



**CONVENIO UP – CESBA**

**EVALUACIÓN DEL AMBIENTE URBANO**

**CONTAMINACIÓN SONORA**

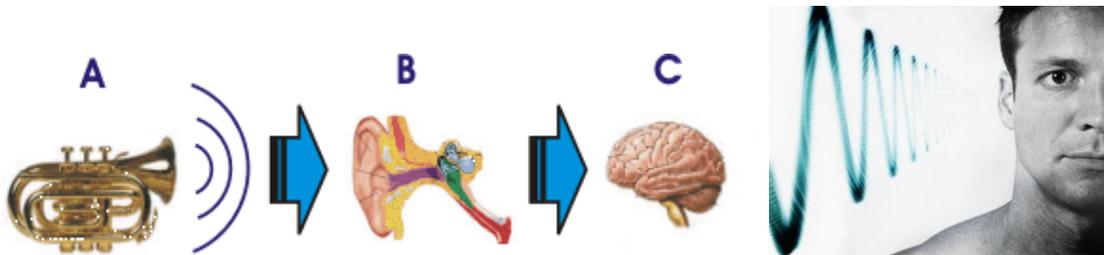
**CALIDAD DEL AGUA**

**INFORME DICIEMBRE 2016**

# CONTAMINACIÓN SONORA

## EL SONIDO

Cuando un cuerpo vibra, dichas vibraciones pueden viajar o trasladarse a través de un medio fluido como el aire, en forma de ondas. Dichas ondas provocan fluctuaciones de la presión. Si la frecuencia de las ondas se encuentra en el rango comprendido entre 20 y 20000 Hz (1 Hz ó 1 Hercio equivale a 1 ciclo por segundo) nuestro cerebro percibe dichas vibraciones como sonido. Una fuente sonora es aquella que genera energía acústica en los rangos audibles de amplitud y frecuencia. Cuando la fuente deja de vibrar el sonido se detiene, debido a la desaparición casi instantánea de las ondas de sonido. El oído humano es muy sensible a las fluctuaciones de presión del aire a las que percibe sensorialmente mediante el sistema auditivo.



Las vibraciones en el aire provocadas por el sonido producen bandas alternadas de aire más y menos densas, que se propagan desde la fuente de sonido con una fluctuación ondulatoria de la presión atmosférica normal. Las ondas de sonido propagadas a través de un medio elástico como el aire, son esferas concéntricas que se irradian en línea recta en todas direcciones desde la fuente, pudiendo ser reflejadas, dispersadas o bordear obstáculos. Las tres principales características del sonido son: amplitud, frecuencia y patrón temporal.

**AMPLITUD:** se llama así a las variaciones de la presión atmosférica que constituyen un sonido y se perciben como la fuerza, potencia o sonoridad del sonido. La medida fundamental de esta magnitud se hace a través de la presión sonora. (Sonido fuerte o débil)

**FRECUENCIA:** depende de la velocidad con que vibra la fuente sonora y por ende la velocidad de vibración del aire. La percepción de la frecuencia se denomina tono. (Sonido agudo o grave)

**PATRONES TEMPORALES:** sirven para clasificar los sonidos según su comportamiento en el tiempo. Por ejemplo: sonidos continuos, fluctuantes, impulsivos, intermitentes, etc.

El ruido se define como un sonido no deseado o molesto. Esta definición tiene un carácter muy subjetivo, por ejemplo el rock metálico puede ser música para unos oídos

y ruido para otros. Más allá de la apreciación subjetiva, está comprobado que la exposición a ciertos niveles de presión sonora durante lapsos más o menos prolongados de tiempo tiene efectos perjudiciales sobre la salud humana.

La primera declaración internacional que contempló las consecuencias del ruido sobre la salud humana se remonta a 1972, cuando la Organización Mundial de la Salud (OMS) decidió catalogarlo genéricamente como un tipo más de contaminación. Siete años después, la Conferencia de Estocolmo clasificaba al ruido como un contaminante específico.

El nivel de presión sonora, denominado por su sigla en inglés, SPL (Sound Pressure Level), se denota con el símbolo  $L_p$  y se expresa en decibeles (dB). El dB es una relación logarítmica entre la presión sonora eficaz de un sonido ( $P$ ) y una presión de referencia ( $P^\circ$ ), según

$$L_p \text{ (en decibeles dB)} = 10 \log (p/p^\circ)^2$$

$P^\circ$  es el valor de presión de referencia, el cual equivale a  $20 \mu\text{Pa}$ , valor aproximado del umbral de audición humano a una frecuencia de 1 kHz ( $1\text{kHz}: 10^3 \text{ ciclo /s}$ ). Este valor se ha adoptado internacionalmente, aunque algunas personas pueden percibir sonidos que están por debajo de ese valor. Por lo tanto el valor mínimo de  $L_p$  percibido por el oído sería de 0 dB. Se considera que el valor máximo que puede percibir el oído humano, conocido como umbral de dolor es de 130 dB.

El aire posee una presión estática ( $P_{\text{atm}}$ : presión atmosférica) de 760 mm de Hg o  $1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$  en el sistema SI, a la cual debe sumarse, en un instante dado, la variación de presión inducida por la fuente sonora ( $P_t$ : presión sonora instantánea). En ese instante dado, la presión atmosférica será ( $P_{\text{atm}}+p_t$ ). La presión sonora eficaz  $p$ , es el valor cuadrático medio de la presión instantánea  $P_t$ , integrado sobre un número entero de períodos.

La siguiente tabla nos muestra el nivel en decibeles para diferentes sonidos:

Muy bajo	Entre 10 y 30 dB	Por ejemplo: Biblioteca
Bajo	Entre 30 y 55 dB	Por ejemplo: el ruido provocado por el aire acondicionado o el tránsito de vehículos livianos.
Ruidoso	Entre 55 y 75 dB	Por ejemplo: una aspiradora 65 dB, un camión recolector de residuos 75 dB.
Ruido fuerte	Entre 75 y 100 dB	Por ejemplo: un atasco de tránsito o la circulación de un camión pesado, 90 dB.
Ruido Intolerable	A partir de 100 dB.	Por ejemplo: pista de discoteca, aeropuerto, discusión a gritos, aproximadamente 110 dB.
Daño al oído	Más de 120 dB	Por ejemplo: un taladro 120 dB, estar a 25 metros o menos de un avión que despegó, 130 dB.

## DESCRIPTORES DEL RUIDO

Para poder analizar un fenómeno tan variado y complejo como el ruido, es necesario recurrir a descriptores estadísticos. Debido a que los niveles de ruido son muy variables en el tiempo, es frecuente utilizar el concepto de nivel sonoro equivalente,  $Leq(A)$ .

Podemos definir al nivel sonoro equivalente como el nivel de sonido continuo capaz de aportar la misma cantidad de energía que el sonido variable medido, estudiado o ponderado. Para poder analizar una serie de valores producto de haber realizado  $n$  mediciones de nivel sonoro durante un período de tiempo de muestreo, el nivel de ruido equivalente se calcula mediante la fórmula:

$$Leq(A) = 10 \cdot \log \left[ \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n 10^{L_{pi}(A)/10} \right]$$

Cuando se legisla sobre los niveles sonoros permitidos en diferentes áreas urbanas o ambientes interiores, se deben fijar los niveles sonoros equivalentes admitidos para dichas áreas, diferenciando las franjas horarias.

## TOMA DE MUESTRAS DE SONIDO

Durante distintas experiencias internacionales se han empleado metodologías de muestreo muy diferentes, desde 2 minutos por hora hasta muestrear la totalidad de las 24 horas del día. Cuanto menor sea el tiempo de muestreo, mayor será la desviación estándar de los valores de  $Leq$  obtenidos. Sin embargo, en núcleos urbanos como Buenos Aires, donde los niveles de ruido son tan elevados que podemos decir que se encuentran en estado de saturación, una considerable reducción en el flujo de vehículos no produciría un cambio significativo en el nivel de ruido de fondo medido. Por este motivo la mayor o menor duración de los tiempos de muestreo no marcará una diferencia significativa en los valores de  $Leq$  obtenidos.

Durante nuestro estudio se tomaron muestras de 15 minutos de duración, en diversos horarios diurnos y nocturnos en las locaciones a evaluar (diferentes esquinas de la ciudad). Se utilizaron equipos portátiles de las siguientes características:

```
S T 8852   Data Logger
Sound Level Meter
Rango 30-130 dB + - 1.4 dB
IEC 61672 - 1 class 2
Fast (120 ms) and Slow (1 s)
Analógico AC / DC (Opción Frequency Analyzer)
31.5 - 8 khz
```

Los decibelímetros empleados son clase 2, con filtro pasa - banda de tipo C, con frecuencias de corte en -3dB en 31,5 kHz y 8 kHz y una gran atenuación de

frecuencias fuera de la banda pasante. **Una curva de ponderación C resulta sumamente adecuada para reflejar el grado de molestia sensitiva que afecta a las personas.**

Los equipos se operan en modo slow durante los muestreos, esto implica el registro del sonido una vez por segundo, lo que en una medición de 15 minutos implica 900 valores de presión sonora registrados en la memoria del equipo y que luego se procesan estadísticamente.

Los equipos se colocan a una altura aproximada de entre 1,20 y 1,50 m del piso, sobre la acera y a 2 m de la parte más adelantada de la fachada de los edificios para evitar en la medida de lo posible, los rebotes o ecos del sonido en las paredes.



## EFFECTOS DEL RUIDO SOBRE LAS PERSONAS

El ruido urbano por su carácter molesto y constante incomoda creando un estado de nerviosismo y estrés. La imposibilidad de desactivar la fuente del ruido lleva a un estado general de frustración e impotencia.

Si el sonido se percibe durante la noche puede conducir a alteraciones del sueño como ser: dificultad para dormirse, alteración de las fases del sueño, despertarse repetidas veces, aumento del ritmo cardíaco, incremento de la presión sanguínea y alteraciones respiratorias. Los efectos diurnos colaterales de este mal dormir serán cansancio, mal humor, malestar general y disminución del rendimiento laboral e intelectual.

La exposición diurna al ruido provoca cambios cuantificables de la presión sanguínea y del ritmo cardíaco, alteración de los niveles de secreción endócrina y gastritis. Se altera notablemente el desempeño y la productividad de las personas. La exposición al ruido diurno provoca también posterior dificultad para dormirse por las noches.

Algunos efectos de la contaminación sonora que podemos destacar son:

- ✓ Niveles superiores a 80 db favorecen la aparición de comportamientos agresivos y disminuyen el espíritu solidario general.
- ✓ Los alumnos de escuelas situadas en calles de alto nivel de ruido del tránsito presentan menor rendimiento escolar que los alumnos de escuelas ubicadas en zonas silenciosas.

- ✓ Las ciudades ruidosas presentan mayor índice de admisión a hospitales psiquiátricos que aquellas ciudades que no presentan este tipo de contaminación.
- ✓ La contaminación sonora no produce pérdida de la audición salvo que se trate de exposición prolongada a niveles de ruido exageradamente altos o de un ruido excepcional, como el debido a una explosión.



## LEGISLACIÓN EN LA CIUDAD DE BUENOS AIRES

Según datos relevados por la consultora ambiental CITIQUIET, de la ciudad de Nueva York, Buenos Aires es la octava ciudad dentro del ranking de las más ruidosas del mundo. En orden decreciente encontramos a Bombay, Calcuta, El Cairo, Delhi, Tokio, Madrid, New York y Buenos Aires.



El nivel de presión sonora admitido en la ciudad de Buenos Aires está regulado por La Ley 1540, de Control de la Contaminación Acústica de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Esta Ley clasifica a las distintas áreas de la ciudad según su sensibilidad acústica y establece los niveles de ruido permitidos en distintos horarios.

ÁREA	Leq PERÍODO DIURNO (db)	Leq PERÍODO NOCTURNO (db)
<i>Tipo I Hospitales, centros educativos</i>	60	50
<i>Tipo II Zona residencial</i>	65	50
<i>Tipo III Zona comercial</i>	70	60
<i>Tipo IV Zona Industrial</i>	75	70
<i>Tipo V Terminales de transporte público</i>	80	75
<i>Tipo VI Zona de trabajo (interior de oficinas, industrias, etc)</i>	50 - 60	40 - 60
<i>Tipo VII Zona habitable (interior de viviendas: dormitorio, living)</i>	50 - 60	40 - 50
<i>Tipo VII Zona de servicios (baño y cocina)</i>	55 - 65	45 - 55

## EL PROYECTO CESBA - UP

El proyecto a desarrollarse en virtud del convenio entre CESBA y UP implica la toma de muestras de sonido y su posterior procesamiento y análisis, en diversas locaciones de Buenos Aires:

LOCACIONES
<b>Av. 9 de Julio y Corrientes</b>
<b>Av. Cabildo y Juramento</b>
<b>Av. Rivadavia y Callao (Congreso)</b>
<b>Aeroparque J. Newbery</b>
<b>Av. Pedro de Mendoza y Almte. Brown (La Boca)</b>

## RELEVAMIENTO DE DATOS

A continuación se presentan los datos de nivel sonoro equivalente (Leq) en decibeles tomados durante las siguientes campañas de medición:

- ✓ Campañas de relevamiento de la Universidad de Palermo entre 2011 y 2013.
- ✓ Campaña de la Ciudad de Buenos Aires, datos recabados mediante el empleo de Torres de Monitoreo Inteligentes (TMI) durante el año 2013.
- ✓ Campaña de relevamiento 2016 “Proyecto CESBA – UP”.

### DATOS UP AÑOS 2011- 2013

LOCACIÓN	Leq 2011	Leq 2012	Leq 2013
Mario Bravo y Cabrera (Ubicación UP)	70,25		70,30
Av. 9 de julio al 700	78,04	72,52	64,35
Av. Pueyrredón al 2600 (y Córdoba)	77,05		70,69
Aeroparque Jorge Newbery	74,12		69,31
Av. Rivadavia al 100	72,16	74,23	70,34
Av. Cabildo al 2000 (y Juramento)	95,74	74,23	70,28
Av. Córdoba al 3400 (y Bulnes)	77,30	73,61	72,89
Av. Santa Fé al 3100 (y Cnel Díaz)	76,16	74,79	72,31
Puerta del Hospital Güemes	76,45		72,40
Av. Corrientes al 3200 (Shopping)	74,79	72,50	69,66
Interior de Tejeduría Textil	80,09		
Sala de Máquinas Industrial	103,42		
Patio de colegio	69,59		

### DATOS CABA 2013 (TMI)

Torre de Monitoreo Inteligente (2013)	Leq (dB)
<u>1282</u> Eva perón 5251 Mataderos	60,73
<u>1283</u> Lisandro de la Torre 39 Liniers	73,64
<u>1284</u> Segurola 726 Vélez Sárfield	71,98
<u>1286</u> Quilmes 436 Nueva Pompeya	61,09
<u>1289</u> Juramento 2427 Belgrano	73,60
<u>1291</u> Caseros 2526 P. Patricios	71,82
<u>1292</u> Remedios 3761 P. Avellaneda	60,97
<u>1295</u> Congreso 4364 Villa Urquiza	69,58
<u>1296</u> Beiró 3994 V. Devoto	72,93
<u>1304</u> Corrientes 2937 Balvanera	74,94
<u>1305</u> Rivadavia 3883 Almagro	76,49
<u>1313</u> Santa Fe 3259 Palermo	74,82
<u>1314</u> Santa Fe 1748 Recoleta	77,40
<u>1315</u> J. M .Moreno 121 Caballito	75,94
<u>1316</u> San Pedrito 60 Flores	73,48

## RESULTADOS PROYECTO CESBA – UP 2016

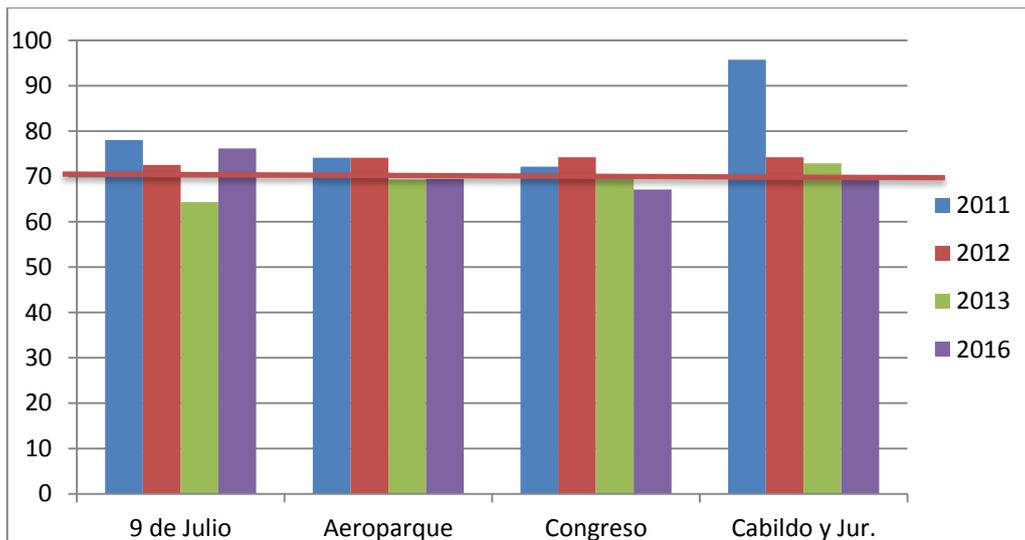
<b>LOCACIONES</b>	<b>Leq Diurno</b> <b>En dB</b>
<b>9 de Julio y Corrientes</b>	<b>76,18</b>
<b>Cabildo y Juramento</b>	<b>69,4</b>
<b>Rivadavia y Callao (Congreso)</b>	<b>67,13</b>
<b>Aeroparque J. Newbery</b>	<b>69,45</b>
<b>Av. Pedro de Mendoza y Almte. Brown (La Boca)</b>	<b>69,61</b>
<b>Puente Nicolás Avellaneda</b>	<b>68,14</b>

<b>LOCACIONES</b>	<b>Leq Nocturno</b> <b>En dB</b>
<b>9 de Julio y Corrientes</b>	<b>68,97</b>
<b>Cabildo y Juramento</b>	<b>67,70</b>
<b>Rivadavia y Callao (Congreso)</b>	<b>69,67</b>
<b>Aeroparque J. Newbery</b>	<b>60,84</b>

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para poder analizar los resultados obtenidos debemos compararlos con los máximos admitidos por la Ley 1540, teniendo en cuenta la zonificación y el horario. Al realizar dicha comparación se observa que los valores medidos en el año 2011 superaban ampliamente lo que marca la ley en todos los puntos de medición.

En el siguiente gráfico realizamos el análisis comparativo de cuatro locaciones que fueron relevadas en todas las campañas:

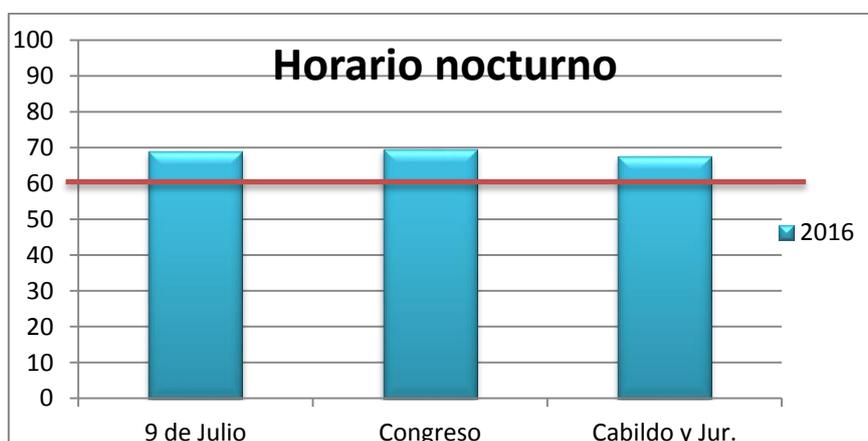


La línea roja marca el límite de 70 decibeles, máximo admitido en **horario diurno** para las zonas comerciales. Tomando el año 2011 como punto de partida, **observamos una tendencia leve pero constante a la baja en los niveles sonoros equivalentes para CABA en horario diurno**. Dicha tendencia se confirma en las mediciones realizadas hasta el momento en todas las locaciones, en el marco del presente Proyecto CESBA - UP.

Entre las posibles causas para la disminución observada en la contaminación sonora de la ciudad, se pueden mencionar:

- ✓ La gran renovación del parque automotor ocurrida como consecuencia del boom de la venta de automóviles de los años 2012, 2013 y 2014.
- ✓ El ordenamiento del tránsito que paulatinamente se va dando en la ciudad como consecuencia de la construcción de distintos sistemas de carriles exclusivos (Metrobus).

Respecto al horario nocturno, la merma del nivel sonoro equivalente con respecto al horario diurno es mínima. En las locaciones que fueron medidas luego de las 22 horas se superan los valores admitidos por la Ley 1540 para esa franja horaria, que es de 60 dB para zonas comerciales y de 50 dB para zonas residenciales.

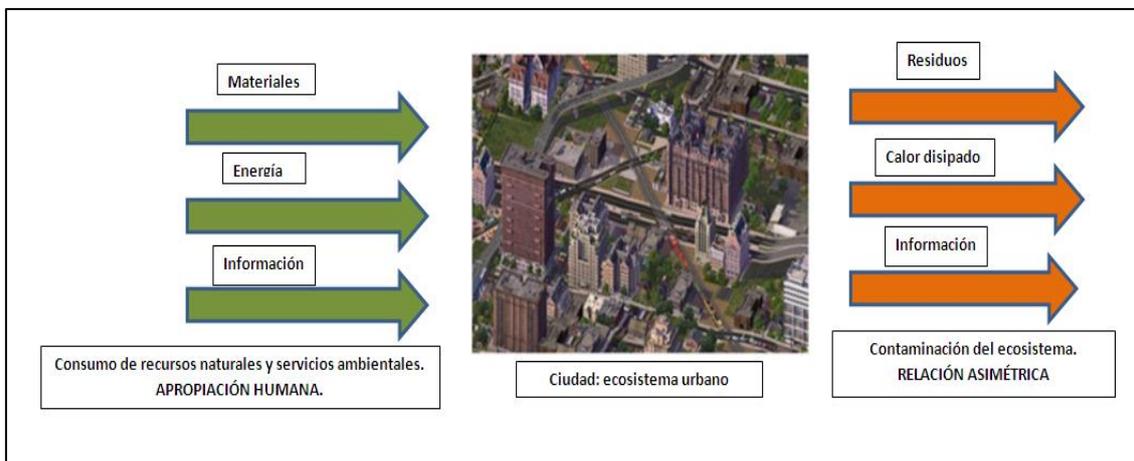


# CALIDAD DEL AGUA

## LAS MEGACIUDADES

Desde el año 2014 más de la mitad de la población mundial reside en hábitats urbanos, superando por primera vez en la historia de la humanidad a la cantidad de habitantes que residen en ámbitos rurales. Las ciudades más grandes del mundo están ubicadas en Asia y América del Norte. En diversos puntos del planeta existen lo que se conoce como megaciudades o megápolis, aglomerados urbanos con una población que supera los 10 millones de habitantes. Los problemas ambientales y sociales se encuentran entre los principales obstáculos que enfrentan las megaciudades. **Buenos Aires ocupa el lugar número 12 dentro del ranking de megaciudades mundial.**

Podemos definir a las ciudades, desde la mirada ecológica, como un ecosistema urbano que abarca factores abióticos (no vivos, como calles, edificios, puentes y otras estructuras) que a su vez albergan a una comunidad de organismos vivos (hombres, plantas, animales, microorganismos). Dicho tipo de comunidad presenta un metabolismo que funciona en base a intercambios de materia, energía e información, mientras que el medio físico está expuesto a transformaciones como resultado de los intercambios de las comunidades vivas.



En la actualidad la consideración de criterios ambientales a la hora de emprender un nuevo desarrollo urbanístico es una práctica habitual. El urbanismo sustentable integra aspectos de estética, sustentabilidad y funcionalidad de las ciudades para otorgarles a sus habitantes o usuarios una mayor calidad de vida. Los principios del urbanismo sustentable se incluyen desde el inicio en los "Planes Generales de Ordenación" de una nueva urbanización, y abarcan áreas diversas, entre ellas:

- Técnicas de construcción bioclimática.
- Acústica y niveles de ruido.
- Paisajismo. Espacios verdes y áreas recreativas.
- Gestión de Residuos.

- Generación y distribución de la energía.
- Transporte público y ordenamiento del tránsito.
- Logística de ingreso y egreso de materiales (productos consumibles, mercaderías).
- Calidad y uso del suelo.
- Consideraciones hidrológicas.
- Suministro de agua: potabilización y distribución.

Pero la mayoría de las ciudades importantes del mundo son metrópolis que han crecido de manera desorganizada, y han perdido a su vez, la identidad que las caracterizaba al inicio, además de su funcionalidad y su estética. La gente se ve atraída hacia las grandes ciudades con la esperanza de encontrar mejores oportunidades de trabajo y prosperidad. De este modo se genera una corriente migratoria desde el campo a la ciudad que responde a las necesidades individuales de las personas y familias que deciden realizar este traslado, pero que no suelen estar planificadas ni organizadas mediante planes migratorios desde los estamentos gubernamentales. Las consecuencias inmediatas de estos procesos suelen ser la aparición de “bolsones de pobreza” y la degradación medioambiental. El primer impacto que se observa es el deterioro en la calidad de vida de quienes se trasladaron a la ciudad con expectativas de progreso y luego, frente al incremento desmedido de la población urbana, un deterioro de la calidad de vida de los habitantes preexistentes en la ciudad. El nivel de impacto se puede observar en la contaminación del aire, se acumulan residuos no recogidos, con la consiguiente amenaza a la salud de los habitantes, se perjudica a la fauna y flora urbanas, se incrementa el riesgo de inundaciones. La deficiente calidad del aire y del agua, la insuficiente disponibilidad de agua, los problemas de desecho del agua y el alto consumo energético son multiplicados por la creciente densidad de población y las demandas de los entornos urbanos. Ante el hecho consumado, a los gobiernos locales se les dificulta proveer de los servicios esenciales a todos los habitantes de la urbe. En un círculo vicioso, se magnifica aún más la pobreza y mala calidad de vida de aquellos que migraron hacia la ciudad con la esperanza de vivir mejor. Conforme las áreas urbanas del mundo crezcan, será esencial desarrollar sólidos programas de planificación urbana para resolver estas y otras dificultades.

## EL AGUA EN LAS CIUDADES

Múltiples circunstancias presentes en las ciudades se relacionan con la calidad ambiental del agua urbana: el asfalto y el cemento que cubre la superficie del suelo, afectando la escorrentía, la evacuación de aguas pluviales y la penetración de agua en el subsuelo. El alcantarillado reduce la evapotranspiración del suelo y de las plantas. La generación y/o mala disposición de vertidos líquidos y efluentes cloacales e industriales incide seriamente en la calidad del agua de ríos, lagos (naturales o artificiales), arroyos y otros cursos o espejos de agua que puedan estar presentes en el paisaje urbano.



Según el uso del agua, podemos plantear la siguiente clasificación:

- Agua para consumo humano.
- Agua para uso industrial.
- Agua para uso recreativo y fines paisajísticos.

No mencionaremos los usos agrícolas del agua, por no encontrarse por lo general, estrechamente vinculados a la dinámica de las ciudades.

## AGUA PARA USOS PAISAJÍSTICOS Y RECREATIVOS



Dentro del concepto de ciudad sostenible los espacios verdes cobran cada vez mayor importancia. Estos espacios, cuya función original estuvo vinculada a criterios estéticos, hoy en día permiten la subsistencia de distintas especies de fauna y flora y contribuyen a mejorar la calidad del aire en la ciudad. Sus servicios ecosistémicos abarcan también impactos positivos en factores sociales y culturales. Brindan al habitante de la ciudad un entorno que predispone al relax y a la meditación y un territorio adecuado para la práctica deportiva y la recreación. El espacio público es un lugar que propicia el encuentro, contribuye al mejoramiento de los niveles de sociabilidad, es escenario de eventos culturales y es determinante en la construcción de identidad de las sociedades urbanas.

Los espacios verdes urbanos abarcan factores como el suelo, la biota, el aire y el agua. En estos espacios el agua se hace presente en diferentes formas: lagos y lagunas naturales o artificiales, fuentes y ríos o arroyos que surcan su extensión. La calidad del agua que forma parte de parques, plazas y otros espacios verdes, tendrá gran incidencia tanto en la conservación de las especies que conforman el ecosistema, como en la salud y calidad de vida de las personas que eligen el parque como lugar de recreación y encuentro.

El término calidad del agua es relativo y solo adquiere relevancia cuando está relacionado con el uso del recurso. Un curso de agua suficientemente limpio como para permitir la vida de los peces puede no ser apto para que la gente nade en él, así como un agua apta para consumo humano puede no ser útil para todas las industrias, tal sería el caso de un agua dura. La mayoría de los investigadores han acordado que la calidad bacteriológica del agua para bañarse no necesita ser tan alta como para beberla, pero que debería ser mantenida razonablemente libre de bacterias patógenas. Al mismo tiempo, el agua para fines recreativos debería estar libre de contaminantes químicos que presenten toxicidad. Las aguas recreativas pueden clasificarse en aguas de contacto primario cuando en ellas se desarrollan actividades que requieren inmersión tales como natación y buceo; y en aguas de contacto secundario cuando se desarrollan actividades como canotaje, remo, pesca deportiva, etc. Los requerimientos sanitarios variarán para uno u otro caso, debido al distinto grado de exposición del usuario. Si en el estudio de la calidad del agua se desean evaluar los impactos ambientales junto con los sanitarios, aumentará aún más el nivel de exigencia.



**“Es de vital importancia que las autoridades municipales de las distintas urbes incluyan en su agenda política la evaluación de la calidad del agua presente en los espacios públicos desde el punto de vista ambiental y en los aspectos relacionados con la salud pública de los ciudadanos que hacen uso de los parques.”**

## METODOLOGÍA Y TRABAJO DE CAMPO

El Proyecto CESBA - **UP** implica la toma de muestras de agua (entre octubre de 2016 y marzo de 2017) en los siguientes puntos de esparcimiento de la Ciudad:

<b>LOCACIONES</b>
<b>Lago Parque Centenario</b>
<b>Puerto Madero</b>
<b>Caminito (Riachuelo)</b>
<b>Reserva Ecológica</b>
<b>Lago Lugones (Parque Roca)</b>

Una vez tomadas las muestras de agua se procederá a analizar distintos parámetros físicos, químicos y microbiológicos a fin de llegar a una conclusión respecto de su calidad ambiental y su potencialidad como factor de riesgo para la salud pública.

En el informe se incluyen resultados obtenidos por el equipo de investigación de la Universidad de Palermo durante los años 2013 a 2015 al realizar el relevamiento de la calidad ambiental del agua de los Lagos de Palermo.

## LOS LAGOS DE PALERMO.

El Parque 3 de Febrero, con más de 80 hectáreas, es uno de los espacios verdes más importantes de Buenos Aires, después de la Reserva Ecológica Costanera Sur. Unas 200.000 personas, entre vecinos de la ciudad y turistas, lo visitan cada semana para hacer picnics o para practicar deportes. Fue creado en 1874, por orden del Presidente Sarmiento y es más conocido hoy día como Bosques de Palermo. Se inauguró en 1875 y su diseñador fue Charles Thays. Incluye lagos artificiales que pueden recorrerse en bote o en bicicletas de agua. En el ecosistema del parque se han avistado 197 especies de aves, entre autóctonas, introducidas, liberadas y/o escapadas del tráfico de fauna. De estas especies, 34 hacen uso intensivo de los lagos. Se han contabilizado 11 especies acuáticas: 8 de peces, 2 de bivalvos, un camarón y una especie de anguila. Se superan las 5500 especies vegetales. Viven en los lagos dos especies de tortugas acuáticas y una especie de nutrias. La calidad del agua de estos lagos tendrá gran incidencia tanto en la conservación de las especies que conforman el ecosistema, como en la salud y calidad de vida de las personas que eligen el parque como lugar de recreación.

La metodología empleada fue la determinación del Índice de Calidad del Agua (ICA), valor que surge de la combinación de los resultados obtenidos en los test de oxígeno disuelto, demanda biológica de oxígeno, microorganismos coliformes fecales, pH, nitratos, fosfatos, desviación de la temperatura, turbidez y sólidos totales. Los valores de los nueve parámetros mencionados se combinan matemáticamente y se obtiene un único valor numérico al que se puede considerar como la calificación ambiental del curso o espejo de agua. **El valor del índice puede ir de 0 a 100, cuanto más alto su valor, mejor es la calidad ambiental del agua.** En la Tabla se presenta el valor del ICA para cada lago, en forma conjunta con los resultados de las pruebas suplementarias: transparencia del agua (disco de Secchi), y test de detección de cromo hexavalente. El máximo admitido para Cr (VI) es de 0,05 mg/L y para la transparencia, el valor óptimo para lagos y lagunas se encuentra dentro del rango de 40 a 60 cm.

LAGO	ICA	CROMO (VI)	TRANSPARENCIA
Lago de Plaza Holanda	35	0,057 mg/L	55,5 cm
Lago de Regatas	60	0,11 mg/L	58,5 cm
Lago del Planetario	51	0,051 mg/L	18,5 cm

## ANÁLISIS DE RESULTADOS:

La mejor calidad del agua se observa en el Lago de Regatas, que desde la década de 1990 recibe cuidados de la empresa AySA (entonces Aguas Argentinas). Los altos niveles de Cr (VI) detectados pueden deberse a factores de lluvias intensas con sudestada en fechas próximas a la toma de muestras. En estas condiciones es inevitable la entrada de un cierto volumen de efluentes cloacales al lago, debido al retroceso de las aguas del arroyo Vega.

El lago del Planetario presenta un valor de ICA algo inferior. El estudio de los antecedentes de este lago demuestra una tendencia al desarrollo de algas en sus aguas, que se repite periódicamente. También, y debido a la gran cantidad de jóvenes que eligen la zona para su recreación, se observa una mayor tendencia a arrojar basura a sus aguas, lo que en 1999 provocó una gran mortandad de patos. La limpieza del lago está a cargo de la Prefectura y eventualmente, de empresas que son contratadas por el Gobierno de la Ciudad para tareas de saneamiento.

El lago de Plaza Holanda presentó valores de ICA que indican que sus aguas están altamente contaminadas. En enero de 2014 los vecinos de la zona observaron una anormalmente elevada mortandad de peces. Funcionarios de la Ciudad tomaron muestras del agua y finalmente atribuyeron el fenómeno a las altas temperaturas imperantes. En las muestras se observaron valores de pH inusualmente elevados, gran cantidad de sólidos totales y bajas cantidades de oxígeno disuelto.



*Peces muertos en lagos de Palermo. Fuente: Diario Clarín.*

**El deterioro de la calidad del agua observado, podría verse minimizado mediante acciones sencillas como un aireamiento más intenso y un favorecimiento del reciclaje biótico, introduciendo especies cuyos sistemas de raíces, en forma conjunta con los microorganismos del suelo contribuyan a la purificación del agua.**

## LAGO DE PARQUE CENTENARIO

Parque Centenario es el nombre que reciben un conjunto de plazas ubicadas en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. Se encuentra ubicado entre las avenidas Díaz Vélez, Patricias Argentinas, Campichuelo y Ángel Gallardo, en el barrio de Caballito. El parque Centenario fue fundado el 14 de mayo de 1909 y diseñado por Charles Thays. Fue restaurado y vuelto a inaugurar en 2006 y después en septiembre del 2012 se volvieron a realizar obras de restauración y se pusieron rejas a nivel perimetral. En el centro del parque hay un lago habitado por patos, gansos y peces y un anfiteatro reconstruido en 2009 por el Gobierno de la Ciudad. El 02-08-2012 fue declarado jardín histórico de la ciudad.

El lago tiene una superficie de 1 hectárea, una profundidad de 1.6 metros y tiene una fuente. Tiene una isla biológica a la cual se puede acceder a través de un puente. El agua proviene de vertientes naturales que fueron canalizadas para hacer el llenado del lago, también tiene un bombeo permanente y un equipo que libera ozono con fines bactericidas. Cada vez que llueve se aprovecha para reforzar los caudales de las vertientes y aumentar el nivel de los lagos. El lago no es navegable, por su baja profundidad y las fuentes que podrían dificultar su navegación. El parque Centenario comprende 12 hectáreas y tiene diferentes especies de árboles y flores. En el parque habitan 18 especies de aves, entre ellas: Azulejo, Garrapatero, Hollero, Tilingo o negro fino, Perico, Colibrí, Chauí o Chochín, María Copetona, Gorriones y Palomas.

Según diversas fuentes, en la isla viven las siguientes especies: 15 iguanas, 12 ardillas, 2 osos perezosos, 5 titíes, 1 tití cabeciblanco, 1 oso hormiguero y varias boas.



## RESULTADOS OBTENIDOS

Transparencia del agua <i>Metodología: Disco de Secchi.</i>	Valor observado: 40 cm	Óptimo lagos y lagunas: entre 40 y 60 cm.
Color <i>Método de difenilcarbohidrazida.</i>	14 PCU (platino cobalto units)	Límite recomendado: 20 PCU para lagos y lagunas.
Turbidez <i>Método de formazina.</i>	20 UT	Límite recomendado: 5 UT
Temperatura del agua <i>Con pirómetro láser.</i>	18,7 °C	Óptimo 20 °C

Tabla 2: *Análisis químico: Resultados obtenidos.*

pH <i>Con electrodo</i>	Valor medido: 6,05	Óptimo para aguas recreacionales: 6,0 a 9,0
Nitratos NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> <i>Mét. Red.de cadmio</i>	Menor 10 mg /litro	Máximo permitido: 50 mg / litro (OMS); 45 mg/litro (CAA)
Fosfato PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> <i>Mét. Ác. Ascórbico</i>	Menor a 1 mg /litro	Óptimo: menor a 1 mg /litro
Sólidos totales disueltos. <i>Conductímetro.</i>	171 ppm	Máximo: 500 ppm
Cromo (IV) <i>Mét. difenilcarbazida</i>	28 µg /Litro	(0,05 mg/litro o 50 µg /Litro)
Arsénico <i>Método de Gutzeit</i>	0,04 ppm	Límite: hasta 0,05 ppm
Oxígeno disuelto <i>Método de Winkler</i>	21,6 mg/Litro	Óptimo entre 5 y 9 mg /litro
Saturación de oxígeno disuelto.	Mayor a 140%	Para contacto primario (inmersión) se recomiendan valores superiores a 70%
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> ). <i>Método de dilución</i>	Menor a 5 ppm	Valores por encima de 30 pueden ser indicativos de contaminación o eutrofización.

Tabla 3: *Resultados del análisis microbiológico.*

Coliformes totales <i>Cultivo en caldo Lauryl Tryptosa y confirmación en caldo Lactosado Bilis Verde Brillante.</i>	23 NMP /100 mL	Límite hasta 1000 NMP/100 mL para aguas recreativas
Coliformes fecales <i>Técnica de fermentación en múltiples tubos</i>	Menor a 3 NMP/100 mL	Recomendado 0 NMP/100 MI
Mesófilos Aerobios totales <i>Recuento de colonias en medio PCA.</i>	380 UFC /mL	Hasta 500 UFC/mL

Tabla 4: Observación de caracteres organolépticos.

Aguas de aspecto visual levemente turbio. No se observan grasas, aceites, espumas ni otros materiales flotantes. En el día de muestreo no se perciben olores desagradables.

Parámetro	valor	Qi	w1	ica
OD	140%	80	0,17	13,6
col F	3	90	0,16	14,4
pH	6,05	55	0,11	6,05
DBO	<5	60	0,11	6,6
ΔT	-1,3	87	0,1	8,7
PO4 (P)	0	100	0,1	10
NO3	10	70	0,1	0,7
Turb	20	62	0,08	4,96
Sol Tot	171	78	0,07	5,46
ICA				70,47

Resultado del test de *Allium cepa*: % Inhibición de crecimiento de las raíces menor a 10%. Valor observado 2,72% IC. No se observa desarrollo de tumores radiculares.

El test de *Allium cepa* es de utilidad para conducir investigaciones sobre biotoxicidad y genotoxicidad de aguas, ya sean de consumo humano, de depósitos municipales, aguas superficiales o subterráneas, efluentes cloacales u otras. El Programa Internacional de Bioensayos Vegetales, La Real Academia Sueca de las Ciencias y el GENE – TOX PROGRAM, entre otros, alientan su uso como bioindicador para ensayos de biotoxicidad y genotoxicidad. Cuando un bulbo de la variedad de cebolla *Allium sp.* se rehidrata se produce una estimulación del crecimiento de las células, lo cual permite la elongación de las raíces de la planta. Sin embargo, cuando la hidratación se lleva a cabo en presencia de sustancias tóxicas, la división celular de los meristemos radiculares puede inhibirse, ya sea retardando el proceso de mitosis o destruyendo las células. Este tipo de alteraciones generalmente impide el crecimiento normal de la raíz, y por tanto impide su adecuada elongación.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

El valor de ICA obtenido para el lago de Parque Centenario es 70,47, lo que indica un agua de calidad ambiental buena, completamente apta para usos recreativos TENIENDO LA PRECAUCIÓN DE NO INGERIR. La baja inhibición del desarrollo en el crecimiento de las raíces observado en el test de *Allium cepa* permite desestimar la posibilidad de biotoxicidad de las aguas analizadas.

## PUERTO MADERO. ZONA DEL PUENTE DE LA MUJER.



El barrio de Puerto Madero está comprendido por las calles Brasil, Av. Ingeniero Huergo, Av. Eduardo Madero, Cecilia Grierson, y por el Río de la Plata, el Riachuelo y la Dársena Sur. Desde su fundación, la ciudad de Buenos Aires no tenía un puerto adecuado para que barcos de gran calado pudieran cargar o descargar mercaderías. En 1882 el gobierno nacional del Presidente Julio A. Roca contrató al comerciante Eduardo Madero, para que se encargara de la construcción de un nuevo puerto que solucionara estos inconvenientes. Unos diez años después de terminado, el Puerto Madero ya había quedado totalmente obsoleto, debido al aumento del tamaño cada vez mayor de los buques. El 15 de noviembre de 1989, el Ministerio de Obras y Servicios Públicos, el Ministerio del Interior y la Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires firmaron el acta de constitución de una sociedad anónima denominada "Corporación Antiguo Puerto Madero", teniendo como finalidad la desafectación del área portuaria y su urbanización como nuevo barrio: los gobiernos de la Nación y de la Ciudad participaron como socios igualitarios. A pesar de que el proyecto tuvo en un comienzo algunos detractores, su posterior desarrollo demostró que hasta las estimaciones más optimistas resultaron ser modestas. El barrio se fue convirtiendo en un centro de gran expansión comercial, con la incorporación de oficinas y viviendas familiares y el proyecto de construcción de distintos centros culturales, generándose además un nuevo recorrido turístico con identidad propia. El vistoso Puente de la Mujer, obra de Santiago Calatrava, también embellece el barrio desde diciembre de 2001.

## RESULTADOS OBTENIDOS

Tabla 1: *Parámetros físicos: Resultados obtenidos.*

Transparencia del agua <i>Metodología: Disco de Secchi.</i>	Valor observado: 46,5cm	Óptimo lagos y lagunas: entre 40 y 60 cm.
Color <i>Método de difenilcarbohidrazida.</i>	194 PCU (platino cobalto units)	Límite recomendado: 20 PCU para lagos y lagunas.
Turbidez <i>Método de formazina.</i>	18 UT	Límite recomendado: 5 UT
Temperatura del agua <i>Con pirómetro láser.</i>	21,7 °C	Óptimo 20 °C

Tabla 2: *Análisis químico: Resultados obtenidos.*

pH <i>Con electrodo</i>	Valor medido: 5,36	Óptimo para aguas recreacionales: 6,0 a 9,0
Nitratos NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> <i>Mét. Red.de cadmio</i>	Menor 5 mg /litro	Máximo permitido: 50 mg / litro (OMS); 45 mg/litro (CAA)
Fosfato PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> <i>Mét. Ác. Ascórbico</i>	Menor a 1 mg /litro	Óptimo: menor a 1 mg /litro
Sólidos totales disueltos. <i>Conductímetro.</i>	400 ppm	Máximo: 500 ppm
Cromo (IV) <i>Mét. difenilcarbazida</i>	14 µg /Litro	(0,05 mg/litro o 50 µg /Litro)
Arsénico <i>Método de Gutzeit</i>	0 ppm	Límite: hasta 0,05 ppm
Oxígeno disuelto <i>Método de Winkler</i>	6,8 mg/Litro	Óptimo entre 5 y 9 mg /litro
Saturación de oxígeno disuelto.	78 %	Para contacto primario (inmersión) se recomiendan valores superiores a 70%
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> ). <i>Método de dilución</i>	Menor a 5 ppm	Valores por encima de 30 pueden ser indicativos de contaminación o eutrofización.

Tabla 3: *Resultados del análisis microbiológico.*

Coliformes totales <i>Cultivo en caldo Lauryl Tryptosa y confirmación en caldo Lactosado Bilis Verde Brillante.</i>	110000 NMP /100 mL	Límite hasta 1000 NMP/100 mL para aguas recreativas
Coliformes fecales <i>Técnica de fermentación en múltiples tubos</i>	9300 NMP/100 mL	Recomendado 0 NMP/100 mL
Mesófilos Aerobios totales <i>Recuento de colonias en medio PCA.</i>	57000 UFC /mL	Hasta 500 UFC/mL

Tabla 4: *Observación de caracteres organolépticos.*

Aguas de aspecto visual muy oscuro y coloreado. No se observan grasas, aceites, espumas ni otros materiales flotantes. En el día de muestreo no se perciben olores desagradables.

parametro	valor	Qi	w1	ica
OD	53%	45	0,17	7,65
col F	9300	10	0,16	1,6
pH	5,36	34	0,11	3,74
DBO	Menor a 5	80	0,11	8,8
ΔT	1,7	90	0,1	9
PO4 (P)	5	80	0,1	8
NO3	Menor a 1	70	0,1	7
Turb	18	5	0,08	0,4
Sol Tot	400	46	0,07	3,22
ICA				49,41

**Resultado del test de *Allium cepa*: % Inhibición de crecimiento de las raíces mayor a 10%. Valor observado 22 % IC sin desarrollo de tumores radiculares. El agua representa un potencial peligro biotóxico para los organismos vasculares.**

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

La calidad ambiental del agua analizada en Puerto Madero es **mala**. Presenta potencial riesgo biotóxico para los seres vivos y riesgo microbiológico para las personas. Se desarrolla en estas aguas un elevadísimo número de microorganismos patógenos y no patógenos. El análisis demuestra que estas aguas tienen contacto directo con fluidos cloacales. La vida acuática se limita a especies muy resistentes. El agua no es apta para riego ni para uso industrial sin tratamiento. Para consumo humano requiere tratamiento potabilizador intensivo. Respecto a los deportes y recreación, el agua analizada no es apta para inmersión y se debe evitar todo contacto. Solo es apta para la navegación en lanchas o embarcaciones.

## RIACHUELO, ALTURA CAMINITO, LA BOCA



El río **Matanza-Riachuelo** es llamado **Riachuelo** en su desembocadura y río **Matanza** en la mayor parte de su desarrollo. Es un curso de agua de 64 km que nace en la provincia de Buenos Aires, constituye el límite Sur de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y desemboca en el Río de la Plata. Su curso recibe numerosos desechos industriales, que lo posicionan como **EL TERCER RÍO MÁS CONTAMINADO DEL PLANETA**. Recientemente, varios estudios alertaron sobre las terribles consecuencias de la contaminación en la población, especialmente la infantil. Entre los principales contaminantes se encuentran metales pesados y aguas servidas, provenientes de las napas saturadas de toda la cuenca.

## RESULTADOS OBTENIDOS

**NOTA:** se incluyen resultados parciales dado que las muestras se tomaron 48 hs. antes de la entrega de este informe. En el informe final, a entregarse en 2017, se incluirá la totalidad de resultados para este curso de agua.

Tabla 1: *Parámetros físicos: Resultados obtenidos.*

Transparencia del agua <i>Metodología: Disco de Secchi.</i>	Valor observado: 26,5cm	Óptimo lagos y lagunas: entre 40 y 60 cm.
Color <i>Método de difenilcarbohidrazida.</i>	233 PCU (platino cobalto units)	Límite recomendado: 20 PCU para lagos y lagunas.
Turbidez <i>Método de formazina.</i>	34 UT	Límite recomendado: 5 UT
Temperatura del agua <i>Con pirómetro láser.</i>	23,2 °C	Óptimo 20 °C

Tabla 2: *Análisis químico: Resultados obtenidos.*

pH <i>Con electrodo</i>	Valor medido: 7,46	Óptimo para aguas recreacionales: 6,0 a 9,0
Nitratos NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> <i>Mét. Red.de cadmio</i>	10 mg /litro	Máximo permitido: 50 mg / litro (OMS); 45 mg/litro (CAA)
Fosfato PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> <i>Mét. Ác. Ascórbico</i>	Mayor a 5 mg /litro	Óptimo: menor a 1 mg /litro
Sólidos totales disueltos. <i>Conductímetro.</i>	464 ppm	Máximo: 500 ppm
Cromo (IV) <i>Mét. difenilcarbazida</i>	29 µg /Litro	(0,05 mg/litro o 50 µg /Litro)
Arsénico <i>Método de Gutzeit</i>	0,1 ppm	Límite: hasta 0,05 ppm
Oxígeno disuelto <i>Método de Winkler</i>	1,5 mg/Litro	Óptimo entre 5 y 9 mg /litro
Saturación de oxígeno disuelto.	17%	Para contacto primario (inmersión) se recomiendan valores superiores a 70%

Tabla 3: *Observación de caracteres organolépticos.*

Aguas de aspecto visual muy oscuro y coloreado. Se observan objetos de todo tipo y tamaño flotando. En el día de muestreo se perciben intensamente olores desagradables.

Resultado del test de *Allium cepa*: % Inhibición de crecimiento de las raíces mayor a 10%. Valor observado 46 % IC sin desarrollo de tumores radiculares. El agua presenta peligro biotóxico para los organismos vasculares.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los análisis realizados hasta el momento indican un **alto grado de contaminación, mala calidad ambiental del agua y peligro biotóxico** tanto para las especies que se deberían desarrollar en estas aguas como para aquellas personas que por distintos motivos deben desarrollar actividades deportivas o laborales que impliquen el contacto con el agua del Riachuelo.

Entre los valores obtenidos se destaca que el contenido de arsénico en sus aguas duplica los valores máximos admitidos internacionalmente.

## **EQUIPO DE TRABAJO**

Universidad de Palermo.

Facultad de Ingeniería.

Investigación y Desarrollo.

Área Sustentabilidad.

### **Coordinadora:**

Mónica López Sardi.

### **Investigadores:**

Victoria Larroudé

Alexis Beltrán

Alejandro Plotz Ferrazzi

Santiago Amarilla

Nicolás Curti



Lic. Estela Mónica López Sardi

Investigación y Desarrollo

Facultad de Ingeniería UP.