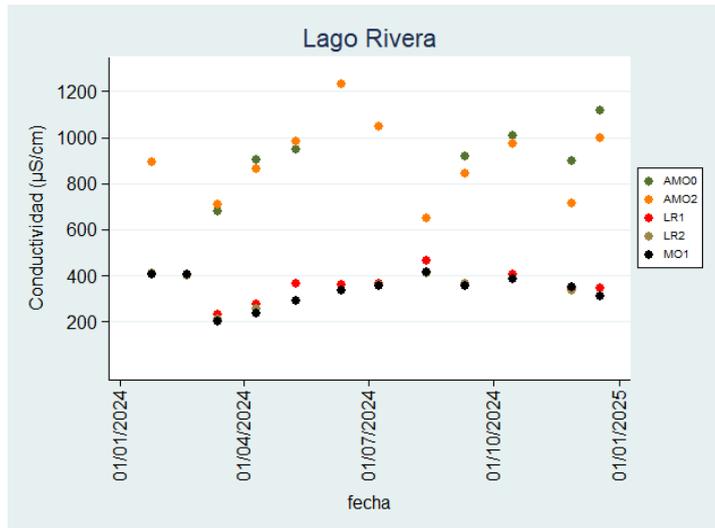


Figura 24. Conductividad en el Lago Rivera y su afluente en los muestreos del año 2024.



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Indicadores de contaminación fecal

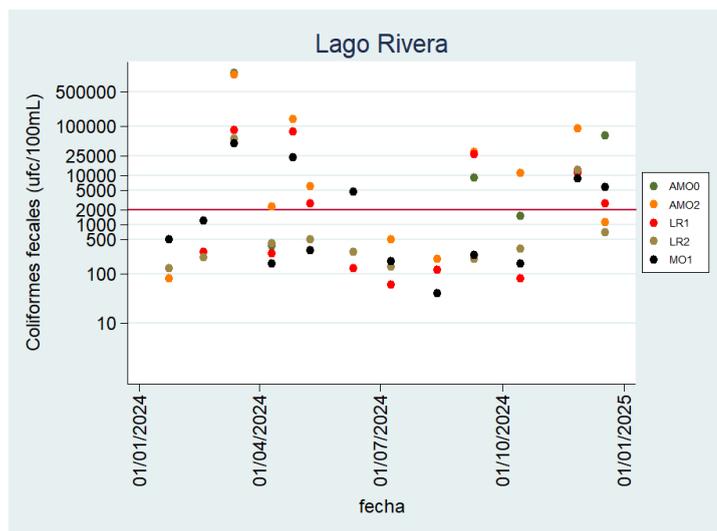


Figura 25. Coliformes Fecales en el Lago Rivera y su afluente en los muestreos del año 2024. La línea roja indica el valor máximo (2000 ufc/100 mL), límite establecido en el Decreto 253/79 para Clase 3.

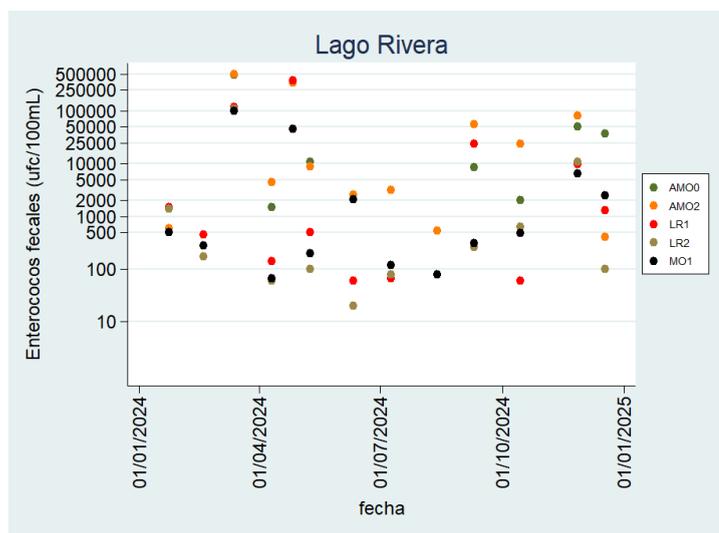


Figura 26. Enterococos fecales en el Lago Rivera y su afluente en los muestreos del año 2024.



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Bioensayos

La metodología aplicada se presenta en el Anexo I.

Daphnia magna

Sitio	N	Mediana	Mínimo	Máximo
AMO 0	5	1,00	1,00	1,00
AMO 2	9	1,00	1,00	1,00
LR2	10	1,00	1,00	1,00

Tabla 3. Resultados del ensayo de *Daphnia magna* para el muestreo del Lago Rivera en 2024, expresados en UT.

En el año 2024 el bioensayo de *Daphnia magna* no muestra toxicidad para todos los sitios relevados (Tabla 3).

Hydra attenuata

Sitio	N	Mediana	Mínimo	Máximo
LR2	1	1,00	1,00	1,00

Tabla 4. Resultados del ensayo de *Hydra attenuata* para el muestreo del Lago Rivera en 2024, expresados en UT.

En el año 2024 sólo fue posible realizar un bioensayo de *Hydra vulgaris*, y no se observa toxicidad para el sitio relevado (Tabla 4).

Vibrio fischeri

Sitio	N	Mediana	Mínimo	Máximo
AMO 0	7	1,00	1,00	1,00
AMO 2	11	1,00	1,00	1,00
LR2	12	1,01	1,00	1,90

Tabla 5. Resultados del ensayo de *Vibrio fischeri* para el muestreo del Lago Rivera en 2024, expresados en UT.

En el caso del ensayo de *Vibrio fischeri* para 2024, la mayoría de los sitios no presentan toxicidad o sólo de nivel leve (Tabla 5).



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Conclusiones

- Los mayores valores de clorofila se encuentran en los sitios LR1 y LR2, que se encuentran dentro del lago y es donde se visualiza el mayor crecimiento de algas.
- Los niveles de nutrientes (fósforo y nitrógeno total) excedieron todo el año los valores de referencia establecidos. En ambos parámetros se observa que los valores suelen ser muy superiores en los sitios del afluente al lago (AMO0 o AMO2) que dentro del lago (LR1 y LR2).
- Los niveles de pH se mantuvieron dentro de los valores mínimo y máximo establecidos en la normativa.
- El oxígeno registrado en la mayoría de los sitios se mantuvo en niveles bajos en gran parte del 2024, incluso con valores por debajo de los valores mínimos definidos en la normativa vigente. La excepción se registra en los meses de invierno, donde en la mayoría de los sitios el oxígeno disuelto fue superior al mínimo establecido en la normativa.
- Los resultados mostraron que en la mayoría de los muestreos los niveles de contaminación fecal fueron elevados, superando el límite normativo para coliformes fecales. Esto indica que el aporte de contaminación fecal es bastante regular, especialmente en los puntos ubicados en el afluente (AMO 0 y AMO 2).
- Esto también se puede observar en la conductividad, que en este período presenta valores más elevados en los sitios aguas arriba del lago, lo que concuerda con la mayor contaminación registrada en esos sitios.
- Desde el punto de vista ecotoxicológico los bioensayos realizados mostraron niveles no tóxicos o levemente tóxicos. Los niveles de toxicidad leve se observaron en el sitio LR2 con *Vibrio fischeri*.



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

LAGO PRADO

Frecuencia y sitios de muestreo

En el año 2024 se realizaron 11 muestreos (10/1, 7/2, 6/3, 11/4, 8/5, 12/6, 13/8, 3/9, 7/10, 19/11, 11/12) y sus coordenadas se muestran en la Tabla 6.



Figura 27. Sitios de muestreo lago del Prado.

Coordenadas

	Latitud	Longitud
LPR 1	34°51'23.63"	56°12'22.90"
LPR 3	34°51'24.02"	56°12'26.05"

Tabla 6. Coordenadas de los sitios de muestreo



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Evaluación de los parámetros analizados

Temperatura

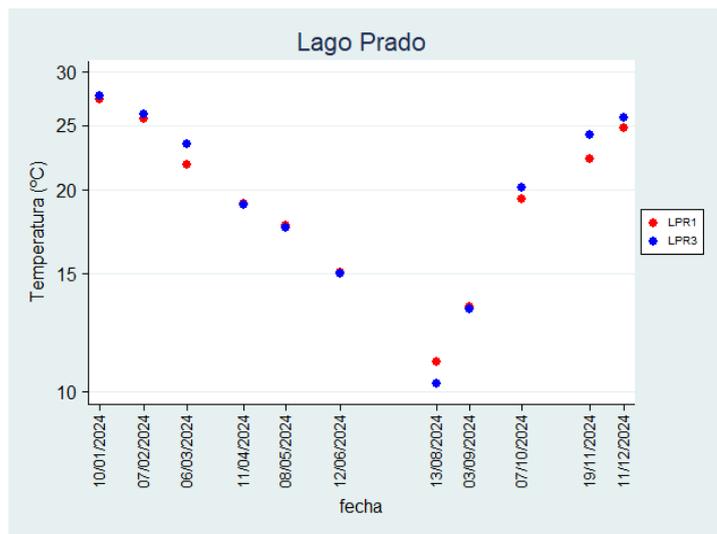


Figura 28. Temperatura en el Lago Prado en los muestreos del año 2024

Clorofila a

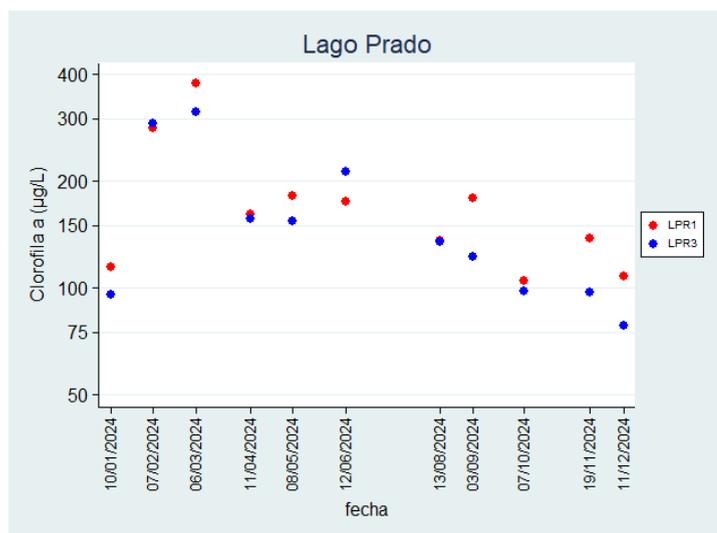


Figura 29. Clorofila a en agua en sitios del Lago Rodó en los muestreos del año 2024. Todos los valores fueron superiores a 30.55, lo que indica condiciones de super o hiper Eutrofia (Lamparelli 2004, Anexo I).



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Fósforo Total

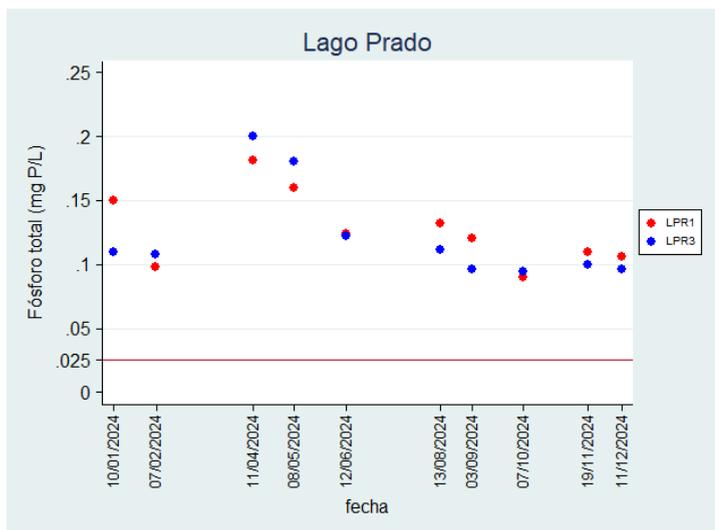


Figura 30. Fósforo total en agua en sitios del Lago Prado en los muestreos del año 2024. La línea roja indica el límite máximo establecido por el decreto 253/79 de 0.025 mg/L.

Nitrógeno Total

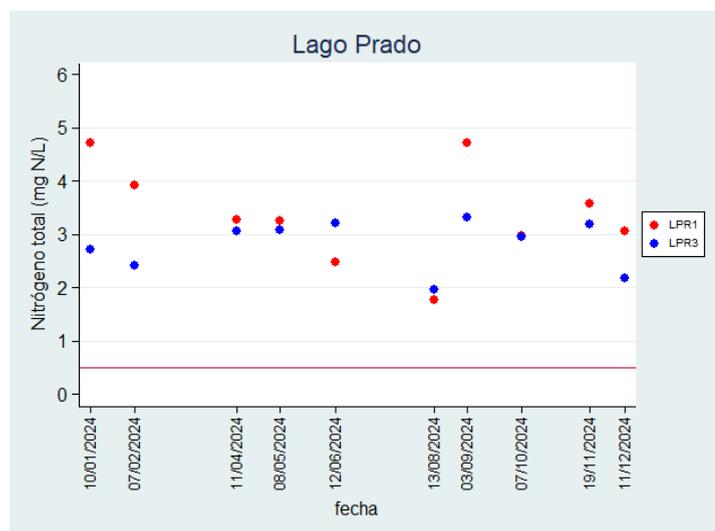


Figura 31. Nitrógeno total en agua en sitios del Lago Prado en los muestreos del año 2024. La línea roja indica el límite máximo establecido (0.5 mg/L) por la Mesa Técnica de Agua (MVOTMA DINAMA 2017).



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

pH

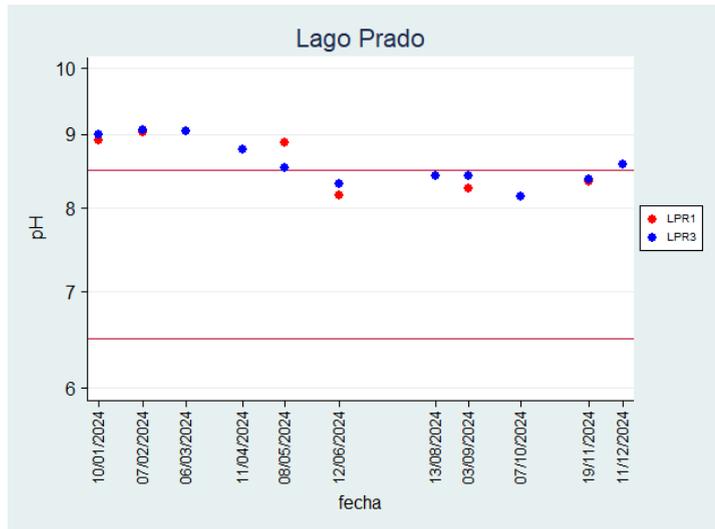


Figura 32. pH en el Lago Prado en los muestreos realizados en el año 2024. Las líneas rojas indican los límites establecidos en el Decreto 253/79 para la Clase 3.

Oxígeno Disuelto

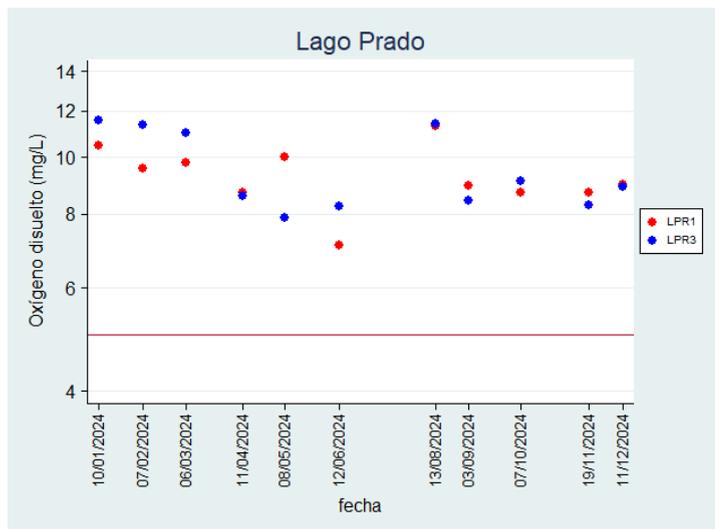


Figura 33. Oxígeno Disuelto en el Lago Prado en los muestreos realizados en el año 2024. La línea roja indica el valor mínimo (5 mg/L), límite establecido en el Decreto 253/79 para la Clase 3.



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Disco de Secchi

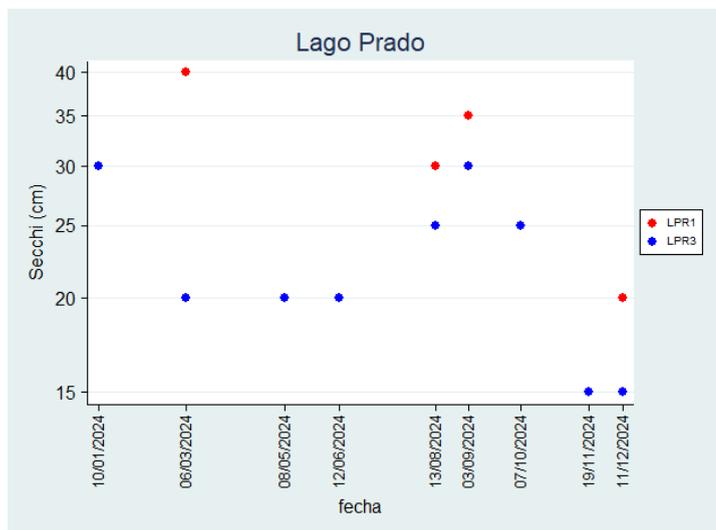


Figura 34. Disco de Secchi en el Lago Prado en los muestreos del año 2024.

Turbidez

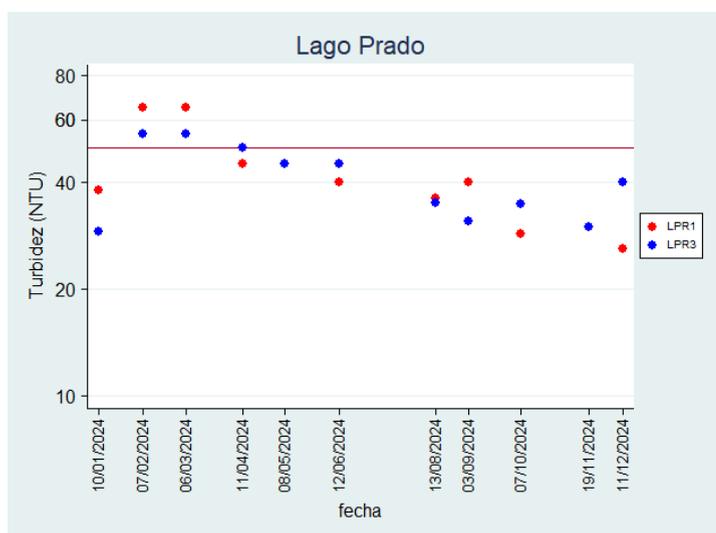


Figura 35. Turbidez en el Lago Prado en los muestreos del año 2024. La línea roja representa el valor de 50 NTU, límite establecido en el Decreto 253/79 para la Clase 3.



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Conductividad

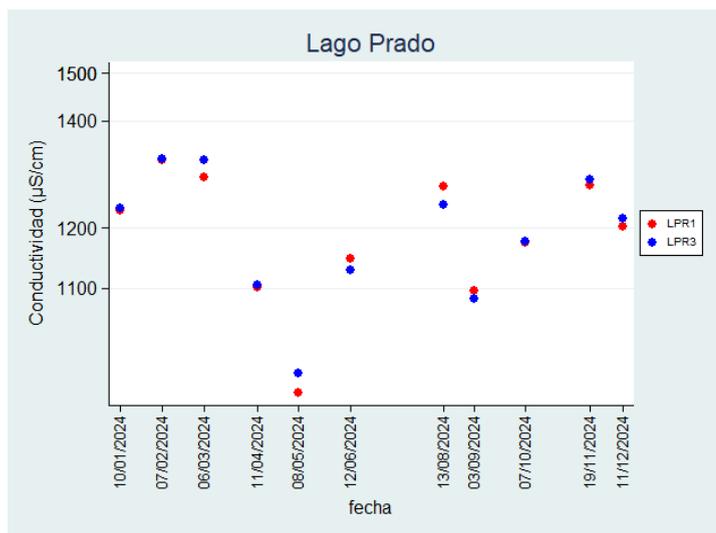


Figura 36. Conductividad en el Lago Prado en los muestreos del año 2024.

Indicadores de contaminación fecal

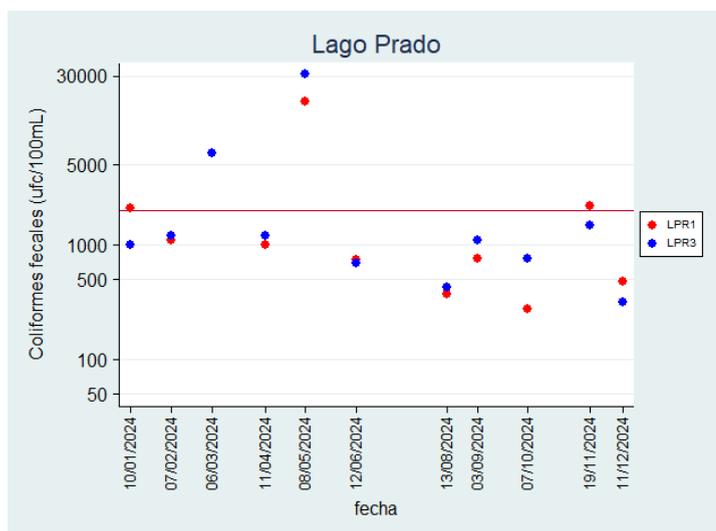


Figura 37. Coliformes fecales en el Lago Prado en los muestreos del año 2024. La línea roja indica el valor máximo (2000 ufc/100 mL), límite establecido en el Decreto 253/79 para la Clase 3.



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

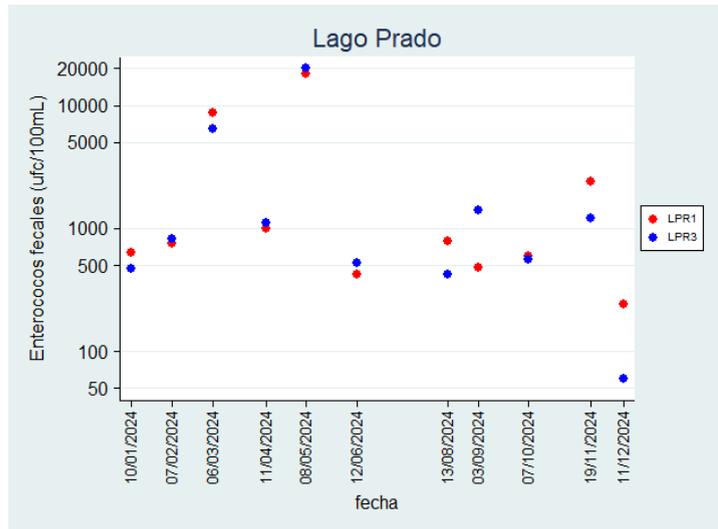


Figura 38. Enterococos fecales en el Lago Prado (escala logarítmica) en los muestreos del año 2024.

Conclusiones

- La mayor parte del año el agua presenta un color verde intenso originado por elevada concentración de algas. Esta condición se manifiesta en los elevados valores de clorofila registrados en los dos sitios.
- A su vez estas algas, por su alta actividad fotosintética provocan incrementos del oxígeno y de pH.
- Los valores de nutrientes (Fósforo y Nitrógeno Total) indican un sistema altamente eutrofizado, con poca circulación y renovación del agua. El alto contenido en el agua de éstas dos variables es debido al aporte alóctono que realizan las heces las aves y los peces así como el posible ingreso no detectado al sistema.
- Se detectaron dos muestreos con elevados valores de indicadores de contaminación fecal, aunque regularmente los valores son inferiores al límite normativo para la clase 3.



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

LAGO JARDÍN JAPONÉS

Frecuencia y sitios de muestreo

En el año 2024 se realizaron 10 muestreos (10/1, 7/2, 6/3, 8/5, 12/6, 13/8, 3/9, 7/10, 19/11, 11/12) y sus coordenadas se muestran en la Tabla 7.

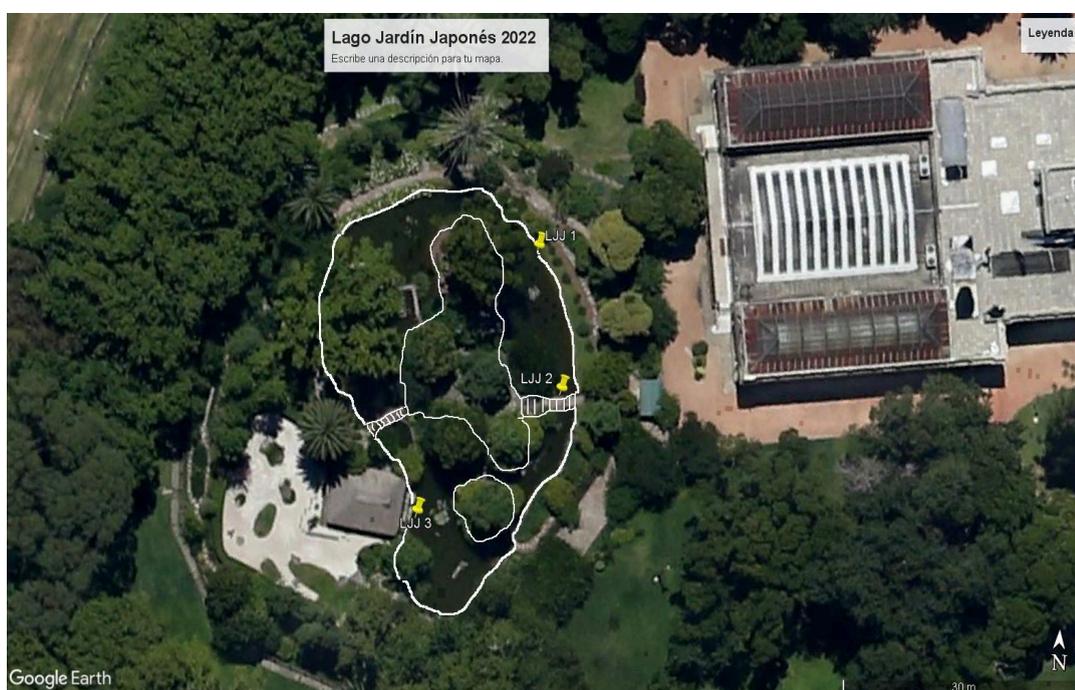


Figura 39. Sitios de muestreo lago Jardín Japonés

Coordenadas

	Latitud	Longitud
LJJ 1	34°51'11.25"	56°11'55.68"
LJJ 2	34°51'11.78"	56°11'55.53"
LJJ 3	34°51'12.28"	56°11'56.20"

Tabla 7. Coordenadas de los sitios de muestreo



Intendencia
Montevideo

DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

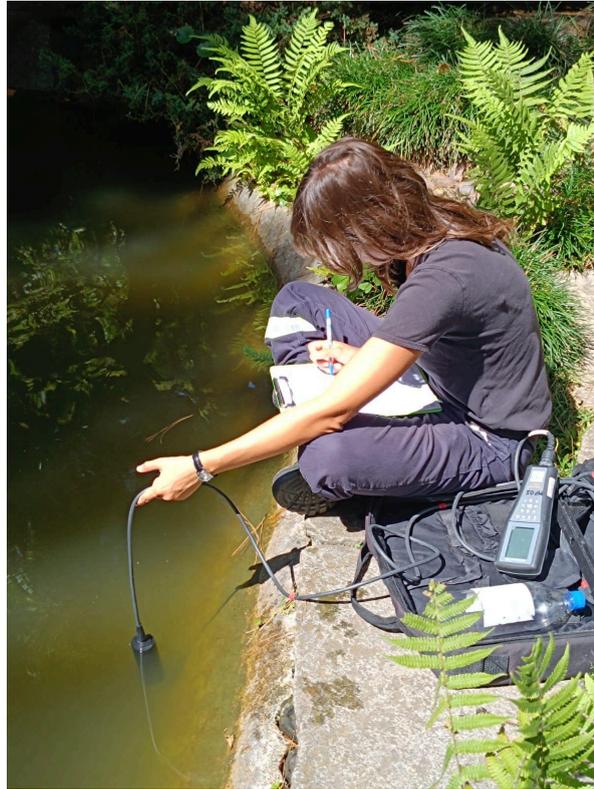


Figura 40. Muestreo lago Jardín Japonés. Sitio LJJ 3



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Evaluación de los parámetros analizados

Temperatura

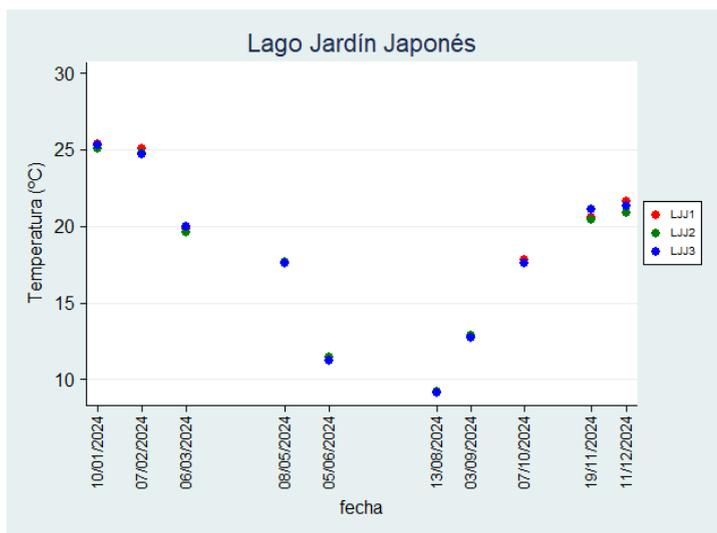


Figura 41. Temperatura en el Lago Jardín Japonés en los muestreos del año 2024.

Clorofila a

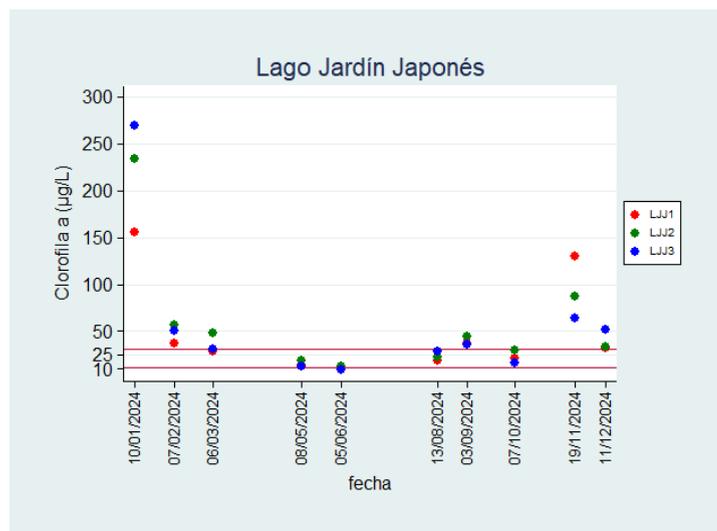


Figura 42. Clorofila a en agua en sitios del Lago Jardín Japonés en los muestreos del año 2024. Los valores dentro de las dos líneas rojas (11.03 y 30.55) indican la condición “Eutrófica” (Lamparelli 2004, Anexo I).



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Fósforo Total

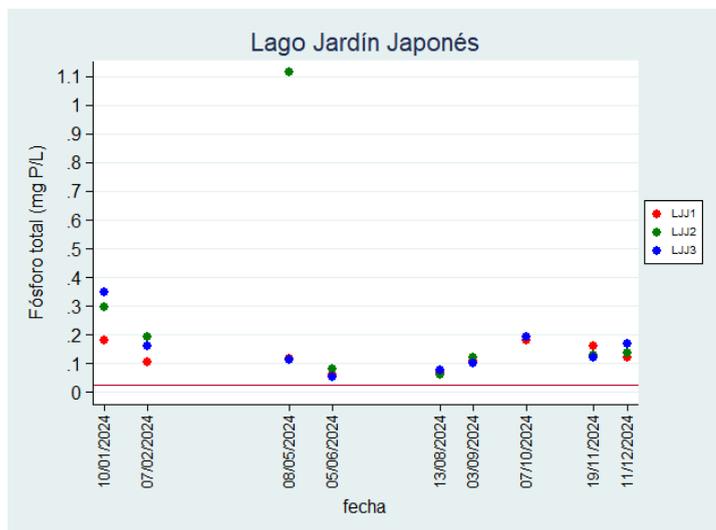


Figura 43. Fósforo total en agua en sitios del Lago Jardín Japonés en los muestreos del año 2024. La línea roja indica el límite máximo establecido por el decreto 253/79 de 0.025 mg/L.

Nitrógeno Total

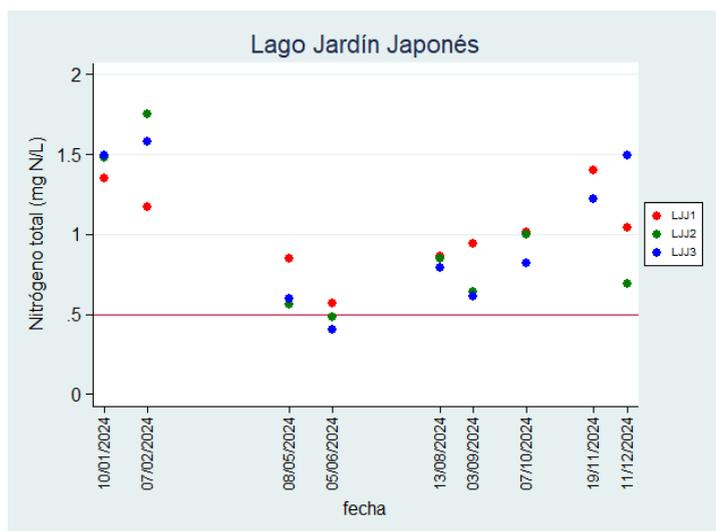


Figura 44. Nitrógeno total en agua en sitios del Lago Jardín Japonés en los muestreos del año 2024. La línea roja indica el límite máximo establecido (0.5 mg/L) por la Mesa Técnica de Agua (MVOTMA DINAMA 2017).



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

pH

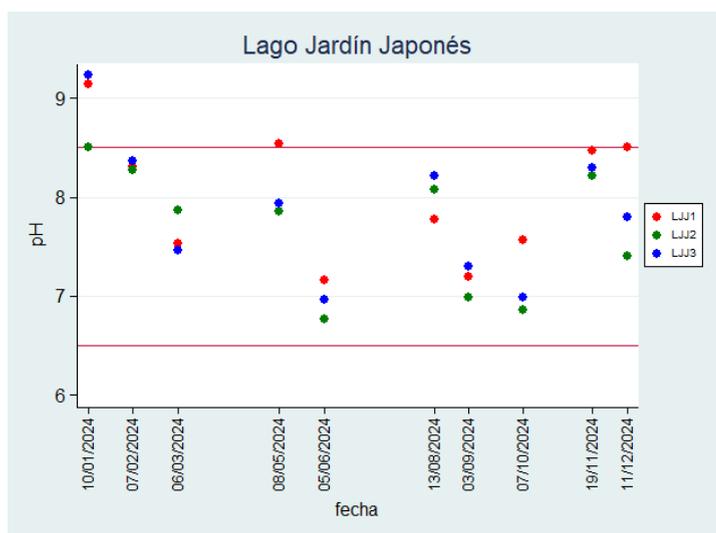


Figura 45. pH en el Lago Jardín Japonés en los muestreos realizados en el año 2024. Las líneas rojas indican los límites establecidos en el Decreto 253/79 para la Clase 3.

Oxígeno Disuelto

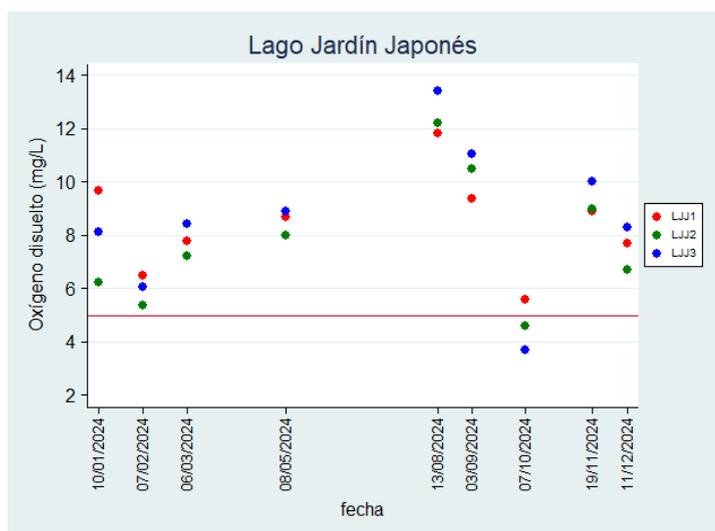


Figura 46. Oxígeno Disuelto en el Lago Jardín Japonés en los muestreos realizados en el año 2024. La línea roja indica el valor mínimo (5 mg/L), límite establecido en el Decreto 253/79 para la Clase 3



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Turbidez

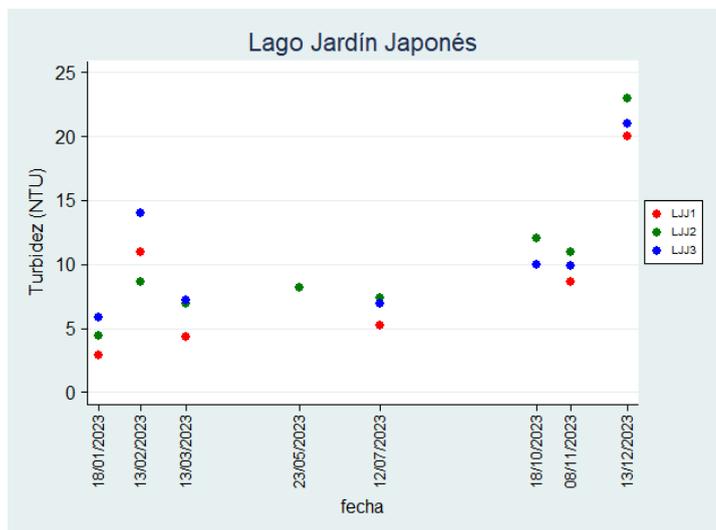


Figura 47. Turbidez en el Lago Jardín Japonés en los muestreos del año 2024. El valor límite establecido en el Decreto 253/79 para la Clase 3 es de 50 NTU.

Conductividad

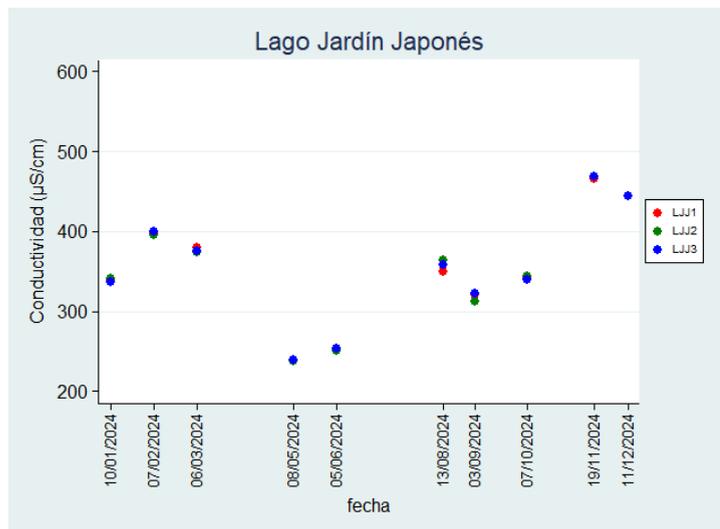


Figura 48. Conductividad en el Lago Jardín Japonés en los muestreos del año 2024.



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Indicadores de contaminación fecal

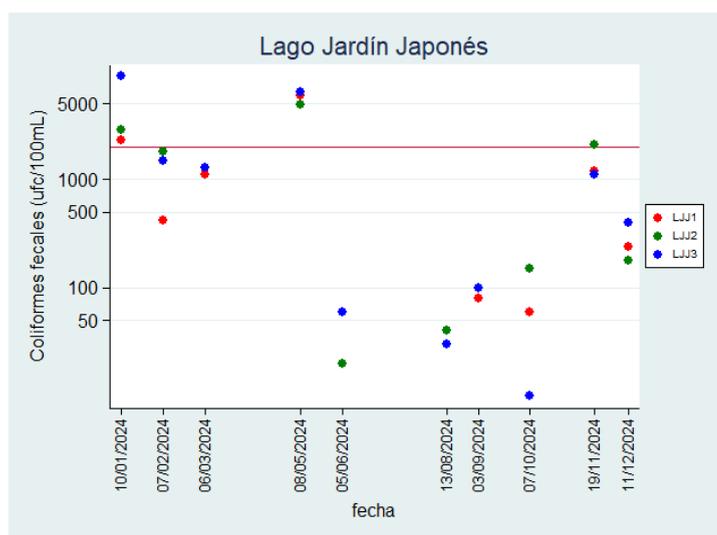


Figura 49. Coliformes Fecales en el Lago Jardín Japonés (escala logarítmica) en los muestreos del año 2024. La línea roja indica el valor máximo (2000 ufc/100 mL), límite establecido en el Decreto 253/79 para la Clase 3.

Conclusiones

- Este es un lago poco profundo, al cual se le realiza mantenimiento de forma diaria, extrayendo los elementos que pudieran generar un aporte de materia orgánica (hojas, ramas etc). A su vez, se mantiene el nivel del lago con ingreso de agua de la red de agua potable (OSE). El escaso nivel de agua y el constante recambio de agua quizás explique la variabilidad de algunos indicadores de calidad como ser nutrientes, coliformes fecales, oxígeno disuelto y pH.
- Se registraron valores de clorofila elevados en los meses de verano, desde noviembre a marzo.
- En todas las variables se detectan valores que exceden los límites normativos en algún momento.
- En general persisten elevadas concentraciones de fósforo y nitrógeno totales en el agua, posiblemente relacionado a la gran cantidad de peces presentes.



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

LAGO CACHÓN

Frecuencia y sitios de muestreo

En el año 2024 se realizaron un total de 12 muestreos (15/1, 28/2, 21/3, 17/4, 28/5, 25/6, 30/7, 20/8, 17/9, 22/10, 5/11, 2/12) y sus coordenadas se muestran en la Tabla 8.

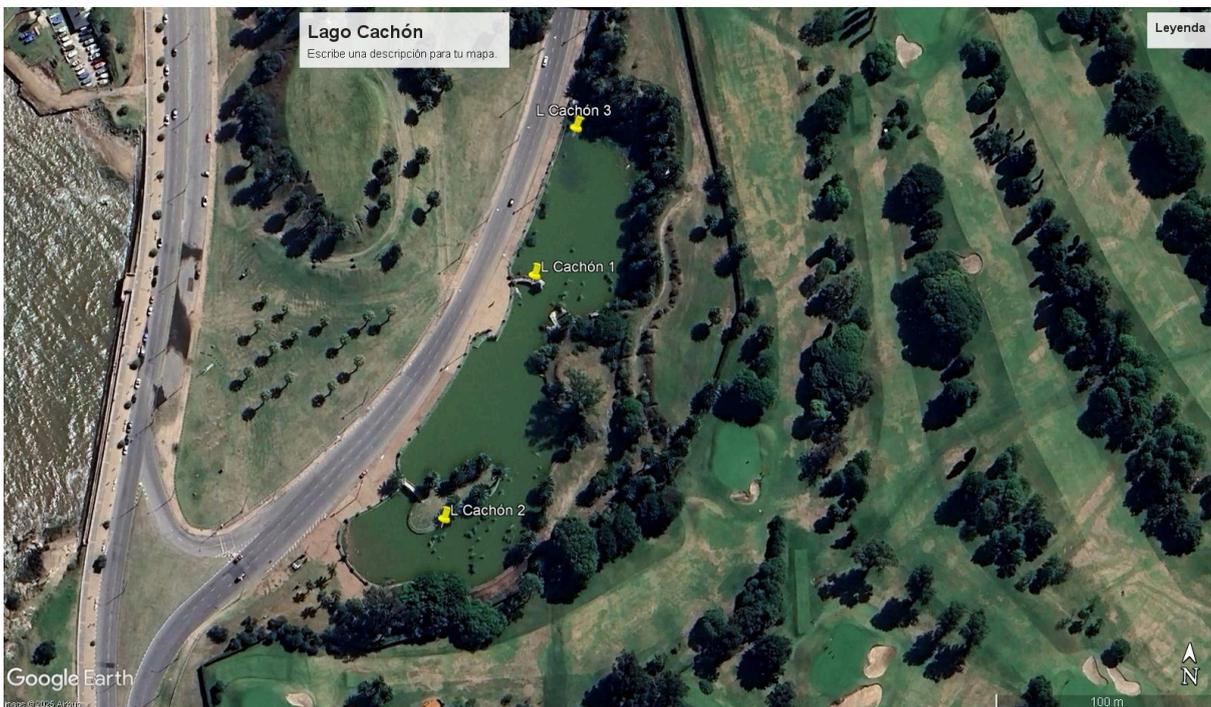


Figura 50. Sitios de muestreo lago Cachón.



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Coordenadas

	Latitud	Longitud
LCachón 1	34°55'18.25"	56°10'8.99"
LCachón 2	34°55'22.51"	56°10'9.27"
LCachón 3	34°55'16.07"	56°10'8.36"

Tabla 8. Coordenadas de los sitios de muestreo

Evaluación de los parámetros analizados

Temperatura

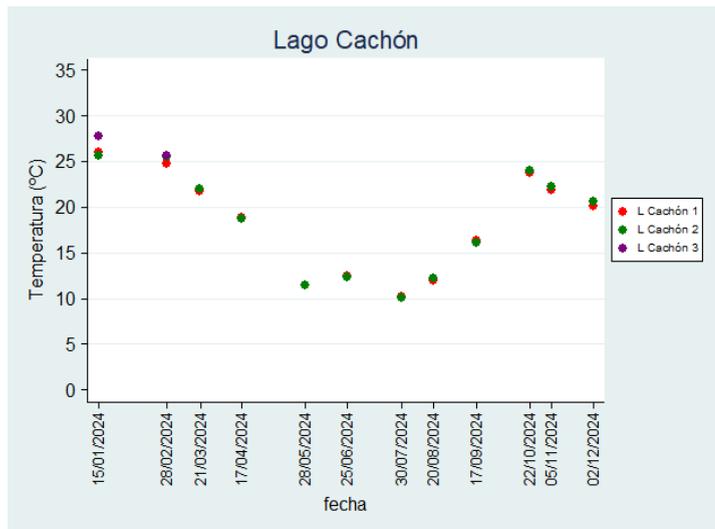


Figura 51. Temperatura en el Lago Cachón en los muestreos del año 2024.



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Clorofila a

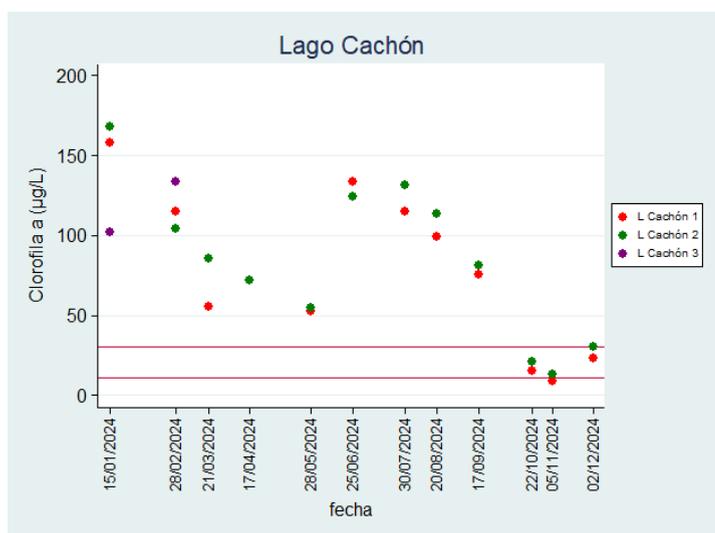


Figura 52. Clorofila a en agua en sitios del Lago Cachón en los muestreos del año 2024. Los valores dentro de las dos líneas rojas (11.03 y 30.55) indican la condición “Eutrófica” (Lamparelli 2004, Anexo I).

Fósforo Total

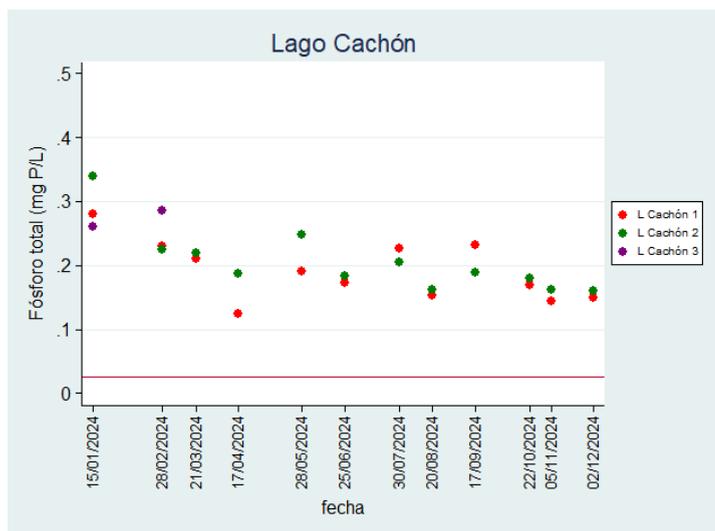


Figura 53. Fósforo total en agua en sitios del Lago Cachón en los muestreos del año 2024. La línea roja indica el límite máximo establecido por el decreto 253/79 de 0.025 mg/L



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Nitrógeno Total

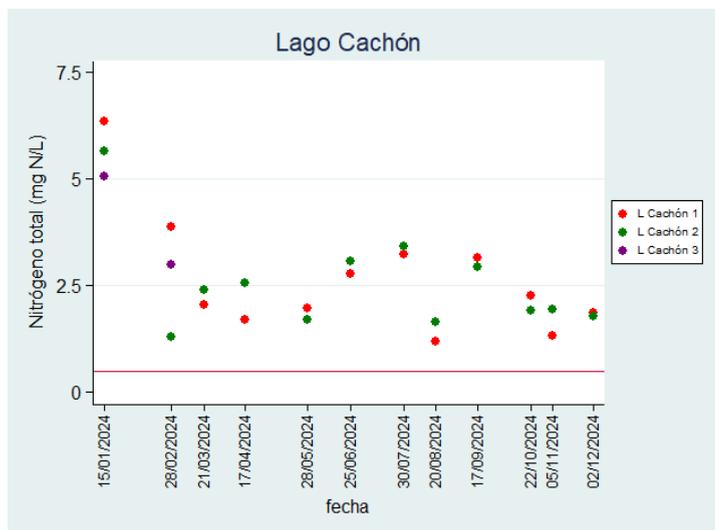


Figura 54. Nitrógeno total en agua en sitios del Lago Cachón en los muestreos del año 2024. La línea roja indica el límite máximo establecido (0.5 mg/L) por la Mesa Técnica de Agua (MVOTMA, DINAMA 2017).

pH

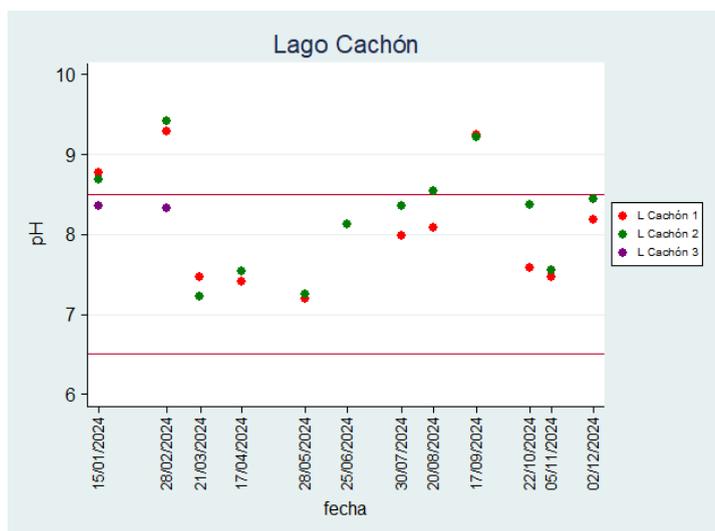


Figura 55. pH en el Lago Cachón en los muestreos realizados en el año 2024. Las líneas rojas indican los límites establecidos en el Decreto 253/79 para la Clase 3.



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Oxígeno Disuelto

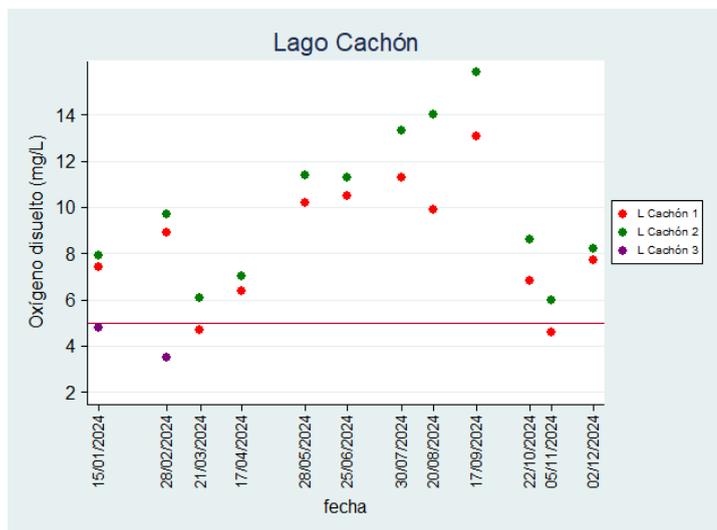


Figura 56. Oxígeno Disuelto en el Lago Cachón en los muestreos realizados en el año 2024. La línea roja indica el valor mínimo (5 mg/L), límite establecido en el Decreto 253/79 para la Clase 3.

Disco de Secchi

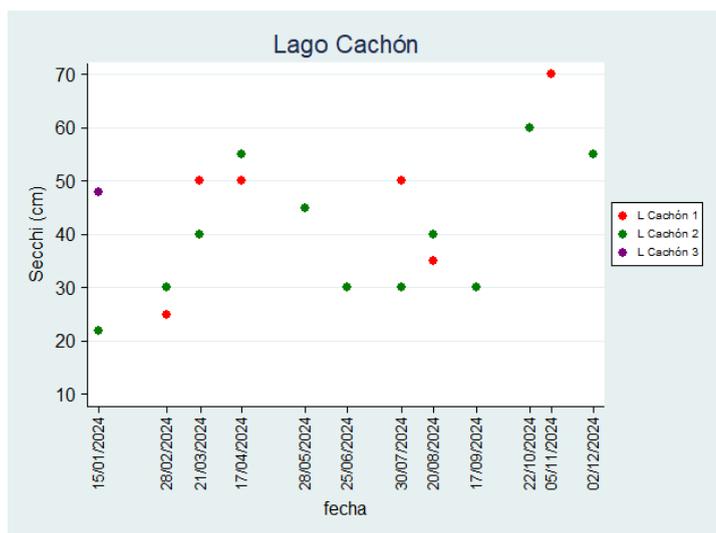


Figura 57. Disco de Secchi en el Lago Cachón en los muestreos del año 2024.



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Turbidez

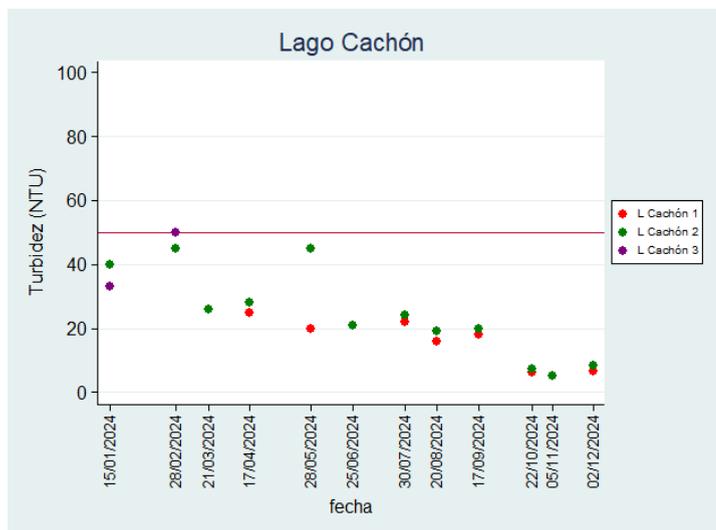


Figura 58. Turbidez en el Lago Cachón en los muestreos del año 2024. El valor límite establecido en el Decreto 253/79 para la Clase 3 es de 50 NTU.

Conductividad

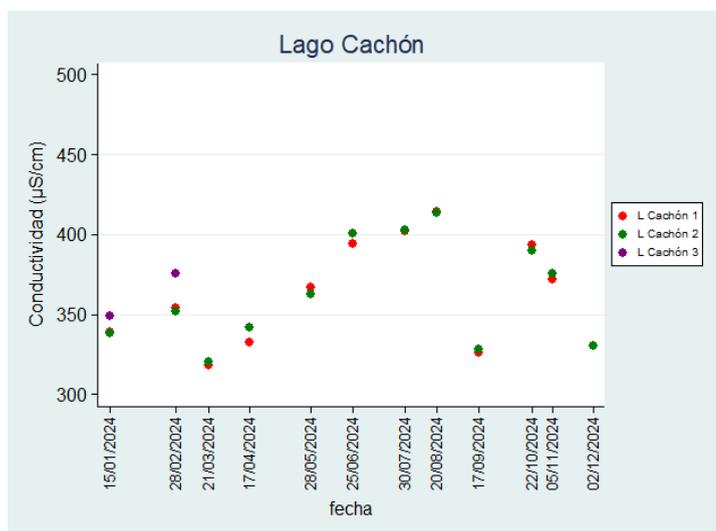


Figura 59. Conductividad en el Lago Cachón en los muestreos del año 2024.



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Indicadores de contaminación fecal

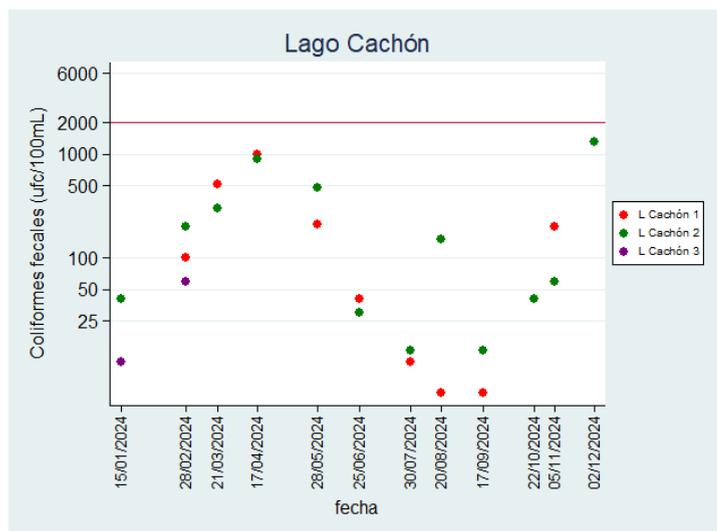


Figura 60. Coliformes Fecales en el Lago Cachón en los muestreos del año 2024. La línea roja indica el valor máximo (2000 ufc/100 mL), límite establecido en el Decreto 253/79 para la Clase 3.

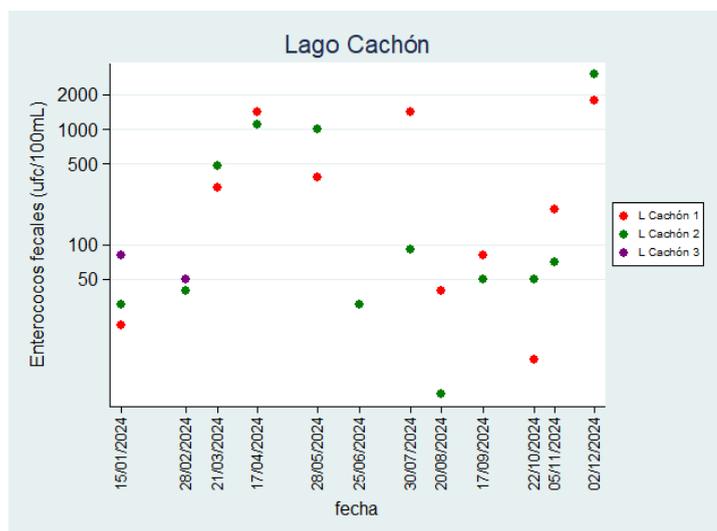


Figura 61. Enterococos Fecales en el Lago Cachón en los muestreos del año 2024.



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Conclusiones

- El nivel del agua en el lago Cachón depende principalmente del aporte de las lluvias como su principal fuente de ingreso hídrico. El sistema presenta baja circulación y escaso recambio hidráulico a lo largo del año, lo cual favorece la acumulación de nutrientes y condiciones de estancamiento.
- Los valores de clorofila-a obtenidos reflejan un estado trófico correspondiente a supereutrofia o hipereutrofia, con concentraciones elevadas sostenidas en la mayoría de las campañas, lo que indica una alta biomasa algal en el sistema.
- Las concentraciones de fósforo total (PT) y nitrógeno total (NT) se encuentran muy por encima de los valores máximos establecidos por el Decreto 253/79 para cuerpos de agua de Clase 3 y Clase 4, lo que pone de manifiesto una importante carga externa e interna de nutrientes.
- Adicionalmente, se registraron valores de pH que superan los límites normativos ($\text{pH} > 9$), particularmente durante los meses cálidos, probablemente asociados a procesos de alta productividad fotosintética y consumo de dióxido de carbono.
- En cuanto a la calidad microbiológica, no se detectaron altos valores de contaminación fecal (coliformes y enterococos fecales) en las muestras analizadas, lo cual sugiere la ausencia de aportes cloacales directos o escorrentías de origen animal en las zonas evaluadas.
- Estos resultados reflejan la necesidad de continuar con el monitoreo sistemático del lago, así como la evaluación de medidas de manejo que permitan mitigar el proceso de eutrofización y preservar la calidad ambiental del sistema.



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

LAGOS LECOCQ

Frecuencia y sitios de muestreo

En el año 2024 se realizaron 2 muestreos (31/1 y 16/7) ya que se está realizando una evaluación bi anual (verano e invierno) y sus coordenadas se muestran en la Tabla 9.

Sitios de muestreo



Figura 62. Sitios de muestreo Lagos Lecocq (LLC1 y LLH1)



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Coordenadas

	Latitud	Longitud
LLC 1	34°47'24.52"	56°19'44.67"
LLH 1	34°47'22.29"	56°20'12.20"

Tabla 9. Coordenadas de los sitios de muestreo

Evaluación de los parámetros analizados

Temperatura



Figura 63. Temperatura en los Lagos Lecocq (LLC1 y LLH1) en el año 2024.



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Clorofila a



Figura 64. Clorofila a en los Lagos Lecocq (LLC1 y LLH1) en el año 2024. Los valores dentro de las dos líneas rojas (11.03 y 30.55) indican la condición “Eutrófica” (Lamparelli 2004, Anexo I).

Fósforo Total



Figura 65. Fósforo total en los Lagos Lecocq (LLC1 y LLH1) en el año 2024. La línea roja indica el límite máximo establecido por el decreto 253/79 de 0.025 mg/L.



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Nitrógeno Total



Figura 66. Nitrógeno total en los Lagos Lecocq (LLC1 y LLH1) en el año 2024. La línea roja indica el límite máximo establecido (0.5 mg/L) por la Mesa Técnica de Agua (MVOTMA DINAMA 2017).

pH



Figura 67. pH en los Lagos Lecocq (LLC1 y LLH1) en el año 2024. Las líneas rojas indican los límites establecidos en el Decreto 253/79 para la Clase 3.



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Oxígeno Disuelto



Figura 68. Oxígeno Disuelto en los Lagos Lecocq (LLC1 y LLH1) en el año 2024. La línea roja indica el valor mínimo (5 mg/L), límite establecido en el Decreto 253/79 para la Clase 3.

Turbidez



Figura 69. Turbidez en los Lagos Lecocq (LLC1 y LLH1) en el año 2024. El valor límite establecido en el Decreto 253/79 para la Clase 3 es de 50 NTU.



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Conductividad



Figura 70. Conductividad en los Lagos Lecocq (LLC1 y LLH1) en el año 2024.

Indicadores de contaminación fecal

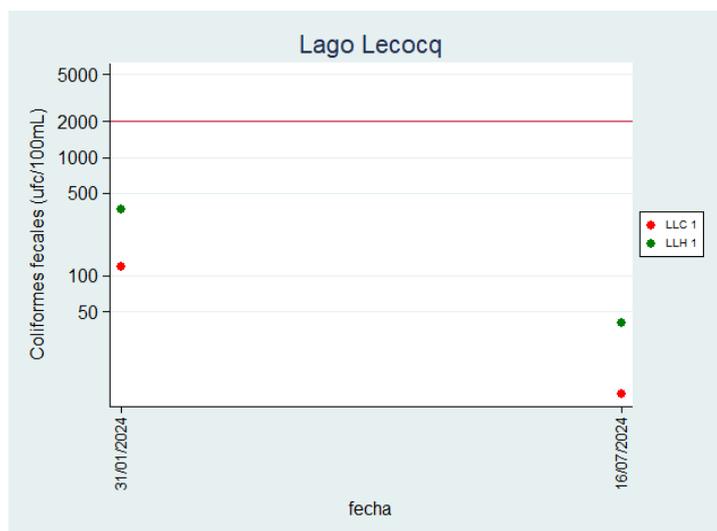


Figura 71. Coliformes Fecales en los Lagos Lecocq (LLC1 y LLH1) en el año 2024. La línea roja indica el valor máximo (2000 ufc/100 mL), límite establecido en el Decreto 253/79 para la Clase 3.



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Salinidad

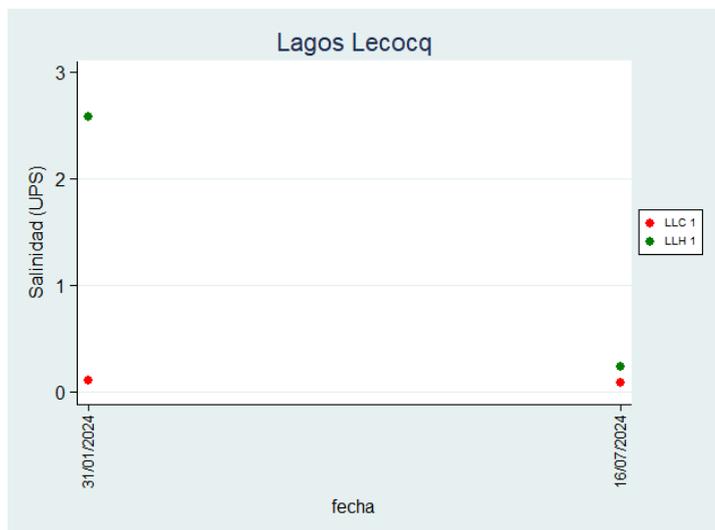


Figura 72. Salinidad en los Lagos Lecocq (LLC1 y LLH1) en el año 2024.

Bioensayos

La metodología aplicada se presenta en el Anexo I.

En el año 2024 todas las muestras y para todos los bioensayos realizados los niveles fueron no tóxicos (Tablas 10, y 11).

Sitio	N	Mediana	Mínimo	Máximo
LLC1	1	1,00	1,00	1,00
LLH1	1	1,00	1,00	1,00

Tabla 10. Resultados del ensayo de *Daphnia magna* para el muestreo de los Lagos Lecocq en 2024, expresados en UT.

Sitio	N	Mediana	Mínimo	Máximo
LLC1	1	1,00	1,00	1,00
LLH1	1	1,00	1,00	1,00

Tabla 11. Resultados del ensayo de *Vibrio fischeri* para el muestreo de los Lagos Lecocq en 2024, expresados en UT.



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Conclusiones

- En ambos cuerpos de agua se registraron concentraciones elevadas de nitrógeno total (NT) y fósforo total (PT), superando los niveles establecidos en las normativas de referencia. Esto puede ser debido al aporte generado por la abundante fauna presente o al aporte por escorrentía del sistema hídrico de la zona.
- El elevado valor de conductividad eléctrica y salinidad observados en el punto LLH 1 en el muestreo del 31/01 puede atribuirse a la influencia del río Santa Lucía, ubicado a escasa distancia del lago. Este curso fluvial contribuye al ingreso de aguas más salinas por infiltración subterránea, lo que se traduce en un aumento de la conductividad del agua en el sitio mencionado.
- Por otro lado, los valores registrados de pH, turbidez, clorofila-a y coliformes termotolerantes se mantuvieron dentro de los rangos aceptables según los límites establecidos por la normativa vigente (Decreto 253/79).
- Finalmente, los bioensayos realizados durante el año 2024 no evidenciaron efectos tóxicos, indicando ausencia de toxicidad aguda detectable en las muestras analizadas.



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

ROL AMBIENTAL DE LOS PARÁMETROS ANALIZADOS

Clorofila *a*

La clorofila *a* es el principal pigmento presente en las algas y cianobacterias que realizan fotosíntesis para su crecimiento y es por ello que su medición se utiliza como indicador indirecto de la concentración de éstos organismos en el medio acuático. Puede utilizarse como indicador del estado trófico, considerando otros parámetros asociados.

El desarrollo de floraciones de cianobacterias potencialmente tóxicas constituye uno de los problemas más importantes del incremento de nutrientes, ya que afecta la calidad del agua para ser utilizada por los seres humanos y la conservación de la biodiversidad. La eutrofización se ha convertido en la problemática de calidad de agua más extendida tanto a nivel nacional como mundial de los sistemas acuáticos.

Nitrógeno Total

El nitrógeno es uno de los principales componentes de la vida acuática (principalmente para las algas y plantas) y se encuentra presente de forma natural bajo diferentes formas (NH_4^+ , NH_3 , NO_2^- , NO_3^-). En bajas concentraciones puede actuar como limitante para la vida pero en exceso puede ser perjudicial para el equilibrio del ambiente. Ingresa al medio acuático de forma natural (lluvias, aire) o de forma antropogénica con aportes puntuales (caños, vertederos, etc) o aportes difusos (escorrentía). El Nitrógeno Total es un indicador ampliamente utilizado en muestras de agua ya que refleja la suma del N en todas sus formas. Dependiendo de la fuente de N, la asimilación requiere de varias etapas para reducirlo (nitrato reductasa y nitrito reductasa, para formar finalmente amonio). El NH_4^+ es entonces la fuente de N energéticamente menos costosa de asimilar y por eso de gran importancia en el estudio de las floraciones.

Fósforo Total

El fósforo y el nitrógeno son nutrientes esenciales necesarios para el crecimiento de las plantas en los lagos. De estos dos nutrientes, el fósforo es el que más a menudo se considera el nutriente que regula la producción de algas en los lagos y el más susceptible de control. Por ello, suele ser la variable que más preocupa en relación con la eutrofización de lagos y embalses. Junto con la clorofila *a* de las algas y la transparencia del disco de Secchi, el fósforo se utiliza habitualmente para estimar el estado trófico de los lagos y embalses. El Decreto 253/79 plantea como límite de fósforo total una concentración no superior a 25 $\mu\text{g/L}$.

Otro referente muy utilizado como guía con el Fósforo Total es Vollenweider (1968) y Sawyer (1947) que clasificaron el estado trófico según su concentración. Los lagos con concentraciones de fósforo inferiores a 10 $\mu\text{g/L}$ se clasificaron como oligotróficos; entre 10 y



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

20 $\mu\text{g/L}$ son indicativos de lagos mesotróficos; y los lagos con concentraciones de fósforo superiores a 20 $\mu\text{g/L}$ se caracterizan como eutróficos. (2018, EPA).

Coliformes fecales

Los coliformes fecales son un grupo de bacterias gram negativas muy utilizados para poder caracterizar un ambiente acuático por su posible presencia de contaminación de origen fecal. Estas están presentes en el intestino de organismos de sangre caliente y dentro de estos, *E. Coli* es la especie que mejor indica la contaminación fecal y la posible presencia de patógenos entéricos.

Enterococos

Los enterococos son bacterias que forman parte de la flora intestinal y se encuentran en forma abundante en las heces de humanos y otros animales. Se utilizan como indicador de contaminación fecal debido a que pueden sobrevivir pero no multiplicarse en el ambiente fuera del intestino.

Oxígeno Disuelto

El oxígeno disuelto en el agua brinda información directa sobre la calidad de la misma y su concentración es determinante para la vida en el medio acuático.

Varios factores pueden influir en la disminución del contenido de oxígeno en el medio como ser: presencia de materia orgánica, aumento de temperatura, presencia de algas y plantas acuáticas, oxidación por contaminantes etc.

Es un indicador de la carga orgánica del sistema y por ende su estado de salud.

pH

El pH es una medida que refleja la concentración de iones H^+ y OH^- (ácido, neutro o básico). En general, en las aguas naturales el pH varía entre 6 y 9 y sus fluctuaciones pueden ser debidas a diversos factores como: temperatura, descomposición de la materia orgánica, desechos de agricultura, drenajes ácidos o básicos o sitios eutrofizados debido a la alta tasa de fotosíntesis producida por las floraciones de algas y cianobacterias.

Conductividad

La conductividad del agua refleja la capacidad que tiene la misma de conducir la corriente eléctrica y ésta varía en función de la presencia de iones.



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Los factores que modifican la conductividad pueden ser el ingreso de agua salada en el caso de estar cerca de un estuario, presencia de contaminantes con el aumento de la carga de iones, entre otros.

Turbidez

La turbidez es una medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión. Cuantos más sólidos en suspensión haya en el agua, más alta será la turbidez

Disco de Secchi

Es un método muy utilizado para medir la transparencia del agua.

Bioensayos

Los organismos utilizados en los bioensayos del presente estudio fueron: *Hydra attenuata* (cnidario), *Daphnia magna* (crustáceo) y *Vibrio fischeri* (bacteria). Particularmente ésta última es muy sensible a la contaminación por detergentes e hidrocarburos, en tanto que los crustáceos son muy sensibles a los metales pesados e *H. attenuata* ha mostrado una gran sensibilidad frente a la contaminación producto de la degradación de la materia orgánica.



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

ANEXO I. Normativas, guías de referencia y metodología

Los parámetros Coliformes Fecales, Fósforo Total, Oxígeno Disuelto, pH, Turbidez, Amoníaco (que se calcula a partir del Amonio según <https://floridadep.gov/sites/default/files/unnh3sop.pdf>), se evalúan de acuerdo a la Clase 3 del Decreto 253/79 (Aguas destinadas a la preservación de los peces en general y de otros integrantes de la flora y fauna hídrica).

La variable Nitrógeno Total (NT), que no está contemplada en el anterior Decreto, se evalúa de acuerdo a los límites propuestos en la Mesa Técnica del Agua (Mesa Técnica de Agua MVOTMA -DINAMA, 2017) para sistemas Lénticos.

La variable Clorofila a se evalúa según Lamparelli 2004 para sistemas Lénticos.

Para la evaluación Ecotoxicológica se utiliza el criterio adoptado por MVOTMA (2017, 6059UY).

Normativas y valores de referencia microbiológicos y fisicoquímicos en agua

Parámetro	Unidad	Valor/Categoría	Referencia
Coliformes fecales	ufc/100 mL	≤ 2000	Decreto 253/79
Fósforo Total	mg/L	≤ 0.025	
Oxígeno Disuelto	mg/L	> 5.0	
pH	-	6.5 – 8.5	
Turbidez	NTU	≤ 50	

Parámetro	Unidad	No Deseable	Referencia
Nitrógeno Total	mg/L	> 0.5	Mesa Técnica de Agua (MVOTMA DINAMA 2017)



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Parámetros analizados y metodología utilizada

	AGUA	Método de referencia
Parámetros físico-químicos	pH	SMEWW, 23rd Ed. Met. 4500-H+ B.
	Conductividad	SMEWW, 23rd Ed. Met. 2510 B.
	Oxígeno Disuelto	SMEWW, 23rd Ed. Met. 4500-O G.
	Salinidad	SMEWW, 23rd Ed. Met. 2520 B.
	Temperatura	SMEWW, 23rd Ed. Met. 2550 B.
	Turbidez	SMEWW, 23rd Ed. Met. 2130B
	Nitrógeno Total	Kalf & Bentzen, 1984; Valderrama, 1981
	Fósforo Total	Valderrama J.C. (1981) SMEWW, 23rd Ed. Met. 4500-P E
	Amonio	SMEWW, 23rd Ed. Met. 4500-NH3-F ASTM D 6919-03
	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW, 23rd Ed. Met. 5210 B
	Sólidos Suspendidos Totales	SMEWW, 23rd Ed. Met. 2540
	Cromo Total	SMEWW, 23rd Ed. Met. 3111
	Plomo Total	SMEWW, 23rd Ed. Met. 3111
Parámetro microbiológico	Coliformes Fecales	SMEWW, 23rd Ed. Met. 9222 D
Parámetro biológico	Clorofila <i>a</i>	SMEWW, 23rd Ed. Met. 10200 H
Parámetros Ecotoxicológicos	<i>Vibrio fischeri</i>	EPS (1992); SDI Microtox (2009)
	<i>Hydra attenuata</i>	Trottier <i>et al.</i> (1997); Castillo-Morales (2004)
	<i>Daphnia magna</i>	ISO 6341 (2013); Castillo-Morales (2004)



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Índice de Estado Trófico según Lamparelli (2004, pág 168) en función del parámetro Clorofila a

Nivel Trófico	Clorofila a ($\mu\text{g/L}$)
Ultraoligotrófico	$\leq 1,17$
Oligotrófico	$1,17 < \text{Cl} \leq 3,24$
Mesotrófico	$3,24 < \text{Cl} \leq 11,03$
Eutrófico	$11,03 < \text{Cl} \leq 30,55$
Supereutrófico	$30,55 < \text{Cl} \leq 69,05$
Hipereutrófico	$>69,05$



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Metodología específica de bioensayos

El bioensayo de *Hydra vulgaris* (antes *Hydra attenuata*) es una prueba de toxicidad estática y aguda (48 horas) que se ha implementado con adaptaciones del protocolo de Trottier *et al.* (1997) y siguiendo recomendaciones de la red WaterTox (Castillo-Morales, 2004; Espínola *et al.*, 2005).

El ensayo de *Daphnia magna* es un test de toxicidad estático y agudo (48 horas) que se ha implementado con adaptaciones del protocolo de la norma ISO 6341 (UNE-EN ISO 6341, 2012) y siguiendo recomendaciones de la red WaterTox (Castillo-Morales, 2004; Espínola *et al.*, 2005). Ambos bioensayos (*H. vulgaris* y *D. magna*) se aplican a muestras líquidas de salinidad menor a 1 UPS.

La toxicidad sobre *Vibrio fischeri* se determina mediante el Sistema Microtox® que se basa en la reducción de la bioluminiscencia natural de esta bacteria marina (EPS, 1992; SDI Microtox, 2009). En el presente estudio se aplicaron los protocolos "81,9% Screening test" y "81,9% Basic test". Se adoptó como límite umbral de toxicidad el valor 17% de inhibición de emisión de luz (%IEL), correspondiente al límite de cuantificación (EPS, 1992).

Los resultados se expresan en Unidades de Toxicidad (UT) determinadas a partir de la siguiente fórmula: $UT=100/CE50$ donde CE50 es la concentración de efecto 50% (Castillo-Morales, 2004). Por lo cual, cuanto mayor sea UT mayor es la toxicidad para el organismo testeado.

CE50 difiere según el organismo testeado: Para *Hydra vulgaris* y *Daphnia magna* se expresa como CL50, vale decir Concentración letal al 50%. Mientras que para *V. fischeri* corresponde a Concentración de Inhibición (de la emisión de luz) al 50% .

En la Tabla 15 se presenta la categorización de las UT según el criterio adoptado por MVOTMA (2017, 6059UY).

Para facilitar la interpretación de los resultados se utiliza una escala de color que va desde el rojo para mayor toxicidad al verde en el caso de una muestra no tóxica.



**Intendencia
Montevideo**

DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

Concentración Letal 50%	Unidad de Toxicidad	Categoría Toxicológica
$CL_{50} \leq 25$	$UT \geq 4$	Muy Tóxico
$25 < CL_{50} \leq 50$	$2 \leq UT < 4$	Tóxico
$50 < CL_{50} \leq 75$	$1,33 \leq UT < 2$	Moderadamente Tóxico
$75 < CL_{50} < 100$	$1,0 < UT < 1,33$	Levemente Tóxico
$CL_{50} \geq 100$	$UT \leq 1$	No Tóxico



**Intendencia
Montevideo**

DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

DESCRIPCIÓN DE LOS GRÁFICOS

Para cada variable se presentan gráficos de valores puntuales. Para el procesamiento de los datos se utiliza el programa Stata/SE versión 12.1.

Para el caso de la evaluación de los parámetros Ecotoxicológicos (Bioensayos) se utiliza el programa estadístico Stata 12.1 (StataCorp LP). En el caso de contar con más de una muestra se indica el valor de la media, mediana, mínimo y máximo. La media y mediana se indica con color el nivel toxicológico alcanzado.



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

ANEXO II. Bibliografía

Castillo-Morales, G. (Ed.) Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas. Estandarización, intercalibración, resultados y aplicaciones. México: IMTA, 2004. Canadá: IDRC, 2004;189 pp.

EN ISO 6341 (2012). Calidad de agua. Determinación de la inhibición de la movilidad de *Daphnia magna* Straus (Cladocera, Crustacea). Versión 2013. 30p.

Environmental Protection Agency. (2018, October 24). *Nutrient Criteria Technical Guidance Manuals*. EPA.

<https://www.epa.gov/nutrient-policy-data/nutrient-criteria-technical-guidance-manuals>.

Espínola, J.C., Saona, G. & Arriola, M. (2005). Evaluación de la toxicidad de las principales cuencas hídricas del departamento de Montevideo. AMBIOS . (año 5; nº 15; 15-22) (año 5; nº 16; 19-23).

EPS (1992). Biological test method: toxicity test using luminescent bacteria. Report EPS 1/RM/24, Environment Canada. 55p.

Lamparelli, M. (2004). Graus de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento. Tesis de Doctorado, Universidad de San Pablo. 235p + anexos.

Mesa Técnica de Agua –(MVOTMA DINAMA 2017). <https://www.ambiente.gub.uy/oan/documentos/DCA-MesaT%C3%A9cnicaAgua-MVOTMA-propuesta-NIVELES-GUIA-N-P-Clo-grupo-t%C3%A9cnico-FINAL-20.03.171.pdf>

MVOTMA (2017). 6159UY. Evaluación de la ecotoxicidad aguda de muestras ambientales líquidas mediante el test de bacterias luminiscentes (Sistema Microtox®). En: Manual de procedimientos analíticos para muestras ambientales.

Novoa, M.; Luque, M. E.; Lombardo, D.; Martínez de Fabricious, A. L. (2006). Estudio ficológico de lagos urbanos artificiales del sur de la provincial de Córdoba. Boletín Sociedad Argentina Botánica 41 (3-4): 203-231.

SDI Microtox (2009). Tutorial SDI MicrotoxOmniR V.4.1.

Trottier, S., Blaise, C., Kusui, T., & Johnson, E.M. (1997). Acute Toxicity Assessment of Aqueous Samples using a Microplate-based *H. attenuata* Assay. Environm. Toxicol. Water. Qual., 12:265-271.

USEPA (2016). United States Environmental Protection Agency. FINAL Integrated Water Quality Assessment for Florida: 2016 Sections 303(d), 305(b), and 314 Report and Listing Update Division of Environmental Assessment and Restoration Florida Department of Environmental Protection.



DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL

GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

Unidad Calidad de Agua

[Link de acceso a datos](#)

Metadatos:

<u>Variable</u>	<u>Descripción</u>
fecha	Fecha de muestreo
cuenca	Cuenca
sitio	Sitio de muestreo
od_campo	Oxígeno disuelto (mg/L)
temp	Temperatura (°C)
cond	Conductividad(μ S/cm)
sal	Salinidad (PSU)
ph_campo	pH
secchi	Disco Secchi (cm)
turb	Turbidez (NTU)
cf	Coliformes fecales (ufc/100mL)
ecocos	Enterococos fecales (ufc/100mL)
clo_a	Clorofila a (μ g/L)
feof	Feofitina (μ g/L)
ptotal	Fósforo total (mg P/L)
ntotal	Nitrógeno total (mg N/L)