



**Intendencia
Montevideo**

PROGRAMA DE MONITOREO DE CUERPOS DE AGUA DE MONTEVIDEO

INFORME ANUAL 2020

Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental

Gerencia de Gestión Ambiental

Departamento de Desarrollo Ambiental

Intendencia de Montevideo





Intendencia de Montevideo

Desarrollo Ambiental

SERVICIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y CONTROL AMBIENTAL

AUTORIDADES GOBIERNO DEPARTAMENTAL

Intendenta
Carolina Cosse

Director General del Departamento de Desarrollo Ambiental
Guillermo Moncecchi

Gerencia de Gestión Ambiental
Jorge Alsina

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

1 ÍNDICE

1	ÍNDICE DE CONTENIDO	3
2	INTRODUCCIÓN	4
3	OBJETIVOS y ALCANCE	5
4	METODOLOGÍA	7
5	RESULTADOS	12
5.1.	ARROYO MIGUELETE	13
5.2.	ARROYO PANTANOSO	16
5.3	ARROYO LAS PIEDRAS	19
5.4.	CUENCA DEL ARROYO CARRASCO	21
5.5.	ARROYO SAN GREGORIO Y MELILLA	24
5.6.	OTROS CURSOS MENORES	26
5.7.	BIOENSAYOS	29
6.	CONSIDERACIONES FINALES	32
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
8.	LISTADO DE ABREVIATURAS	36

2 INTRODUCCIÓN

El Programa de Monitoreo de Cuerpos de Agua del Departamento de Montevideo se inició como un componente del Plan de Saneamiento Urbano y desde el año 2002 está a cargo del Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental, perteneciente al Departamento de Desarrollo Ambiental de la Intendencia de Montevideo. Los informes realizados por el Servicio desde el año 2004 hasta el presente están disponibles en formato electrónico en la web:

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

Del documento del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2021): **“Hacer las paces con la naturaleza”**, se recogen varios párrafos muy enriquecedores para este capítulo.

Antes de la pandemia de COVID-19, el año 2020 estaba perfilándose como el momento de la verdad en nuestro compromiso de conducir a la Tierra y a su población hacia la sostenibilidad. Se estaba cobrando impulso y se habían fijado reuniones mundiales para debatir medidas audaces a fin de afrontar las tres crisis planetarias a las que se enfrenta la humanidad, a saber, la crisis climática, la crisis de la naturaleza y la crisis de la contaminación. Estas crisis, impulsadas por decenios de consumo y producción incesantes e insostenibles, amplifican las profundas desigualdades existentes y amenazan nuestro futuro colectivo.

El mantenimiento del agua dulce en el contexto del cambio climático, el aumento de la demanda y el incremento de la contaminación entraña intervenciones intersectoriales y sectoriales a escala de las cuencas hidrográficas o fluviales. Esto puede lograrse compaginando el aumento de la eficiencia en el uso del agua con la ampliación racional del almacenamiento, la reducción de la contaminación, la mejora de la calidad del agua, la reducción de las alteraciones al mínimo y el fomento de la restauración de los hábitats naturales y los regímenes hidrológicos (PNUMA, 2021).

Las ciudades y otros asentamientos —especialmente las zonas urbanas en rápida expansión y los asentamientos informales— deben hacerse más sostenibles. Las mejoras en la planificación urbana, la gobernanza, la infraestructura y la utilización de soluciones basadas en la naturaleza pueden ser medios rentables para reducir la contaminación y hacer que los asentamientos sean más respetuosos con el medio ambiente y más resilientes ante las consecuencias del cambio climático, como el aumento de los efectos del islote térmico urbano y las inundaciones (PNUMA, 2021).

Si bien los presupuestos de los gobiernos y la acción política se han centrado, y con razón, en la respuesta a la emergencia médica de la COVID-19, las medidas tomadas para afrontar esta pandemia deben, en última instancia, acelerar las transformaciones económicas y sociales necesarias para abordar la emergencia planetaria. Como señaló el Secretario General de las Naciones Unidas en su discurso sobre el Estado del Planeta, *“la recuperación de la COVID y la reparación de nuestro planeta deben ser las dos caras de la misma moneda”*.

El año 2021 debe recordarse como aquel en que nos comprometimos a que la pandemia sea recordada no sólo como una tragedia humana, sino como el momento en que las personas reconsideraron sus prioridades como individuos y sociedades y tomaron conciencia de que salvaguardar la salud y el bienestar de las generaciones actuales y futuras significa salvaguardar la salud de nuestro planeta (PNUMA, 2021).

La planificación del territorio se sustenta en principios establecidos desde el Plan Montevideo y las Directrices Departamentales, como ser la “sustentabilidad ambiental”, la “inclusión social”, y la “mirada multiescalar” (<https://montevideo.gub.uy/areas-tematicas/planificacion/ordenamiento-territorial/plan-del-arroyo-pantanosos>).

3 OBJETIVOS Y ALCANCE

El Programa de Monitoreo de Cuerpos de Agua del Departamento 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.

La emergencia sanitaria declarada en el mes de marzo del año 2020 afectó la dinámica y funcionamiento del Servicio y por consiguiente se alteró la frecuencia de muestreos del Programa de Monitoreo de Cuerpos de Agua.

• **Cursos Principales:** Se realizaron 3 campañas de monitoreo en los arroyos Miguelete, Las Piedras y cuenca del arroyo Carrasco y 2 campañas de monitoreo en el arroyo Pantanoso.

En la Figura 3.1 se muestran las estaciones de monitoreo de los cursos principales.

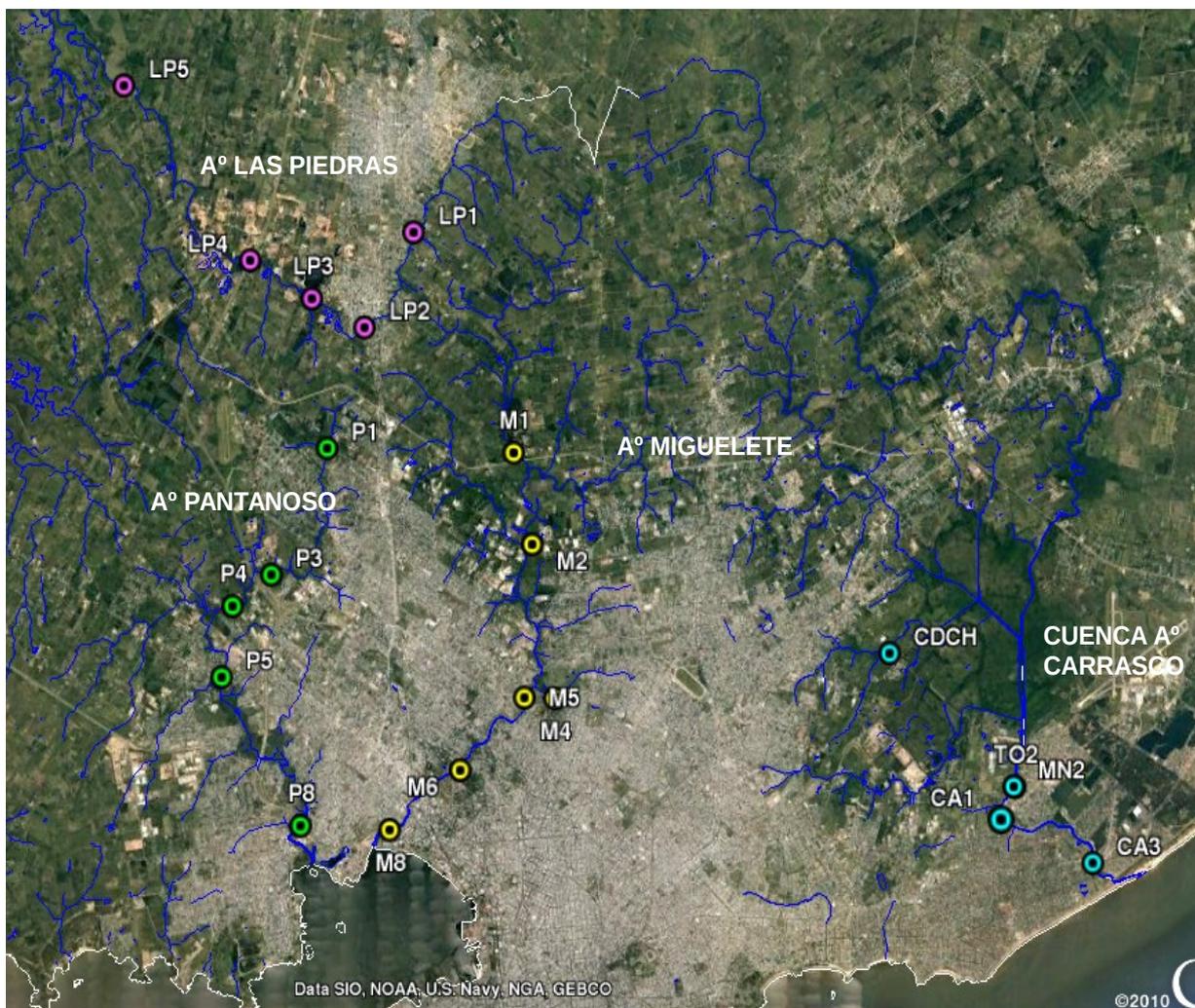


Figura 3.1. Puntos de muestreo de los Cursos Principales. Fuente: Google Earth®

• **Cuencas Menores:** En el año 2020 se realizaron 2 campañas de monitoreo en los tributarios de los cursos principales que comprenden:

- ◆ tributarios del arroyo Miguelete (arroyo Mendoza, cañada 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 las Usinas N°6, N°7 y N°8 del Servicio de Disposición Final de Residuos Sólidos: Cañada de las Canteras y Arroyo 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 (arroyo San Gregorio y afluentes, arroyo Melilla y afluente)

En la Figura 3.2 se muestra la ubicación de las estaciones correspondientes a cuencas menores.

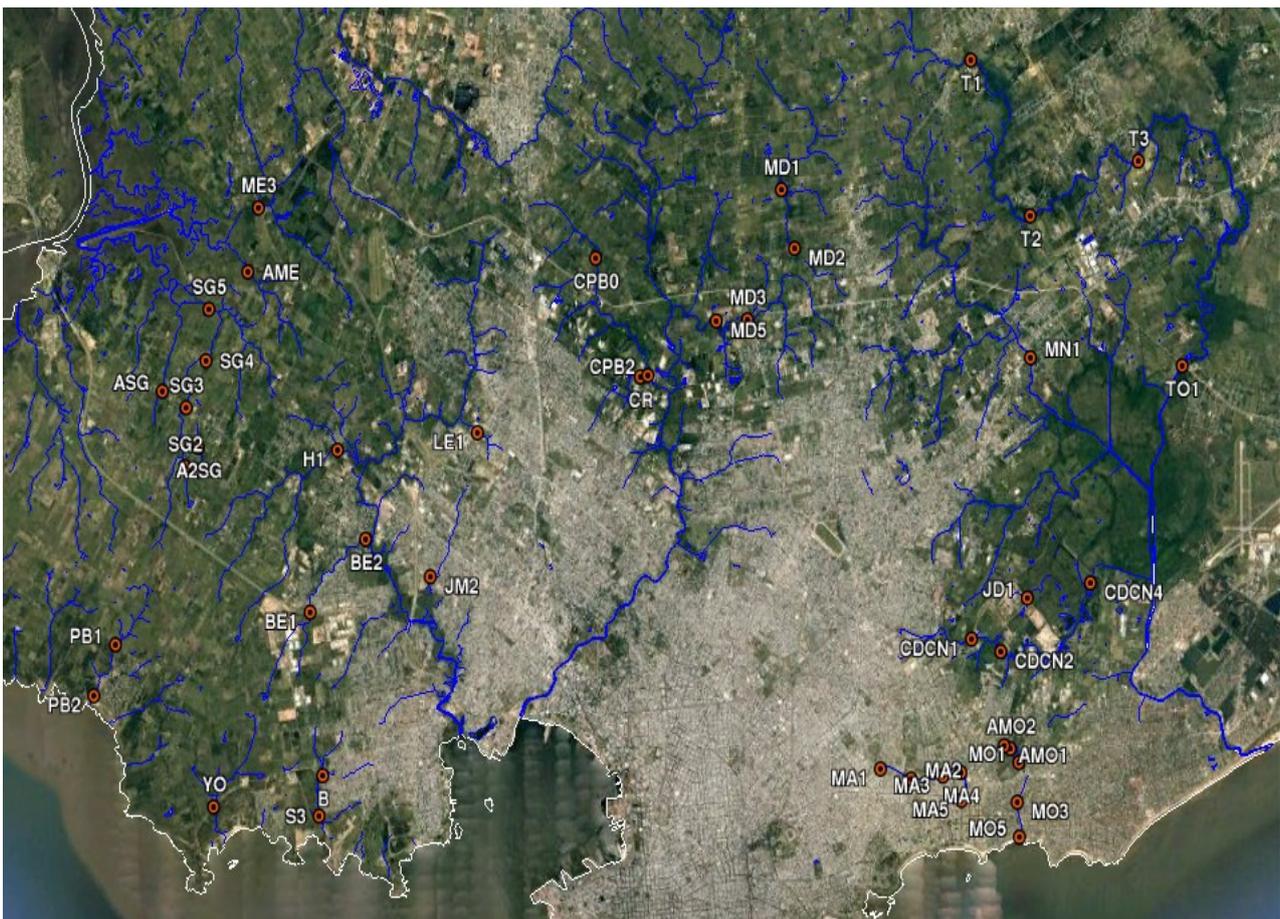


Figura 3.2 Puntos de muestreo de las Cuencas Menores. Fuente: Google Earth®

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 en primer lugar, con relación a 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.

En el caso del parámetro Nitrógeno Total, aún no hay normativa nacional reglamentada, existiendo valores guía sugeridos por la Mesa Técnica del Agua del año 2017, citado en: https://www.ambiente.gub.uy/oan/documentos/Informe_del_Estado_del_Ambiente_2020_200521.pdf. A los efectos de este informe para este parámetro se recurre a la normativa internacional de referencia de la Agencia de Protección del Ambiente de Estados Unidos de América para el Estado de Florida (U.S.E.P.A., 2016), que está actualmente en revisión

<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/2019-10/documents/flwqs-nutrients.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, límites de referencia y métodos de ensayo

Parámetro de control	Límite clase 3 decreto 253/79	Valor guía USEPA 2016	Método de ensayo
pH	Entre 6,5 y 8,5	-	SMEWW, 23 rd Ed. Met. 4500-H ⁺
Temperatura	-	-	SMEWW, 23 rd Ed. Met. 2550 B
Conductividad	-	-	SMEWW, 23 rd Ed. Met. 2510 B
Oxígeno Disuelto	Mín. 5 mg/L	-	SMEWW, 23 rd Ed. Met. 4500-O G
Sólidos Suspendidos Totales	-	-	SMEWW, 23 rd Ed. Met. 2540
Demanda Bioquímica de Oxígeno	Máx 10 mg/L	-	SMEWW, 23 rd Ed. Met. 5210 B
Demanda Química de Oxígeno	-	-	SMEWW, 23 rd Ed. Met. 5220 D adaptada (Kit comercial)
Amonio *	-	-	SMEWW, 23 rd Ed. Mét. 4500-NH ₃ -F ASTM D 6919-03
Fósforo Total	Máx. 0,025 mg/L en P	-	SMEWW, 23 rd Ed. Met. 4500-P D (adaptada) SMEWW, 23 rd Ed. Met. 4500-P E
Nitrógeno Total	-	1,87 mg/L en N	Kalf & Bentzen, 1984; Valderrama, 1981
Tensoactivos aniónicos	Máx. 1 mg/L en LAS	-	SMEWW, 23 rd Ed. Met. 5540 C adaptada (Kit comercial)
Cromo Total	Máx. 0,05 mg/L	-	SMEWW, 23 rd Ed. Met. 3111
Plomo Total	Máx. 0,03 mg/L	-	SMEWW, 23 rd Ed. Met. 3111
Coliformes Fecales	< 2000 CF/100 mL en al menos 5 muestras. Media geométrica debajo de 1000 CF/100mL	-	SMEWW, 23 rd Ed. Met. 9222 D

* El decreto 253/79 establece para aguas clase 3 un valor máximo de 0,02 mg/L en N para Amoníaco libre

4.2 ÍNDICE DE CALIDAD ISCA

Durante el año 2020 se continuó aplicando el Índice Simplificado de Calidad de Agua (ISCA) desarrollado por la Agència Catalana de L'Aigua en Cataluña, España. Este índice se aplica a cursos de agua urbanos y, pese a las limitaciones que tiene en referencia a los parámetros que incluye, resulta ser una herramienta útil para su aplicación en los cuerpos de agua de Montevideo. El ISCA 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)	T	Si $t < 20 \rightarrow T = 1$ Si $t \geq 20 \rightarrow T = 1 - (t-20) \cdot 0.0125$	1 – 0.8
Oxidabilidad al Permanganato (OP en mg/L O ₂)	A	Si $OP \leq 10 \rightarrow A = 30 - OP$ Si $10 < OP < 60 \rightarrow A = 21 - 0.35 \cdot OP$ Si $OP \geq 60 \rightarrow A = 0$	0 – 30
Sólidos Suspendidos Totales (SST en mg/L)	B	Si $SST \leq 100 \rightarrow B = 25 - 0.15 \cdot SST$ Si $100 < SST < 250 \rightarrow B = 17.5 - 0.07 \cdot SST$ Si $SST > 250 \rightarrow B = 0$	0 – 25
Oxígeno Disuelto (OD en mg/L O ₂)	C	Si $OD < 10 \rightarrow C = 2.5 \cdot OD$ Si $OD \geq 10 \rightarrow C = 25$	< 25
Conductividad (CE en microS/cm)	D	Si $CE \leq 4000 \rightarrow D = (3.6 - \text{LOG}(CE)) \cdot 13.244$ Si $CE > 4000 \rightarrow D = 0$	< 20
ISCA = T*(A + B + C + D)			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

Los bioensayos constituyen una herramienta ecotoxicológica que permite determinar el riesgo por agentes contaminantes que se encuentran en el ambiente (Castillo-Morales, 2004). Por tanto, permiten evaluar los efectos de las sustancias tóxicas, estén o no identificadas, sobre la biota. Cada especie presenta características biológicas particulares que le otorgan una sensibilidad diferencial a los distintos contaminantes, por lo cual es recomendable utilizar más de un bioensayo que se corresponda con distintos organismos de prueba. En el presente estudio se utilizaron *Hydra attenuata* (cnidario), *Daphnia magna* (crustáceo) y *Vibrio fischeri* (bacteria). Particularmente, la bacteria (*Vibrio fischeri*) es muy sensible a la contaminación por detergentes e hidrocarburos, en tanto que los crustáceos son muy sensibles a los metales pesados e *Hydra 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 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 6341:2013) y siguiendo recomendaciones de la red WaterTox (Castillo-Morales, 2004; Espínola *et al.*, 2005).

Ambos bioensayos 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 adopta como límite umbral de toxicidad el valor 17% de inhibición de emisión de luz (%IEL), correspondiente al límite de cuantificación (EPS, 1992).

Los resultados para los ensayos de *H. attenuata*, *D. magna* y *V. fischeri* se expresan en Unidades de Toxicidad (UT) determinadas a partir de la fórmula: $UT = 100 / CL50$, donde CL50 es la Concentración Letal al 50% estimada en el bioensayo (Castillo-Morales, 2004). En el caso del ensayo 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 y siguiendo el criterio adoptado por la Dirección Nacional de Control y Evaluación Ambiental (DINACEA, 6159UY). Para guiar en la interpretación se utiliza una escala de color que va desde el rojo para mayor toxicidad, al verde para una muestra no tóxica.

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

Concentración Letal 50%	Unidad de Toxicidad	Categoría Toxicológica
$CL50 \leq 25$	$UT \geq 4$	Muy Tóxico
$25 < CL50 \leq 50$	$2 \leq UT < 4$	Tóxico
$50 < CL50 \leq 75$	$1,33 \leq UT < 2$	Moderadamente Tóxico
$75 < CL50 < 100$	$1,0 < UT < 1,33$	Levemente Tóxico
$CL50 \geq 100$	$UT \leq 1$	No Tóxico

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), las cuales 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 (10 mL por pozo) utilizando 15 organismos por tratamiento en lugar de 9. Esta 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 del ensayo, se optó por una única medida a las 48 horas ya que permite la realización de más ensayos para las capacidades logísticas con las que se cuenta.

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 organismos por pozo	Tratamiento: ídem o 3 réplicas en pozos de 10mL con 5 organismos por pozo
Transferencia de <i>organismos</i> utilizando cajas de Petri	Transferencia de organismos 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 los descritos en las normas UNE-EN ISO 6341:1996 y UNE-EN ISO 6341:2013. A partir de la norma UNE-EN ISO 6341:2013 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*) de concentración 5g/L, lo cual permite compensar las deficiencias de vitaminas y de micronutrientes.

Cada tratamiento se realiza con 3 réplicas en lugar de 4, pero en las mismas condiciones de volumen y densidad de individuos. Esto permite tener un mayor número de individuos para el procesamiento de más muestras y además mantener una sensibilidad y potencia estadística aceptables. Esta adaptación se realiza desde julio de 2017, anteriormente sólo se realizaban 2 réplicas.

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 6341:2013.

La norma UNE-EN ISO 6341:2013 recomienda aireación si la muestra presenta una saturación de oxígeno menor a 40%, pero para las muestras analizadas 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 6341:2013 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 6341:2013)

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 10mL con 5 organismos cada uno	Tratamiento: 3 réplicas en microplaca de 10mL por pozo con 5 organismos cada uno
La medida de efecto es la inmovilidad	La medida de efecto fue la muerte 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 *V. fischeri*, *H. attenuata* y *D. magna* (Tabla 4.3.4)

Existe suficiente evidencia de 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). Sin embargo, con los compuestos orgánicos la comparación de sensibilidad *D. magna* vs. *V. fischeri* depende de la naturaleza química: por ejemplo para pesticidas (Chlorpyrifos-Methyl, Profenofos y Triazofos) 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 o 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 ⁺²	5,8 ^b ; 36 ^c ;	0,4-208 ^a ;	****
	Cr ⁺⁶	18,7 ^c ;	0,8-1,4 ^a ; 0,15-0,17 ^d ;	20,55 ^d ; 0,15 ^e ;
	Zn ⁺²	1,4-2,7 ^b ; 2,2-4,6 ^c ;	1,8 ^a ;	13,0 ^d ;25-35 ^d ;
	Cd ⁺²	4,5 ^b ; 52,5 ^c	0,2-0,3 ^a ;	0,38-1,4 ^d ;
	Cu ⁺²	2,8 ^b ;	0,0002 ^a ;	0,046-0,12 ^d ;
Orgánicas	Fenol	13-26 ^f ;	9,1 ^a ;	****
	DSS*	1,4-3,1 ^b ;	45,9 ^a ;19,1 ^d ;	
	Anilina	488 ^b ;	0,9 ^a ;0,16 ^d ;	

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.

5 RESULTADOS

El presente informe reporta los resultados de las campañas del Programa de Monitoreo de Cuerpos de Agua del año 2020, realizado por el Servicio ECCA del Departamento de Desarrollo Ambiental de la Intendencia de Montevideo

La evaluación de los resultados obtenidos en columna de agua se realiza en términos de cumplimiento o incumplimiento de algunos parámetros, tomándose 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.

Es importante destacar que, más allá de los valores límite para cada parámetro, el referido decreto establece la “ausencia de materiales flotantes y espumas no naturales”, por lo cual la presencia de residuos sólidos en varios cursos urbanos representa un incumplimiento de las características citadas para dicha clase, más allá de la calidad del agua con relación a los demás parámetros. Por lo tanto, cuando en este informe se indique que un tramo de curso, cumple con la clase 3 del Decreto 253/79, se está haciendo referencia a que los parámetros de calidad de agua analizados son inferiores a los respectivos estándares de clase 3, y no a que la totalidad de las características del curso de agua se corresponden con dicha clase.

También resulta de utilidad analizar la evolución de la calidad de los arroyos en forma integrada, utilizando el índice simplificado de calidad de agua ISCA, desarrollado por la Agencia Catalana del Agua. A pesar de las limitaciones que tiene en referencia a los parámetros que incluye, es una herramienta útil para una rápida evaluación del estado de los cuerpos de agua de Montevideo y su evolución en el tiempo.

En la figura 5.1 se presenta un mapa de los cursos principales de Montevideo, coloreados según las Categorías del índice ISCA anual.

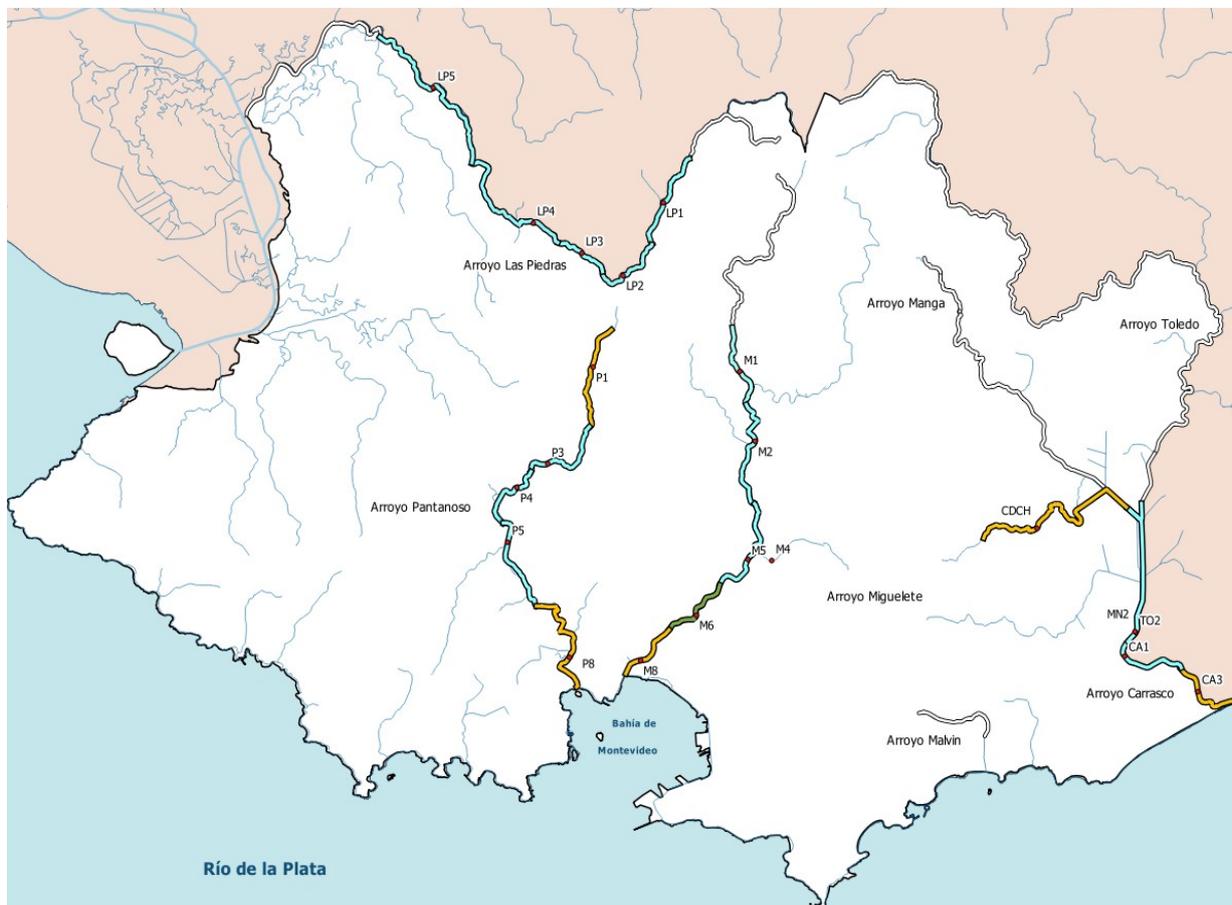


Figura 5.1. Mapa con tramos de los Cursos principales según Categorías del Índice ISCA, año 2020.

Tabla 5.1. Categorías del Índice 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	

5.1 ARROYO MIGUELETE Y TRIBUTARIOS

El arroyo Miguelete nace al 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.

Para evaluar la calidad de sus aguas, durante el 2020 se realizaron tres campañas de monitoreo en el curso principal y dos en sus tributarios (Figura 5.1.1)

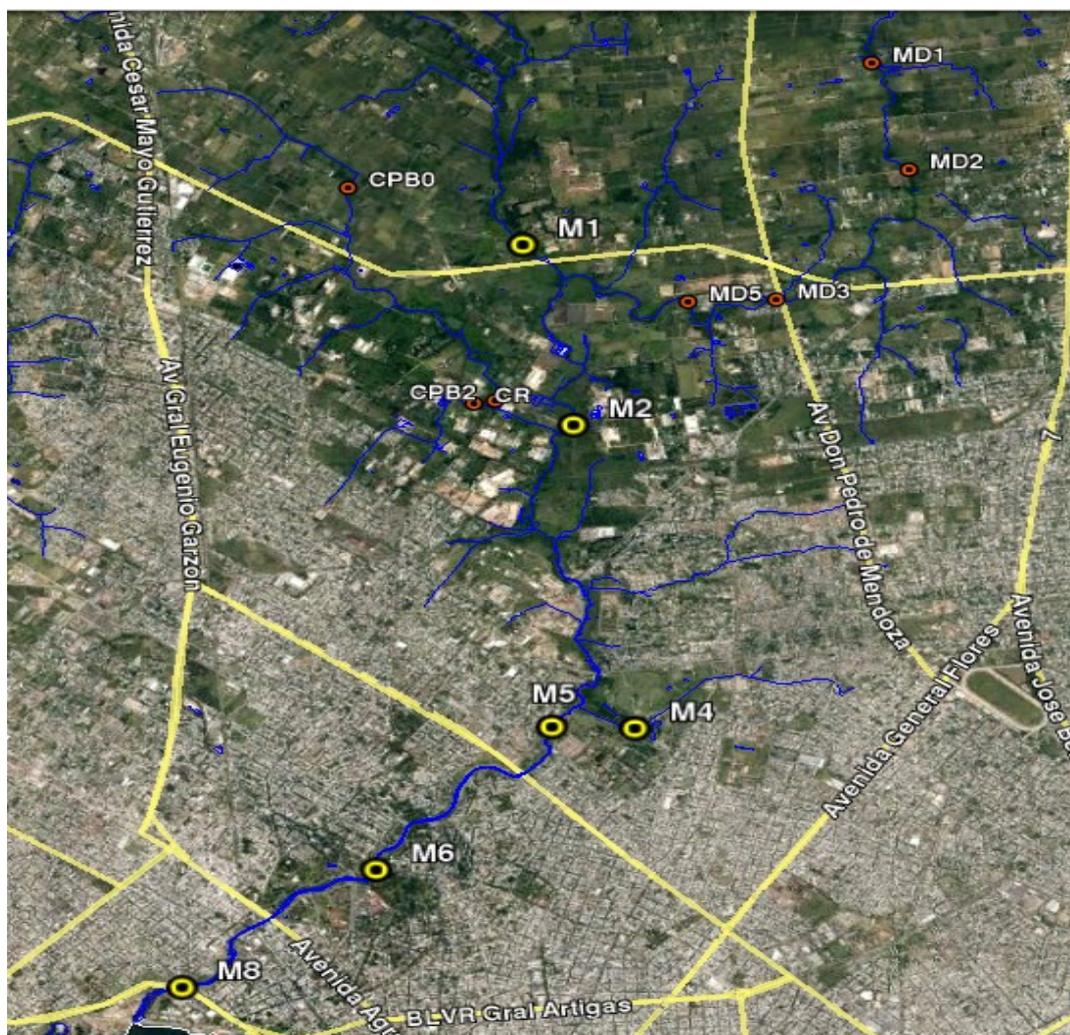


Figura.5.1.1. Estaciones de monitoreo del Aº Miguelete y tributarios. Fuente Google Earth®

Las estaciones ubicadas sobre el curso principal son: 

- M1: Cno. Osvaldo Rodríguez
- M2: Cno. Carlos A. López
- M4: Pluvial Casavalle – Cementerio del Norte
- M5: José M^a 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. Cnel. Raíz
- Cañada Pajas Blancas CPB0: Cno. Osvaldo Rodríguez
- CPB2: Cno. Carlos A. López

Análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

En la Tabla 5.1.1 se muestran las concentraciones de oxígeno disuelto (OD), demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), fósforo total (PT), nitrógeno total (NT), amoníaco libre (NH₃) coliformes fecales (Cf) tensoactivos aniónicos, metales 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, PT, NT, NH₃, Cf, Tensoactivos, Cr y Pb del A^o Miguelete (2020).

Estación de Muestreo	Fecha de Muestreo	OD (mg/L)	DBO (mg/L)	Fósforo Total (mg/L P)	Nitrógeno Total (mg N/L)	Amoníaco Libre (mg/L)	Tensoactivos (mg/L de LAS PM:318 g/mol)	Coliformes Fecales (ufc/100mL)	Cromo (mg/L)	Plomo (mg/L)
M1	21/01/2020	1,87	6	0,85	3,2	0,012	0,380	9,4E+02	-	-
	03/06/2020	4,42	3	0,66	0,9	0,007	0,100	7,8E+02	0,010	0,030
	11/11/2020	4,10	3	0,69	4,4	0,009	0,150	5,2E+02	0,010	0,030
M2	21/01/2020	3,59	5	1,83	10,9	0,112	0,350	8,4E+02	-	-
	03/06/2020	5,54	4	1,90	6,5	0,173	0,260	1,2E+03	0,010	0,030
	11/11/2020	2,84	8	2,97	25,8	0,156	0,300	2,6E+03	0,010	0,030
M4	21/01/2020	-	-	-	-	-	-	6,7E+05	-	-
	03/06/2020	-	-	-	-	-	-	3,9E+05	-	-
	11/11/2020	-	-	-	-	-	-	4,3E+04	-	-
M5	21/01/2020	2,53	5	1,52	10,7	0,117	0,750	1,2E+04	-	-
	03/06/2020	6,03	5	1,31	7,1	0,093	0,280	1,4E+04	0,010	0,030
	11/11/2020	5,13	6	1,42	15,0	0,134	0,320	5,3E+03	0,010	0,030
M6	21/01/2020	4,99	5	1,50	8,3	0,065	0,590	1,2E+03	-	-
	03/06/2020	7,33	5	1,11	4,3	0,058	0,260	5,9E+03	0,010	0,030
	11/11/2020	5,45	5	1,42	15,1	0,140	0,290	6,4E+03	0,010	0,030
M8	21/01/2020	1,64	11	1,59	12,7	0,054	0,700	1,1E+04	-	-
	03/06/2020	0,16	53	2,39	20,9	0,149	1,940	1,2E+06	0,010	0,030
	11/11/2020	0,13	14	1,30	15,2	0,050	0,780	1,2E+04	0,010	0,030

Al igual que el años anteriores, durante el año 2020 se observaron valores de fósforo total y nitrógeno total superiores a los límites de las normativas en todas las estaciones de monitoreo (a excepción de N tot en M1 en el muestreo de junio). En el caso del parámetro DBO5, todas las estaciones presentan valores acordes a la normativa con la excepción de M8. Se observan además valores puntuales de coliformes fecales superiores a los establecidos en la norma vigente, en las estaciones M4, M5 y M8 en todos los muestreos del año.

Cabe aclarar 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 mediante el índice ISCA (Tabla 5.1.2).

Tabla 5.1.2. Evolución del Índice ISCA período 2005 – 2020.

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
M1	69	66	69	60	56	59	55	50	60	66	52	59	63	58	54	50
M2	64	62	61	58	50	57	60	57	61	61	52	58	60	56	59	57
M5	59	64	61	59	56	59	59	52	55	58	54	55	60	66	61	60
M6	59	63	61	61	54	61	58	46	55	59	57	58	61	65	67	63
M8	55	51	55	45	45	56	50	50	55	55	54	54	51	56	55	33

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 2020 se observa un deterioro en el índice ISCA que implica cambios a categorías inferiores en las estaciones M5 y M8, pasando a Aguas Brutas y Aguas Deterioradas respectivamente. Las demás estaciones se mantienen en las categorías del año anterior.

Tributarios del Arroyo Miguelete

Se observa durante todo el año 2020 incumplimientos para varios parámetros estudiados en las estaciones de monitoreo (valores en rojo de la Tabla 5.1.3)

Tabla 5.1.3. Concentraciones de OD, DBO₅, PT, NT, NH₃, Colif. fecales en Tributarios A^o Miguelete (2020)

	Estación de Muestreo	Fecha de Muestreo	OD (mg/L)	DBO (mg/L)	Fósforo Total (mg/L P)	Nitrógeno Total (mg N/L)	Amoniaco Libre (mg N/L)	Coliformes Fecales (ufc/100mL)
Arroyo Mendoza	MD1	16/01/2020	2,29	3	1,00	2,7	0,004	4,5E+03
		13/08/2020	8,49	< 3	0,70	4,4	0,003	1,3E+03
	MD2	16/01/2020	3,82	5	0,70	4,5	0,005	3,9E+03
		13/08/2020	7,30	3	0,62	5,7	0,004	4,8E+02
	MD3	16/01/2020	2,51	12	1,50	13,2	0,096	1,9E+04
		13/08/2020	5,36	5	1,15	9,4	0,014	2,9E+03
MD5	16/01/2020	2,37	6	1,40	10,4	0,042	2,5E+04	
	13/08/2020	5,70	7	1,31	10,5	0,020	4,8E+03	
Cañada Pajas Blancas	CPB0	16/01/2020	1,52	4	1,10	3,2	0,007	1,3E+04
		13/08/2020	6,93	< 3	0,50	3,0	0,005	1,3E+03
	CPB2	16/01/2020	4,82	3	0,90	4,1	0,007	1,6E+03
		13/08/2020	12,51	3	0,69	5,9	0,009	6,0E+02
Cañada de la Cruz	CR1	16/01/2020	4,88	6	1,10	5,7	0,011	9,3E+03
		13/08/2020	8,16	4	0,49	3,6	0,011	4,0E+02

Al igual que en años anteriores, en el año 2020 se registraron en todas las estaciones, valores de incumplimiento para los parámetros fósforo total y nitrógeno total. Para el caso de los parámetros DBO₅ y Amoníaco libre se registraron valores acordes a la normativa prácticamente durante todo el año. El resto de los parámetros analizados registraron valores de incumplimientos en las estaciones en forma intermitente a lo largo del año.

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 deterioran la calidad de sus aguas.

Durante el año 2020 se realizaron dos muestreos en el curso principal y un muestreo en sus tributarios (Figura 5.2.1).

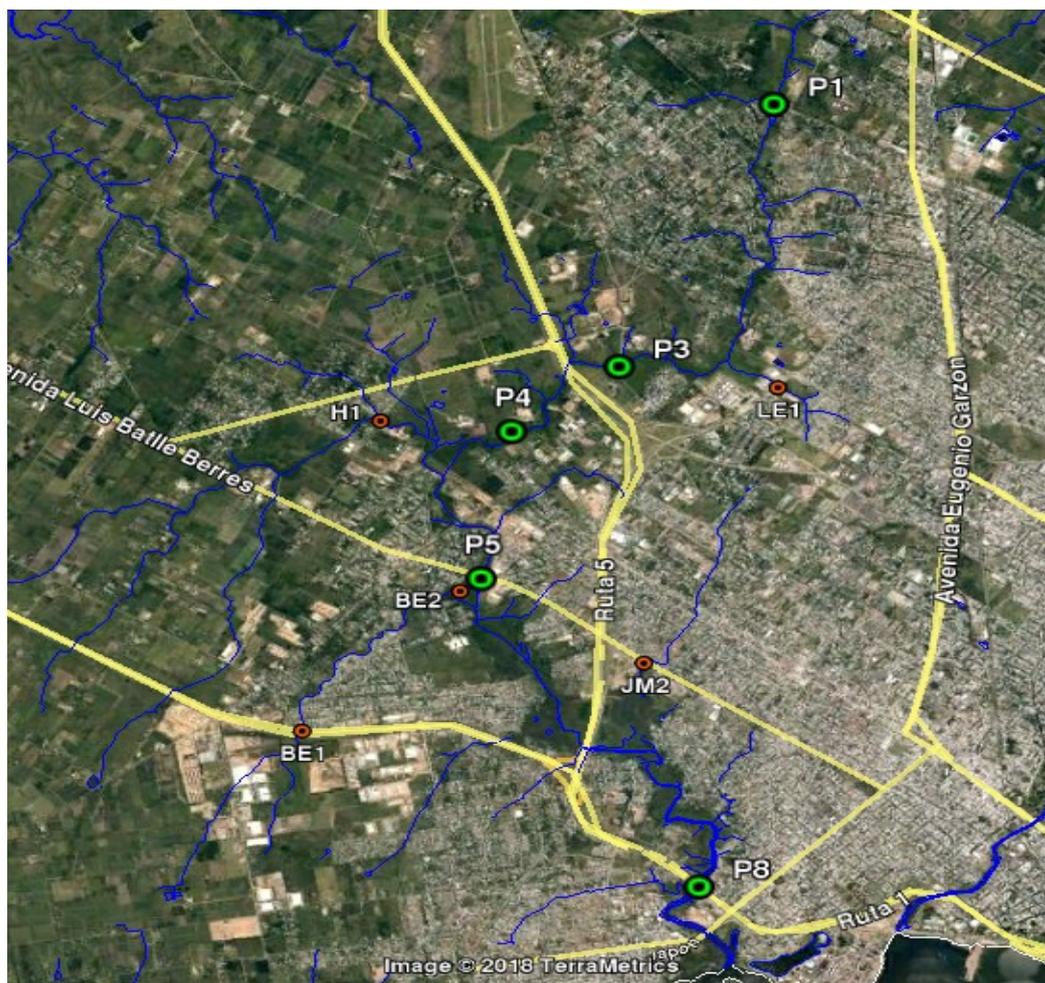


Figura 5.2.1. Estaciones de monitoreo del Aº Pantanoso y tributarios. Fuente Google Earth®

Estaciones 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

JM2: Rambla Costanera de la Cañada Jesús María y Av. Luis Batlle Berres

BE1: Cañada Bellaca y Ruta N°1

BE2: Cañada Bellaca y Calle Martín Artigas

H1: Afluente margen derecha y Cno. de la Higuierita

Análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

En la Tabla 5.2.1 se muestran los valores de oxígeno disuelto (OD), demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), fósforo total (PT), nitrógeno total (NT), amoníaco libre (NH₃), tensoactivos aniónicos, coliformes fecales (Cf), metales 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. Concentraciones de OD, DBO₅, PT, NT, NH₃, Cf, Tensoactivos, Cr y Pb del A° Pantanoso (2020)

Estación de Muestreo	Fecha de Muestreo	OD (mg/L)	DBO (mg/L)	Fósforo Total (mg/L P)	Nitrógeno Total (mg N/L)	Amoníaco Libre (mg/L)	Tensoactivos (mg/L de LAS PM:318 g/mol)	Coliformes Fecales (ufc/100mL)	Cromo (mg/L)	Plomo (mg/L)
P1	04/03/2020	0,05	180	5,68	62,9	0,79	4,17	9,5E+06	0,010	0,030
	09/09/2020	4,90	8	0,77	11,8	0,03	0,54	1,4E+04	0,010	0,030
P3	04/03/2020	0,58	11	2,29	24,0	0,27	1,46	1,8E+05	0,010	0,030
	09/09/2020	2,19	4	1,30	9,9	0,09	0,78	1,7E+04	0,010	0,030
P4	04/03/2020	1,31	8	2,56	34,0	0,41	0,57	3,5E+05	0,010	0,030
	09/09/2020	4,30	6	2,18	13,6	0,29	0,46	3,1E+03	0,010	0,030
P5	04/03/2020	1,87	5	1,73	32,6	0,38	0,37	5,0E+03	0,010	0,030
	09/09/2020	9,61	6	1,59	12,2	0,18	0,32	3,2E+03	0,010	0,030
P8	04/03/2020	4,20	9	0,99	29,5	0,13	0,35	7,5E+04	0,010	0,030
	09/09/2020	0,07	50	2,07	15,9	0,22	1,50	8,6E+05	0,010	0,030

Al igual que en años anteriores, se registraron valores de nutrientes y coliformes fecales que superan las normativas de referencia en todas las estaciones. Sin embargo, en el año 2020 se detectaron algunos valores de DBO₅, OD y tensoactivos aniónicos que cumplen con la normativa de referencia. También en todos los muestreos y todas las estaciones de monitoreo, las concentraciones de cromo y plomo registradas estuvieron por debajo de los límites de la norma nacional vigente.

Es importante señalar que este curso sufre una continua presión de vertimientos de residuos sólidos, así como descargas de aguas residuales provenientes en general de los asentamientos ubicados en sus márgenes; estos factores contribuyen en gran medida al deterioro de la calidad del curso de agua.

A continuación se evalúa la evolución de la calidad del agua mediante el índice ISCA desde el año 2005 al 2020 (Tabla 5.2.2)

Tabla 5.2.2 Índice ISCA período 2005 – 2020

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
P1	58	56	62	52	45	53	26	41	46	50	41	53	53	49	49	39
P3	50	50	48	49	47	54	45	45	49	47	46	47	50	49	45	51
P4	50	48	48	41	41	48	40	43	45	47	45	41	47	47	43	54
P5	48	43	38	43	42	41	32	35	39	40	38	49	50	48	42	60
P8	25	25	33	45	41	47	34	39	39	37	38	38	36	35	39	40

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 2020 se observa una mejora en el índice ISCA para las estaciones P3, P4 y P5, volviendo todas a la categoría de Aguas Brutas. Por otra parte la estación P8 se mantiene incambiada en la categoría de Aguas Deterioradas, y la estación P1 muestra deterioro respecto a los últimos cuatro años, pasando a la categoría de Aguas Deterioradas.

Tributarios del Arroyo Pantanoso

En el año 2020 debido a la emergencia sanitaria, se realizó una sola campaña de muestreo de los tributarios, y no se monitoreó la estación JM2 por imposibilidad de acceso al sitio de extracción de la muestra.

Durante el año 2020 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 puntuales de OD, DBO₅, PT, NT, NH₃, y Cf. Tributarios A° Pantanoso (2020)

	Estación de Muestreo	Fecha de Muestreo	OD (mg/L)	DBO (mg/L)	Fósforo Total (mg/L P)	Nitrógeno Total (mg N/L)	Amoníaco Libre (mg N/L)	Coliformes Fecales (ufc/100mL)
Cañada Bellaca	BE1	15/09/2020	9,2	7	0,51	1,8	0,019	7,7E+03
	BE2	15/09/2020	4,1	4	0,4	7,1	0,019	5,9E+03
Cañada Lecocq	LE1	15/09/2020	3,6	22	2,52	13,1	0,134	4,8E+05
Cañada de la Higuera	H1	15/09/2020	10,4	11	0,81	2,7	0,002	4,0E+02

Al igual que el año anterior, durante el año 2020 en todas las estaciones se registraron valores superiores a los límites de las normativas vigentes para los parámetros fósforo total y nitrógeno total (salvo la estación BE1). En el caso de la estación LE1 todos los parámetros registran valores de incumplimiento en el muestreo realizado en el año 2020.

5.3 ARROYO LAS PIEDRAS

En el año 2020 en el Arroyo Las Piedras, se realizaron tres muestreos en cinco estaciones de monitoreo. En la figura 5.3.1 se muestra la ubicación de las mismas.

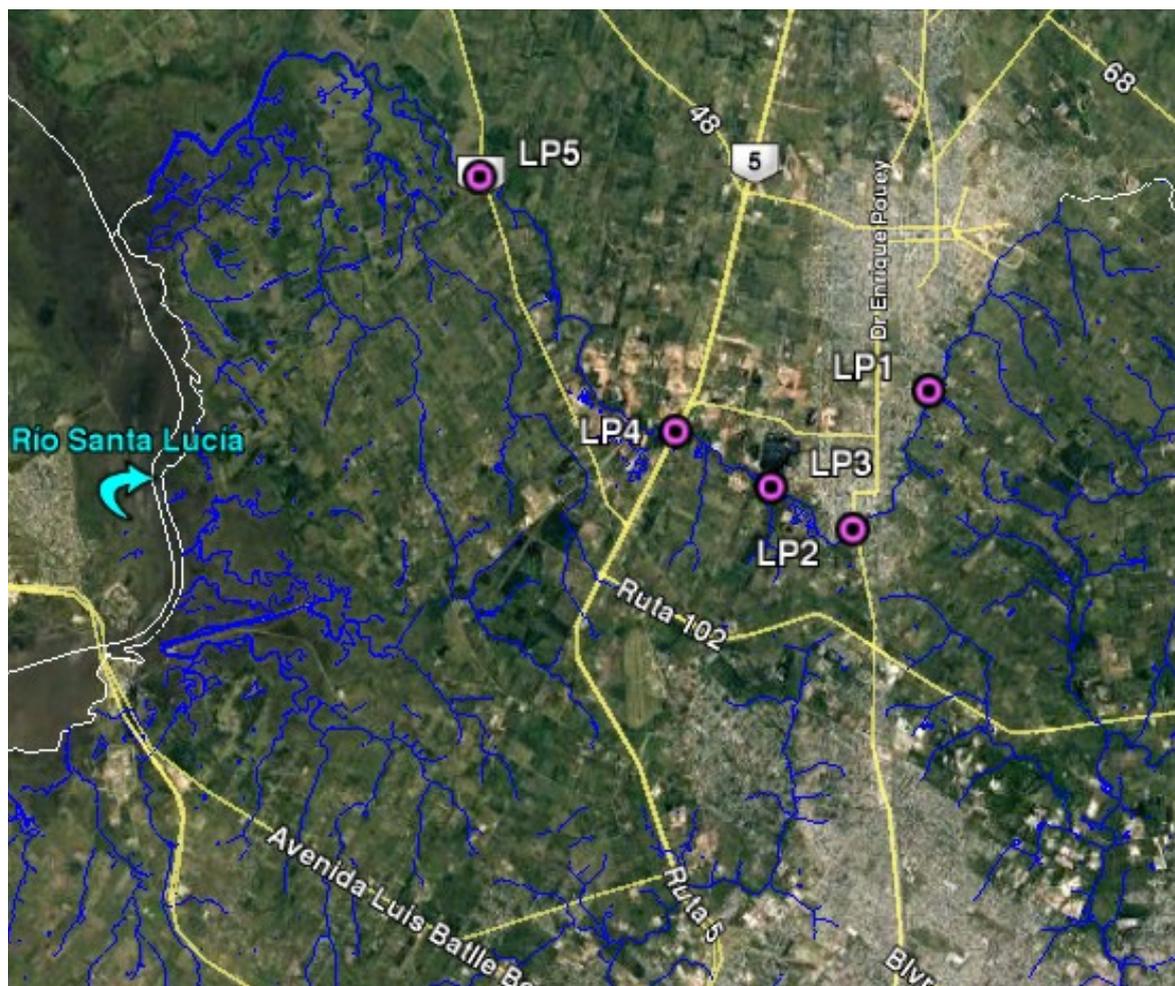


Figura 5.3.1: Estaciones de monitoreo del A° Las Piedras. Fuente Google Earth®

Estaciones en el curso principal 

LP1: Cno. Julio Sosa

LP2: Av. César 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 (DBO₅), fósforo total (PT), nitrógeno total (NT), amoníaco libre (NH₃), 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. Concentraciones de OD, DBO₅, PT, NT, NH₃, Cf, Tensoactivos, Cr y Pb de A⁰ Las Piedras 2020.

Estación de Muestreo	Fecha de Muestreo	OD (mg/L)	DBO (mg/L)	Fósforo Total (mg/L P)	Nitrógeno Total (mg N/L)	Amoníaco Libre (mg/L)	Tensoactivos (mg/L de LAS PM:318 g/mol)	Coliformes Fecales (ufc/100mL)	Cromo (mg/L)	Plomo (mg/L)
LP1	05/03/2020	4,2	8	1,38	20,3	0,160	0,36	4,7E+03	0,010	0,030
	11/08/2020	6,5	5	1,36	16,0	0,050	0,57	3,3E+03	0,010	0,030
	02/12/2020	5,0	8	2,00	11,8	0,216	0,57	9,5E+03	0,010	0,030
LP2	05/03/2020	3,9	22	1,60	19,3	0,215	1,19	4,3E+05	0,010	0,030
	11/08/2020	3,8	4	1,50	9,8	0,088	1,21	1,8E+04	0,010	0,030
	02/12/2020	0,7	16	2,21	18,6	0,225	1,29	4,6E+05	0,010	0,030
LP3	05/03/2020	1,7	18	3,12	29,4	0,319	0,76	1,7E+05	0,010	0,030
	11/08/2020	6,1	7	1,75	19,7	0,211	1,34	2,0E+04	0,010	0,030
	02/12/2020	2,3	18	4,64	25,5	0,637	1,57	3,3E+05	0,010	0,030
LP4	05/03/2020	3,6	15	2,09	32,1	0,470	0,27	4,3E+03	0,010	0,030
	11/08/2020	5,4	7	1,50	20,8	0,121	0,54	3,6E+03	0,010	0,030
	02/12/2020	2,4	16	2,73	34,7	1,362	0,48	2,9E+04	0,010	0,030
LP5	05/03/2020	4,6	9	0,93	6,3	0,083	0,17	2,2E+03	0,010	0,030
	11/08/2020	7,6	4	1,02	14,9	0,040	0,31	4,0E+02	0,010	0,030
	02/12/2020	5,1	7	2,21	18,9	0,258	0,23	3,2E+03	0,010	0,030

Como se muestra en la Tabla 5.3.1, en el año 2020 en todas las estaciones de monitoreo se registraron valores de fósforo, nitrógeno total, amoníaco y coliformes fecales (con la excepción de LP5 en el muestreo de agosto) superiores a los límites de la normativa. Las concentraciones de plomo y cromo registradas en todos los muestreos fueron acordes a los límites de la normativa. En líneas generales se puede observar que la estación LP2 resulta ser la más afectada de todas, presentando valores de incumplimiento en prácticamente todos los parámetros estudiados.

Se evalúa además 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 2020)

Tabla 5.3.2. Índice ISCA período 2005 – 2020

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
LP1	71	74	69	72	68	67	65	70	66	72	69	66	64	60	63	59
LP2	59	71	59	51	58	59	55	65	60	68	61	62	61	56	56	53
LP3	54	56	55	60	60	69	61	65	64	69	59	56	59	53	57	51
LP4	44	31	38	51	55	61	60	62	61	66	59	58	61	55	55	52
LP5	62	63	54	54	53	63	61	63	61	69	67	64	61	60	63	60

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 las estaciones LP1 y LP5 se registra un deterioro del índice respecto al año anterior, pasando a la categoría de Aguas Brutas; las demás estaciones se mantienen incambias respecto a los dos años anteriores.

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.

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

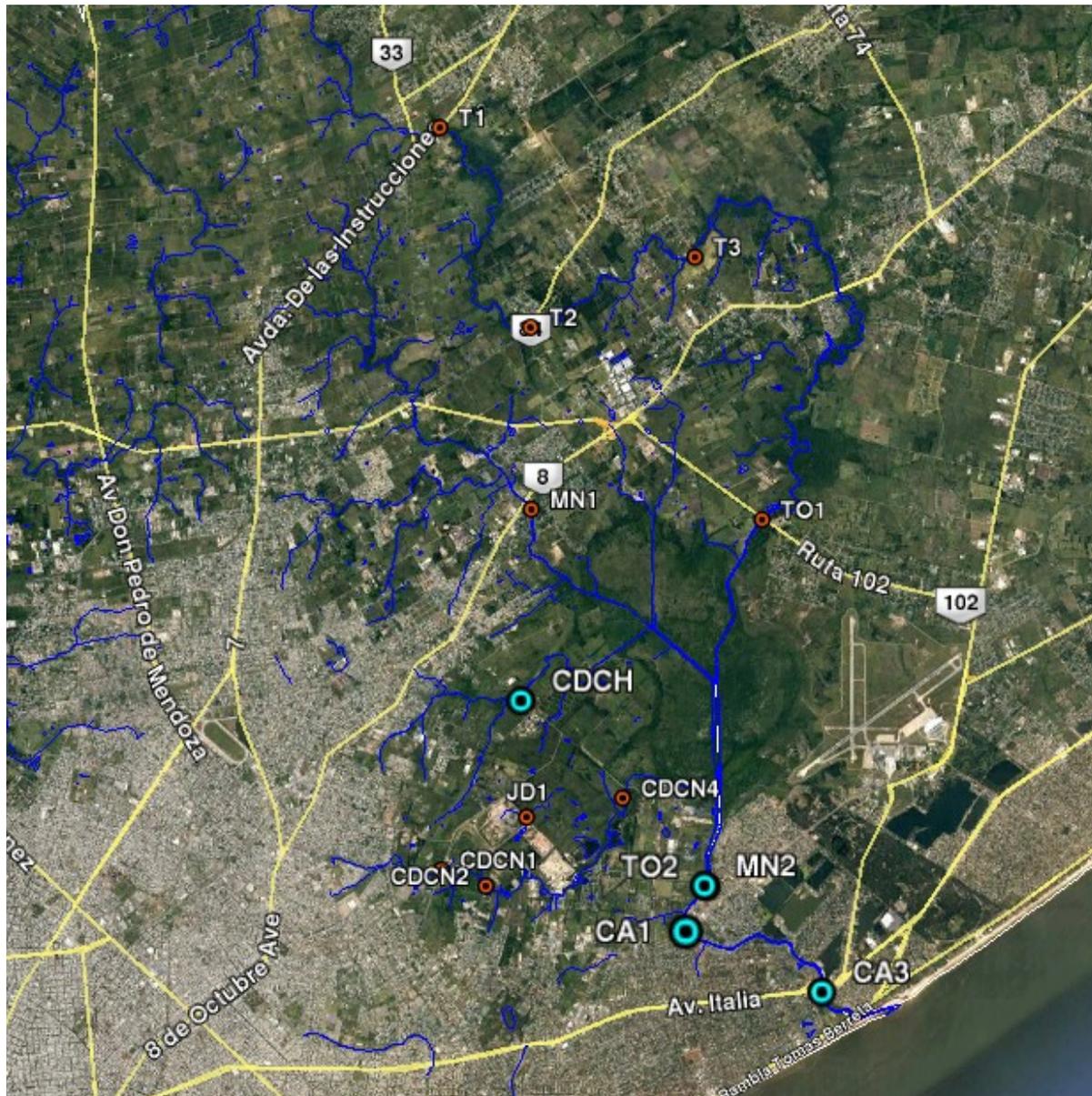


Figura 5.4.1 Estaciones de monitoreo de la Cuenca A° Carrasco. Fuente Google Earth®

Estaciones que se muestrearon 3 veces al año: ●

- 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

Estaciones que se muestrearon 2 veces al año: ●

- T1: A° Toledo y Av. de las Instrucciones.
- T2: A° Toledo y Cno. Al Paso del Andaluz.

- T3: A° Toledo y Cno. Melchor de Viana.
- TO1: A° Toledo y Ruta N° 102.
- MN1: A° 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
- JD1: A° Juan Díaz, que cruza Cno. Colastiné detrás del predio de la Usina 8

Análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

En la Tabla 5.4.1 se muestran los valores de oxígeno disuelto (OD), demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), fósforo total (PT), nitrógeno total (NT), amoníaco libre (NH₃), coliformes fecales, tensoactivos aniónicos, cromo (Cr) y plomo (Pb) del año 2020.

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, DBO₅, PT, NT, NH₃, Cf, Tensoactivos, Cr y Pb del A° Carrasco 2020.

Estación de Muestreo	Fecha de Muestreo	OD (mg/L)	DBO (mg/L)	Fósforo Total (mg/L P)	Nitrógeno Total (mg N/L)	Amoníaco Libre (mg/L)	Tensoactivos (mg/L de LAS PM:318 g/mol)	Coliformes Fecales (ufc/100mL)	Cromo (mg/L)	Plomo (mg/L)
CA1	05/02/2020	0,10	15	2,58	10,1	0,032	0,82	7,7E+05	-	-
	08/06/2020	2,63	9	1,09	6,1	0,008	0,57	1,1E+04	0,010	0,030
	18/11/2020	0,40	24	1,52	6,0	0,021	0,46	7,4E+04	0,010	0,030
CA3	05/02/2020	0,05	17	2,06	16,6	0,034	0,41	4,8E+05	-	-
	08/06/2020	0,03	16	2,33	12,6	0,053	1,21	5,4E+05	0,010	0,030
	18/11/2020	0,05	40	2,27	22,6	0,102	0,89	3,9E+05	0,010	0,030
MN2	05/02/2020	2,88	11	2,66	11,1	0,036	0,29	5,6E+02	-	-
	08/06/2020	1,46	5	1,33	8,3	0,037	0,54	1,8E+03	0,010	0,030
	18/11/2020	2,42	6	1,60	11,0	0,024	0,22	2,2E+02	0,010	0,030
TO2	05/02/2020	0,07	> 32	2,94	17,1	0,114	1,48	1,1E+06	-	-
	08/06/2020	2,56	5	0,99	3,7	0,012	1,34	4,8E+04	0,010	0,030
	18/11/2020	1,77	12	1,38	6,7	0,026	0,56	1,5E+05	0,010	0,030
CDCH	05/02/2020	0,03	25	2,13	33,3	0,290	2,64	1,9E+06	-	-
	08/06/2020	0,66	25	1,26	27,6	0,257	0,31	3,9E+05	0,010	0,030
	18/11/2020	0,08	50	1,72	20,8	0,430	3,35	1,3E+06	0,010	0,030

Durante el año 2020 todas las estaciones presentan valores de incumplimiento de oxígeno disuelto, fósforo total, nitrógeno total y coliformes fecales (con la excepción de MN2) en función de la normativa vigente. Por otra parte se registraron valores acordes a la normativa para los metales Cr y Pb.

La estación CDCH ubicada sobre la cañada Chacarita de los Padres, resulta ser la más afectada presentando valores de incumplimiento en prácticamente todos los parámetros durante todo el año. En esta estación a menudo se registra la presencia de espuma y residuos sólidos, que también representan un incumplimiento de las características citadas en la normativa

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 2020).

Tabla 5.4.2. Evolución del índice ISCA desde el año 2005 al 2020

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
CA1	60	54	57	51	52	54	51	51	52	56	52	53	54	56	57	47
CA3	48	49	53	50	48	51	55	44	51	57	49	53	54	50	54	36
MN2	58	55	55	53	52	54	49	48	49	55	51	53	52	56	57	50
TO2	57	52	58	57	48	53	54	52	53	58	54	54	56	55	57	48
CDCH	49	46	42	47	46	50	53	49	49	56	47	40	54	47	54	42

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 observan un deterioro significativo en el índice ISCA para las estaciones CA3 y CDCH respecto al año anterior, descendiendo ambas estaciones a la categoría de Aguas Deterioradas. Las demás estaciones se mantienen incambiadas en la categoría de Aguas Brutas desde el año 2005.

Tributarios del Arroyo Carrasco

En cuanto a los tributarios de la cuenca se observa durante todo el año 2020 incumplimientos para varios parámetros estudiados en las estaciones de monitoreo (valores en rojo de la Tabla 5.4.3)

Tabla 5.4.3. Concentraciones de OD, DBO₅, PT, NT, NH₃, Cf, en tributarios de la Cuenca A° Carrasco, 2020.

Estación de Muestreo	Fecha de Muestreo	OD (mg/L)	DBO (mg/L)	Fósforo Total (mg/L P)	Nitrógeno Total (mg N/L)	Amoníaco Libre (mg/L)	Coliformes Fecales (ufc/100mL)	Cromo (mg/L)	Plomo (mg/L)	
Arroyo Toledo	T1	20/02/2020	0,59	10	2,12	10,8	0,013	1,0E+04	-	-
		07/10/2020	5,34	5	0,79	8,0	0,023	5,0E+02	-	-
	T2	20/02/2020	3,14	< 3	0,88	4,5	0,009	3,0E+02	-	-
		07/10/2020	7,58	4	0,99	6,9	0,010	5,6E+02	-	-
	T3	20/02/2020	4,54	< 3	0,73	2,6	0,013	7,0E+02	-	-
		07/10/2020	8,09	3	0,80	4,8	0,011	3,0E+02	-	-
TO1	20/02/2020	0,13	19	2,62	7,9	0,008	7,5E+03	-	-	
	07/10/2020	10,08	< 3	0,77	5,1	0,018	1,5E+04	-	-	
Arroyo Manga	MN1	20/02/2020	5,46	5	1,02	9,4	0,039	4,6E+04	-	-
		07/10/2020	8,41	8	1,44	19,5	0,080	1,5E+04	-	-
Cañada Canteras	CDCN1	13/05/2020	0,08	64	2,28	17,8	0,117	1,1E+06	0,010	0,030
		14/10/2020	0,10	70	2,47	30,9	0,144	1,5E+06	0,010	0,030
	CDCN2	13/05/2020	0,03	87	3,26	24,3	0,441	1,8E+06	0,010	0,030
		14/10/2020	0,05	110	3,72	50,9	0,486	2,4E+06	0,010	0,030
	CDCN4	13/05/2020	2,53	29	2,51	23,1	0,278	8,1E+05	0,01	0,030
		14/10/2020	3,45	5	0,52	27,0	0,113	7,0E+03	0,01	0,030
Arroyo Juan Díaz	Lix-JD1	13/05/2020	0,70	120	6,90	1100	44	1,0E+04	1,1	0,030
		14/10/2020	0,05	> 440	> 17	2200	128	1,5E+05	1,5	0,030

Todas las estaciones de monitoreo registraron valores de incumplimiento para los parámetros fósforo total y nitrógeno total.

Las estaciones sobre el tramo superior del arroyo Toledo presentan valores de DBO₅ y amoníaco libre acordes a la normativa prácticamente durante todo el año.

Durante el año 2020 en la cañada de las Canteras se registran valores de incumplimiento para todos los parámetros (exceptuando DBO₅ en la estación CDCN4 en el muestreo de octubre y metales Cr y Pb). Al igual que años anteriores se continua registrando la presencia de residuos

sólidos principalmente en las estaciones CDCN1 y CDCN2, que no sólo impiden el flujo normal del curso, sino que además también representa un incumplimiento de las características establecidas en la normativa vigente.

En cuanto a la estación de monitoreo LIX-JD1 que se encuentra ubicada en el arroyo Juan Díaz, detrás del predio de la Usina 8, se reiteran las condiciones de deterioro de años anteriores. A este curso de agua llegan lixiviados provenientes de la Usina de Disposición Final de Residuos, que no han sido canalizados hacia la planta de tratamiento inaugurada en el año 2013. Durante el año 2020, todos parámetros analizados en esta estación de monitoreo presentan valores de incumplimiento respecto a la normativa vigente (a excepción de los valores de plomo).

5.5 ARROYO SAN GREGORIO, ARROYO MELILLA Y AFLUENTES

El arroyo San Gregorio es un afluente del Río Santa Lucía y en su cuenca están asentadas algunas industrias y establecimientos agropecuarios que vierten sus efluentes directamente a este curso de agua o a algún afluente de éste. Para evaluar la calidad de sus aguas así como la de sus principales afluentes, se realizan dos campañas de monitoreo anuales que abarcan desde las nacientes del curso de agua (a la altura de Cno. Anaya), hasta la estación ubicada en Cno. Los Camalotes. Se monitorean con una frecuencia bi-anual ocho estaciones: cuatro que corresponden al curso principal del A° San Gregorio, dos sobre afluentes del mismo, una estación sobre el arroyo Melilla y otra sobre un afluente del mismo (figura 5.5.1).

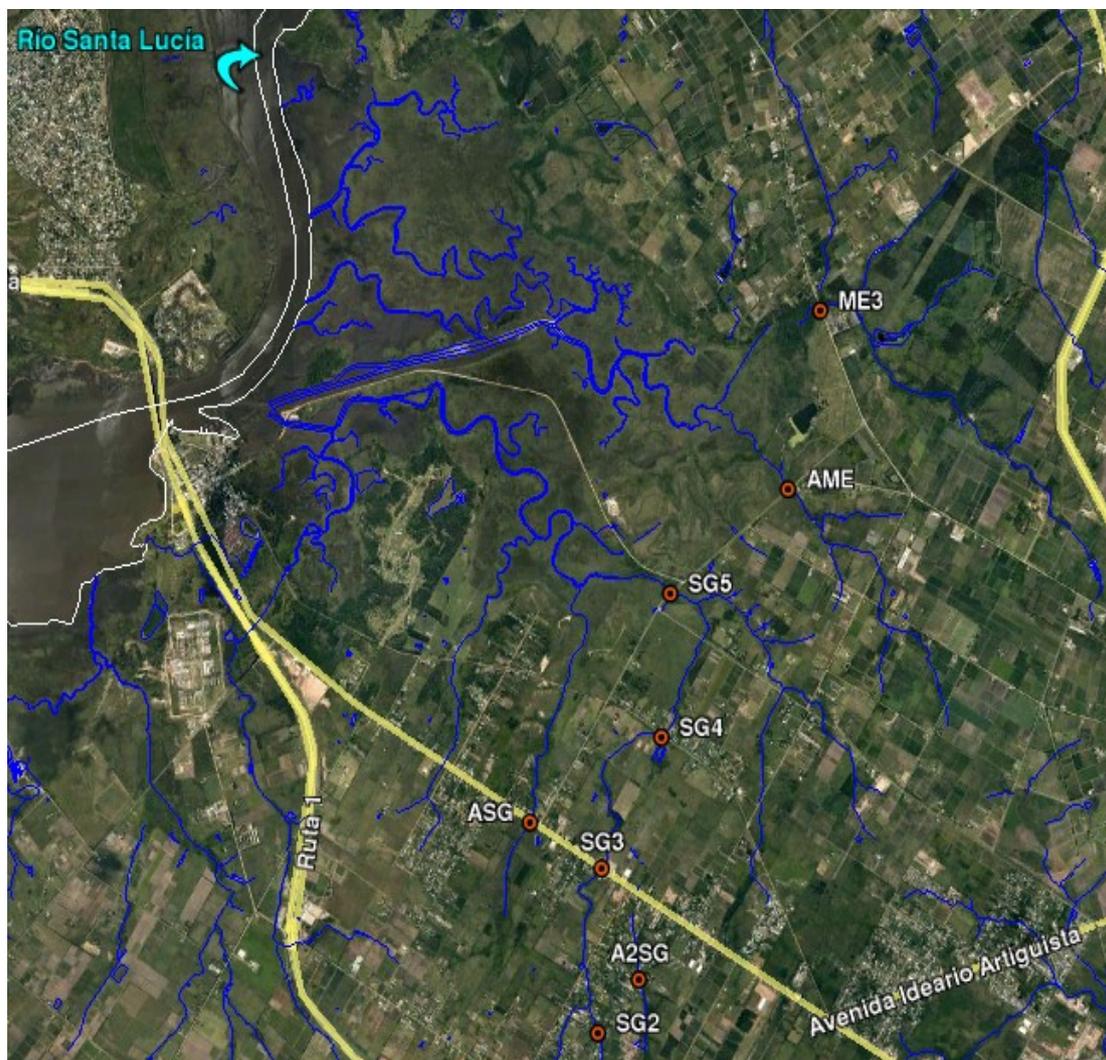


Figura 5.5.1. Estaciones de monitoreo A° San Gregorio – A° Melilla y afluentes. Fuente Google Earth®

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 se muestran los valores de oxígeno disuelto (OD), demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), fósforo total (PT), nitrógeno total (NT), amoníaco libre (NH₃) y coliformes fecales (Cf). 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, DBO₅, PT, NT, NH₃, Cf. A° San Gregorio-A° Melilla y tributarios 2020.

	Estación de Muestreo	Fecha de Muestreo	OD (mg/L)	DBO (mg/L)	Fósforo Total (mg/L P)	Nitrógeno Total (mg N/L)	Amoníaco Libre (mg N/L)	Coliformes Fecales (ufc/100mL)
Arroyo San Gregorio y afluentes	SG2	08/01/2020	2,88	14	2,94	71,8	1,704	2,9E+04
		22/09/2020	0,03	86	8,85	114,5	0,955	4,0E+06
	SG3	08/01/2020	1,1	9	0,98	60,9	0,5405	5,0E+04
		22/09/2020	4,1	8	1,28	73,9	0,6013	4,1E+04
	SG4	08/01/2020	5,8	6	1,84	28,5	0,2807	1,2E+04
		22/09/2020	8,7	6	1,70	29,5	0,3977	1,6E+03
	SG5	08/01/2020	2,0	7	2,19	29,0	0,1181	5,8E+03
		22/09/2020	6,9	6	1,86	20,4	0,4449	9,4E+02
	ASG	08/01/2020	1,4	11	0,38	3,2	0,0096	7,8E+02
		22/09/2020	16,9	3	0,61	5,8	0,0107	5,0E+02
A2SG	22/09/2020	4,3	3	0,63	4,9	0,0031	2,8E+03	
Arroyo Melilla y Afluente	ME3	08/01/2020	0,3	11	0,54	1,8	0,0039	1,1E+03
		22/09/2020	6,8	3	0,17	3,2	0,0030	6,6E+02
	AME	22/09/2020	12,4	3	0,39	9,1	0,0366	1,2E+02

Al igual que en años anteriores se observa que los valores de fósforo y nitrógeno superan los límites de la normativa nacional e internacional en todas las estaciones, con la excepción de ME3 en el muestreo de enero. En la estación de muestreo SG2 se registraron valores de incumplimiento para todos los parámetros estudiados en el año 2020. Sólo en el tramo final del arroyo San Gregorio se registran algunos valores acordes a la normativa para el parámetro DBO₅, oxígeno disuelto y coliformes fecales. Se reitera la misma tendencia registrada hasta ahora: un alto grado de afectación en las nacientes del arroyo y una leve mejoría de la calidad del agua hacia las demás estaciones, desde SG3 hasta SG5, pero aún registrándose valores de varios parámetros que no cumplen con la normativa y que son vertidos directamente en la cuenca del Río Santa Lucía.

En las estaciones de monitoreo del arroyo Melilla (ME) y afluente (AME) se registran para los parámetros DBO₅ y oxígeno disuelto valores que cumplen con los límites establecidos en la normativa vigente, excediéndose en las concentraciones de fósforo total en ambos muestreos.

5.6 OTROS CURSOS MENORES

5.6.1 Tributarios del Río de la Plata Zona Este

5.6.1.1 Arroyo Malvín

La calidad de las aguas del Arroyo Malvín, es evaluada por el Servicio ECCA mediante dos monitoreos anuales en el tramo que no está entubado (entre Isla de Gaspar y Avenida Estanislao López), (Figura 5.6.1.1).

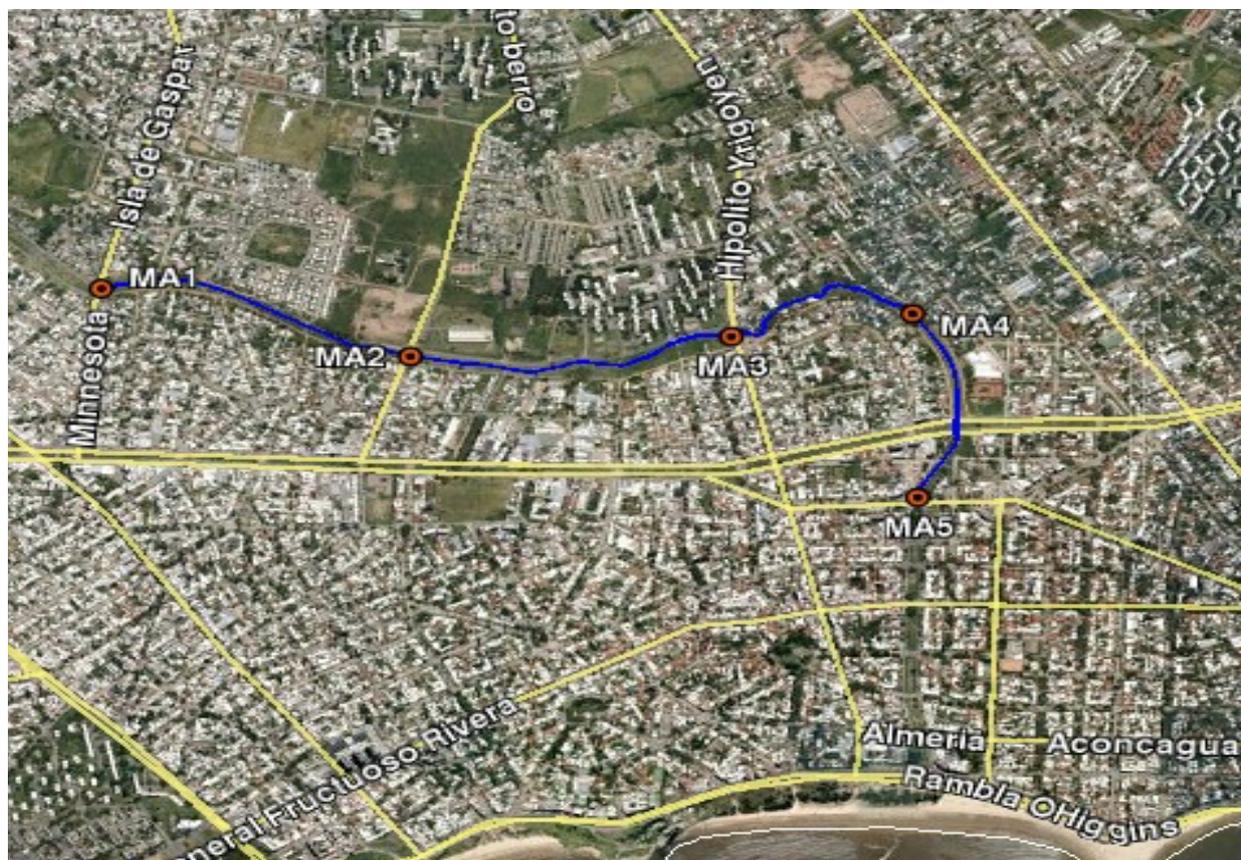


Figura 5.6.1.1. Estaciones de monitoreo del Arroyo Malvín. Fuente Google Earth®

Estaciones de muestreo 

MA1: A° Malvín e Isla de Gaspar

MA2: A° Malvín y Matajojo

MA3: A° Malvín e Hipólito Yrigoyen

MA4: A° Malvín y Espuelitas

MA5: A° Malvín y Av. Estanislao López

En la Tabla 5.6.1.1 se muestran los valores de oxígeno disuelto (OD), demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), fósforo total (PT), nitrógeno total (NT), amoníaco libre (NH₃) y coliformes fecales (Cf). 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 5.6.1.1. Concentraciones de OD, DBO, PT, NT, NH₃, Cf. A° Malvín año 2020.

Estación de Muestreo	Fecha de Muestreo	OD (mg/L)	DBO (mg/L)	Fósforo Total (mg/L P)	Nitrógeno Total (mg N/L)	Amoniaco Libre (mg N/L)	Coliformes Fecales (ufc/100mL)
MA1	29/01/2020	0,04	160	4,82	44,8	1,510	2,4E+06
	15/07/2020	2,23	36	1,95	39,0	0,243	2,8E+05
MA2	29/01/2020	0,03	90	2,34	28,6	0,367	2,3E+06
	15/07/2020	4,13	32	1,92	37,0	0,176	2,2E+05
MA3	29/01/2020	0,02	70	2,70	36,1	0,531	2,9E+06
	15/07/2020	3,59	32	1,95	25,0	0,261	5,0E+04
MA4	29/01/2020	0,02	80	3,31	38,4	0,515	4,9E+06
	15/07/2020	6,93	19	1,76	21,8	0,237	4,0E+04
MA5	29/01/2020	0,03	70	2,84	29,9	0,668	2,9E+06
	15/07/2020	10,70	14	1,32	17,7	0,326	2,0E+04

Se mantiene el deterioro sostenido de la calidad del agua del arroyo Malvín reportada en años anteriores, en el año 2020 en todas las estaciones de monitoreo se registraron valores de DBO₅, nutrientes y coliformes fecales que superan ampliamente los límites establecidos en las normativas vigentes. En cuanto al oxígeno disuelto, se registraron solamente dos valores de cumplimiento: en los puntos MA4 y MA5 en el muestreo de julio, los demás valores no alcanzan el límite mínimo establecido en el Decreto 253/79.

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).

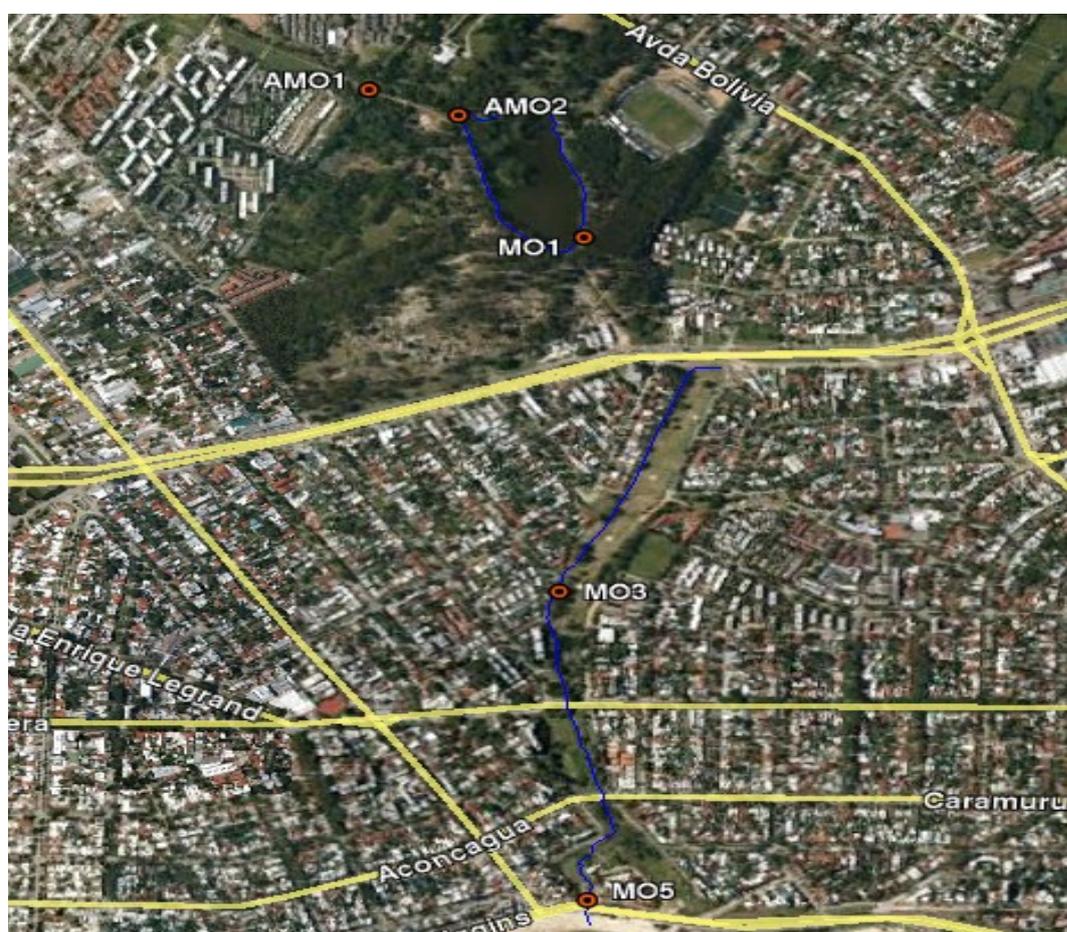


Figura 5.6.1.2. Estaciones de monitoreo del A° Molino. Fuente Google Earth®

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

En la Tabla 5.6.1.2 se muestran los valores de oxígeno disuelto (OD), demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), fósforo total (PT), nitrógeno total (NT), amoníaco libre (NH₃) y coliformes fecales (Cf) determinados en el año 2020. 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 5.6.1.2. Concentraciones de OD, DBO, PT, NT, NH₃, Cf. A° Molino y afluentes (2020)

Estación de Muestreo	Fecha de Muestreo	OD (mg/L)	DBO (mg/L)	Fósforo Total (mg/L P)	Nitrógeno Total (mg N/L)	Amoníaco Libre (mg N/L)	Coliformes Fecales (ufc/100mL)
AMO1	30/01/2020	0,16	28	2,10	14,8	0,053	9,5E+05
	29/07/2020	3,23	> 20	3,27	17,2	0,014	1,3E+06
AMO2	30/01/2020	0,03	9	0,60	8,3	0,009	1,2E+04
	29/07/2020	2,27	> 30	1,24	36,3	0,010	3,0E+05
MO1	29/07/2020	4,24	> 20	1,11	2,8	0,009	6,7E+03
MO3	30/01/2020	1,40	7	0,60	10,2	0,004	3,5E+03
	29/07/2020	1,60	> 30	2,07	21,3	0,050	5,8E+04
MO5	30/01/2020	7,61	3	0,50	7,8	0,017	1,1E+03
	29/07/2020	7,42	8	1,17	13,8	0,050	2,8E+03

Al igual que el año anterior, en el año 2020 se observaron valores de incumplimiento para fósforo total, nitrógeno total y coliformes fecales en prácticamente todas las estaciones, registrándose en algunas oportunidades concentraciones que exceden varios órdenes los límites de la normativa de referencia. Para los parámetros OD, y DBO₅ sólo en la estación MO5 se registraron valores que cumplen con la normativa durante todo el año.

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

En la figura 5.6.2.1 se muestra la ubicación de las estaciones que se monitorean 2 veces al año.

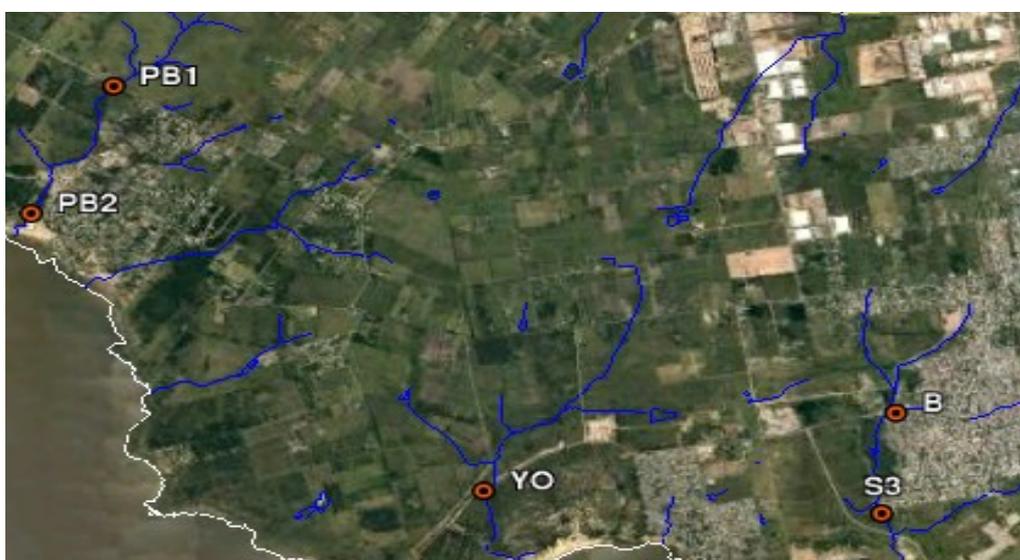


Figura 5.6.2.1. Estaciones de monitoreo de las cañadas de playas del Oeste. Fuente Google Earth®

Estaciones de muestreo

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 Tabla 5.6.2.1 se muestran los valores de oxígeno disuelto (OD), demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), fósforo total (PT), nitrógeno total (NT), amoníaco libre (NH₃) y coliformes fecales (Cf). 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 5.6.2.1. Concentraciones de OD, DBO, PT, NT, NH₃, Cf. Cdas. Playas del Oeste (2020)

	Estación de Muestreo	Fecha de Muestreo	OD (mg/L)	DBO (mg/L)	Fósforo Total (mg/L P)	Nitrógeno Total (mg N/L)	Amoníaco Libre (mg N/L)	Coliformes Fecales (ufc/100mL)
Cañada BÉlgica	B	22/01/2020	13,23	12	1,05	9,7	1,359	3,6E+05
		30/09/2020	12,39	28	1,44	18,7	0,916	9,5E+03
Cañada de las Pajas Blancas	PB1	22/01/2020	6,77	7	2,28	4,7	0,051	5,5E+03
		30/09/2020	6,54	4	1,59	6,0	0,022	5,0E+02
	PB2	22/01/2020	2,60	< 3	0,68	4,7	0,007	3,1E+02
		30/09/2020	6,75	3	1,10	4,7	0,006	7,4E+02
Cañada Punta Yeguas	YO	22/01/2020	6,34	4	0,47	3,9	0,025	2,7E+03
Cañada Playa Dellazoppa	S3	22/01/2020	2,38	9	1,80	11,8	0,165	6,4E+03
		30/09/2020	4,73	> 42	2,50	15,6	0,158	9,9E+03

Los parámetros fósforo total y nitrógeno no cumplen con las normativas en ninguna estación de muestreo durante el año 2020.

Se continua registrando la misma situación que años anteriores en la estación B, que presenta valores de sobresaturación de oxígeno disuelto, y valores de incumplimiento en todos los demás parámetros estudiados.

5.7 BIOENSAYOS

5.7.1 Arroyo Miguelete

Se realizaron determinaciones sobre los puntos M1, M5 y M8. Los resultados de las muestras extraídas del arroyo Miguelete en el año 2020 se presentan en la Tabla 5.7.1. Los datos faltantes en verano (*) se deben a que las muestras presentaron niveles de salinidad mayores a 1 UPS, este valor de salinidad invalida la realización del ensayo cuando se debe a causas naturales. En particular se destaca que el aumento de salinidad se explica por una intrusión salina desde el Río de la Plata al momento de realizar la toma de muestra.

H. attenuata fue el organismo de ensayo que presentó mayores efectos tóxicos, siendo la mediana de la UT en verano igual a 2,74 y en invierno igual a 1,15. Los resultados en invierno subestiman el valor real dado que no fue posible realizar ensayos definitivos en forma adecuada por vencimiento en el período de conservación de las muestras. Los niveles de toxicidad de verano resultaron ser muy próximos a los valores medios de la serie de datos históricos (2,47).

Los demás ensayos (*D. magna* y *V. fischeri*) mantienen la tendencia histórica de valores no tóxicos o levemente tóxicos.

Tabla 5.7.1. Resultados de los bioensayos realizados en el arroyo Miguelete en el año 2020

Sitios	Estación	<i>H. attenuata</i> (UT)	<i>D. magna</i> (UT)	<i>V. fischeri</i> (UT)
M1	Verano	1,00	1,00	1,00
	Invierno	>1,15	1,15	1,00
M5	Verano	4,48	1,00	1,00
	Invierno	>1,15	1,00	1,00
M8	Verano	*	*	1,00
	Invierno	>1,15	1,0	1,00

5.7.2 Arroyo Pantanoso

Se realizaron determinaciones sobre los puntos P1, P5 y P8. Los resultados de las muestras extraídas se presentan en la Tabla 5.7.2. Los datos faltantes en verano (*) se deben a que las muestras presentaron niveles de salinidad mayores a 1 UPS que, este valor de salinidad invalida la realización del ensayo cuando se debe a causas naturales. En particular se destaca que el aumento de salinidad se explica por una intrusión salina desde el Río de la Plata al momento de realizar la toma de muestra.

Al igual que en años anteriores, registrado por la serie histórica de monitoreo, el ensayo de *H. attenuata* es el que marca una toxicidad importante mientras que *D. magna* y *V. fischeri* se presentan con niveles no tóxicos o levemente tóxicos.

H. attenuata presenta en verano una mediana de UT de 14,1 siendo el segundo valor más alto hasta la fecha (el mayor se había registrado en 2019), lo que consolida un aumento importante en la toxicidad. En invierno el valor de la mediana es 4,78 resultando en un descenso respecto de los tres años previos y próximo al valor promedio de la serie histórica de invierno.

En el ensayo de *V. fischeri*, el arroyo Pantanoso refleja niveles leves o no tóxicos y en el caso de *D. magna* no presenta toxicidad.

Tabla 5.7.2. Resultados de los bioensayos realizados en el arroyo Pantanoso en el año 2020

Sitios	Estación	<i>H. attenuata</i> (UT)	<i>D. magna</i> (UT)	<i>V. fischeri</i> (UT)
P1	Verano	22,63	1,00	1,67
	Invierno	2,83	1,00	1,00
P5	Verano	5,66	1,00	1,00
	Invierno	4,78	1,00	1,00
P8	Verano	*	1,00	1,00
	Invierno	4,80	1,00	1,00

Como consideración general, el arroyo Pantanoso mantiene niveles importantes de toxicidad que se destacan en los resultados de *H. attenuata*. Si bien la toxicidad ha sido variable en la serie histórica el aumento observado en verano se ha mantenido por 2 años consecutivos. Finalmente se observa una tendencia a mayor toxicidad al avanzar en el sentido del curso en la temporada invernal, en tanto que para el verano ésta tendencia sería la opuesta.

5.7.3 Arroyo Las Piedras

Se realizaron determinaciones sobre los puntos LP1, LP3 y LP5. Los resultados de las muestras extraídas para el arroyo Las Piedras en el año 2020 se presentan en la Tabla 5.7.3.

Con el ensayo de *H. attenuata* se observan valores muy tóxicos en verano y valores en el rango de tóxico a muy tóxico en invierno. Las medianas de los valores de verano (5,66) y de invierno (3,67) superan los registros históricos medios y ya constituyen una tendencia ascendente sostenida desde los últimos 5 años en la serie de datos de verano. Sin embargo, *D. magna* y *V. fischeri* mantienen valores predominantemente no tóxicos o levemente tóxicos.

Tabla 5.7.3. Resultados de los bioensayos realizados en el arroyo Las Piedras en el año 2020.

Sitios	Estación	<i>H. attenuata</i> (UT)	<i>D. magna</i> (UT)	<i>V. fischeri</i> (UT)
LP1	Verano	5,66	1,00	1,00
	Invierno	3,67	1,41	1,00
LP3	Verano	7,85	1,07	1,00
	Invierno	5,35	1,15	1,00
LP5	Verano	4,24	1,00	1,00
	Invierno	2,83	1,00	1,00

El arroyo Las Piedras mantiene un incremento en sus niveles de toxicidad cuantificados por el ensayo de *H. attenuata* desde el año 2017. Dicho aumento no ha sido observado en los demás ensayos realizados. Dada la mayor sensibilidad de *H. attenuata* a la contaminación derivada de la degradación de la materia orgánica, se considera como principal responsable de la toxicidad observada y de su incremento.

5.7.4 Cuenca del Arroyo Carrasco

Se realizaron determinaciones sobre los puntos CA3, MN2 y TO2. La Tabla 5.7.4 muestra los resultados para los sitios relevados en la cuenca del arroyo Carrasco durante el año 2020.

Con la excepción de TO2 en invierno, los demás sitios presentan un aumento de toxicidad relevante en el ensayo de *H. attenuata*, particularmente en verano mostró valores en el rango tóxico a muy tóxico. Por otra parte, los ensayos de *D. magna* y *V. fischeri* mantienen niveles no tóxicos.

Tabla 5.7.4. Resultados de los bioensayos realizados en la cuenca del arroyo Carrasco en el año 2020.

Sitios	Estación	<i>H. attenuata</i> (UT)	<i>D. magna</i> (UT)	<i>V. fischeri</i> (UT)
CA3	Verano	4,73	1,00	1,00
	Invierno	1,41	1,00	1,00
MN2	Verano	3,58	1,00	1,00
	Invierno	2,33	1,00	1,00
TO2	Verano	7,38	1,00	1,00
	Invierno	1,00	1,00	1,00

Para los cursos de agua de esta cuenca se destaca que la serie histórica de los últimos 5 años, mostraba valores de toxicidad no tóxicos o levemente tóxicos. Los resultados del ensayo *H. attenuata* en el año 2020 presentan un aumento de toxicidad importante respecto a años anteriores, particularmente en verano y adicionalmente para MN2 en invierno, lo cual indica un cambio relevante en la calidad de agua de los cursos de esta cuenca.

6 CONSIDERACIONES FINALES

Durante el año 2020 se han mantenido las características informadas en los años anteriores, no evidenciándose mejoras en la calidad de las aguas de los cursos de Montevideo, salvo en algunas estaciones del Arroyo Pantanoso.

En la figura 6.1 se grafican para el período 2005 – 2020 el porcentaje de veces que la calidad del agua de cada estación de monitoreo permaneció en las diferentes categorías que establece el ISCA:

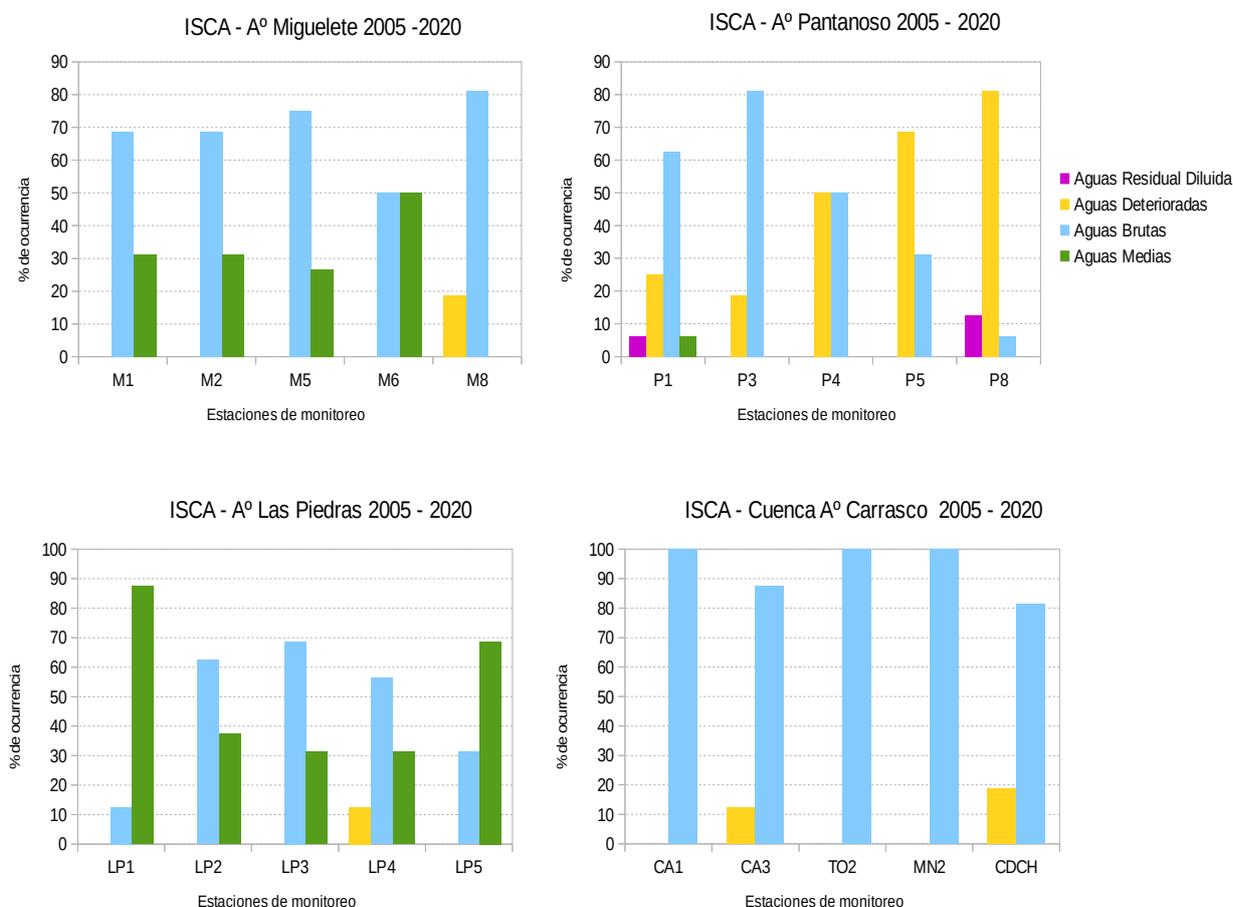


Figura 6.1. Porcentaje de ocurrencia de categorías según ISCA en Cuencas Mayores (2005-2020)

Las estaciones cuya calidad se ha visto más deteriorada en el período 2005-2020:

- Para el arroyo Miguelete la ubicada en su desembocadura en la bahía de Montevideo (M8), casi el 20% de las veces permaneció en la categoría de Aguas deterioradas, las demás veces su categoría fue superior (Aguas Brutas).

- Para el arroyo Pantanoso la estación P8 se clasificó como Aguas Deterioradas más del 80% de las veces, incluso su categoría fue de Agua Residual Diluida el 13% de las veces y sólo en uno de los años del período se alcanzó la Categoría de Aguas Brutas. Además también se puede observar que para la estación P5 el porcentaje de ocurrencia en la categoría de Aguas Deterioradas alcanza casi el 70%, y el resto de las veces su categoría fue de Aguas Brutas.

- Para las estaciones de la cuenca del arroyo Carrasco, CA3 y CDCH se clasificaron en Aguas Deterioradas el 13% y 19% de las veces respectivamente y las demás veces su categoría fue de Aguas Brutas.

- Para las estaciones del arroyo Las Piedras, la estación LP4 se clasificó como Agua Deteriorada el 13% de las veces, siendo las demás veces de categorías superiores (Aguas Brutas e incluso Aguas Medias).

Las principales causas del estado de deterioro de los cursos de agua detectadas se pueden agrupar en:

- Vertido de residuos sólidos en las márgenes o en los mismos cursos de agua.
- Aportes directos de efluentes de saneamiento sin tratar desde asentamientos irregulares ubicados en las cuencas, o desde zonas que aun no están cubiertas por los planes de saneamiento urbano.
- Potenciales vertimientos de emprendimientos en las cuencas de drenaje, pudiendo ver los informes semestrales de actividad industrial y cumplimiento de la normativa en: <https://montevideo.gub.uy/areas-tematicas/ambiente/control-de-industrias/reportes-semestrales-de-actividad-industrial-y-cumplimiento-de-normativa>
- Incremento en la frecuencia e intensidad de eventos meteorológicos extremos que alteran la hidrodinámica de los cursos de agua y su cuenca de drenaje.

A nivel departamental la Intendencia de Montevideo dentro del marco del proceso de planificación, definió Lineamientos y Objetivos Estratégicos transversales a toda la institución (la información se encuentra en <https://montevideo.gub.uy/sites/default/files/biblioteca/objetivosymetas2020.pdf>

El Lineamiento Estratégico 2 (Promover un desarrollo ambientalmente sustentable), plantea en relación directa o indirecta a los cursos de agua:

- Gestionar los servicios de saneamiento y drenaje pluvial, ampliando la cobertura del sistema, con tecnologías más adecuadas a los entornos, mitigando el riesgo hídrico ante inundaciones.
- Impulsar la gestión ambiental integrada del territorio, preservando tanto la calidad de los cuerpos de agua (arroyos, cañadas, bañados, bahía, Río de la Plata, acuíferos, playas).
- Avanzar en la formalización del circuito informal de la basura, con énfasis en la integración social de los clasificadores.
- Promover un cambio cultural en la ciudadanía para que esta se empodere de sus derechos y se haga cargo de sus obligaciones ambientales.

Es importante destacar dentro del Lineamiento Estratégico 4 (Impulsar un modelo de desarrollo sustentable e innovador), el Objetivo Estratégico 4.6: “Promover la resiliencia de Montevideo (climática, ambiental, social, económica, empleo, salud, entre otras), estableciendo políticas orientadas a la gestión del riesgo y a la respuesta y recuperación ante situaciones de crisis, impulsando la cooperación con otros organismos y promoviendo la conciencia pública en relación al tema.”

Cabe destacar que a partir del 2021 se definen nuevos Lineamientos Estratégicos, que guían la estrategia de planificación de la institución para el período 2021 – 2025.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cacho, C., Rodríguez, A., Risso, J., Sienra, 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.

Coleman, R.N. & Qureshi, A.A. (1985). Microtox® and *Spirillum volutans* tests for assessing toxicity of environments samples. Bulletin Environmental Contamination and Toxicology. 35: 443-451.

Decreto Poder Ejecutivo, N° 253/79 del 09/05/1979 y modificativos (Decretos N° 232/88, N° 698/89 y N° 195/91).

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; nº 15; 15-22) (año 5; nº 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.

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.

PNUMA (2021). Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2021). “Hacer las paces con la naturaleza: Plan científico para hacer frente a las emergencias del clima, la biodiversidad y la contaminación”. Nairobi. <https://www.unep.org/resources/making-peace-nature>

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 (2017). Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater. 23rd Edition. ISBN 978-087553-287-5.

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 6341:2013. 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 11348-3:2009. Calidad del agua. Determinación del efecto inhibitor 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.

8 LISTADO DE ABREVIATURAS

CE – Conductividad Eléctrica

Cf – Coliformes fecales

Cr – Cromo

DBO₅ – Demanda Bioquímica de Oxígeno

DDA – Departamento de Desarrollo Ambiental

DL 50 – Dosis letal 50%

ECCA – Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental

IM – Intendencia de Montevideo

ISCA – Índice Simplificado de Calidad de Agua

NH₃ – Amoníaco libre

NH₄⁺ - Amonio

NT – Nitrógeno Total

OD – Oxígeno Disuelto

Pb – Plomo

PNUMA – Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente

PSU – Plan de Saneamiento Urbano

PT – Fósforo Total

SMEWW – Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

SNAP – Sistema Nacional de Áreas Protegidas

UFC – Unidades Formadoras de Colonias

USEPA - United States Environmental Protection Agency

UT – Unidades de Toxicidad