



**Intendencia  
Montevideo**

---

**DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AMBIENTAL**

**GERENCIA DE GESTIÓN AMBIENTAL**

**SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL**

---

# **PROGRAMA DE MONITOREO DE CUERPOS DE AGUA DE MONTEVIDEO**

## **INFORME ANUAL 2023**



## **AUTORIDADES**

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

### **Autores del Informe:**

Cristina Cacho  
Adriana Rodríguez  
Marco Navatta  
Jimena Risso  
Gustavo Saona  
Mary Yafalián

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

**Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental**

Camino al Faro s/n, Punta Carretas

CP 11300 - Montevideo Uruguay

Telefax: 1950 9919

[www.montevideo.gub.uy](http://www.montevideo.gub.uy)

## 1 ÍNDICE

1	ÍNDICE DE CONTENIDO	3
2	INTRODUCCIÓN	4
3	OBJETIVOS y ALCANCE	4
4	METODOLOGÍA	6
5	RESULTADOS	9
5.1.	ARROYO MIGUELETE	11
5.2.	ARROYO PANTANOSO	14
5.3	ARROYO LAS PIEDRAS	18
5.4.	CUENCA DEL ARROYO CARRASCO	20
5.5.	ARROYO SAN GREGORIO Y MELILLA	24
5.6.	OTROS CURSOS MENORES	26
5.7.	BIOENSAYOS	31
6.	CONSIDERACIONES FINALES	34
7.	ANEXO I	36
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

## 2 INTRODUCCIÓN

Las políticas ambientales son cruciales para garantizar la sostenibilidad y la calidad de vida de una ciudad. En este sentido, la Intendencia de Montevideo desde hace varios años viene implementando una serie de medidas para proteger y conservar el ambiente. Entre esas medidas se encuentran: la gestión adecuada de residuos sólidos, la conservación de los recursos hídricos y la biodiversidad, el monitoreo de la calidad del agua y el aire, la creación de políticas en respuesta al cambio climático y la fiscalización de industrias.

<https://montevideo.gub.uy/areas-tematicas/ambiente>

El agua desempeña un papel fundamental en el ambiente de las ciudades, y su importancia se extiende a diversas áreas que afectan directamente la calidad de vida de los habitantes y el funcionamiento de los ecosistemas urbanos.

<https://montevideo.gub.uy/agua-playas-y-humedales>

El Programa de Monitoreo de Cuerpos de Agua de Montevideo surgió en el año 1997, como una componente del Plan de Saneamiento Urbano de la Intendencia de Montevideo, y ha sido modificado respecto a como fue concebido originalmente, en varias oportunidades.

El Programa plantea la realización periódica de monitoreos en varios puntos, para realizar la caracterización y evaluación de la calidad de los arroyos Pantanoso, Miguelete, Carrasco y Las Piedras, así como varios de sus tributarios.

Para establecer las estaciones de monitoreo fueron considerados criterios técnicos tales como ubicación de aportes a los cursos: descargas de aguas domésticas y/o industriales, afluentes, etc, así como la facilidad de acceso a las mismas.

Para realizar el seguimiento, se seleccionaron los parámetros considerados más representativos de las distintas formas de contaminación, que se encuentran regulados en normativas nacionales e internacionales referidas a calidad de cursos de agua.

Desde el año 2005, con la información que se genera a partir de las campañas de monitoreo, el Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental de la I.M. elabora informes anuales que se pueden consultar y descargar en el portal institucional:

<https://montevideo.gub.uy/areas-tematicas/ambiente/calidad-de-agua/cursos-de-agua>

## 3 OBJETIVOS Y ALCANCE

El Programa de Monitoreo de Cuerpos de Agua de Montevideo tiene los siguientes objetivos:

- ◆ Cuantificar los parámetros de calidad de los cuerpos de agua e identificar los elementos críticos que inciden en dichos niveles.
- ◆ Realizar el seguimiento y control de los resultados en el tiempo, evaluando la evolución de los indicadores de calidad de agua seleccionados.

Durante el año 2023 se realizaron:

**En cursos principales:** 3 campañas de monitoreo en los arroyos Miguelete y Pantanoso, y 2 campañas en el arroyo Las Piedras y en la cuenca del arroyo Carrasco.

**En cuencas menores:** 2 campañas de monitoreo en los tributarios de los cursos principales.

- ◆ tributarios del arroyo Miguelete (arroyo Mendoza, cañadas Pajas Blancas y de la Cruz)
- ◆ tributarios del arroyo Pantanoso (cañadas: Bellaca, Jesús María, Lecocq, de la Higuera)
- ◆ tributarios de la cuenca del arroyo Carrasco (tramos superiores de los arroyos Toledo y Manga,

y cursos que atraviesan el relleno sanitario de la I.M.: Cañada de las Canteras y A° Juan Díaz)

- ◆ tributarios del Río de la Plata de la zona Este (arroyos Malvín y Molino), y zona Oeste (cañadas: de las Pajas Blancas, Punta Yeguas, Playa Dellazoppa y cañada Bélgica)
- ◆ tributarios del Río Santa Lucía (arroyos San Gregorio, Melilla y sus afluentes)

En las Figuras 3.1 y 3.2 se muestran las estaciones de monitoreo de los cursos principales y cuencas menores respectivamente

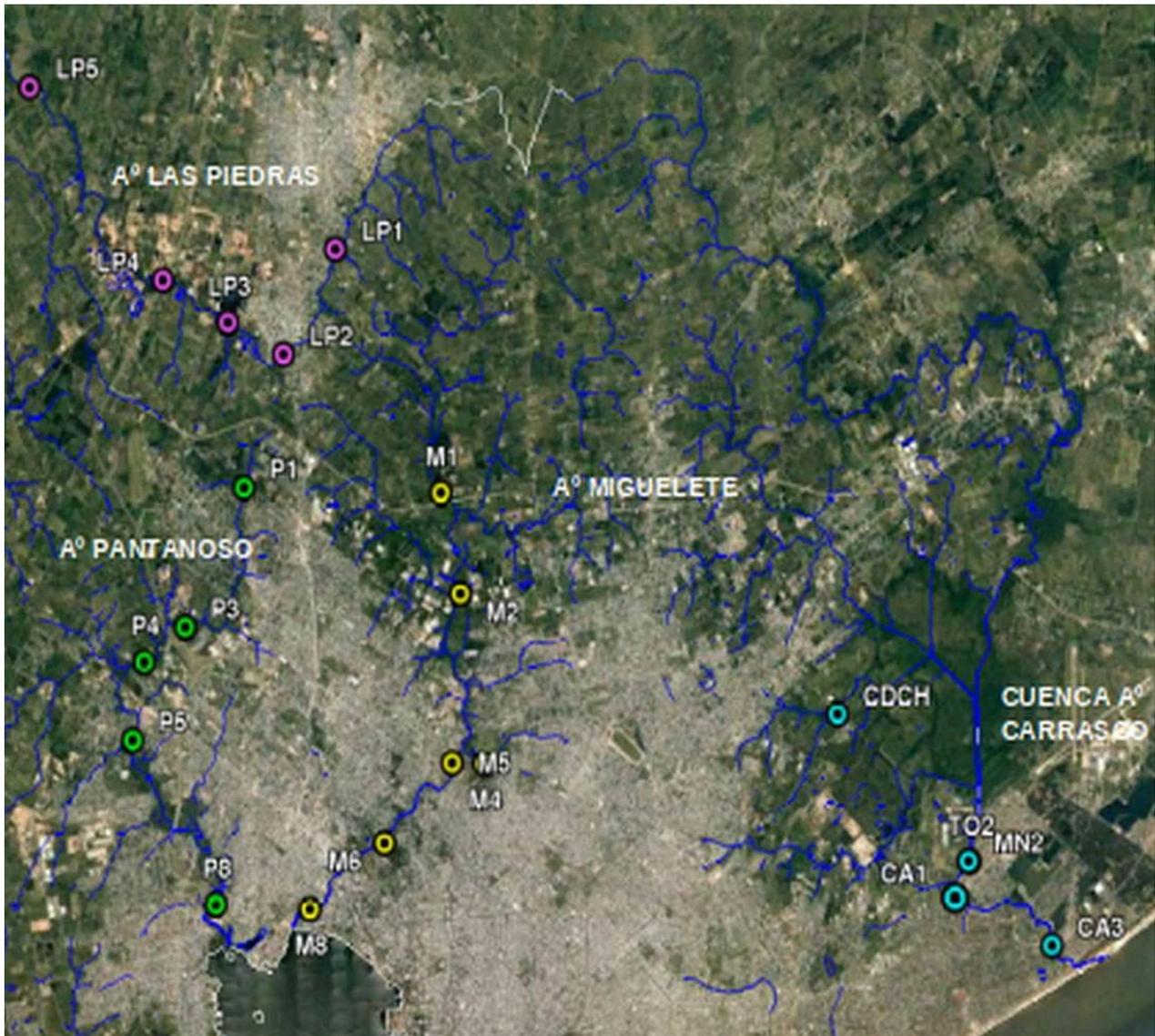


Figura 3.1. Puntos de muestreo de los Cursos Principales. Fuente: Google Earth®

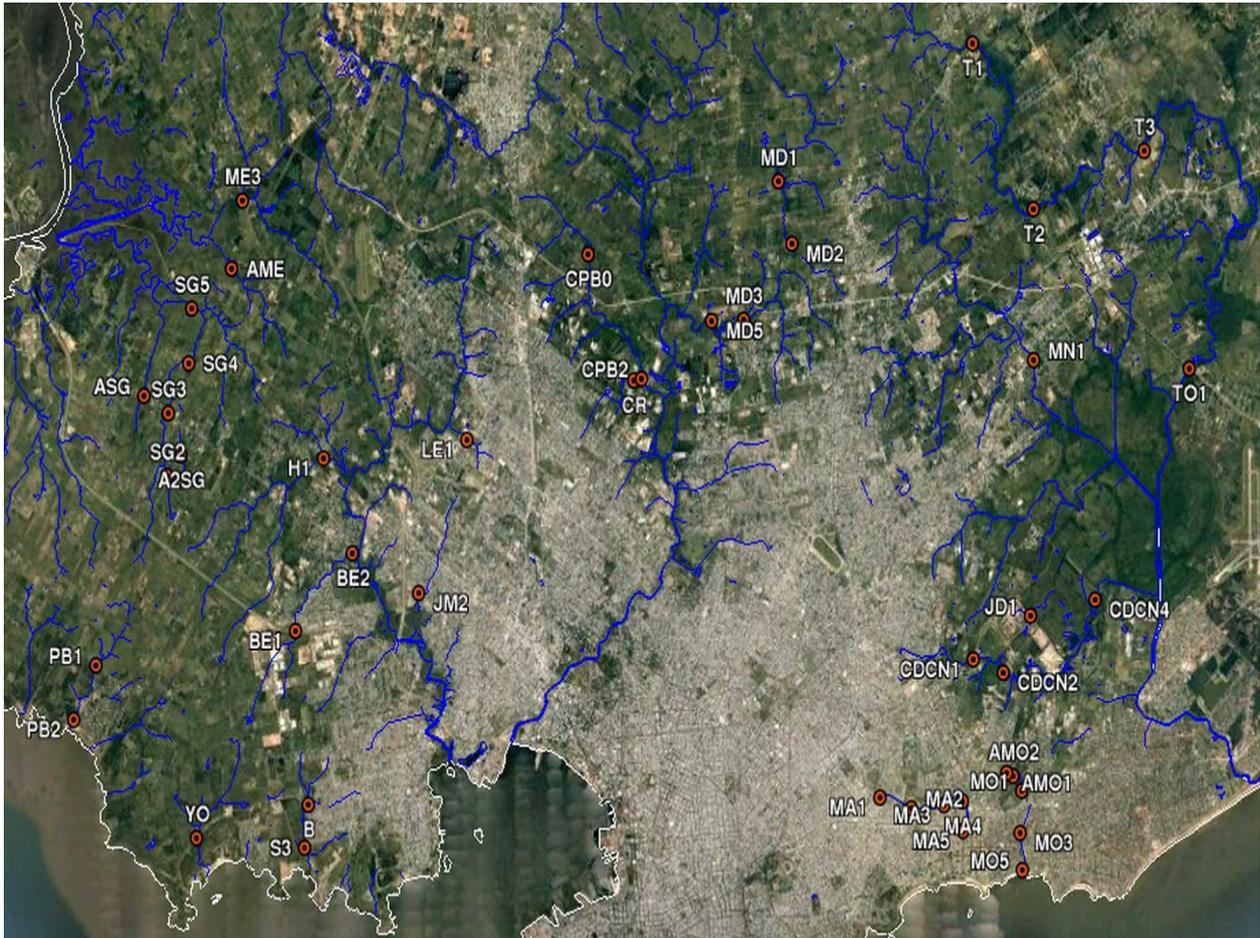


Figura 3.2 Puntos de muestreo de las Cuencas Menores. Fuente: Google Earth®

## 4 METODOLOGÍA

En el marco del Programa de Monitoreo de Cursos de Agua de Montevideo, el Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental de la Intendencia de Montevideo, estudia la calidad de los cuerpos de agua principales y cuencas menores, mediante el análisis de parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y ecotoxicológicos.

La evaluación de resultados de los parámetros estudiados se realiza tomando como referencia los límites establecidos en el Decreto 253/79 y modificativos para la Clase 3, de acuerdo a clasificación definida en la Resolución Ministerial 99/2005 del anteriormente llamado Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente.

Respecto al límite para el Nitrógeno Total, no se cuenta con normativa nacional reglamentada, existiendo valores guía sugeridos por la Mesa Técnica del Agua (2017). En el presente informe se recurre a normativa internacional de la Agencia de Protección del Ambiente de Estados Unidos de América para el Estado de Florida (U.S.E.P.A., 2016).

[https://www.epa.gov/wqs-tech/water-quality-standards-regulations-florida;](https://www.epa.gov/wqs-tech/water-quality-standards-regulations-florida)  
[https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-12/documents/fl\\_section62-302.pdf;](https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-12/documents/fl_section62-302.pdf)

#### 4.1 PARÁMETROS DE CONTROL

En la Tabla 4.1.1 se muestran los parámetros analizados y la metodología analítica de referencia.

Tabla 4.1.1. Parámetros de control y referencias analíticas

Parámetros	Método de ensayo
pH	SMEWW, 24 <sup>th</sup> Ed. Mét.4500-H+
Temperatura	SMEWW, 24 <sup>th</sup> Ed. Mét.2550-B
Conductividad	SMEWW, 24 <sup>th</sup> Ed. Mét. 2510-B
Oxígeno Disuelto	SMEWW, 24 <sup>th</sup> Ed. Mét. 4500-O-G
Sólidos Suspendidos Totales	SMEWW, 24 <sup>th</sup> Ed. Mét. 2540-D
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW, 24 <sup>th</sup> Ed. Mét.5210-B
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW, 24 <sup>th</sup> Ed. Mét.5220-D adaptada (Kit comercial)
Amonio	SMEWW, 24 <sup>th</sup> Ed. Mét. 4500-NH3-F
Fósforo Total	SMEWW, 24 <sup>th</sup> Ed. Mét. 4500-P-E
Nitrógeno Total	Kalf & Bentzen, 1984; Valderrama 1981
Tensoactivos aniónicos	SMEWW, 24 <sup>th</sup> Ed. Mét. 5540-C adaptada (Kit comercial)
Cromo Total	SMEWW, 24 <sup>th</sup> Ed. Mét. 3111-B
Plomo Total	SMEWW, 24 <sup>th</sup> Ed. Mét. 3111-B
Coliformes Fecales	SMEWW, 24 <sup>th</sup> Ed. Mét.9222-D

#### 4.2 ÍNDICE DE CALIDAD ISCA

Durante el año 2023 se continúa aplicando el Índice Simplificado de Calidad de Agua (ISCA) desarrollado por la Agència Catalana de L'Aigua en Cataluña, España. Este índice establece un rango entre 0 y 100, cuanto mayor es el valor del índice, mayor es la calidad del agua. Para el cálculo de este índice se utilizan los siguientes parámetros:

- aportes de materia orgánica
- material en suspensión
- concentración de oxígeno disuelto
- contenido de sales inorgánicas
- temperatura

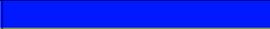
En la Tabla 4.2.1 se presenta la fórmula utilizada y el rango de variación de cada parámetro.

Tabla 4.2.1. ISCA: Parámetros, fórmula de cálculo y rango de variación

Parámetro (Unidades)	Parámetro ISCA	Fórmula	Rango de Variación
Temperatura (t en °C)	<b>T</b>	Si $t < 20 \rightarrow T = 1$ Si $t \geq 20 \rightarrow T = 1 - (t-20)*0.0125$	1 – 0.8
Oxidabilidad al Permanganato (OP en mg/L O <sub>2</sub> )	<b>A</b>	Si $OP \leq 10 \rightarrow A = 30 - OP$ Si $10 < OP < 60 \rightarrow A = 21 - 0.35*OP$ Si $OP \geq 60 \rightarrow A = 0$	0 – 30
Sólidos Suspendidos Totales (SST en mg/L)	<b>B</b>	Si $SST \leq 100 \rightarrow B = 25 - 0.15*SST$ Si $100 < SST < 250 \rightarrow B = 17.5 - 0.07*SST$ Si $SST \geq 250 \rightarrow B = 0$	0 – 25
Oxígeno Disuelto (OD en mg/L)	<b>C</b>	Si $OD < 10 \rightarrow C = 2.5*OD$ Si $OD \geq 10 \rightarrow C = 25$	< 25
Conductividad (CE en microS/cm)	<b>D</b>	Si $CE \leq 4000 \rightarrow D = (3.6 - \text{LOG}(CE))*13.244$ Si $CE > 4000 \rightarrow D = 0$	< 20
<b>ISCA = T*(A + B + C + D)</b>			0 – 100

Los valores de ISCA se calculan a partir de la siguiente expresión: **ISCA = T x (A + B + C + D)** y los valores que se obtienen se comparan con los de la Tabla 4.2.2

Tabla 4.2.2. Clasificación del curso de agua según ISCA

Actividad Característica	ISCA	Propiedades del Agua	Color de Referencia
Abastecimiento	86 - 100	Aguas de Montaña	
Balneario	76 - 85	Aguas Claras	
Pesca	61 - 75	Aguas Medias	
Náutica	46 - 60	Aguas Brutas	
Riego	31 - 45	Aguas Deterioradas	
Riego Forestal	16 - 30	Agua Residual Diluida	
Condición Peligrosa	0 - 15	Agua Residual	

### 4.3 BIOENSAYOS

Las medidas de efecto biológico constituyen otra familia de indicadores, alternativa a la físico-química, muy relevante para el diagnóstico de la calidad de un ambiente por su capacidad de integrar los efectos de múltiples sustancias. Una de las herramientas ecotoxicológicas que permiten medir dichos efectos son los bioensayos, siendo útiles para determinar el riesgo por agentes contaminantes, que se encuentran en el ambiente (Castillo-Morales, 2004).

Dado que cada especie presenta características biológicas particulares, ellas le pueden otorgar una sensibilidad diferencial a los distintos contaminantes y por ello es recomendable utilizar más de un bioensayo que se corresponda con distintos organismos de prueba. Los organismos utilizados en los bioensayos del presente estudio fueron: *Hydra attenuata* (cnidario), *Daphnia magna* (crustáceo) y *Vibrio fischeri* (bacteria). Particularmente esta 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.

El bioensayo de *Hydra attenuata* es una prueba de toxicidad estática y aguda (48 horas) que se ha implementado con adaptaciones (Anexo I) del protocolo de Trottier *et al.* (1997) y siguiendo recomendaciones de la red WaterTox (Castillo-Morales, 2004; Espínola *et al.*, 2005). Se aplica a muestras líquidas de salinidad menor a 1 g/L.

El ensayo de *Daphnia magna* es un test de toxicidad estático y agudo (48 horas) que se ha implementado con adaptaciones (Anexo I) 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). Se aplica a muestras líquidas de salinidad menor a 4 g/L (Schuytema *et al.*, 1997).

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 de los ensayos se expresan en Unidades de Toxicidad (UT) determinadas a partir de la fórmula:  $UT = 100 / CL_{50}$ , donde  $CL_{50}$  es la Concentración Letal al 50% estimada en el bioensayo (Castillo-Morales, 2004). En el caso de *V. fischeri* la estimación de efecto corresponde a la Concentración de Inhibición al 50% de la emisión de luz de la bacteria. Por consiguiente, los valores más altos de UT corresponden a una mayor toxicidad. La Tabla 4.3.1 presenta las categorías correspondientes de acuerdo a las UT siguiendo 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 .

Tabla 4.3.1. Categorías de toxicidad según las Unidades de Toxicidad.

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

Para el cálculo de medidas de resumen se utiliza el programa estadístico Stata 12.1 (StataCorp LP). En el caso de contar con más de una muestra por temporada se indica el valor de la mediana y entre paréntesis el valor mínimo y máximo.

## 5 RESULTADOS

En el presente informe se reportan los resultados de las campañas del Programa de Monitoreo de Cuerpos de Agua del año 2023, realizado por el Servicio ECCA del Departamento de Desarrollo Ambiental de la Intendencia de Montevideo

La evaluación de los resultados obtenidos se realiza tomando como referencia la Clase 3 del Decreto 253/79 y modificativos: cursos de agua destinados a la preservación de los peces y otros integrantes de la flora y fauna hídrica. El referido decreto establece como requisito la “ausencia de materiales flotantes y espumas no naturales”, por lo cual la presencia de residuos sólidos en



Algunas consideraciones a tener en cuenta:

- Como consecuencia de la sequía ocurrida desde mediados del año 2022 y durante el 2023, se produjo en el país un déficit hídrico muy importante, a tal punto de que varias estaciones de muestreo comprendidas en el Programa de Monitoreo, presentaron caudal insuficiente para realizar la toma de muestra, por lo tanto en este capítulo (Resultados) se van a presentar menor número de estaciones relevadas.
- Para el caso de los arroyos Carrasco y Las Piedras durante el año 2023 se realizaron sólo dos campañas de muestreo, por lo cual en la evaluación del presente informe se va a incluir también la primera campaña del año 2024, a los efectos de contar con tres fechas de monitoreo para cada uno de los arroyos comprendidos dentro de las cuencas mayores.

## 5.1 ARROYO MIGUELETE Y TRIBUTARIOS

Las nacientes del arroyo Miguelete se ubican en la zona norte de Montevideo, en el tramo superior recibe afluentes como el arroyo Mendoza y la cañada Pajas Blancas, luego atraviesa una zona urbana, con importante presencia de asentamientos irregulares sin servicios de saneamiento, y finalmente desemboca en la Bahía de Montevideo.

Las estaciones ubicadas sobre el curso principal son:

- M1: Cno. Osvaldo Rodríguez
- M2: Cno. Carlos A. López
- M4: Pluvial Casavalle – Crio. Del Norte
- M5: José M<sup>a</sup> Silva
- M6: Av. Luis A. De Herrera
- M8: Accesos a Montevideo

Las estaciones ubicadas sobre los tributarios son:

- |                      |  |
|----------------------|--|
| Arroyo Mendoza       | MD1: Cno. Rigel                          |
|                      | MD2: Cno. Linneo                         |
|                      | MD3: Av. Pedro de Mendoza                |
|                      | MD5: aguas abajo de Av. Pedro de Mendoza |
| Cañada de la Cruz    | CR1: Cno. Coronel Raíz                   |
| Cañada Pajas Blancas | CPB0: Cno. Osvaldo Rodríguez             |
|                      | CPB2: Cno. Carlos A. López               |

Durante el año 2023 se realizaron tres campañas de monitoreo en el curso principal y dos en sus tributarios (Figura 5.1.1)

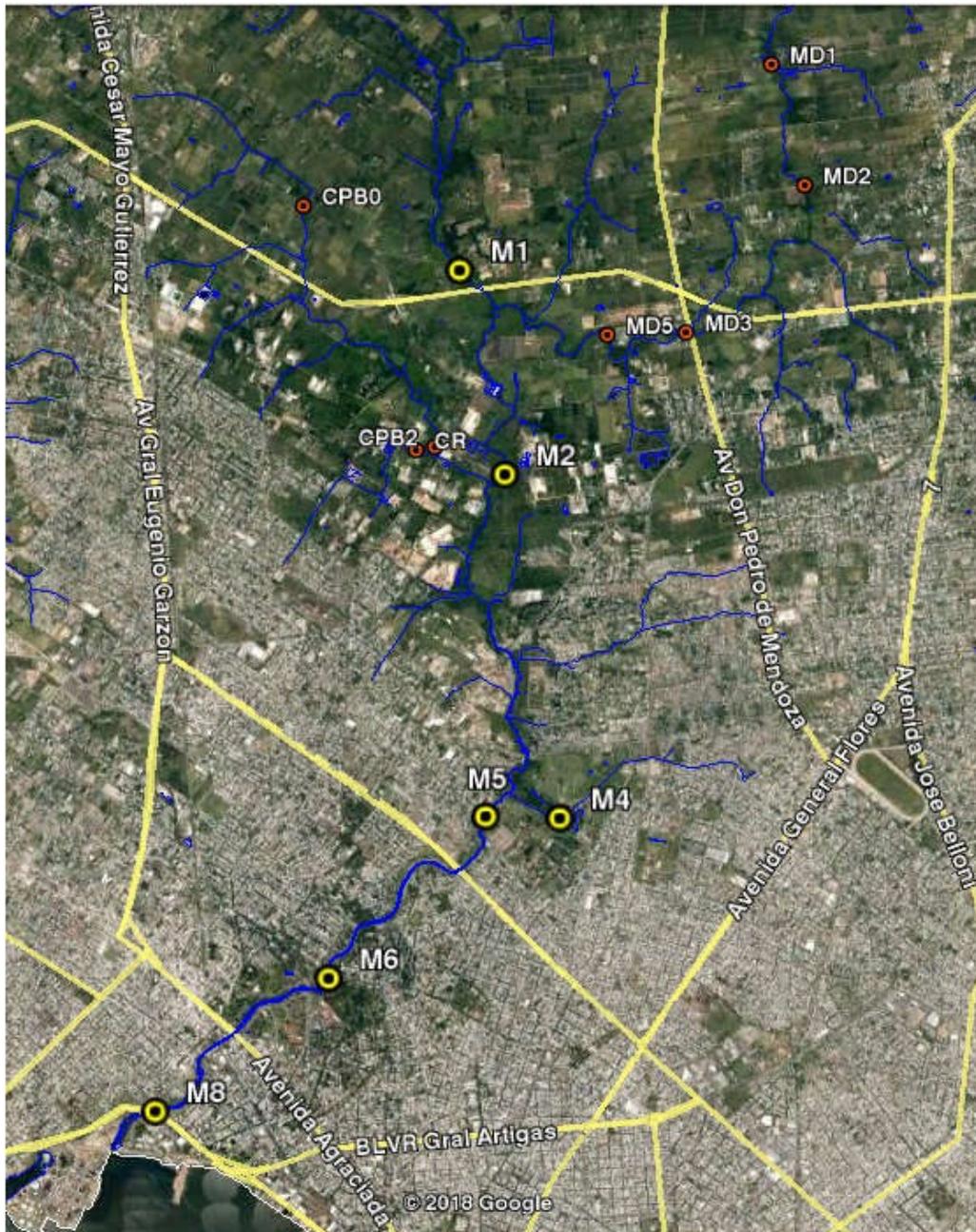


Figura.5.1.1. Estaciones de monitoreo del A° Miguelete y tributarios. Fuente Google Earth®

### Análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

En la Tabla 5.1.1 se muestran las concentraciones de oxígeno disuelto (OD), demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>), fósforo total (PT), nitrógeno total (NT), amoníaco libre (NH<sub>3</sub>), coliformes fecales (Cf), tensoactivos aniónicos, cromo (Cr) y plomo (Pb) para las estaciones monitoreadas.

En color verde se indican aquellas concentraciones que cumplen con la normativa nacional vigente (Clase 3 del Decreto 253/79 y modificaciones posteriores) e internacional de referencia (USEPA, 2016). En color rojo se indican los incumplimientos para ambas normativas.

Tabla 5.1.1 Concentraciones de OD, DBO<sub>5</sub>, PT, NT, NH<sub>3</sub>, Cf, Tensoactivos y metales del A<sup>o</sup> Miguelete (2023).

Estación de Muestreo	Fecha de Muestreo	OD (mg/L)	DBO <sub>5</sub> (mg/L)	Fósforo Total (mg/L P)	Nitrógeno Total (mg/L N)	Amoníaco Libre (mg/L N)	Tensoactivos (mg/L de LAS PM:318 g/mol)	Coliformes Fecales (ufc/100mL)	Cromo (mg/L)	Plomo (mg/L)
M1	08/02/2023	5,27	4	1,15	5,5	0,009	0,07	5,9E+03	< 0,005	< 0,020
	03/05/2023	3,38	2	0,07	2,7	0,004	0,25	4,4E+02	0,007	< 0,020
	22/11/2023	2,73	3	1,61	3,4	0,005	0,10	2,2E+02	0,005	< 0,020
M2	08/02/2023	2,64	4	4,07	17,7	0,511	0,10	1,4E+03	< 0,005	< 0,020
	03/05/2023	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	22/11/2023	3,90	5	2,80	6,2	0,063	0,25	1,4E+03	0,006	< 0,020
M4	08/02/2023	-	-	-	-	-	-	8,0E+05	-	-
	03/05/2023	-	-	-	-	-	-	4,7E+06	-	-
	22/11/2023	-	-	-	-	-	-	1,8E+06	-	-
M5	08/02/2023	7,74	5	3,11	9,2	0,336	0,14	1,3E+04	< 0,005	< 0,020
	03/05/2023	3,63	8	1,51	10,6	0,113	0,60	5,6E+05	0,006	< 0,020
	22/11/2023	6,55	12	2,37	5,2	0,068	0,55	3,2E+04	< 0,005	< 0,020
M6	08/02/2023	6,99	5	2,29	8,6	0,332	< 0,05	3,8E+03	0,006	< 0,020
	03/05/2023	6,14	4	1,25	7,0	0,031	0,41	1,7E+04	0,009	< 0,020
	22/11/2023	5,96	8	3,31	6,3	0,089	0,45	2,1E+03	< 0,005	< 0,020
M8	08/02/2023	2,83	4	1,62	8,0	0,069	0,60	5,7E+03	< 0,005	< 0,020
	03/05/2023	1,64	6	1,42	6,7	0,019	0,59	2,3E+04	0,006	< 0,020
	22/11/2023	0,10	> 32	3,08	13,1	0,198	2,13	3,2E+06	< 0,005	< 0,020

Al igual que en años anteriores, durante el año 2023 se observan valores de fósforo total y nitrógeno total superiores a los límites de las normativas en todas las estaciones de monitoreo. En el caso del parámetro DBO<sub>5</sub>, todas las estaciones presentan valores acordes a la normativa durante todo el año, salvo en el caso del punto M8 en el muestreo del 22 de noviembre. Se observan además valores puntuales de coliformes fecales superiores a los establecidos en la norma vigente en todas las estaciones, salvo en M2 y en dos muestreos de M1. Se destaca que la estación M4 está ubicada en la cañada Casavalle (canalizada en su mayor parte) y recibe el aporte de algunas zonas sin saneamiento así como vertimientos desde los aliviaderos de la red de saneamiento.

Se evalúa además la evolución de la calidad del agua respecto a años anteriores utilizando el índice ISCA (Tabla 5.1.2).

Tabla 5.1.2. Evolución del Índice ISCA período 2005 – 2023.

Estación de Muestreo	ISCA 2005	ISCA 2006	ISCA 2007	ISCA 2008	ISCA 2009	ISCA 2010	ISCA 2011	ISCA 2012	ISCA 2013	ISCA 2014	ISCA 2015	ISCA 2016	ISCA 2017	ISCA 2018	ISCA 2019	ISCA 2020	ISCA 2021	ISCA 2022	ISCA 2023
M1	69	66	69	60	56	59	55	50	60	66	52	59	63	58	54	50	61	59	53
M2	64	62	61	58	50	57	60	57	61	61	52	58	60	56	59	57	58	54	52
M5	59	64	61	59	56	59	59	52	55	58	54	55	60	66	61	60	63	64	58
M6	59	63	61	61	54	61	58	46	55	59	57	58	61	65	67	63	64	67	60
M8	55	51	55	45	45	56	50	50	55	55	54	54	51	56	55	33	49	48	38

Actividad Característica	ISCA	Propiedades del Agua	Color de Referencia
Abastecimiento	86 - 100	Aguas de Montaña	
Balneario	76 - 85	Aguas Claras	
Pesca	61 - 75	Aguas Medias	
Náutica	46 - 60	Aguas Brutas	
Riego	31 - 45	Aguas Deterioradas	
Riego Forestal	16 - 30	Agua Residual Diluida	
Condición Peligrosa	0 - 15	Agua Residual	

En el año 2023 se mantienen las mismas categorías del ISCA del año anterior para las estaciones M1 y M2, para el resto de las estaciones se observa una disminución en el valor del índice pasando de “Aguas Medias” a “Aguas Brutas” en el caso de M5 y M6 y de “Aguas Brutas” a “Aguas Deterioradas” para el caso de M8.

### Tributarios del Arroyo Miguelete

Durante el año 2023 se realizaron dos campañas de monitoreo en el arroyo Mendoza y las cañadas Pajas Blancas y de la Cruz. Estos cursos de agua desembocan en el tramo superior del arroyo Miguelete (ver Figura 5.1.1)

Tabla 5.1.3. Concentraciones de OD, DBO<sub>5</sub>, PT, NT, NH<sub>3</sub>, Colif. fecales en Tributarios A° Miguelete (2023)

	Estación de Muestreo	Fecha de Muestreo	OD (mg/L)	DBO <sub>5</sub> (mg/L)	Fósforo Total (mg/L P)	Nitrógeno Total (mg/L N)	Amoníaco Libre (mg/L N)	Coliformes Fecales (ufc/100mL)
Arroyo Mendoza	MD1	18/01/2023	-	-	-	-	-	-
		16/08/2023	4,93	6	0,87	4,5	0,0045	3,6E+02
	MD2	18/01/2023	-	-	-	-	-	-
		16/08/2023	3,78	4	0,85	5,9	0,0095	2,1E+03
	MD3	18/01/2023	3,95	4	1,70	14,4	0,3100	1,1E+03
		16/08/2023	5,15	5	1,47	7,5	0,0497	3,8E+02
	MD5	18/01/2023	1,26	3	1,96	12,7	0,1239	4,2E+03
		16/08/2023	6,22	6	1,94	9,4	0,0696	5,1E+03
Cañada Pajas Blancas	CPB0	18/01/2023	1,14	1	0,55	0,7	0,0050	7,6E+02
		16/08/2023	3,04	< 1	1,61	7,7	0,0058	1,4E+03
	CPB2	18/01/2023	4,08	3	2,45	4,8	0,0382	4,2E+02
		16/08/2023	9,72	4	1,49	5,5	0,0118	1,1E+03
Cañada de la Cruz	CR1	18/01/2023	2,40	4	1,25	3,0	0,0189	4,0E+02
		16/08/2023	6,69	6	0,89	5,4	0,0172	4,2E+02

Se destaca durante todo el año 2023:

- valores de DBO<sub>5</sub> acordes a la normativa en todas las estaciones de monitoreo,
- incumplimientos para los parámetros fósforo y nitrógeno en prácticamente todas las estaciones de monitoreo

El resto de los parámetros analizados registraron valores de incumplimientos en forma intermitente a lo largo del año según la estación y la temporada de muestreo.

## 5.2 ARROYO PANTANOSO Y TRIBUTARIOS

El Arroyo Pantanoso nace en la zona noroeste de Montevideo y tiene un recorrido norte-sur, para luego desembocar en la Bahía de Montevideo. En su trayecto recibe aportes de residuos sólidos resultado de la clasificación informal de residuos, así como aguas residuales de origen industrial y doméstico, que impacta de forma negativa en la calidad de sus aguas.

Durante el año 2023 se realizaron tres muestreos en el curso principal y dos muestreo en sus tributarios (Figura 5.2.1).

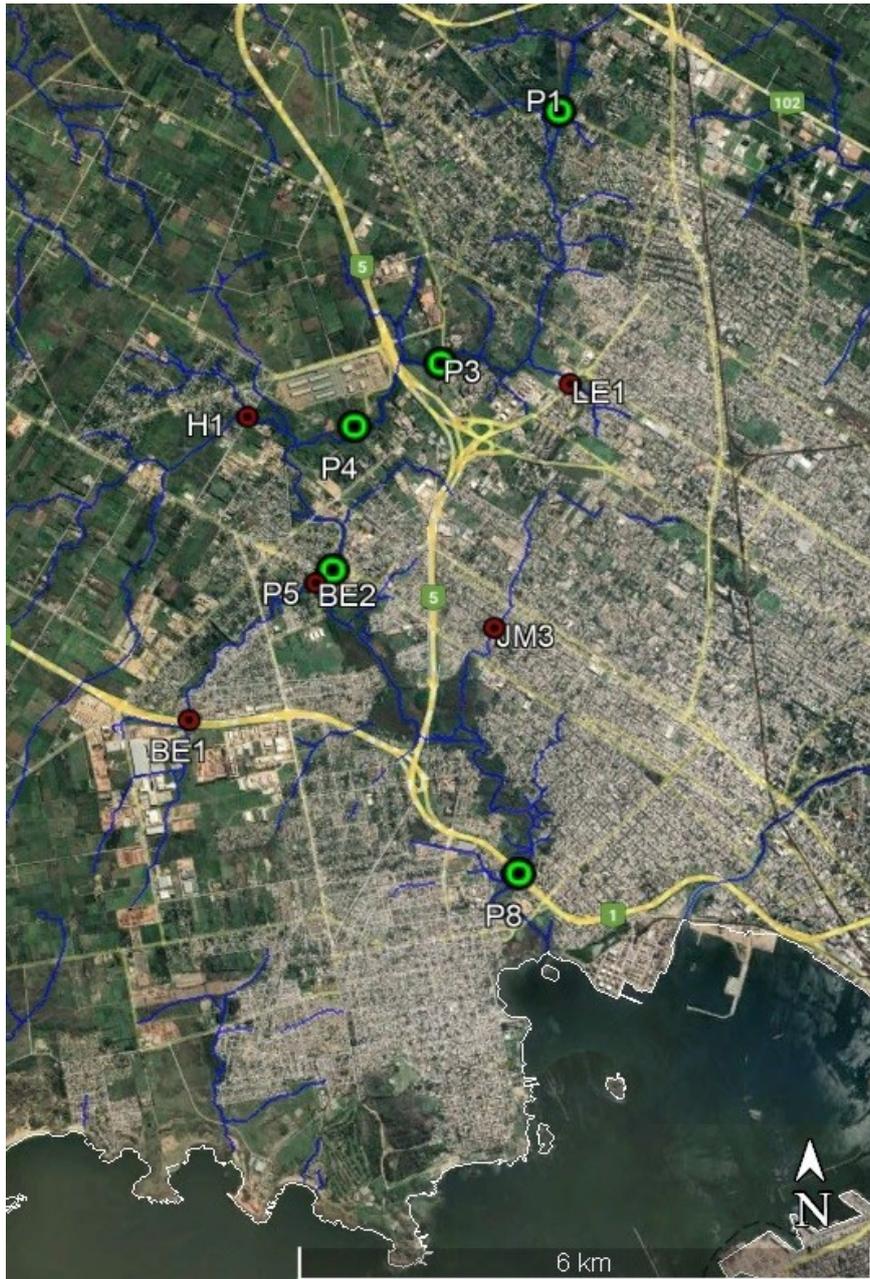


Figura 5.2.1. Estaciones de monitoreo del A° Pantanoso y tributarios. Fuente Google Earth®

Estaciones de monitoreo ubicadas en el curso principal:

P1: Cno. Colman

P3: Cno. Melilla

P4: Cno. De la Granja

P5: Av. Luis Batlle Berres

P8: Accesos a Montevideo

Estaciones en tributarios:

LE1: Cañada Lecocq y Cno. Lecocq

BE1: Cañada Bellaca y Ruta N°1

BE2: Cañada Bellaca y Calle Martín Artigas

H1: Afluente margen derecha y Cno. de la Higuierita

JM3 (\*): Rambla Costanera de la Cañada Jesús María y Carlos de la Vega

(\*) Sustituye a la estación JM2 ubicada sobre Av. Luis Batlle Berrres, por falta de accesibilidad y condiciones de seguridad para los muestreadores.

## Análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

En la Tabla 5.2.1 se muestran los valores de oxígeno disuelto (OD), demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>), fósforo total (PT), nitrógeno total (NT), amoníaco libre (NH<sub>3</sub>), tensoactivos aniónicos, coliformes fecales (Cf), cromo (Cr) y plomo (Pb) para todas las estaciones de la cuenca. En color verde se indican aquellas concentraciones que cumplen con la normativa nacional vigente (Decreto 253/79 y modificaciones posteriores) e internacional de referencia (USEPA, 2016). En color rojo se indican los incumplimientos para ambas normativas.

Tabla 5.2.1. Conc. de OD, DBO<sub>5</sub>, PT, NT, NH<sub>3</sub>, Cf, Tensoactivos y metales del A° Pantanoso (2023).

Estación de Muestreo	Fecha de Muestreo	OD (mg/L)	DBO <sub>5</sub> (mg/L)	Fósforo Total (mg/L P)	Nitrógeno Total (mg/L N)	Amoníaco Libre (mg/L N)	Tensoactivos (mg/L de LAS PM:318 g/mol)	Coliformes Fecales (ufc/100mL)	Cromo (mg/L)	Plomo (mg/L)
P1	14/03/2023	0,13	17	4,94	24,3	0,72	0,29	1,5E+05	< 0,005	< 0,020
	10/05/2023	0,11	107	3,72	31,9	0,35	3,82	2,3E+06	0,005	< 0,020
	27/12/2023	3,46	4	2,11	11,4	0,12	0,28	2,8E+04	0,006	< 0,020
P3	14/03/2023	0,11	15	3,66	15,1	0,43	0,20	6,7E+05	< 0,005	< 0,020
	10/05/2023	0,20	10	2,50	15,3	0,14	1,08	3,8E+05	< 0,005	< 0,020
	27/12/2023	0,20	8	2,11	15,0	0,20	0,88	6,5E+05	< 0,005	< 0,020
P4	14/03/2023	2,64	4	3,05	14,9	0,54	0,09	4,5E+03	< 0,005	< 0,020
	10/05/2023	3,78	7	2,63	15,7	0,23	0,58	6,2E+03	0,005	< 0,020
	27/12/2023	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P5	14/03/2023	2,58	4	4,45	15,1	0,57	< 0,05	6,4E+03	< 0,005	< 0,020
	10/05/2023	4,63	3	8,53	12,8	0,19	0,35	2,0E+02	< 0,005	< 0,020
	27/12/2023	2,35	5	5,01	10,1	0,15	0,17	1,7E+04	< 0,005	< 0,020
P8	14/03/2023	0,12	46	2,86	15,6	0,23	0,39	4,2E+04	< 0,005	< 0,020
	10/05/2023	0,25	52	3,84	23,9	0,29	1,85	1,4E+06	0,022	< 0,020
	27/12/2023	0,05	40	2,95	19,7	0,27	1,73	2,5E+06	0,011	< 0,020

En prácticamente todas las muestras del año 2023 se registraron concentraciones de oxígeno disuelto, fósforo total, nitrógeno total, amoníaco libre y coliformes fecales que no cumplen con los límites de las normativas de referencia.

Se detectaron valores de DBO<sub>5</sub> y tensoactivos aniónicos acordes a la normativa de referencia en algunos muestreos, mientras que los valores de metales analizados (cromo y plomo), estuvieron por debajo de los límites de la norma nacional vigente.

A continuación se evalúa la evolución de la calidad del agua mediante el índice ISCA desde el año 2005 al 2023 (Tabla 5.2.2).

Tabla 5.2.2 Índice ISCA período 2005 – 2023

Estación de Muestreo	ISCA 2005	ISCA 2006	ISCA 2007	ISCA 2008	ISCA 2009	ISCA 2010	ISCA 2011	ISCA 2012	ISCA 2013	ISCA 2014	ISCA 2015	ISCA 2016	ISCA 2017	ISCA 2018	ISCA 2019	ISCA 2020	ISCA 2021	ISCA 2022	ISCA 2023
P1	58	56	62	52	45	53	26	41	46	50	41	53	53	49	49	39	41	56	42
P3	50	50	48	49	47	54	45	45	49	47	46	47	50	49	45	51	51	54	44
P4	50	48	48	41	41	48	40	43	45	47	45	41	47	47	43	54	50	50	53
P5	48	43	38	43	42	41	32	35	39	40	38	49	50	48	42	60	53	50	47
P8	25	25	33	45	41	47	34	39	39	37	38	38	36	35	39	40	39	42	32

Actividad Característica	ISCA	Propiedades del Agua	Color de Referencia
Abastecimiento	86 - 100	Aguas de Montaña	
Balneario	76 - 85	Aguas Claras	
Pesca	61 - 75	Aguas Medias	
Náutica	46 - 60	Aguas Brutas	
Riego	31 - 45	Aguas Deterioradas	
Riego Forestal	16 - 30	Agua Residual Diluida	
Condición Peligrosa	0 - 15	Agua Residual	

Durante el año 2023 se produjo un deterioro en el índice ISCA en las estaciones P1 y P3 pasando ambas a Categoría de Aguas Deterioradas. Las demás estaciones se mantuvieron en las categorías del año anterior.

### Tributarios del Arroyo Pantanoso

Durante el año 2023 se registraron incumplimientos para varios de los parámetros estudiados en las estaciones de monitoreo (valores en rojo de la Tabla 5.2.3).

Tabla 5.2.3. Concentraciones de OD, DBO<sub>5</sub>, PT, NT, NH<sub>3</sub>, y Cf. Tributarios Aº Pantanoso (2023)

	Estación de Muestreo	Fecha de Muestreo	OD (mg/L)	DBO <sub>5</sub> (mg/L)	Fósforo Total (mg/L P)	Nitrógeno Total (mg/L N)	Amoníaco Libre (mg/L N)	Coliformes Fecales (ufc/100mL)
Cañada Bellaca	BE1	25/01/2023	2,36	3	0,46	3,9	0,012	1,7E+03
		27/09/2023	11,59	10	2,40	4,9	0,006	4,0E+02
	BE2	25/01/2023	4,48	5	1,06	2,2	0,031	7,0E+02
		27/09/2023	4,60	6	1,44	8,1	0,018	2,0E+03
Cañada de la Higuera	H1	25/01/2023	0,99	12	1,70	4,2	0,011	3,4E+03
		27/09/2023	7,79	17	3,26	13,5	0,029	2,0E+03
Cañada Lecocq	LE1	25/01/2023	3,90	10	1,22	5,7	0,187	2,8E+05
		27/09/2023	0,84	55	6,10	47,7	0,817	7,9E+04
Cañada Jesús María	JM3	25/01/2023	12,86	3	0,65	2,8	0,218	3,8E+04
		27/09/2023	15,75	7	0,93	8,6	0,097	2,0E+02

De la tabla anterior se puede observar:

- La estación LE1 presenta valores de incumplimiento para todos los muestreos en todos los parámetros.
- Valores de fósforo total y nitrógeno total que superan los límites de las normativas nacionales e internacionales.
- Valores de DBO<sub>5</sub> que cumplen con los límites nacionales en las cañadas Bellaca y J. María.

### 5.3 ARROYO LAS PIEDRAS

En el Arroyo Las Piedras, se monitorearon cinco estaciones de muestreo. En la figura 5.3.1 se muestra la ubicación de las mismas.

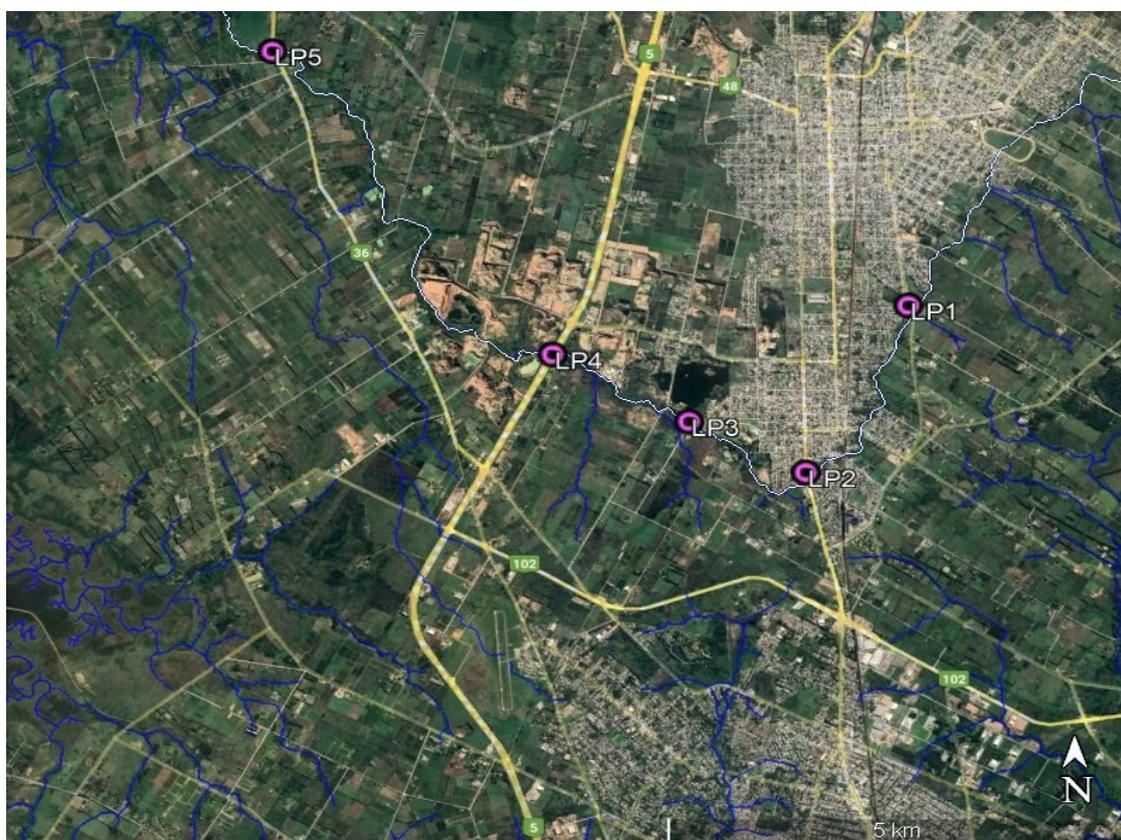


Figura 5.3.1. Estaciones de monitoreo del A° Las Piedras. Fuente Google Earth®

Estaciones en el curso principal

LP1: Cno. Julio Sosa

LP2: Av. Cesar Mayo Gutiérrez

LP3: Cno. El Cuarteador

LP4: Ruta N° 5

LP5: Ruta N° 36 – Cno. Melilla

#### **Análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos**

En la Tabla 5.3.1 se muestran los valores de oxígeno disuelto (OD), demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>), fósforo total (PT), nitrógeno total (NT), amoníaco libre (NH<sub>3</sub>), coliformes fecales (Cf), tensoactivos aniónicos y metales (Cr) y (Pb).

En color verde se indican aquellas concentraciones que cumplen con la normativa nacional vigente (Decreto 253/79 y modificaciones posteriores) e internacional de referencia (USEPA, 2016). En color rojo se indican los incumplimientos para ambas normativas.

Tabla 5.3.1. Conc. de OD, DBO<sub>5</sub>, PT, NT, NH<sub>3</sub>, Cf, Tensoactivos y metales de A° Las Piedras 2023 -2024

Estación de Muestreo	Fecha de Muestreo	OD (mg/L)	DBO <sub>5</sub> (mg/L)	Fósforo Total (mg/L P)	Nitrógeno Total (mg/L N)	Amoníaco Libre (mg/L N)	Tensoactivos (mg/L de LAS PM:318 g/mol)	Coliformes Fecales (ufc/100mL)	Cromo (mg/L)	Plomo (mg/L)
LP1	15/03/2023	2,67	3	1,83	14,2	0,257	< 0,05	3,8E+03	< 0,005	< 0,020
	20/06/2023	5,99	3	0,79	12,2	0,109	0,42	5,2E+03	< 0,010	< 0,020
	10/01/2024	7,35	8	2,43	9,4	0,424	0,43	7,2E+03	< 0,005	< 0,020
LP2	15/03/2023	1,76	10	2,26	12,5	0,393	0,14	2,3E+05	< 0,005	< 0,020
	20/06/2023	3,78	9	1,22	14,3	0,124	1,10	7,2E+04	< 0,010	< 0,020
	10/01/2024	0,08	22	2,86	11,4	0,227	1,35	2,2E+06	< 0,005	< 0,020
LP3	15/03/2023	0,10	19	4,26	18,5	0,652	0,16	4,2E+05	< 0,005	< 0,020
	20/06/2023	4,17	6	1,78	13,5	0,199	0,99	3,1E+04	< 0,010	< 0,020
	10/01/2024	1,16	10	3,83	17,1	0,508	1,04	4,4E+05	< 0,005	< 0,020
LP4	15/03/2023	1,73	15	3,23	18,5	0,869	0,06	5,6E+04	< 0,005	< 0,020
	20/06/2023	5,15	18	2,31	20,0	0,432	0,73	3,9E+05	< 0,010	0,030
	10/01/2024	2,39	6	3,67	14,3	0,554	0,52	2,9E+05	< 0,005	< 0,020
LP5	15/03/2023	5,20	7	2,49	27,2	0,606	< 0,05	1,1E+04	< 0,005	< 0,020
	20/06/2023	7,66	11	1,92	17,1	0,719	0,24	9,0E+04	0,010	< 0,020
	10/01/2024	4,84	2	3,12	11,2	0,423	0,32	1,5E+03	< 0,005	< 0,020

De la tabla 5.3.1 se puede observar:

- Algunos valores de oxígeno disuelto acordes a la normativa en LP1, LP4 y LP5, en el período estudiado.
- Valores de DBO<sub>5</sub> acordes a la normativa en LP1 durante todo el período. Para el resto de las estaciones se registraron algunos valores de cumplimiento y valores que superaron los límites de referencia.
- Concentraciones de PT, NT y NH<sub>3</sub> libre mayores a los límites de la normativa nacional e internacional de referencia para todas las estaciones de monitoreo.
- Valores de tensoactivos aniónicos acordes a la normativa, salvo en LP2 y LP3.
- Valores puntuales de coliformes fecales mayores a los límites de la normativa en todas las estaciones (salvo LP5 en enero 2024).
- Valores de plomo y cromo acordes a los límites de la normativa en todas las estaciones de monitoreo en todo el período.

También se evalúa la evolución de la calidad del agua respecto a años anteriores mediante el índice ISCA. (En la Tabla 5.3.2 se muestra la evolución del índice ISCA desde el año 2005 al 2023-2024).

Tabla 5.3.2. Índice ISCA período 2005 – 2023-2024

Estación de Muestreo	ISCA 2005	ISCA 2006	ISCA 2007	ISCA 2008	ISCA 2009	ISCA 2010	ISCA 2011	ISCA 2012	ISCA 2013	ISCA 2014	ISCA 2015	ISCA 2016	ISCA 2017	ISCA 2018	ISCA 2019	ISCA 2020	ISCA 2021	ISCA 2022	ISCA 2023 - 24
LP1	71	74	69	72	68	67	65	70	66	72	69	66	64	60	63	59	59	63	53
LP2	59	71	59	51	58	59	55	65	60	68	61	62	61	56	56	53	54	52	46
LP3	54	56	55	60	60	69	61	65	64	69	59	56	59	53	57	51	49	54	44
LP4	44	31	38	51	55	61	60	62	61	66	59	58	61	55	55	52	50	52	37
LP5	62	63	54	54	53	63	61	63	61	69	67	64	61	60	63	60	59	63	54

Actividad Característica	ISCA	Propiedades del Agua	Color de Referencia
Abastecimiento	86 - 100	Aguas de Montaña	
Balneario	76 - 85	Aguas Claras	
Pesca	61 - 75	Aguas Medias	
Náutica	46 - 60	Aguas Brutas	
Riego	31 - 45	Aguas Deterioradas	
Riego Forestal	16 - 30	Agua Residual Diluida	
Condición Peligrosa	0 - 15	Agua Residual	

Se puede observar que LP2 es la única estación que se mantuvo en la misma categoría del año anterior. Para el resto de las estaciones se observó un deterioro en la calidad de las aguas respecto al índice ISCA.

## 5.4 CUENCA DEL ARROYO CARRASCO Y TRIBUTARIOS

En esta cuenca se estudia la calidad del agua de los arroyos Carrasco, Toledo, Manga, y Juan Díaz, así como las cañadas Chacarita de los Padres y Canteras.

Estaciones de muestreo:

- CA1: Arroyo Carrasco - Cno. Carrasco
- CA3: Arroyo Carrasco - Av. Italia
- CDCH: Cañada Chacarita de los Padres – Av. Punta de Rieles
- MN2: Arroyo Manga – Puente de OSE
- TO2: Arroyo Toledo – Puente de OSE

Tributarios menores:

- T1: Arroyo Toledo y Av. de las Instrucciones.
- T2: Arroyo Toledo y Cno. Al Paso del Andaluz.
- T3: Arroyo Toledo y Cno. Melchor de Viana.
- TO1: Arroyo Toledo y Ruta N° 102.
- MN1: Arroyo Manga y Ruta N° 8.
- CDCN 1: Cañada de las Canteras, sobre el puente de la calle Felipe Cardozo
- CDCN2: Cañada de las Canteras, sobre el puente de la calle Oncativo
- CDCN4: Cañada de las Canteras dentro del barrio privado San Nicolás
- Lix-JD1: A° Juan Díaz y Cno. Colastiné detrás del predio de la Usina 8
- JD3: A° Juan Díaz y camino paralelo a Colastiné, antes de llegar a Susana Pintos
- AS1 (en el mapa figura MSA): Cañada Chacarita de los Padres y Susana Pintos

En la figura 5.4.1 se muestra la ubicación de las estaciones de muestreo que incluye el Programa de Monitoreo.

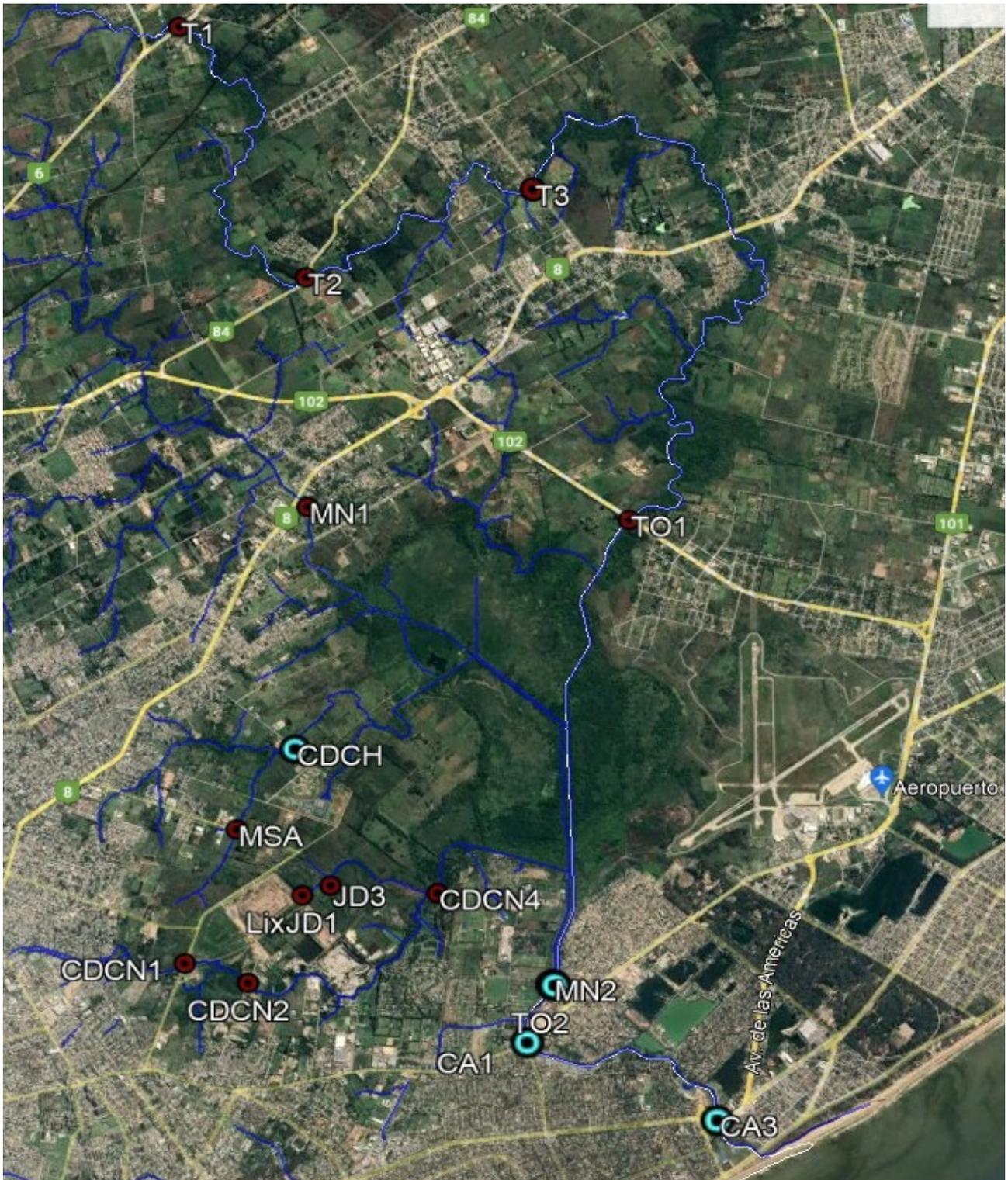


Figura 5.4.1. Estaciones de monitoreo de la Cuenca A° Carrasco. Fuente Google Earth®

### Análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

En la Tabla 5.4.1 se muestran los valores de oxígeno disuelto (OD), demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>), fósforo total (PT), nitrógeno total (NT), amoníaco libre (NH<sub>3</sub>), coliformes fecales, tensoactivos aniónicos, cromo (Cr) y plomo (Pb) del año 2023-2024, del arroyo Carrasco, tramos

inferiores de arroyos Manga - Toledo y Cañada Chacarita de los Padres.

En color verde se indican aquellas concentraciones que cumplen con la normativa nacional vigente (Decreto 253/79 y modificaciones posteriores) e internacional de referencia (USEPA, 2016). En color rojo se indican los incumplimientos para ambas normativas.

Tabla 5.4.1. Concentraciones de OD, DBO<sub>5</sub>, PT, NT, NH<sub>3</sub>, Cf, Tensoactivos y metales Cuenca del A<sup>o</sup> Carrasco 2023 - 2024.

	Estación de Muestreo	Fecha de Muestreo	OD (mg/L)	DBO <sub>5</sub> (mg/L)	Fósforo Total (mg/L P)	Nitrógeno Total (mg/L N)	Amoníaco Libre (mg/L)	Tensoactivos (mg/L de LAS PM:318 g/mol)	Coliformes Fecales (ufc/100mL)	Cromo (mg/L)	Plomo (mg/L)
Arroyo Carrasco	CA1	01/03/2023	0,14	18	2,90	23,8	0,205	0,72	3,3E+05	< 0,005	< 0,020
		13/06/2023	1,35	5	1,72	9,1	0,030	0,66	2,2E+05	< 0,010	0,060
		02/01/2024	0,50	7	2,40	7,7	0,090	0,68	2,4E+05	< 0,005	< 0,020
	CA3	01/03/2023	0,11	12	2,60	32,4	0,133	0,49	1,1E+05	< 0,005	< 0,020
		13/06/2023	1,28	2	1,70	6,2	0,030	0,50	4,4E+04	0,020	0,040
		02/01/2024	1,72	6	1,95	9,6	0,093	0,30	9,5E+04	< 0,005	< 0,020
Arroyo Manga	MN2	01/03/2023	0,48	5	2,74	35,1	0,214	0,46	8,4E+02	< 0,005	< 0,020
		13/06/2023	1,16	8	1,43	11,7	0,047	0,56	2,5E+03	< 0,010	< 0,020
		02/01/2024	1,78	2	2,70	9,5	0,145	0,24	2,4E+02	< 0,005	< 0,020
Arroyo Toledo	TO2	01/03/2023	0,10	31	3,33	35,3	0,178	1,21	7,9E+05	< 0,005	< 0,020
		13/06/2023	1,67	8	1,18	4,5	0,019	0,52	1,6E+05	< 0,010	< 0,020
		02/01/2024	0,04	19	2,52	8,5	0,048	0,63	5,5E+05	< 0,005	< 0,020
Cañada Chacarita	CDCH	01/03/2023	0,07	63	2,70	39,2	0,315	2,09	2,2E+06	0,016	< 0,020
		13/06/2023	0,41	91	2,60	20,7	0,147	1,86	1,5E+06	< 0,010	< 0,020
		02/01/2024	1,00	26	2,18	14,5	0,303	1,37	1,5E+06	< 0,005	< 0,020

En la tabla 5.4.1 se incluyeron los muestreos realizados en año 2023 y el primer muestreo del año 2024. De la misma se observa:

- En la estación CDCH salvo los metales plomo y cromo, todos los demás parámetros presentan valores de incumplimiento
- Valores de oxígeno disuelto, fósforo total, nitrógeno total, amoníaco libre y coliformes fecales que no cumplen con los límites de las normativas vigentes, en prácticamente todos los muestreos
- Valores de tensoactivos aniónicos menores del límite reglamentario en las estaciones de los arroyos Carrasco y Manga
- Valores de metales pesados acordes a la normativa en prácticamente todas las estaciones monitoreadas

Se evalúa además la evolución de la calidad del agua respecto a años anteriores mediante el índice ISCA. En la Tabla 5.4.2 se muestra la evolución del índice ISCA desde el año 2005 al 2023-24.

Tabla 5.4.2. Evolución del índice ISCA desde el año 2005 al 2023-24

Estación de Muestreo	ISCA 2005	ISCA 2006	ISCA 2007	ISCA 2008	ISCA 2009	ISCA 2010	ISCA 2011	ISCA 2012	ISCA 2013	ISCA 2014	ISCA 2015	ISCA 2016	ISCA 2017	ISCA 2018	ISCA 2019	ISCA 2020	ISCA 2021	ISCA 2022	ISCA 2023-24
CA1	60	54	57	51	52	54	51	51	52	56	52	53	54	56	57	47	50	57	46
CA3	48	49	53	50	48	51	55	44	51	57	49	53	54	50	54	36	45	53	46
MN2	58	55	55	53	52	54	49	48	49	55	51	53	52	56	57	50	53	58	49
TO2	57	52	58	57	48	53	54	52	53	58	54	54	56	55	57	48	50	57	45
CDCH	49	46	42	47	46	50	53	49	49	56	47	40	54	47	54	42	52	34	38

Actividad Característica	ISCA	Propiedades del Agua	Color de Referencia
Abastecimiento	86 - 100	Aguas de Montaña	
Balneario	76 - 85	Aguas Claras	
Pesca	61 - 75	Aguas Medias	
Náutica	46 - 60	Aguas Brutas	
Riego	31 - 45	Aguas Deterioradas	
Riego Forestal	16 - 30	Agua Residual Diluida	
Condición Peligrosa	0 - 15	Agua Residual	

En la tabla 5.4.2 se puede observar que sólo la estación TO2 cambia de Aguas Brutas a Agua Deteriorada. Las demás estaciones se mantienen en la misma categoría del año 2022.

### Tributarios del Arroyo Carrasco

En cuanto a los tributarios de la cuenca se observa durante todo el año 2023 incumplimientos para varios parámetros estudiados en las estaciones de monitoreo (valores en rojo de la Tabla 5.4.3)

Tabla 5.4.3. Conc. de OD, DBO<sub>5</sub>, PT, NT, NH<sub>3</sub>, Cf, y metales en tributarios Cuenca A° Carrasco (2023).

	Estación de Muestreo	Fecha de Muestreo	OD (mg/L)	DBO <sub>5</sub> (mg/L)	Fósforo Total (mg/L P)	Nitrógeno Total (mg/L N)	Amoníaco Libre (mg/L N)	Coliformes Fecales (ufc/100mL)	Cromo (mg/L)	Plomo (mg/L)
Arroyo Toledo	T1	12/04/23	-	-	-	-	-	-	-	-
		29/11/23	3,80	3	1,02	5,0	0,065	4,0E+02	-	-
	T2	12/04/23	3,71	1	1,23	1,1	0,008	7,2E+02	-	-
		29/11/23	3,98	2	1,96	2,7	0,014	2,2E+02	-	-
	T3	12/04/23	5,56	2	0,96	2,0	0,015	1,3E+03	-	-
		29/11/23	6,76	2	1,60	1,9	0,018	2,6E+03	-	-
TO1	12/04/23	4,23	2	0,97	2,0	0,013	1,3E+03	-	-	
	29/11/23	4,65	3	1,60	3,2	0,022	1,1E+03	-	-	
Arroyo Manga	MN1	12/04/23	-	-	-	-	-	-	-	-
		29/11/23	4,57	5	2,09	6,8	0,122	6,1E+03	-	-
Cañada Canteras	CDCN1	06/06/2023	2,79	12	1,20	4,6	0,031	1,0E+04	< 0,005	< 0,020
		15/11/2023	1,38	13	1,69	7,3	0,052	1,3E+04	< 0,005	< 0,020
	CDCN2	06/06/2023	5,83	3	1,22	8,5	0,182	3,0E+03	< 0,005	< 0,020
		15/11/2023	3,90	8	2,14	12,8	0,290	2,6E+04	< 0,005	< 0,020
	CDCN4	06/06/2023	4,78	8	1,37	7,7	0,027	1,3E+05	< 0,005	< 0,020
		15/11/2023	2,78	4	2,06	10,7	0,011	1,3E+03	0,026	0,056
Arroyo Juan Díaz	Lix-JD1	06/06/2023	0,19	110	11,2	480	29,4	1,1E+04	0,80	< 0,020
		15/11/2023	3,40	9	0,89	15,5	0,027	4,8E+02	< 0,005	< 0,020
	JD3 (AS2)	06/06/2023	6,36	26	4,02	280	12,8	3,0E+03	0,30	< 0,020
		15/11/2023	-	-	-	-	-	-	-	-
Cañada Chacarita	MSA (AS1)	06/06/2023	-	-	-	-	-	-	-	-
		15/11/2023	-	-	-	-	-	-	-	-

De la Tabla anterior se destaca:

- En prácticamente todas las estaciones de monitoreo se superan los límites para fósforo y nitrógeno total durante el año 2023, registrándose las concentraciones más elevadas en las estaciones ubicadas sobre el A° Juan Díaz.

- Los valores de DBO<sub>5</sub> en las estaciones del tramo superior de los arroyos Toledo y Manga, son menores a 10 mg/L. En el caso de las estaciones de la Cañada Canteras CDCN2 y CDCN4 también se registran valores de DBO<sub>5</sub> acordes a la normativa.
- Se analizaron metales (cromo y plomo) en las estaciones ubicadas en el área de influencia del Sitio de Disposición Final de Residuos Sólidos, detectándose algunas concentraciones superiores al límite máximo de la normativa nacional.
- No se cuenta con valores para algunas estaciones, debido al bajo caudal que presentaron los cursos durante el año 2023

## 5.5 ARROYO SAN GREGORIO, ARROYO MELILLA Y AFLUENTES

Los arroyos San Gregorio y Melilla son tributarios del Río Santa Lucía, y en su cuenca están asentadas algunas industrias y establecimientos agropecuarios que realizan vertidos directos a estos cursos de agua o a algún afluente de ellos. Para evaluar la calidad de sus aguas así como la de sus principales afluentes, se realizan dos campañas de monitoreo anuales, en las estaciones que se muestran en la figura 5.5.1.

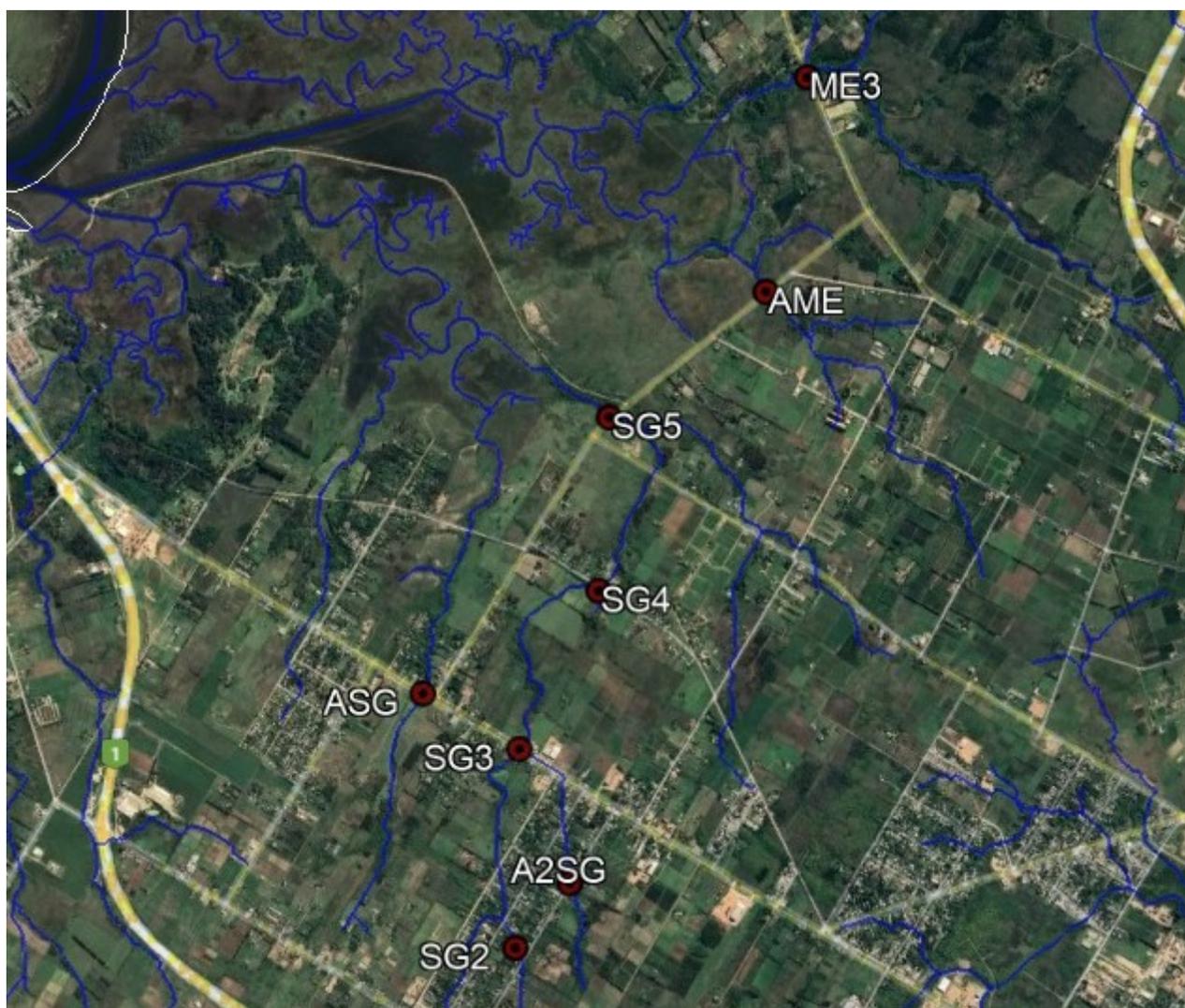


Figura 5.5.1. Estaciones de monitoreo A° San Gregorio – A° Melilla y afluentes. Fuente Google Earth®

Estaciones de monitoreo:

- SG2: A° San Gregorio y calle Mario R. Pérez (entre Cno. Anaya y Lomas de Zamora)
- SG3: A° San Gregorio y Av. Luis Batlle Berres
- SG4: A° San Gregorio y calle del Tranvía a la Barra (cont. Cno. del Tapir)
- SG5: A° San Gregorio y Cno. Los Camalotes (entre Cno. Luis E. Pérez y Av. de los Deportes)
- ASG: Afluente del A° San Gregorio y Av. Luis Batlle Berres
- A2SG: Afluente del A° San Gregorio y Cno. Anaya (esq. calle Mauricio Llamas)
- ME3: Arroyo Melilla y Cno. La Redención
- AME: Afluente del Arroyo Melilla y Cno. Los Camalotes

En la Tabla 5.5.1 en color verde se indican aquellas concentraciones que cumplen con la normativa nacional vigente (Decreto 253/79 y modificaciones posteriores) e internacional de referencia (USEPA, 2016). En color rojo se indican los incumplimientos para ambas normativas.

Tabla 5.5.1. Concentraciones de OD, DBO<sub>5</sub>, PT, NT, NH<sub>3</sub>, Cf. A° San Gregorio-A° Melilla y tributarios (2023)

	Estación de Muestreo	Fecha de Muestreo	OD (mg/L)	DBO <sub>5</sub> (mg/L)	Fósforo Total (mg/L P)	Nitrógeno Total (mg/L N)	Amoníaco Libre (mg/L N)	Coliformes Fecales (ufc/100mL)
Arroyo San Gregorio y afluentes	SG2	19/04/2023	0,12	35	1,77	108	2,22	4,8E+04
		18/10/2023	7,83	29	1,09	92	4,40	2,0E+03
	SG3	19/04/2023	1,23	26	1,16	87	1,49	1,0E+05
		18/10/2023	0,73	15	0,63	75	1,65	3,5E+04
	SG4	19/04/2023	5,22	10	0,87	67	1,22	1,3E+04
		18/10/2023	6,75	30	0,88	49	1,02	1,0E+03
	SG5	19/04/2023	1,73	2	0,67	31	0,39	6,0E+02
		18/10/2023	4,98	8	1,17	41	0,93	4,6E+02
	ASG	19/04/2023	5,40	6	0,87	0,9	0,002	7,0E+02
		18/10/2023	2,15	3	0,18	1,5	0,004	6,7E+01
A2SG	19/04/2023	7,27	6	0,34	1,4	0,004	1,0E+03	
	18/10/2023	-	-	-	-	-	-	
Arroyo Melilla y Afluente	ME3	19/04/2023	-	-	-	-	-	-
		18/10/2023	3,13	1	0,20	1,1	0,002	1,6E+02
	AME	19/04/2023	4,02	2	0,15	1,0	0,001	1,4E+02
		18/10/2023	6,78	2	0,16	1,1	0,003	1,2E+03

De la Tabla anterior se destaca:

- Las concentraciones detectadas sobre el arroyo San Gregorio, no cumplen con la normativa nacional e internacional para los parámetros: PT, NT, y NH<sub>3</sub> libre, en todos los muestreos del año 2023. Los demás parámetros fluctúan según el punto de muestreo.
- Para los afluentes del arroyo San Gregorio (ASG y A2SG) se registran valores acordes a la normativa para todos los parámetros, a excepción de OD en la campaña de octubre y fósforo total en ambos muestreos.

- En el arroyo Melilla y su afluente también se registran valores que cumplen con la normativa para los parámetros DBO<sub>5</sub>, nitrógeno total, amoníaco libre y coliformes fecales.

## 5.6 OTROS CURSOS MENORES

### 5.6.1 Tributarios del Río de la Plata Zona Este

#### 5.6.1.1 Arroyo Malvín

Se evalúa la calidad de las aguas del Arroyo Malvín, en el tramo comprendido entre las calles Isla de Gaspar y Avenida Estanislao López (Figura 5.6.1.1).

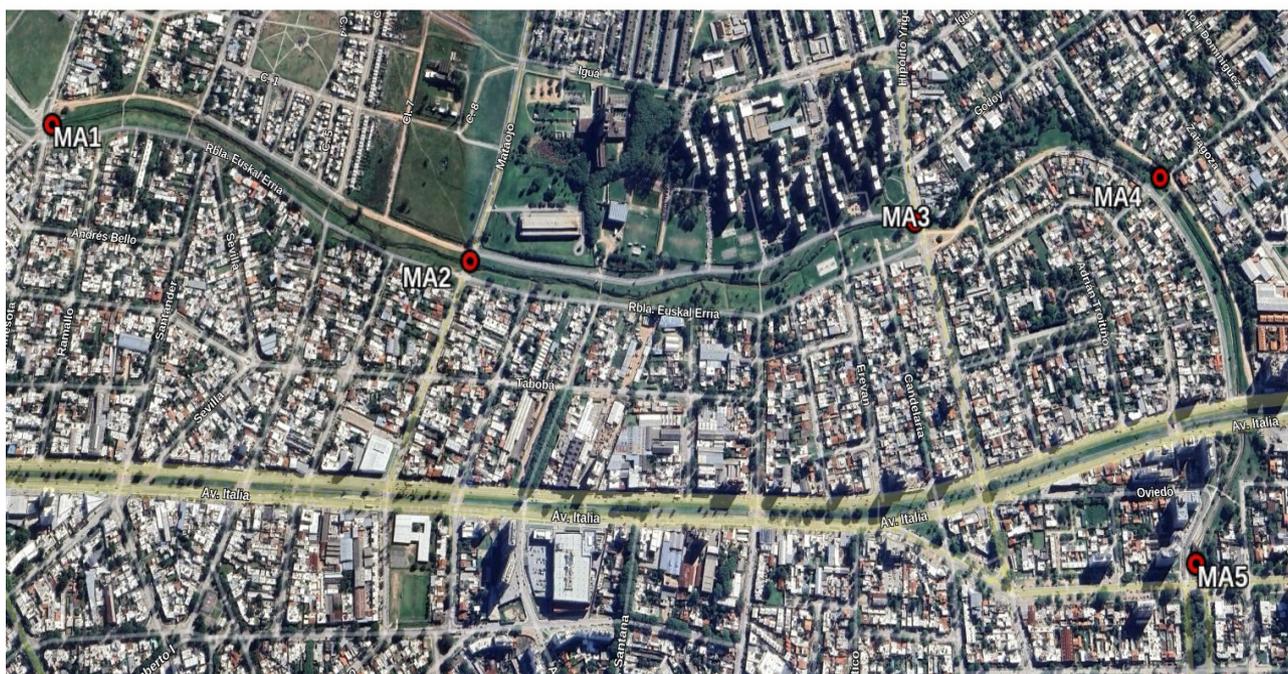


Figura 5.6.1.1. Estaciones de monitoreo del Arroyo Malvín. Fuente Google Earth®

#### Estaciones de muestreo

MA1: Aº Malvín e Isla de Gaspar

MA2: Aº Malvín y Mataojo

MA3: Aº Malvín e Hipólito Yrigoyen

MA4: Aº Malvín y Espuelitas

MA5: Aº Malvín y Av. Estanislao López

En la Tabla 5.6.1.1 se muestran en color verde aquellas concentraciones que cumplen con la normativa nacional vigente (Decreto 253/79 y modificaciones posteriores) e internacional de referencia (USEPA, 2016). En color rojo se indican los incumplimientos para ambas normativas.

Tabla 5.6.1.1. Concentraciones de OD, DBO<sub>5</sub>, PT, NT, NH<sub>3</sub>, Cf. A° Malvín (2023).

Estación de Muestreo	Fecha de Muestreo	OD (mg/L)	DBO <sub>5</sub> (mg/L)	Fósforo Total (mg/L P)	Nitrógeno Total (mg/L N)	Amoníaco Libre (mg/L N)	Coliformes Fecales (ufc/100mL)
MA1	21/03/2023	0,18	26	1,77	15	0,22	5,8E+06
	04/10/2023	0,24	71	2,55	17	0,07	2,7E+06
MA2	21/03/2023	6,58	2	0,67	8,1	0,14	8,2E+03
	04/10/2023	2,72	22	2,00	16	0,13	6,7E+05
MA3	21/03/2023	6,00	2	0,59	5,4	0,02	2,0E+03
	04/10/2023	0,16	67	3,11	32	0,18	4,7E+06
MA4	21/03/2023	5,38	4	0,50	6,0	0,09	9,3E+03
	04/10/2023	1,28	> 34	3,41	38	0,32	4,7E+06
MA5	21/03/2023	9,93	5	0,93	5,0	0,24	6,5E+03
	04/10/2023	5,39	> 38	2,95	34	0,81	2,8E+06

En el año 2023:

- La estación MA1 presentó valores de incumplimiento para todos los parámetros estudiados
- En la campaña de marzo se registraron valores acordes a la normativa para los parámetros OD y DBO<sub>5</sub> en todas las estaciones (salvo MA1)
- Para el resto de los parámetros se registraron valores que incumplen las normativas vigentes.

### 5.6.1.2 Arroyo Molino

El arroyo Molino es afluente del Lago Rivera y desemboca en la Playa Honda, (figura 5.6.1.2).

Estaciones de muestreo

- AMO1: Afluente Lago Rivera y Calle 6
- AMO2: Afluente Lago Rivera (entrada del Lago)
- MO1: A° Molino (salida del Lago)
- MO3: A° Molino y Volteadores
- MO5: A° Molino y Rambla O´Higgins

Durante el 2023 se realizaron 2 campañas de muestreo.

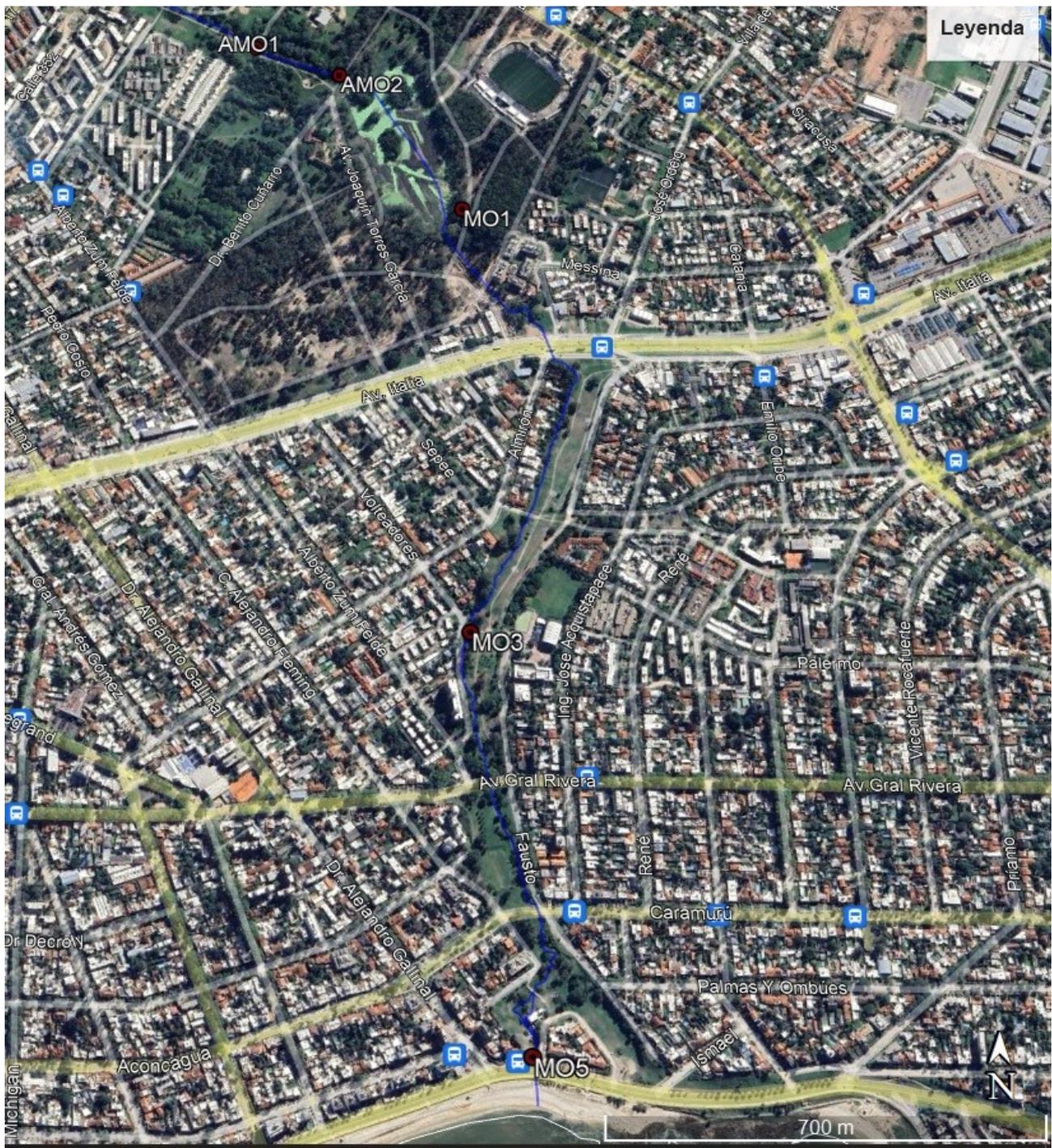


Figura 5.6.1.2. Estaciones de monitoreo del A° Molino. Fuente Google Earth®

En la Tabla 5.6.1.2 se muestran en color verde aquellas concentraciones que cumplen con la normativa nacional vigente (Decreto 253/79 y modificaciones posteriores) e internacional de referencia (USEPA, 2016). En color rojo se indican los incumplimientos para ambas normativas.

Tabla 5.6.1.2. Concentraciones de OD, DBO<sub>5</sub>, PT, NT, NH<sub>3</sub>, Cf. A<sup>o</sup> Molino y afluentes (2023)

Estación de Muestreo	Fecha de Muestreo	OD (mg/L)	DBO <sub>5</sub> (mg/L)	Fósforo Total (mg/L P)	Nitrógeno Total (mg/L N)	Amoníaco Libre (mg/L N)	Coliformes Fecales (ufc/100mL)
AMO1	16/02/2023	-	-	-	-	-	-
	10/10/2023	-	-	-	-	-	-
AMO2	16/02/2023	-	-	-	-	-	-
	10/10/2023	2,34	2	0,53	3,2	0,003	4,6E+02
MO1	16/02/2023	-	-	-	-	-	-
	10/10/2023	0,16	25	2,06	5,1	0,004	4,5E+02
MO3	16/02/2023	-	-	-	-	-	-
	10/10/2023	4,65	2	0,45	4,5	0,003	3,1E+02
MO5	16/02/2023	7,02	1	0,12	0,2	0,014	8,0E+01
	10/10/2023	9,06	2	0,44	4,3	0,014	4,6E+02

De la tabla anterior se puede observar:

- En la campaña de febrero sólo se pudo realizar el muestreo del punto MO5, en el resto de las estaciones no había caudal suficiente para realizar toma de muestra.
- Salvo para la estación MO1, para las demás estaciones los valores de DBO<sub>5</sub> registrados son acordes a los límites vigentes
- Los valores de fósforo y nitrógeno total superan los valores guía (salvo en MO5 en febrero)
- Los valores de amoníaco libre y coliformes totales registrados cumplen con los límites de la normativa vigente

### 5.6.2 Tributarios del Río de la Plata Zona Oeste: Cañadas de las playas del Oeste

Durante el año 2023 se realizaron 2 campañas de monitoreo en los puntos:

PB1: Cañada de las Pajas Blancas y Cno. Pajas Blancas

PB2: Desembocadura de Cda. de las Pajas Blancas en la Playa Pajas Blancas

YO: Cañada de las Yeguas y Cno. Burdeos

B: Cañada Bélgica, tributario de la Cañada Tala a la altura del Pasaje 19

S3: Cañada Tala y Pasaje Artigas Sur

En la figura 5.6.2.1 se muestra la ubicación de las estaciones que comprenden los tributarios del Río de la Plata, zona Oeste.

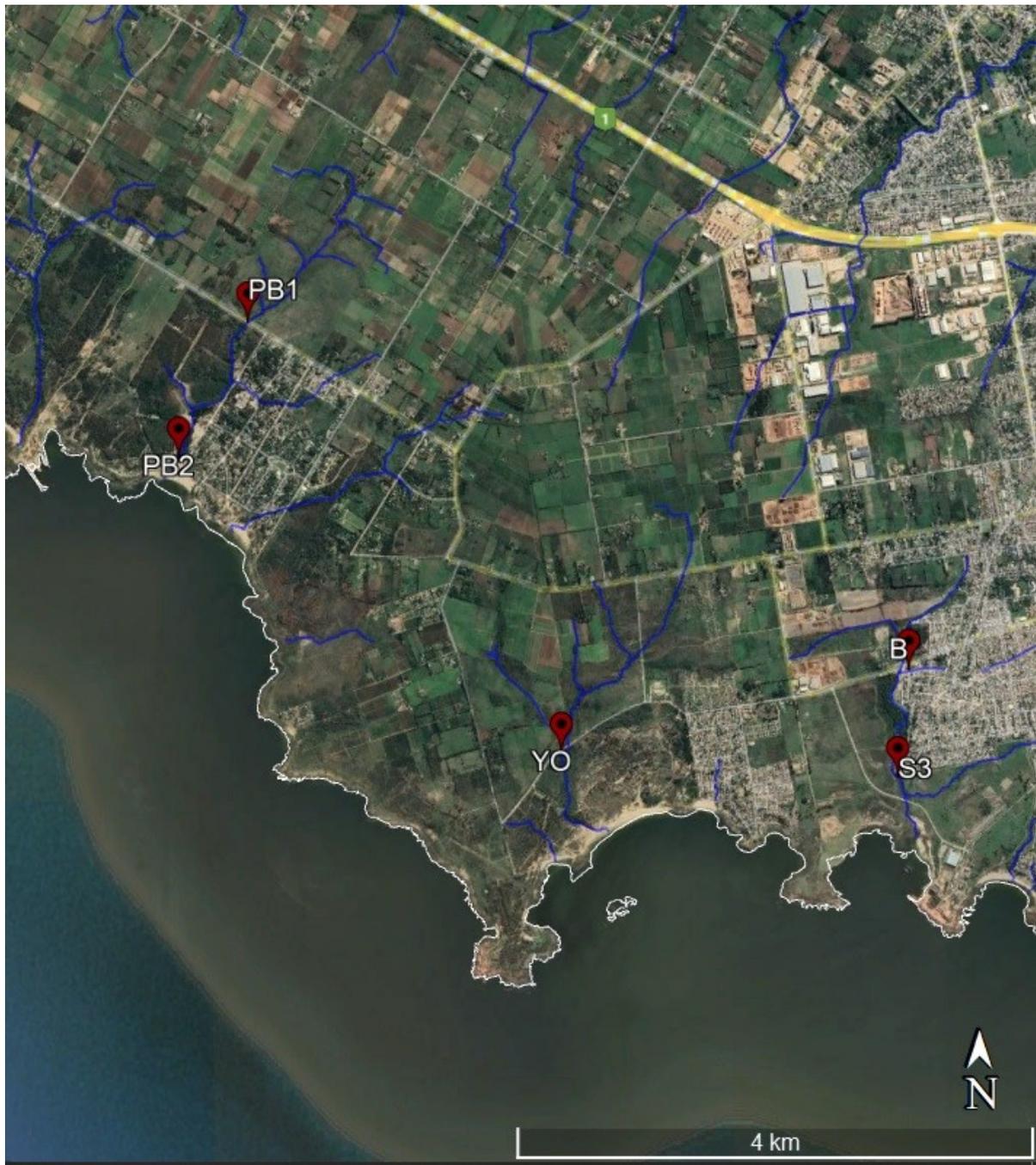


Figura 5.6.2.1. Estaciones de monitoreo de las cañadas de playas del Oeste. Fuente Google Earth®

En la Tabla 5.6.2.1 se muestran en color verde aquellas concentraciones que cumplen con la normativa nacional vigente (Decreto 253/79 y modificaciones posteriores) e internacional de referencia (USEPA, 2016). En color rojo se indican los incumplimientos para ambas normativas.

Tabla 5.6.2.1. Concentraciones de OD, DBO<sub>5</sub>, PT, NT, NH<sub>3</sub>, Cf. Cdas. Playas del Oeste (2023)

	Estación de Muestreo	Fecha de Muestreo	OD (mg/L)	DBO <sub>5</sub> (mg/L)	Fósforo Total (mg/L P)	Nitrógeno Total (mg/L N)	Amoníaco Libre (mg/L N)	Coliformes Fecales (ufc/100mL)
Cañada de las Pajas Blancas	PB1	11/01/2023	-	-	-	-	-	-
		20/09/2023	3,70	1	1,01	3,6	0,005	4,0E+01
	PB2	11/01/2023	2,27	2	1,04	2,7	0,006	6,0E+01
		20/09/2023	6,00	1	0,59	5,0	0,004	6,8E+02
Cañada Bélgica	B	11/01/2023	12,67	15	1,05	5,8	0,442	2,2E+04
		20/09/2023	15,00	3	0,67	5,3	0,546	3,0E+04
Cañada Playa Dellazoppa	S3	11/01/2023	-	-	-	-	-	-
		20/09/2023	7,42	8	1,34	8,7	0,113	4,0E+03
Cañada de las Yeguas	Y0	11/01/2023	-	-	-	-	-	-
		20/09/2023	-	-	-	-	-	-

- En la campaña de enero sólo se pudo realizar la toma de muestra en las estaciones PB2 y B, en las demás estaciones no había caudal suficiente.
- Los valores de DBO<sub>5</sub> registrados fueron acordes a la normativa vigente salvo en la campaña de enero para la estación B.
- Todos los valores de fósforo total y nitrógeno total incumplieron los límites de las normativas vigentes.
- La estación Y0, sobre la cañada de las Yeguas, no presentó caudal de agua suficiente como para realizar la toma de muestra en ninguna de las campañas de muestreo realizadas en el 2023.

## 5.7 BIOENSAYOS

### Arroyo Miguelete

Se realizaron determinaciones sobre los puntos M1, M5 y M8, en verano e invierno. Durante el año 2023 no fue posible realizar el ensayo de *Hydra* en muestras del arroyo Miguelete por problemas en su cultivo en el laboratorio. Los ensayos de *Daphnia* y *Vibrio* presentaron valores no tóxicos siguiendo la tendencia general de los últimos años.

Los resultados se presentan en la Tabla 6.7.1.

Tabla 6.7.1. Resultados de los bioensayos realizados en agua del arroyo Miguelete en el año 2023. Se indica mediana (mínimo – máximo) cuando el número de muestras es mayor que uno.

Sitios	Estación	<i>Daphnia</i> (UT)	<i>Vibrio</i> (UT)
M1	Verano	1,0	1,0 (1,0 – 1,0)
	Invierno	1,0	1,0
M5	Verano	1,0	1,0 (1,0 – 1,0)
	Invierno	1,0	1,0
M8	Verano	1,0	1,0 (1,0 – 1,0)
	Invierno	1,0	1,0

## Arroyo Pantanoso

Se realizaron determinaciones sobre los puntos P1, P5 y P8, en verano e invierno. En 2023 no fue posible realizar el ensayo de *Hydra* en muestras de invierno por problemas en su cultivo en el laboratorio. Al igual que en años anteriores, registrado por la serie histórica de monitoreo, el ensayo de *Hydra* es el que marca toxicidad para todos los sitios de muestreo.

Por otra parte, el ensayo de *Daphnia* mostró un resultado muy tóxico durante el invierno en P5, pero mantuvo resultados no tóxicos en los restantes sitios.

El ensayo de *Vibrio* presentó niveles que van desde no tóxico a muy tóxico dependiendo del sitio y la temporada, se destaca que los tres sitios relevados presentaron valores correspondientes a tóxico o muy tóxico en algún momento del año.

Los resultados de las muestras extraídas se presentan en la Tabla 6.7.2.

Tabla 6.7.2. Resultados de los bioensayos realizados en agua del arroyo Pantanoso en el año 2023. Se indica mediana (mínimo – máximo) cuando el número de muestras es mayor que uno.

Sitios	Estación	<i>Hydra</i> (UT)	<i>Daphnia</i> (UT)	<i>Vibrio</i> (UT)
P1	Verano	5,7	1,0 (1,0 – 1,0)	1,0 (1,0 – 1,0)
	Invierno	Sin dato	1,0	3,8
P5	Verano	5,7	1,0 (1,0 – 1,0)	1,0 (1,0 – 1,0)
	Invierno	Sin dato	16,0	14,0
P8	Verano	16,0	1,0	7,2 (1,2 – 13,3)
	Invierno	Sin dato	1,0	1,5

Como consideración general, el arroyo Pantanoso mantiene niveles importantes de toxicidad (efecto agudo) que se destacan en los resultados de *Hydra* pero no es exclusivo de la misma. La toxicidad ha sido variable en la serie histórica manteniéndose en niveles tóxicos o muy tóxicos para todo el registro de ensayos con *Hydra* y llegando a ser tóxico o muy tóxico también para los restantes ensayos.

## Arroyo Las Piedras

Se realizaron determinaciones sobre los puntos LP1, LP3 y LP5, en verano e invierno.

En 2023 no fue posible realizar el ensayo de *Hydra* en muestras de verano por problemas en su cultivo en el laboratorio. Se mantienen los resultados muy tóxicos en todos los sitios, siendo una condición permanente desde hace más de 5 años. Sin embargo, *Daphnia* y *Vibrio* mantienen valores predominantemente no tóxicos.

Dado que se conoce la mayor sensibilidad de *Hydra* a la contaminación derivada de la degradación de la materia orgánica, este factor se considera como principal responsable de la toxicidad observada.

Los resultados de las muestras extraídas para el arroyo Las Piedras en el año 2023 se presentan en la Tabla 6.7.3.

Tabla 6.7.3. Resultados de los bioensayos realizados en agua del arroyo Las Piedras en el año 2023. Se indica mediana (mínimo – máximo) cuando el número de muestras es mayor que uno.

Sitios	Estación	<i>Hydra</i> (UT)	<i>Daphnia</i> (UT)	<i>Vibrio</i> (UT)
LP1	Verano	Sin dato	1,0	1,0
	Invierno	5,7	1,0	1,0
LP3	Verano	Sin dato	1,2	1,0
	Invierno	7,3	1,0	1,0
LP5	Verano	Sin dato	1,0	1,0
	Invierno	16	1,0	1,0

### Cuenca del Arroyo Carrasco

Se realizaron determinaciones sobre los puntos CA3, MN2 y TO2, en verano e invierno.

En 2023 no fue posible realizar el ensayo de *Hydra* y *Daphnia* en muestras de verano para el arroyo Carrasco por problemas en su cultivo en el laboratorio.

En el ensayos de *Hydra* se obtuvieron valores levemente tóxicos similares a los registrados hasta 2019, luego de una tendencia de aumento de toxicidad registrada entre 2020 y 2022. Por otra parte, los ensayos de *D. magna* y *V. fischeri* mantienen niveles no tóxicos acordes a la serie histórica de los mismos.

La Tabla 6.7.4 muestra los resultados para los sitios relevados durante el año 2023.

Tabla 6.7.4. Resultados de los bioensayos realizados en agua del arroyo Carrasco en el año 2023. Se indica mediana (mínimo – máximo) cuando el número de muestras es mayor que uno.

Sitios	Estación	<i>Hydra</i> (UT)	<i>Daphnia</i> (UT)	<i>Vibrio</i> (UT)
CA3	Verano	Sin dato	Sin dato	1,0
	Invierno	1,2	1,0	1,0
MN2	Verano	Sin dato	Sin dato	1,0
	Invierno	1,2	1,0	1,0
TO2	Verano	Sin dato	Sin dato	1,0
	Invierno	1,2	1,0	1,0

Como evaluación general se destaca que el arroyo Pantanoso es el que presenta peores resultados de toxicidad que puede manifestarse en los tres organismos de ensayo utilizados. Luego el arroyo Las Piedras mantiene condiciones de toxicidad desde hace varios años para el ensayo de *Hydra*. Por último, los arroyos Miguelete y Carrasco presentan niveles de toxicidad leve o ausente que podrían considerarse una mejora importante si se mantiene en el tiempo.

Se debe tener en cuenta que en esta temporada no se pudo realizar el ensayo de *Hydra* para algunas muestras y eso no permitió realizar una evaluación más completa.

## 6 CONSIDERACIONES FINALES

La sequía ocurrida desde mediados del año 2022 y durante el 2023, tuvo un impacto importante a nivel país, afectando seriamente la mayoría de los cursos de agua. En Montevideo, algunas estaciones de muestreo comprendidas en el Programa de Monitoreo se quedaron sin agua, y otras presentaron bajos caudales respecto a años anteriores.

En la tabla 6.1 se puede observar que en el año 2023, todos los arroyos (Miguelete, Pantanoso, Carrasco y Las Piedras) presentaron una baja en la calidad de agua respecto al índice ISCA.

Tabla 6.1 Evolución del Índice ISCA en el período 2005 a 2023-2024

Estación de Muestreo		ISCA 2005	ISCA 2006	ISCA 2007	ISCA 2008	ISCA 2009	ISCA 2010	ISCA 2011	ISCA 2012	ISCA 2013	ISCA 2014	ISCA 2015	ISCA 2016	ISCA 2017	ISCA 2018	ISCA 2019	ISCA 2020	ISCA 2021	ISCA 2022	ISCA 2023
A° Miguelete	M1	69	66	69	60	56	59	55	50	60	66	52	59	63	58	54	50	61	59	53
	M2	64	62	61	58	50	57	60	57	61	61	52	58	60	56	59	57	58	54	52
	M5	59	64	61	59	56	59	59	52	55	58	54	55	60	66	61	60	63	64	58
	M6	59	63	61	61	54	61	58	46	55	59	57	58	61	65	67	63	64	67	60
	M8	55	51	55	45	45	56	50	50	55	55	54	54	51	56	55	33	49	48	38

Estación de Muestreo		ISCA 2005	ISCA 2006	ISCA 2007	ISCA 2008	ISCA 2009	ISCA 2010	ISCA 2011	ISCA 2012	ISCA 2013	ISCA 2014	ISCA 2015	ISCA 2016	ISCA 2017	ISCA 2018	ISCA 2019	ISCA 2020	ISCA 2021	ISCA 2022	ISCA 2023
A° Pantanoso	P1	58	56	62	52	45	53	26	41	46	50	41	53	49	49	39	41	56	42	
	P3	50	50	48	49	47	54	45	45	49	47	46	47	50	49	45	51	51	54	44
	P4	50	48	48	41	41	48	40	43	45	47	45	41	47	47	43	54	50	50	53
	P5	48	43	38	43	42	41	32	35	39	40	38	49	50	48	42	60	53	50	47
	P8	25	25	33	45	41	47	34	39	39	37	38	38	36	35	39	40	39	42	32

Estación de Muestreo		ISCA 2005	ISCA 2006	ISCA 2007	ISCA 2008	ISCA 2009	ISCA 2010	ISCA 2011	ISCA 2012	ISCA 2013	ISCA 2014	ISCA 2015	ISCA 2016	ISCA 2017	ISCA 2018	ISCA 2019	ISCA 2020	ISCA 2021	ISCA 2022	ISCA 2023 / 24
A° Las Piedras	LP1	71	74	69	72	68	67	65	70	66	72	69	66	64	60	63	59	59	63	53
	LP2	59	71	59	51	58	59	55	65	60	68	61	62	61	56	56	53	54	52	46
	LP3	54	56	55	60	60	69	61	65	64	69	59	56	59	53	57	51	49	54	44
	LP4	44	31	38	51	55	61	60	62	61	66	59	58	61	55	55	52	50	52	37
	LP5	62	63	54	54	53	63	61	63	61	69	67	64	61	60	63	60	59	63	54

Estación de Muestreo		ISCA 2005	ISCA 2006	ISCA 2007	ISCA 2008	ISCA 2009	ISCA 2010	ISCA 2011	ISCA 2012	ISCA 2013	ISCA 2014	ISCA 2015	ISCA 2016	ISCA 2017	ISCA 2018	ISCA 2019	ISCA 2020	ISCA 2021	ISCA 2022	ISCA 2023 / 24
Cuenca del A° Carrasco	CA1	60	54	57	51	52	54	51	51	52	56	52	53	54	56	57	47	50	57	46
	CA3	48	49	53	50	48	51	55	44	51	57	49	53	54	50	54	36	45	53	46
	MN2	58	55	55	53	52	54	49	48	49	55	51	53	52	56	57	50	53	58	49
	TO2	57	52	58	57	48	53	54	52	53	58	54	54	56	55	57	48	50	57	45
	CDCH	49	46	42	47	46	50	53	49	49	56	47	40	54	47	54	42	52	34	38

Esta disminución del índice es tal que al menos una estación por arroyo, cambia de categoría a una de menor calidad:

- ◆ A° Miguelete: Estaciones M5, M6 y M8
- ◆ A° Pantanoso: Estaciones P1 y P3
- ◆ A° Las Piedras: Estaciones LP1, LP3, LP4 y LP5
- ◆ Cuenca A° Carrasco: Estación TO2

Para el quinquenio 2021 – 2025, la Intendencia de Montevideo tiene definido 4 lineamientos estratégicos, que a su vez se traducen en 4 objetivos generales y 7 objetivos específicos <https://intranet.imm.gub.uy/planificacion-estrategica>

El lineamiento estratégico número 1 es AMBIENTE y el primer objetivo general es:

### **1.1: GESTIÓN AMBIENTAL INTEGRAL**

**Posicionar a Montevideo como ciudad referente en temas de sustentabilidad ambiental de forma integral, desarrollando una agenda de largo plazo contribuyendo en temas como los ecosistemas urbanos, el cambio climático y la economía circular.**

A su vez tiene 7 objetivos específicos, entre los cuales están:

#### **1.1.1 OBSERVATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL**

Crear un Observatorio Ambiental de Montevideo, definido como un espacio de consolidación de datos y servicios abiertos, indicadores y conocimiento experto asociados al ambiente.

#### **1.1.7 CUERPOS DE AGUA Y ECOSISTEMAS URBANOS, RURALES Y NATURALES**

Avanzar en una ciudad sensible al agua, incluyendo acciones específicas para los cuerpos de agua departamentales y metropolitanos.

Para alcanzar esos objetivos se continúan llevando a cabo algunas acciones a nivel institucional:

- El programa [Áreas Liberadas](https://montevideo.gub.uy/areas-liberadas) de la Intendencia de Montevideo se enfoca en la limpieza de los cursos de agua y ecosistemas asociados a los mismos, así como de los espacios donde se depositan residuos informalmente <https://montevideo.gub.uy/areas-liberadas>. Como parte de este programa se diseñaron redes de contención de residuos: las Biobardas, que son estructuras para retener la mayoría de los residuos que transportan los cursos de agua: bolsas, ramas y otros flotantes <https://montevideo.gub.uy/biobardas-0>.

- Obras en el sitio de disposición final de residuos sólidos, ubicado sobre camino Felipe Cardoso. Algunas son obras de ampliación: construcción de dos nuevas celdas en el módulo 8 (E y F), y otras refieren a la gestión de lixiviados que se generan cuando el agua de lluvia entra en contacto con los residuos y cuando éstos se descomponen. La obra consiste en la construcción de drenes para conducir los líquidos hasta la planta de tratamiento de lixiviados, a efectos de que los mismos no contaminen las aguas subterráneas ni se produzcan escorrentías hacia los cuerpos de agua cercanos <https://montevideo.gub.uy/noticias/medio-ambiente-y-sostenibilidad/intendencia-amplia-el-sitio-de-disposicion-final-de-residuos>.

- Se continúa llevando a cabo el Programa de Monitoreo de Cuerpos de Agua de Montevideo. Actualmente el programa contribuye con algunos de los objetivos del plan estratégico institucional vigente, y se aspira a que la información generada resulte ser un insumo de utilidad para la toma de decisiones. <https://montevidata.montevideo.gub.uy/cursos-de-agua>

## 7 ANEXO I

### Adaptaciones del Protocolo de Bioensayo de *Hydra attenuata*.

El ensayo de *Hydra attenuata* fue implementado con adaptaciones respecto de la propuesta original de Trottier *et al.* (1997), ellas se indican en la tabla 4.3.2.

Se considera que el medio de cultivo es la adaptación que se aparta más de la pauta original, siendo un medio no estándar, sin embargo durante los ya casi 20 años de aplicación los resultados son satisfactorios, ausencia de mortalidad en los controles y buena sensibilidad.

Con mayor frecuencia se está realizando el ensayo en placas de 6 pozos (10mL por pozo) utilizando 15 individuos por tratamiento en lugar de 9, dicha adaptación le da mayor potencia y precisión a los resultados de las estimaciones estadísticas de la CL50%.

La propuesta original de Trottier *et al.* (1997) incluye mediciones de efecto a 24, 48, 72 y 96 horas, desde el comienzo de la aplicación de ensayo. Se optó por una única medida a 48 horas ya que permite la realización de más ensayos para las capacidades logísticas actuales.

Tabla 4.3.2. Adaptaciones realizadas al ensayo de *Hydra attenuata* (Trottier *et al.*, 1997)

Características originales	Adaptaciones
Medio de cultivo: Cloruro de calcio (2,94g), buffer TES (2,2g), EDTA (0,08g), agua destilada (20L)	Medio de cultivo: agua dura comercial
Microplacas de cultivo celular de 12 pozos (4mL/pozo)	Ídem o microplacas de 6 pozos (10mL/pozo)
Tratamiento: 3 réplicas en pozos de 4mL con 3 hydras por pozo	Tratamiento: ídem o 3 réplicas en pozos de 10mL con 5 hydras por pozo
Transferencia de hydras utilizando cajas de Petri	Transferencia de hydras absorbiendo medio excedente
Ensayo agudo de 96 horas, estático y sin alimentación durante el mismo	Ensayo agudo de 48 horas, estático y sin alimentación durante el mismo

### Adaptaciones del Protocolo de Bioensayo de *Daphnia magna*.

Los protocolos originales tomados como referencia son UNE-EN ISO6341/1996 y UNE-EN ISO6341/2012. A partir de la norma ISO6341/2012 el agua dura natural no contaminada puede ser utilizada como medio de cultivo y de dilución para el ensayo por lo cual no se considera actualmente una adaptación.

Para la alimentación se complementa las algas unicelulares con levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) con una concentración de 5g/L, dicha adaptación permite compensar las deficiencias de vitaminas y de micronutrientes.

En la medida de efecto hasta el año 2019 se consideraba el criterio de mortalidad siguiendo la técnica descrita en Castillo-Morales (2004). A partir de enero de 2020 se aplica el criterio de inmovilidad en acuerdo con UNE-EN ISO 6341:2012.

Cada tratamiento se realiza con 3 réplicas en lugar de 4, pero en las mismas condiciones de volumen y densidad de individuos. La reducción en el número de réplicas permite tener un mayor número de individuos para el procesamiento de más muestras y mantener una sensibilidad y potencia estadística aceptables. Ésta adaptación es la más reciente (julio de 2017) dado que con anterioridad sólo se realizaban 2 réplicas.

El protocolo UNE-EN ISO 6341:2012 recomienda aireación si la muestra presenta una saturación de oxígeno menor a 40%, pero para las muestras analizadas habitualmente, simplemente con

agitación previo al sembrado del ensayo se alcanzan niveles mayores de oxígeno.

La corrección de pH no es recomendada por la UNE-EN ISO 6341:2012 pero puede ser aplicada en el caso de variaciones durante el ensayo, sin embargo se ha optado por conocer el efecto global de la matriz evaluada lo que incluye el efecto del pH. En la Tabla 4.3.3 se muestran las adaptaciones realizadas al ensayo de *D. magna*

Tabla 4.3.3 Adaptaciones realizadas al ensayo de *Daphnia magna* (UNE-EN ISO 6341:2012)

Características originales	Adaptaciones
Alimento: algas unicelulares y suplementación con vitaminas y selenito	Alimento: algas unicelulares y levadura de cerveza
Tratamiento: 4 réplicas en recipientes de 10 mL con 5 organismos cada uno	Tratamiento: 3 réplicas en microplaca de 10 mL por pozo con 5 organismos cada uno
La medida de efecto es la inmovilidad	La medida de efecto fue la mortalidad hasta 2019 y a partir de 2020 se aplica la inmovilidad
Aireación en caso de bajo nivel de oxígeno (< 40%)	Sin aireación
Puede realizarse corrección de pH	Sin corrección de pH

### Sensibilidad de los bioensayos de *Vibrio fischeri*, *Hydra attenuata* y *Daphnia magna*.

Existe suficiente evidencia que muestra una mayor sensibilidad (menor valor de CL50% o CE50%) en la exposición a metales para *D. magna* respecto de *V. fischeri* (Teodorovic *et al.*, 2009; Mansour *et al.*, 2015), (Tabla 4.3.4.). Sin embargo, con los compuestos orgánicos la comparación de sensibilidad *D. magna* vs. *V. fischeri* depende de la naturaleza química, por ejemplo dentro de los pesticidas (Chlorpyrifos-Methyl, Profenofos y Triazophos) resulta *D. magna* más sensible (Mansour *et al.*, 2015) y *V. fischeri* es más sensible ante detergentes como el dodecilsulfato sódico (Mariani *et al.*, 2015).

El ensayo con *H. attenuata* es generalmente más sensible en muestras ambientales (agua de arroyos ó lagos) donde se reconoce contaminación producto de la degradación de la materia orgánica (Espínola *et al.*, 2005; Cacho *et al.*, 2016) y niveles altos de amonio (Pardos *et al.*, 1999).

Tabla 4.3.4. Valores de CL50% o CE50% en mg/L del metal activo o del compuesto orgánico.

Familia Química	Sustancia (mg/L)	<i>Vibrio fischeri</i>	<i>Daphnia magna</i>	<i>Hydra sp.</i>
Metales	Pb	5,8 <sup>b</sup> ; 36 <sup>c</sup> ;	0,4-208 <sup>a</sup> ;	****
	Cr <sup>+6</sup>	18,7 <sup>c</sup> ;	0,8-1,4 <sup>a</sup> ; 0,15-0,17 <sup>d</sup> ;	20,55 <sup>d</sup> ; 0,15 <sup>e</sup> ;
	Zn <sup>+2</sup>	1,4-2,7 <sup>b</sup> ; 2,2-4,6 <sup>c</sup> ;	1,8 <sup>a</sup> ;	13,0 <sup>d</sup> ;25-35 <sup>d</sup> ;
	Cd <sup>+2</sup>	4,5 <sup>b</sup> ; 52,5 <sup>c</sup>	0,2-0,3 <sup>a</sup> ;	0,38-1,4 <sup>d</sup> ;
	Cu	2,8 <sup>b</sup> ;	0,0002 <sup>a</sup> ;	0,046-0,12 <sup>d</sup> ;
Orgánicas	Fenol	13-26 <sup>f</sup> ;	9,1 <sup>a</sup> ;	****
	DSS*	1,4-3,1 <sup>b</sup> ;	45,9 <sup>a</sup> ;19,1 <sup>d</sup> ;	
	Anilina	488 <sup>b</sup> ;	0,9 <sup>a</sup> ;0,16 <sup>d</sup> ;	

a) ensayo de 24 horas; b) ensayo de 15 minutos; c) ensayo de 30 minutos; d) ensayo 48h; e) ensayo 96h; f) ensayo de 5 minutos; \*) Dodecilsulfato sódico.

## 8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cacho, C., Rodríguez, A., Risso, J., Sienna, D., Saona, G. & Yafalian, M. (2016). Programa de monitoreo de cuerpos de agua de Montevideo. Informe Anual 2016. Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental. Departamento de Desarrollo Ambiental. Intendencia de Montevideo.
- Castillo-Morales, G. (Ed.) (2004). Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas. Estandarización, intercalibración, resultados y aplicaciones. ISBN: 968-5536-33-3. México: IMTA. Canadá: IDRC, 189 p.
- Decreto Poder Ejecutivo, N° 253/79 del 09/05/1979 y modificativos (Decretos N° 232/88, N° 698/89 y N° 195/91). On line: <http://www.impo.com.uy/bases/decretos/253-1979>
- Diaz-Baez, M.C. & Perez, J.B. (2000). Intralaboratory experience with a battery of bioassays: Colombia experience. *Environmental Toxicology* 15(4): 297-303.
- EPS (1992). Biological test method: toxicity test using luminescent bacteria. Report EPS 1/RM/24, Environment Canada. 55p.
- Espínola, J.C., Saona, G. & Arriola, M. (2005). Evaluación de la toxicidad de las principales cuencas hídricas del departamento de Montevideo. *AMBIOS* . (año 5; n° 15; 15-22) (año 5; n° 16; 19-23).
- Guilhermino, L., Diamantino, T., Silva, M.C. & Soares, A.M.V.M. (2000). Acute Toxicity Test with *Daphnia magna*: An Alternative to Mammals in the Prescreening of Chemical Toxicity? *Ecotoxicology and Environmental Safety* 46: 357-362.
- Kalff, J. & Bentzen, E. (1984). A Method for the Analysis of Total Nitrogen in Natural Waters. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 41 : 815-819.
- Karntanut, W. & Pascoe, D. (2002). The toxicity of copper, cadmium and zinc to four different *Hydra* (Cnidaria: Hydrozoa). *Chemosphere* 47: 1059 -1064.
- Mansour, S.A., Abdel-Hamid, A.A., Ibrahim, A.W., Mahmoud, N.H. & Moselhy, W.A. (2015). Toxicity of some pesticide, heavy metals and their mixtures to *Vibrio fischeri* Bacteria and *Daphnia magna*: Comparative study. *Journal of Biology and life Science* 6(2) 221-240.
- Mariani, L., De Pascale, D., Faraponova, O., Tornambé, A., Sarni, A., Giuliani, S., Ruggiero, G., Onorati, F. & Magaletti, E. (2006). The Use of a Test Battery in Marine Ecotoxicology: The Acute Toxicity of Sodium Dodecyl Sulfate. *Environmental Toxicology* 21(4) 373 – 379.
- MVOTMA (2017). Evaluación de la ecotoxicidad aguda de muestras ambientales líquidas mediante el test de bacterias luminiscentes (Sistema Microtox®). 6159UY Versión 0. En: "Manual de procedimientos analíticos para muestras ambientales" 3<sup>era</sup> Ed.
- Pardos, M., Benninghoff, C., Guéguen, C., Thomas, R., Dobrowolskib, J. & Dominik, J. (1999). Acute toxicity assessment of Polish (waste) water with a microplate-based *Hydra attenuata* assay: a comparison with the Microtox test. *The Science of the Total Environment* 243/244: 141-148.
- Pica-Granados, Y., Trujillo, G.D. & Hernández, H.S. (2000). Bioassay standardization for water quality monitoring in Mexico. *Environmental Toxicology* 15(4): 322-330.o, G.D.
- Ronco, A., Sobrero, C., Grassi, V., Kaminski, L., Massolo, L. & Mina, L. (2000). WaterTox bioassay intercalibration network: results from Argentina. (2000). *Environmental Toxicology* 15(4): 287-296.
- SDI Microtox (2009). Tutorial SDI MicrotoxOmniR V.4.1.SDI Microtox (2009). Tutorial SDI MicrotoxOmniR V.4.1.
- SMEWW (2023). Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater. 24<sup>th</sup> Edition. ISBN 978-087553-299-8.
- Schuytema G. S., Nebeker A. V., Stutzman T.W. (1997). Salinity tolerance of *Daphnia magna* and potential use for estuarine sediment toxicity tests. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*; 33: 194–198.

Teodorovic, I., Planojevic, I., Knezevic, P., Radak, S & Nemet, I. (2009). Sensitivity of bacterial vs. *Daphnia magna* toxicity test to metals. Cent. Eur. J. Biol. (4) 482-492.

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.

UNE-EN ISO 6341:2012. Calidad de agua. Determinación de la inhibición de la movilidad de *Daphnia magna* Straus (Cladocera, Crustacea). Ensayo de toxicidad aguda. (ISO 6341:2012).

UNE-EN ISO 11348-3:2007. Calidad del agua. Determinación del efecto inhibitorio de muestras de agua sobre la luminiscencia de *Vibrio fischeri* (ensayo de bacterias luminiscentes). Parte 3: Método utilizando bacterias liofilizadas. (ISO 11348-3:2007).

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. <https://floridadep.gov/sites/default/files/2016-Integrated-Report.pdf>.

Valderrama, J.C. (1981). The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorus in natural waters. Marine Chemistry. Vol. 10, (2): 109-122.