



Efluentes humanos en la ribera de Berisso

- INFORME FINAL -

30/04/2021



GRUPO AD HOC “Efluentes humanos en la ribera de Berisso”

Red de Seguridad Alimentaria



ÍNDICE

DESCRIPCIÓN DE LA SOLICITUD	2
CONFORMACIÓN DEL GRUPO AD HOC.....	3
ACTIVIDADES DESARROLLADAS	13
RESULTADOS.....	14
ANTECEDENTES HISTORICOS.....	14
PLANTAS PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS CLOACALES	15
PLANTA DE PRE-TRATAMIENTO DE ABSA UBICADA EN BERISSO.....	21
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO	24
SITIOS DE MUESTREO	28
UNA BREVE HISTORIA DE LA LEGISLACIÓN SOBRE AMBIENTE	30
REQUISITOS INDISPENSABLES PARA LA CORRECTA ELECCIÓN DE LABORATORIOS.....	33
CONTAMINANTES BIOLÓGICOS	35
Indicadores biológicos de contaminación	37
Organismos indicadores de contaminación fecal en la arena	39
Resultados obtenidos en el área de trabajo.....	40
CONTAMINANTES QUÍMICOS	51
Contaminantes regulados por la legislación.....	51
Contaminantes no regulados por la legislación.....	54
Resultados obtenidos en el área de trabajo.....	56
ANÁLISIS DE LOS DATOS EN CONJUNTO: ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA	63
Índice de calidad de las playas de la zona y significado	66
CONCLUSIONES FINALES	68
LIMITACIONES DEL INFORME	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
ANEXOS	80
ANEXO 1 - Bacterias asociadas a la descarga cloacal en la ribera de Berisso	80
ANEXO 2 - Virus asociados a la descarga cloacal en la ribera de Berisso	94
ANEXO 3 - Parásitos asociados a la descarga cloacal en la ribera de Berisso	97
ANEXO 4 - Microplásticos asociados a la descarga cloacal en la ribera de Berisso.....	109
ANEXO 5 – Fármacos asociados a la descarga cloacal en la ribera de Berisso	112
ANEXO 6 – Nota enviada a OPDS en el marco de la realización del presente informe	115
ANEXO 7 – Nota enviada a ABSA en el marco de la realización del presente informe.....	116
ANEXO 8: DATOS TOTALES OBTENIDOS	117

DESCRIPCIÓN DE LA SOLICITUD

Solicitante: Municipalidad de Berisso, Provincia de Buenos Aires, Argentina

Tema de la solicitud: Motiva esta solicitud la necesidad de mejorar las condiciones ambientales de las aguas de la ribera berissense. Por ello, les solicitamos tengan a bien realizar un análisis retrospectivo sobre el impacto de la eliminación de efluentes humanos y un análisis de contaminación de la ribera de Berisso, como consecuencia de la eliminación de efluentes humanos.

Consulta: Se busca confeccionar estrategias para el saneamiento de la ribera, dado que son aguas recreativas y pertenecen a la misma cuenca de donde la planta potabilizadora regional se provee en su servicio, teniendo en cuenta que dos ciudades vecinas realizan el vuelco de efluentes humanos en esta área.

CONFORMACIÓN DEL GRUPO AD HOC

- **Coordinador grupo ad hoc**

Dr. Alfredo Gallego. Profesor Asociado. Cátedra de Salud Pública e Higiene Ambiental. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad de Buenos Aires.

- **Integrantes grupo ad hoc (en orden alfabético)**

Dra. Melina Barrios. Instituto de Investigaciones en Bacteriología y Virología Molecular (IBAVIM), Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires, CONICET.

Dra. M. Dolores Blanco Fernández. Instituto de Investigaciones en Bacteriología y Virología Molecular, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires, CONICET.

Dr. Pedro Carriquiriborde. Centro de Investigaciones del Medio Ambiente (CIM) UNLP-CONICET.

Dra. Magdalena Costa. Instituto de Genética Veterinaria "Ing. Fernando N. Dulout" (UNLP-CONICET LA PLATA), Facultad de Ciencias Veterinarias UNLP.

Dr. Mauricio Faleschini. Centro para el Estudio de Sistemas Marinos (CESIMAR). CCT CENPAT-CONICET.

Bioq. María Susana Fortunato. Jefe de Trabajos Prácticos. Cátedra de Salud Pública e Higiene Ambiental. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad de Buenos Aires.

Dra. Lucia Galli. Investigadora Adjunta CONICET. Instituto de Genética Veterinaria "Ing. Fernando N. Dulout" (UNLP-CONICET LA PLATA), Facultad de Ciencias Veterinarias UNLP.

Bioq. Constanza Llorente. Servicio de Hidrografía Naval (SHN), Ministerio de Defensa.

Dr. Tomas Maiztegui. Instituto de Limnología "Dr. Raúl A. Ringuelet" (ILPLA), CONICET-CCT La Plata UNLP. Investigador Asistente de la Comisión de Investigaciones Científicas (CIC).

Dra. Viviana Mbayed. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Instituto de Investigaciones en Bacteriología y Virología Molecular (IBAVIM); CONICET.

Dra. Lidia Nuñez. Cátedra de Salud Pública e Higiene Ambiental. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad de Buenos Aires.

Dr. Ariel Paracampo. Instituto de Limnología "Dr. Raúl A. Ringuelet" (ILPLA), CONICET-CCT La Plata UNLP.

Dra. Rocío Pazos, Instituto de Limnología "Dr. Raúl A. Ringuelet" (ILPLA), CONICET-CCT La Plata UNLP.

Dra. Sabrina Paula Polizzi. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC, UNMdP - CONICET).

Dra. Nilda Radman. Profesora de Parasitología Comparada, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Plata.

Dra. María Belén Sathicq. Instituto de Limnología "Dr. Raúl A. Ringuelet" (ILPLA), CONICET- CCT La Plata UNLP.

Lic. Jimena Suárez. Instituto de Limnología "Dr. Raúl A. Ringuelet" (ILPLA), CONICET-CCT La Plata UNLP.

Mg. Pablo Zorzoli. Servicio de Hidrografía Naval (SHN), Ministerio de Defensa.

- **Coordinador Temático RSA-CONICET**

Dr. Gerardo Leotta. Instituto de Genética Veterinaria "Ing. Fernando N. Dulout" (UNLP-CONICET LA PLATA), Facultad de Ciencias Veterinarias UNLP.

STAFF

Red de Seguridad Alimentaria

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

Dirección

Carlos van Gelderen

Coordinación General (CG)

Javier Pardo

Coordinador asistente

María Durrieu

Consejo Directivo (CD)

- **CIVETAN** (Centro de Investigación Veterinaria de Tandil) - Fac. Cs. Veterinarias UNCPBA. Titular: Paula Lucchesi
- **INPA** (Inst. de Investigaciones en Producción Animal) - Fac. Cs. Veterinarias UBA. Titular: Alejandra Volpedo, Suplente: Esteban Avigliano
- **IPATEC** (Inst. Andino Patagónico de Tecnologías Biológicas y Geoambientales) - Univ Nac del Comahue. Titular: Diego Libkind, Suplente: Martín Ducos
- **ICYTESAS** (Inst. de Ciencia y Tecnología de Sistemas Alimentarios Sustentables) - INTA. Titular: Sergio Vaudagna, Suplente: Marina Mozgovoj

Instituciones pertenecientes al Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación:

- **INTA** (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), Titular: Dante Bueno, Suplente: Leonor Pilatti
- **Investigadores de la Carrera de Investigadores Científicos y Tecnológicos (CICT)** del CONICET que no tengan asignado como lugar de trabajo una Unidad Ejecutora del CONICET, Titular: Juan Martín Oteiza.

RESUMEN EJECUTIVO

En el partido de Berisso existe una planta de pre-tratamiento de efluentes cloacales de la empresa Aguas Bonaerenses S.A. (ABSA) que recibe efluentes domiciliarios de la ciudad de La Plata. Los efluentes provenientes de esta planta desembocan a través de un conducto en las playas de la ciudad de Berisso. El objetivo de este estudio fue analizar el impacto de este vertido de efluentes humanos, tanto en la salud humana como en el ambiente, sobre todo teniendo en cuenta que parte de la costa está destinada en la actualidad a actividades recreativas.

El sistema cloacal de la Ciudad de La Plata confluye en un conducto que conduce la descarga siguiendo el trazado de la Avenida Río de la Plata hacia la costa. Originalmente (1905) el conducto terminaba en un emisario que se internaba 600 metros en el río donde se efectuaba el vuelco de los efluentes sin ningún tratamiento, de acuerdo a un paradigma que ya comenzaba a cuestionarse en aquellos años. Una de las primeras leyes ambientales de la Argentina, la ley 2797 de 1891, ya establecía la necesidad de un procedimiento eficaz de purificación previo al vertido de las aguas cloacales.

La situación a lo largo de los años se ha deteriorado aún más debido al crecimiento poblacional. Debe tenerse en cuenta que además del aumento de la población en la ciudad de La Plata, se ha sumado al sistema el vertido de redes cloacales de las vecinas ciudades de Ensenada y Berisso, que desembocan en el mismo conducto de vuelco, luego de la planta de pre-tratamiento. Paralelamente, el emisario que alejaba el vertido aguas adentro, se ha deteriorado de tal modo que a la fecha la salida del conducto tiene lugar directamente en la playa, por lo que las áreas costeras vecinas se ven más afectadas.

Como un intento de paliar esta situación, en 1999 se construyó la planta de pre-tratamiento de los efluentes (ABSA). La solución terminó siendo inadecuada por varias razones:

- La planta diseñada nunca fue construida en su totalidad.
- El tratamiento primario que se pensaba realizar es insuficiente para lograr las condiciones de vuelco exigidas por la legislación vigente para un efluente cloacal.
- La planta no tendría un funcionamiento continuo, sino que estaría operativa solamente un cierto número de horas por semana.
- La capacidad de tratamiento es actualmente insuficiente para el caudal de efluentes generados ($5.000 \text{ m}^3/\text{h}$ sobre un total de $13.000 \text{ m}^3/\text{h}$), por lo que $8.000 \text{ m}^3/\text{h}$ de líquido cloacal crudo son eliminados sin ingresar a la planta de pre-

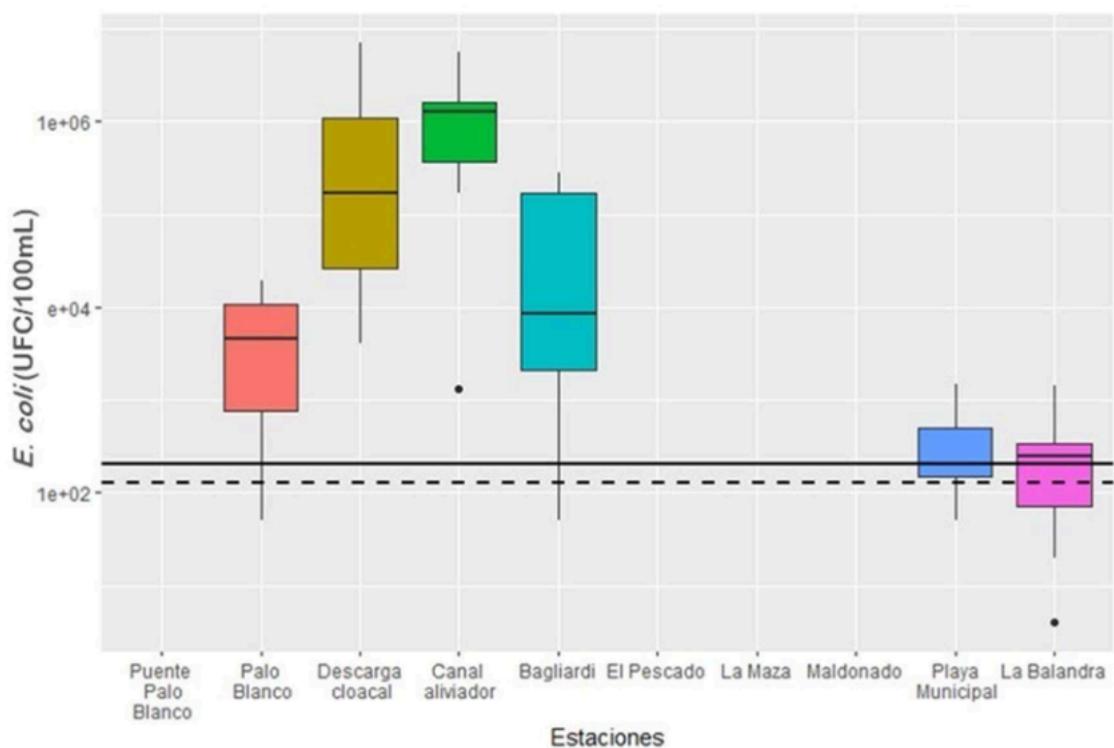
tratamiento. Inclusive, parte de esta descarga es desviada, sin ningún tratamiento, a un “canal aliviador” que corre paralelo al conducto a lo largo de la Av. Río de la Plata, a cielo abierto, generando un impacto no solamente en el sitio de su vertido en el río, sino a lo largo de todo el recorrido.

- Otras redes cloacales, provenientes de las ciudades de Berisso y Ensenada, vuelcan sus efluentes en el mismo conducto aguas abajo del lugar en el que está situada la planta, por lo que es esperable que esta fracción tampoco reciba ningún tratamiento.

En cuanto a los peligros para la salud derivados del vuelco de un efluente cloacal crudo es necesario considerar en primer lugar la presencia de agentes patógenos, como virus, bacterias y parásitos. Estos microorganismos representan un enorme riesgo para la salud pública, bien conocido desde hace siglos, y que fue uno de los principales motivos del desarrollo de las tecnologías de tratamiento de efluentes. Para prevenir el impacto de la contaminación biológica la legislación vigente establece un máximo de Bacterias Coliformes Fecales en los efluentes que se vuelcan a un curso de agua de 2.000 (NMP/100 mL). En la descarga cloacal en la costa de Berisso, este número es en promedio de 7.100.000, y en el canal aliviador de 640.000.

El impacto de la contaminación biológica en las playas de la ribera de Berisso ha sido claramente establecido a través de los datos recopilados para este informe. También ha quedado demostrado que el origen de esta contaminación es la salida del conducto cloacal, donde la carga de la contaminación biológica es exageradamente alta. Ningún otro arroyo que desemboca en la zona, a excepción del canal aliviador, tiene una carga microbiana comparable. Del mismo modo la presencia de microorganismos en este aporte es claramente superior (varios órdenes de magnitud) a la que puede asignarse al curso principal del Río de la Plata.

El siguiente gráfico, que presenta los valores hallados para *Escherichia coli*, bacteria indicadora de contaminación fecal, muestra claramente un pico de contaminación en la descarga cloacal y en el canal aliviador, y cómo esta contaminación termina afectando más a las playas vecinas a la descarga (Bagliardi y Palo Blanco), que a las más alejadas (Municipal y La Balandra).



Los valores obtenidos superan ampliamente a los exigidos en la legislación vigente para el área de estudio u otras normas nacionales e internacionales, que indican las líneas punteadas (ADA Res 42/06) y continua (Res CARU 28/19), respectivamente.

Los indicadores de contaminación fecal no han sido solamente detectados en el agua de las playas sino también en su arena, la que puede actuar como un reservorio para los microorganismos. Cuando se comparan los valores obtenidos para bacterias indicadoras de contaminación fecal en la arena entre una playa cercana al vuelco, como Bagliardi, con los obtenidos en una playa más alejada, La Balandra, puede verse que el número es significativamente superior en la más cercana.

Además de estos microorganismos indicadores de contaminación, se han detectado en el agua de la descarga cloacal numerosos patógenos de relevancia en salud pública, como *Giardia* spp., *Cryptosporidium* spp., *Blastocystis* spp., *Entamoeba histolytica*, *Blastocystis* spp., *Strongyloides stercoralis*, *Ascaris* spp., *Shigella* spp., *Salmonella* spp., *Escherichia coli* O157H7, *Escherichia coli* diarreigénicas y norovirus. En los anexos 1 a 5 se describen en detalle cada uno de estos patógenos.

En el caso de los parásitos (*Giardia* spp., *Cryptosporidium* spp., *Entamoeba histolytica*, *Blastocystis* spp., *Strongyloides stercoralis*, *Ascaris* spp.) se ha estimado en las descargas valores que superarían en todos los casos los 9.000.000 por hora de las distintas formas de resistencia de cada uno de ellos. Esto es especialmente grave si se

tiene en cuenta que las dosis infectivas para estos patógenos son sumamente bajas (1-100 unidades).

Parásito	Estimación de la cantidad de formas parasitarias eliminadas por hora
<i>Giardia</i> spp.	120 millones de quistes
<i>Cryptosporidium</i> spp.	13 millones de ooquistes
<i>Entamoeba histolytica</i>	12 millones de quistes
<i>Blastocystis</i> spp.	9 millones de quistes
<i>Strongyloides stercoralis</i>	28 millones de larvas
<i>Ascaris</i> spp.	31 millones de huevos

Para los patógenos bacterianos y virales, a partir de los datos de frecuencia de detección y los promedios de concurrencia a los balnearios, pudo hacerse una evaluación de riesgo para dos playas: Bagliardi y La Balandra. Este estudio permite estimar el número de personas que resultarían afectadas cada 100.000 bañistas en las playas para cada una de las enfermedades descriptas.

Enfermedad	Playa Bagliardi	Playa La Balandra
	Estimación de enfermos cada 100.000 bañistas	Estimación de enfermos cada 100.000 bañistas
Shigelosis	7.380	135
Salmonelosis	22.210	604
Enfermedad por <i>E. coli</i> O157	137	<1
Enfermedad por <i>E. coli</i> diarreigénicas	653	<1
Gastroenteritis por norovirus	2.656	426

Los datos obtenidos para los contaminantes químicos permiten suponer que el origen de las aguas es mayoritariamente domiciliario. De los parámetros evaluados solamente los sólidos suspendidos y el fósforo total muestran valores superiores a los establecidos por la legislación. Debe hacerse notar, sin embargo, que el impacto del vertido de un efluente se debe principalmente a la masa de contaminante volcado, no a su concentración. De este modo un caudal alto y constante podrá terminar causando un daño ambiental aun cuando todas las concentraciones de los parámetros no excedan los valores límite.

Los datos obtenidos para la materia orgánica biodegradable, expresada como demanda bioquímica de oxígeno (DBO), se encuentran dentro de los parámetros admitidos para el vuelco de un efluente a un curso de agua. Si bien no hay legislación en la Provincia de Buenos Aires para este valor en aguas de río, se observa que los valores en las inmediaciones del vuelco, en el Río de la Plata, superan en algunos casos los establecidos por otras normas, como las vigentes para las Cuencas vecinas del Río Matanza-Riachuelo o del Río Uruguay. Esta materia orgánica en exceso termina también afectando los valores de oxígeno disuelto, particularmente en la zona del río frente a la descarga, lo cual tiene un impacto inmediato para la vida acuática.

El elevado aporte de macronutrientes, como fósforo y nitrato, pueden favorecer el desarrollo de organismos fotosintéticos, algunos de los cuales, como las cianobacterias, pueden ser capaces de producir un impacto directo en la salud y el ambiente a través de sus toxinas. El valor de fósforo total superior al límite, junto con el elevado aporte en términos de masa de sustancias nitrogenadas, pueden relacionarse directamente con la detección de cianobacterias y sus toxinas en el área de estudio.

Al margen del impacto ambiental, la distribución de los valores obtenidos para la materia orgánica y el amonio en el agua y en las playas corrobora el patrón obtenido para los contaminantes biológicos: valores máximos en la descarga del efluente que disminuyen progresivamente en función de la distancia. Este hecho es una prueba más del origen de la contaminación en la zona.

Además de los contaminantes regulados, no puede dejar de mencionarse que se han realizado en la zona estudios sobre contaminantes emergentes para los cuales no existen todavía límites legales, aunque si sospechas sobre su impacto en la salud y en el ambiente.

Así por ejemplo se han detectado en agua del río medicamentos como ibuprofeno, diclofenac, atenolol, carbamazepina, cuyo origen ha sido atribuido a la descarga cloacal. Por otra parte, la presencia de antimicrobianos, que inducen la selección de bacterias multirresistentes, puede deducirse de la presencia de coliformes resistentes a cefalosporinas de tercera generación y carbapenemes en la playa La Balandra.

También existen estudios sobre microplásticos en el área. Estos contaminantes emergentes se han encontrado en todos los especímenes de 11 especies diferentes de peces analizados. Como para los otros contaminantes, se ha demostrado que su detección es máxima en las inmediaciones del conducto cloacal y disminuye con la distancia.

Para resumir los datos en un solo número que permita evaluar el estado general de las aguas se confeccionó un Índice de Calidad de Agua para las playas de la localidad basado en el desarrollado por el *Canadian Council of Ministers of the Environment*. Ninguna de las playas muestreadas presenta actualmente una calidad aceptable según el índice, cuando se emplean para su cálculo los valores que establece la Resolución N° 42/06 (ADA). El índice desarrollado podría utilizarse como un modo de presentación de resultados para futuros monitoreos.

El acceso al agua y al saneamiento es una prioridad en salud pública. Proveer a las poblaciones de un sistema cloacal es una de las grandes deudas sanitarias en nuestro país. Pero para que realmente se produzca un impacto positivo en la salud pública no solamente debe haber una red cloacal, sino que los efluentes colectados por ella deben ser correctamente tratados antes de su vertido. Existen numerosas tecnologías para hacerlo, algunas con más de un siglo de antigüedad, sencillas, eficientes y relativamente económicas.

La situación que hemos encontrado en Berisso se repite en numerosas localidades del país. Es nuestro objetivo que los datos recopilados en este informe puedan también ser empleados para la evaluación de otras situaciones en que los efluentes cloacales son vertidos a los cursos de agua sin tratamiento o con un tratamiento insuficiente.

Las recomendaciones para mejorar la situación en la zona, agrupadas de acuerdo al tiempo necesario para su implementación son:

A corto plazo:

- Restringir el acceso de personas a las playas con mayor influencia de la descarga cloacal.
- Prohibir el acceso de personas al área de la desembocadura de la descarga cloacal y del canal aliviador.

A mediano plazo:

- Construir un emisario que conduzca a la descarga río adentro. Esto permitiría alejar el impacto de las playas y podría posteriormente ser aprovechado por una futura planta de tratamiento.

A largo plazo:

- Construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales. Esta planta debe recibir los líquidos cloacales de La Plata, Berisso y Ensenada y necesariamente incluir un tratamiento secundario. Por facilidad de operación y eficiencia en remoción de patógenos, y teniendo en cuenta que existe suficiente superficie

disponible en el área, se recomienda considerar un tratamiento basado en lagunas de estabilización.

ACTIVIDADES DESARROLLADAS

1. Evaluación de la legislación vigente en la Provincia de Buenos Aires, Cuenca Riachuelo-Matanza, legislación Nacional e Internacional: Autoridad del Agua de la Provincia de Buenos Aires (Res 42/06), Decreto Reglamentario de la ley de Residuos Peligrosos (Decreto 831/93), Niveles Guía de la Autoridad de Cuenca Matanza-Riachuelo (ACUMAR) para uso recreativo y protección de la biota (Res 46/17) y Digesto sobre el uso y aprovechamiento del Río Uruguay redactado por la Comisión Administradora del Río Uruguay (Res CARU 28/19).
2. Recopilación de antecedentes sobre tratamiento de aguas residuales en Berisso y en diferentes ciudades de la provincia de Buenos Aires.
3. Búsqueda bibliográfica de trabajos de investigación (publicaciones, tesis de grado, postgrado, etc.) realizados en la región de estudio, Gran La Plata, que integran los Partidos de La Plata, Berisso y Ensenada. Se centró la búsqueda en trabajos sobre peligros biológicos y químicos asociados a la descarga de efluentes en la región, estudios cuantitativos y evaluación del impacto en la salud del mismo en el Municipio de Berisso.
4. Información generada por investigadores del Servicio de Hidrografía Naval, Cátedra de Eco-toxicología de la Facultad de Ciencias Exactas (UNLP), Cátedras de Virología y Salud Pública e Higiene Ambiental, Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires, Instituto de Ecología, Genética y Evolución de Buenos Aires (IEGEBA), UBA-CONICET, Instituto de Genética Veterinaria "Ing. Fernando N. Dulout" (IGEVET), UNLP-CONICET, y del Instituto de Limnología "Dr. Raúl A. Ringuelet" (ILPLA), UNLP-CONICET.
5. Informes oficiales: Instituto Biológico de la Provincia de Buenos Aires, Departamento Laboratorio del Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible (OPDS), Servicio de Hidrografía Naval, Red de Intercambio de Información de los Gobiernos Locales (RIIGLO), como así también informes aportados por el Municipio de Berisso.
6. Muestreo y análisis de agua obtenida en 4 puntos del área de influencia del vuelco de aguas residuales descargadas en la ribera de Berisso: descarga cloacal, canal aliviador, arroyo Palo Blanco y arroyo La Maza.
7. Análisis estadístico de los datos recopilados y evaluación del riesgo asociado a la exposición de los mismos.
8. Discusión de los resultados obtenidos.
9. Elaboración de conclusiones y recomendaciones.

RESULTADOS

ANTECEDENTES HISTORICOS

El impacto de las actividades humanas sobre el ambiente no es un problema actual, sino que se ha presentado desde la antigüedad. Los grandes asentamientos urbanos tuvieron que enfrentar el hecho de deshacerse de los efluentes que sus mismos habitantes generaban. Una de las primeras respuestas adecuadas a esta situación data del imperio romano. La cloaca máxima construida en Roma tenía capacidad suficiente para servir a una población de un millón de personas (Gerba & Pepper, 2019). Pasaron muchos siglos hasta que las ciudades modernas igualaran este desarrollo. Por ejemplo, en Londres recién comenzó a construirse un sistema cloacal a comienzos del siglo XIX. La ciudad de Hamburgo, seriamente destruida por un incendio en 1843, fue la primera en realizar el diseño integral de un nuevo sistema cloacal. En América, la pionera fue la ciudad de Chicago en 1850.

Aunque estas redes cloacales constituyeron un gran avance para el saneamiento de las ciudades, lo único que se pretendía con ellas era transferir los contaminantes desde el lugar en el que se generaban hasta un curso de agua cercano, dónde eran volcados (Riffat, 2013). En 1854, durante una de las más importantes epidemias de cólera en Londres, John Snow demostró el rol del agua en la transmisión de la enfermedad, dejando en evidencia que la solución planteada anteriormente para la disposición de los efluentes cloacales no era suficiente.

El concepto de salud internacional surgió frente al temor al cólera. De hecho, la primera Conferencia Sanitaria Internacional tuvo lugar en París en 1851, para tratar los problemas surgidos en el comercio internacional a consecuencia de las epidemias recurrentes de esta enfermedad. Argentina participó activamente en las sucesivas Conferencias Sanitarias Internacionales, que sentaron las bases de la cooperación internacional en Salud Pública (Veronelli & Veronelli Corech, 2004). Las conclusiones de estas conferencias, junto a las epidemias de cólera de 1867 y la de fiebre amarilla de 1870-71, fueron los desencadenantes de un notable desarrollo de la infraestructura de saneamiento en la ciudad de Buenos Aires. En 1869 fue la segunda ciudad en el mundo, luego de Londres, en tener un sistema de filtros lentos para potabilizar el agua y la primera red de desagües pluviales y cloacales fue inaugurada en 1884 (Garzonio, 2012). Cabe decir que este progreso llegó con mayor demora al resto del país.

Hacia fines del siglo XIX comenzaba a producirse un cambio de paradigma en el destino de los efluentes cloacales: Ya no se consideraba suficiente alejarlos de la ciudad y volcarlos en algún curso de agua, sino que comenzó a implementarse algún tipo de

tratamiento previo a su disposición, para evitar la contaminación del sitio de descarga. Estas estrategias de tratamiento fueron evolucionando desde la mera sedimentación de los sólidos suspendidos (tratamientos primarios) a estrategias más avanzadas que también servían para disminuir la carga de materia orgánica (tratamientos secundarios). Algunas de las tecnologías de tratamiento secundario aún vigentes datan de los primeros años del siglo XX, como ser los lechos percoladores, utilizados por primera vez en 1912 en Madison, Wisconsin; los tanques de Imhoff, desarrollados en Alemania en 1906 y los sistemas de barros activados, ideados en 1914 por Ander y Lockheed en el Reino Unido (Alleman & Prakasam, 1983; Riffat, 2013).

Durante el siglo XX tuvo lugar una espectacular disminución de la mortalidad infantil. Este descenso se explica en gran medida por un mejor acceso al agua y al saneamiento (Mazzeo, 2017) A pesar de los avances logrados, las enfermedades diarreicas continúan siendo, aún hoy, la segunda mayor causa de muerte en niños menores a 5 años. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), 2300 millones de personas en el mundo carecían aún en el año 2015 de acceso a una instalación de saneamiento mejorada (OMS-UNICEF, 2017).

En nuestro país, según los datos del censo 2010, solamente un 53% de la población dispone de servicio de cloacas. El número en la Provincia de Buenos Aires es aún menor, 48%. Sin embargo, cuando se analizan estos datos habitualmente no se tiene en cuenta cuál es el tratamiento final que reciben los efluentes recolectados por las redes cloacales existentes, un dato que no siempre es fácil de conocer.

Debe tenerse en cuenta que para que un sistema de saneamiento sea realmente efectivo debe realizarse un adecuado tratamiento del efluente. Sino solamente estamos volviendo al viejo paradigma de las cloacas de Roma, trasladar la contaminación de un punto a otro.

PLANTAS PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS CLOACALES

La gestión de las aguas domiciliarias representa uno de los mayores desafíos ambientales para las Autoridades, representando un residuo complejo, de constante generación, vector de organismos patógenos y, en constante movimiento, no pudiendo ser almacenado sin destinar elevadas y costosas superficies en el terreno. Como consecuencia de la utilización del agua potable se produce un volumen semejante de agua residual (AR), de acuerdo a la actividad podemos identificar dos grandes grupos de AR: domiciliarias e industriales.

Las AR domiciliarias representan la sumatoria del agua potable que ingresa a un domicilio y que, luego de su uso, arrastra distintos componentes. Finalmente se conduce por cañerías al exterior de la casa, teniendo como destino final dos alternativas: permanecer en los límites del domicilio, recibiendo un tratamiento in situ (generalmente en lo que se conoce como pozo negro o ciego) o, en el mejor de los casos, el líquido es recibido por un sistema cloacal municipal y transportado hacia otro destino (un sistema de tratamiento o su vertido a un cuerpo de agua receptor).

Por lo tanto, el caudal de AR de una determinada ciudad, tendrá una disposición final que no se escapa de las siguientes alternativas: un tratamiento deficiente y su vuelco a un cuerpo receptor (río, lago, laguna o mar) o, en el mejor de los casos, un tratamiento adecuado y su posterior vertido a un cuerpo receptor o su reutilización, principalmente en riego productivo.

Debido a la variedad de contaminantes y organismos patógenos que acarrean las aguas cloacales, antes de su disposición final se espera que reciban un correcto tratamiento/acondicionamiento. Cuando se menciona “correcto tratamiento” se refiere al menos a dos etapas que deben estar presentes de manera de remover en cada sección a un grupo de contaminantes; tratamiento primario (pre-tratamiento) y tratamiento secundario. Existen algunos pocos ejemplos en Argentina de un tratamiento terciario.

Tratamiento primario o pre-tratamiento: este tratamiento consta potencialmente de varias secciones, todas se caracterizan por remover contaminantes por principios físicos, aunque son muy pocas las ciudades que cuentan con varias secciones: 1) Sedimentadores/Desarenadores: por acción de la gravedad remueven a los sólidos que, por su peso, sedimentan. 2) Desengrasadores: remueve por flotación contaminantes como grasas y aceites. 3) Rejas y tamices: representan las secciones más comúnmente utilizadas, representando las rejas las estructuras más sencillas sirviendo como un “colador” para filtrar los residuos voluminosos que la gente arroja equivocadamente a la red cloacal (ej.: pañales, trapos, plásticos, etc.). Los tamices siguen el mismo principio de filtrado, pero con estructuras más costosas y sofisticadas. De manera de clarificar el concepto del tratamiento primario, esta etapa no remueve significativamente los contaminantes disueltos presentes en el agua residual, por lo tanto, un líquido residual luego del tratamiento primario sigue presentando concentraciones elevadas de materia orgánica, sólidos suspendidos, nutrientes, metales en caso de estar presentes, organismos patógenos (bacterias, virus y huevos de parásitos) sumado al olor y turbidez. Es por esto que para una gestión adecuada del agua cloacal se requiere de un tratamiento primario para acondicionar el líquido para un posterior y necesario

tratamiento secundario, pero no es correcto considerar al tratamiento primario como un tratamiento del cual se espere obtener un líquido que cumpla con la Normativa vigente.

El ejemplo de mayor dimensión es el de la planta de pre-tratamiento “Berazategui”, abarcando un área de 5 Ha. La misma recibe un caudal diario de 2.200.000 de m³ (del orden de 4 millones de habitantes). Si bien cuenta con secciones que le permiten remover sólidos gruesos (> a 6 mm), arenas y grasas; como se ha comentado previamente, no alcanza a remover materia orgánica disuelta, bacterias, nutrientes, sólidos suspendidos ni organismos patógenos. Para la disposición final del líquido en el Río de la Plata, si bien existe un proyecto de emisario que aleje el líquido de la costa, éste aún no ha sido construido (Figura 1).

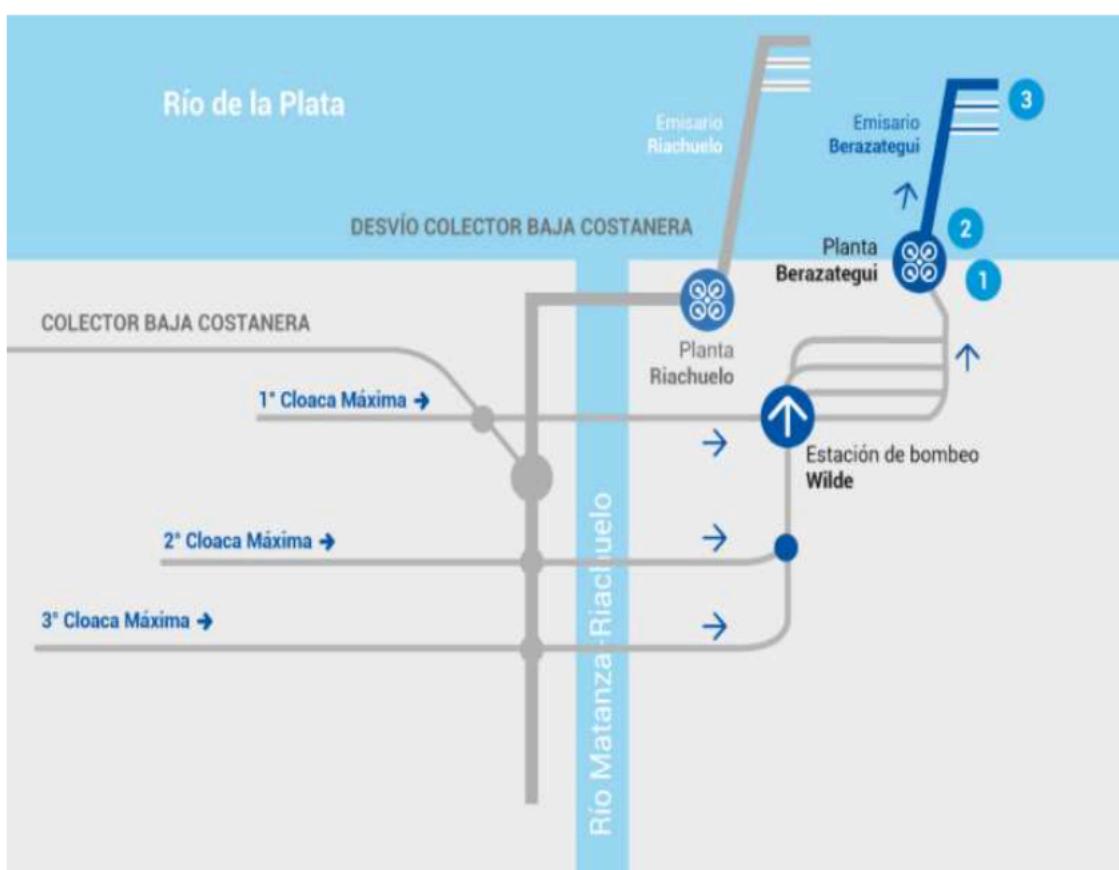


Figura 1: Esquema de parte de la red de AySA con detalle de los emisarios proyectados pero aún no construidos para el vuelco de los efluentes al Río de la Plata.

Otro ejemplo de gran escala que cuenta sólo con pre-tratamiento es la Ciudad de Mar del Plata. Si bien las secciones son similares a las presentes en la de Berazategui desde el 2014 cuenta con un emisario submarino, de manera de mitigar procesos de contaminación costera descripta en la zona (Figura 2).



Figura 2: Ejemplo de ciudades que cuentan solamente con pre-tratamiento.

a) Berazategui: Recibe caudal aproximado de 2.000.000 m³, superficie 4 Ha (https://www.aysa.com.ar/portal/Que-Hacemos/Plan-de-obras/Grandes-Obras/Sistema-Berazategui/sistema_berazategui).

b) Mar del Plata: Recibe caudal correspondiente a 600.000 personas, superficie 4 Ha.

Tratamiento secundario (TS): presenta una gran diferenciación entre los sistemas de TS naturales y los tecnológicos. Entre los primeros se destacan las lagunas de estabilización, la obra de ingeniería es relativamente sencilla, mínimos costos de operación y mantenimiento (Romero Rojas, 1999). La obra consta de recrear lagunas artificiales, de entre 0,5 a 2 metros de profundidad, caracterizándose por producir una remoción de materia orgánica cloacal por procesos naturales, desarrollándose una importante y saludable población de microalgas, al mismo tiempo que por acción de los rayos solares se produce la mortandad bacteriana y por sedimentación la eliminación de huevos de parásitos. Como contrapunto, estos sistemas requieren una superficie mucho mayor que los tratamientos tecnológicos, de manera de asegurar los tiempos de estadía necesarios, que se recomiendan entre 40 y 50 días. Este tipo de tratamiento es muy utilizado en ciudades del interior de nuestro país que cuentan con terrenos disponibles en sus inmediaciones (ver ejemplos en Figura 3).

Un aspecto muy relevante es que luego del tratamiento secundario, el líquido está acondicionado para recibir una desinfección adicional (en Argentina se utiliza con mayor frecuencia al cloro como desinfectante). Debido a la elevada carga orgánica, el proceso de desinfección no es recomendable ni eficiente en un líquido que sólo cuenta con un pre-tratamiento.



Figura 3: Ejemplo de ciudades que cuentan con tratamiento secundario natural.

- a) Ciudad de Mendoza: Aproximadamente 1.000.000 de personas, superficie 370 Ha (Anzorena, 2001).
- b) Puerto Madryn: Aproximadamente 90.000 personas, superficie 50 Ha (Faleschini et al., 2012)
- c) Miramar (Buenos Aires): Aproximadamente 70.000 personas (verano), superficie 5 Ha (Polizzi, 2021)

Respecto al TS tecnológico, se caracterizan por ser obras costosas, tanto en la construcción como en la operación y mantenimiento (consumen mucha electricidad, requieren operarios calificados y generan barros residuales que implican tratamiento y disposición final) (Metcalf & Eddy, 1996). Como aspecto beneficioso se destaca que requieren poca superficie respecto a sistemas naturales, por este motivo es un sistema utilizado en algunas ciudades densamente pobladas de nuestro país (ver ejemplos en Figura 4).

Si bien alcanzar un tratamiento secundario es la tendencia hacia dónde se deberían orientar las Autoridades, aún son muchas las ciudades en nuestro país que realizan un pre-tratamiento para luego volcar el líquido resultante hacia un cuerpo de agua natural que los recibe.

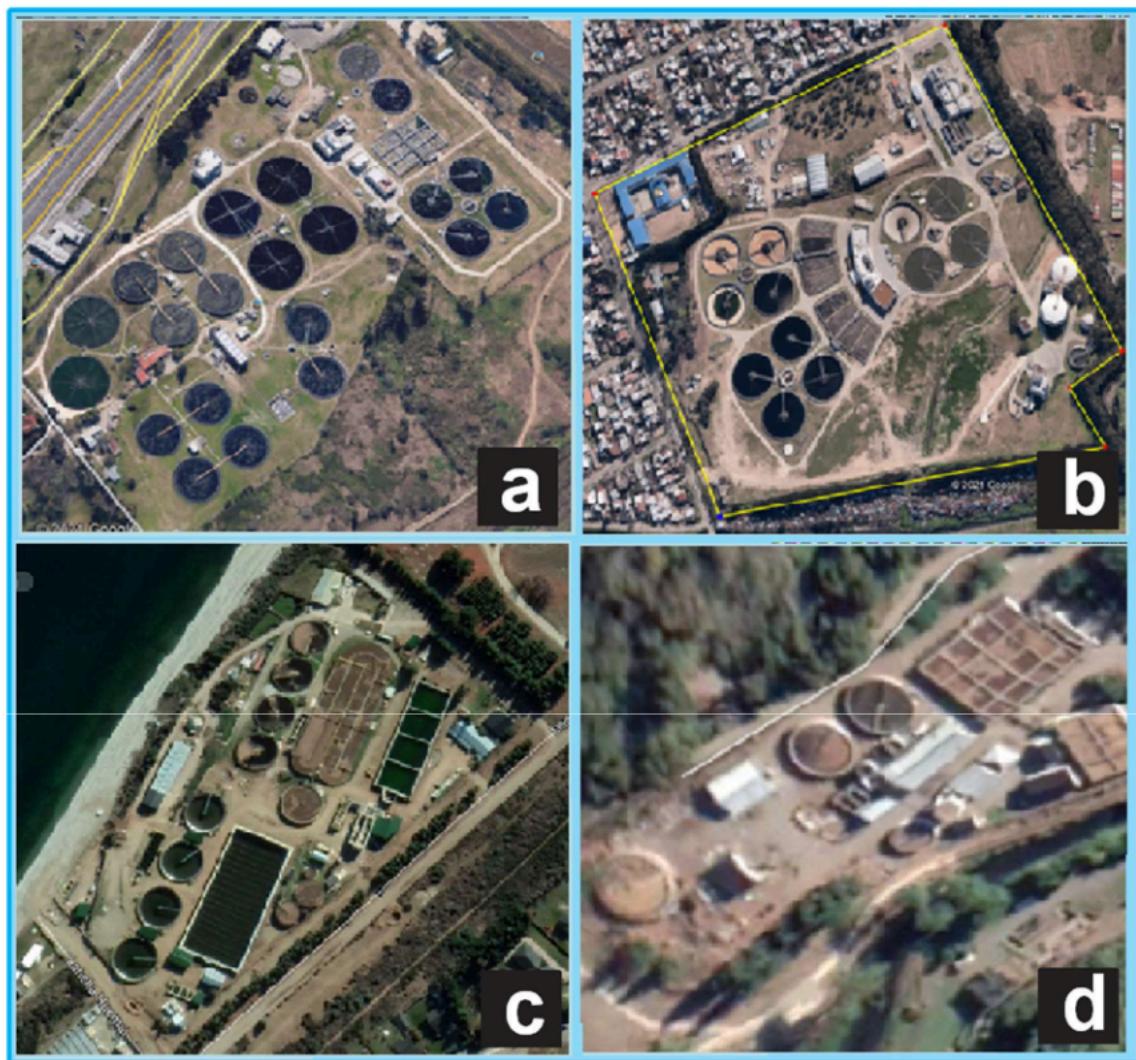


Figura 4: Ejemplo de ciudades que cuentan con tratamiento secundario tecnológico.

- a) Ezeiza: $400.000 \text{ m}^3/\text{h}$, 370 Ha.
- b) San Fernando: Diseñada para 600.000 personas, 18 Ha
- c) Bariloche): Diseñada para 90.000 personas. 6,5 Ha
- d) San Martín de los Andes $320 \text{ m}^3/\text{d}$, 1 Ha

Tratamiento terciario: implica principalmente dos procesos 1) desinfección (es la más sencilla y es habitual en los sistemas de tratamiento en nuestro país, principalmente usando cloro) y 2) remoción de nutrientes (es muy costoso y en nuestro país solamente se está realizando en dos ciudades: Bariloche y San Martín de los Andes, las cuales han tenido que invertir en este tratamiento para proteger los lagos, por su mayor impacto al ser cuerpos de agua semi-cerrados y de gran importancia turística).

La Figura 5 resume los componentes principales del agua cloacal cruda, y cómo se vería disminuida su concentración ante un efectivo tratamiento primario y secundario con desinfección.

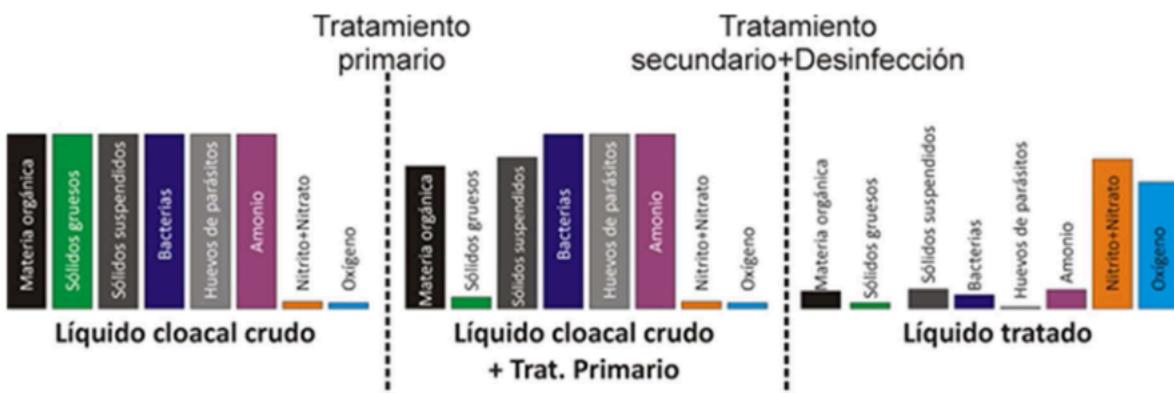


Figura 5: Remoción de los contaminantes presentes en las aguas cloacales crudas a través de las distintas etapas de tratamiento.

PLANTA DE PRE-TRATAMIENTO DE ABSA UBICADA EN BERISSO

La Planta Depuradora de Líquidos Cloacales de ABSA ubicada en la Ciudad de Berisso ($34^{\circ}53'17''S$, $57^{\circ}51'29''O$) se encuentra comunicada con la Av. Río de La Plata a unos 5.000 m del río. Es una planta de pre-tratamiento inaugurada en 1999 y cuenta con equipamiento de origen alemán que integra operaciones de tamizado, elevación y compactación de elementos sólidos en efluentes urbanos e industriales.

Tras el retiro de material grueso retenido por unas rejas, el proceso que se realiza en la Planta consiste en el “tamizado” de los líquidos. Los tamices giratorios poseen un entramado con espacios de 3 milímetros, reteniendo los materiales gruesos que luego por medio de un tornillo transportador son expulsados y caen prácticamente secos en un contenedor. Entre 4 y 5 contenedores semanales son retirados por la Empresa Esur con destino al relleno sanitario operado por la Coordinación Ecológica Área Metropolitana, Sociedad del Estado (CEAMSE). La Planta se encuentra diseñada para trabajar sin interrupción. Cuenta con tres tamices marca Huber.

Dicho sistema de pre-tratamiento tiene la capacidad de tratar sólo 5.000 m^3 por hora, siendo el caudal total generado del orden de 13.000 m^3 por hora. Por lo tanto, cada hora se descargan a las playas de Berisso 5.000 m^3 de líquido pre-tratado y 8.000 m^3 de líquido cloacal crudo. A este deficiente pre-tratamiento de base se le suma otra limitación en las horas de funcionamiento, ya que el pre-tratamiento de los 5.000 m^3 por hora se realiza durante 46 horas semanales. Expresado de otra manera, el pre-tratamiento se realiza sobre 230.000 m^3 de los $2.184.000\text{ m}^3$ generados en una semana (del orden del 10%).



Figura 6: Vista general de la planta de tratamiento de ABSA en Berisso.



Figura 7: Dos vistas de las rejas empleadas para la remoción de sólidos groseros

La planta recibe además la descarga diaria de unos veinte (20) camiones atmosféricos aproximadamente, cuyos líquidos son vertidos al colector para luego ser filtrados y tamizados.

En paralelo, las ciudades de Berisso y Ensenada vierten sus líquidos cloacales sin ningún tratamiento a la cañería aguas abajo de la planta de pre-tratamiento. Si bien no contamos con la información del caudal que esto representa, y por más que se estima que es inferior al que circula por la cañería desde La Plata, de todas maneras, el vertido de líquido crudo implica un perjuicio sobre la calidad del líquido pre-tratado.

Como es de esperar, pero confirmado con un estudio demandado a ABSA, la planta de pre-tratamiento no produce remoción alguna de bacterias, e incluso se produce un incremento respecto al ingreso, cuando se produce la descarga de los camiones atmosféricos, con su carga habitual muy concentrada en bacterias y materia orgánica.

Si bien el Municipio debe tender con sus reclamos a que la planta de pre-tratamiento funcione las 24 h y buscar el financiamiento para que, con su ampliación, pueda recibir la totalidad de los líquidos cloacales generados; debe quedar claro que **con un pre-tratamiento no es posible cumplir ninguna normativa que regule los niveles de los principales contaminantes presentes en el agua cloacal (bacterias y materia orgánica)**.

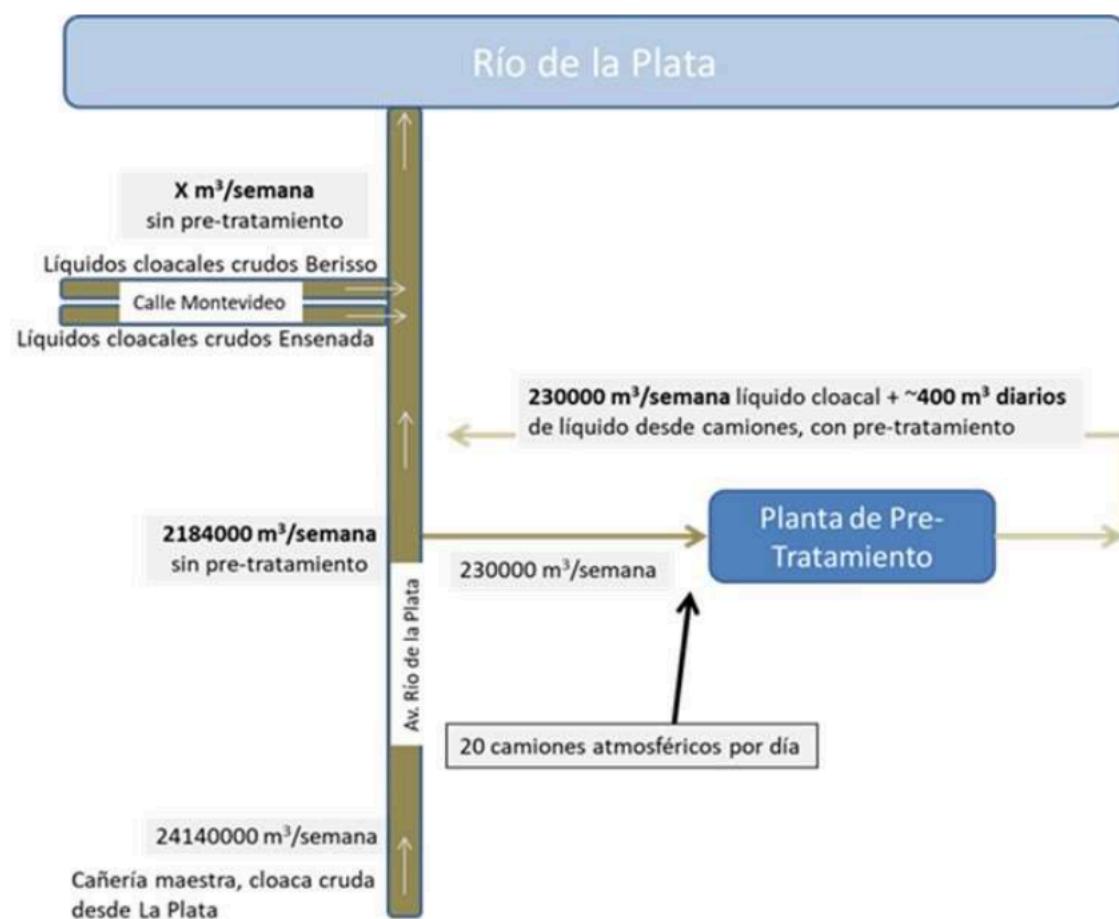


Figura 8: Esquema estimativo realizado en base a la información recopilada del recorrido del agua residual generada en las ciudades de La Plata, Berisso y Ensenada.

