



Repositorio Digital de  
Trabajos finales y Tesinas



Esta obra es compartida bajo Licencia Creative Commons **CC BY-NC-ND 4.0**  
Atribución/Reconocimiento – No Comercial - Sin Obra Derivada:  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>

Usted es libre de:

**Compartir:** copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato.

El licenciente no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia.

Bajo los siguientes términos:

**Atribución:** Usted debe dar crédito de manera adecuada, brindar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo del licenciente.

**No Comercial:** Usted no puede hacer uso del material con propósitos comerciales.

**Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o crea a partir del material, no podrá distribuir el material modificado.



Universidad Nacional de Avellaneda



[www.undav.edu.ar](http://www.undav.edu.ar)

**Universidad Nacional de Avellaneda**

**Departamento de Ambiente y Turismo**

**Trabajo final de Licenciatura en Ciencias Ambientales**



**Título:**

**Sitios peligrosos por contaminación y riesgo a la salud en el Partido de Avellaneda.**

**Julián Gabriel Riso**

**Legajo: 80**

**Directora: Natalia Cappelletti**

**Fecha: Noviembre de 2020**

## Agradecimientos

*A mi directora y guía en la elaboración de este trabajo final de Licenciatura, la Doctora Natalia Cappelletti, por su compromiso y dedicación.*

*A mis docentes que estuvieron para responder mis consultas y compartirme sus trabajos y material bibliográfico.*

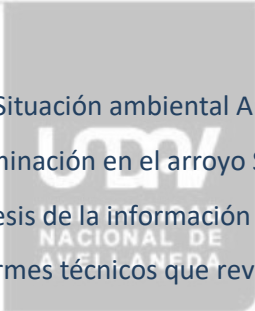
*A toda la comunidad de la Universidad Nacional de Avellaneda, por el acompañamiento constante en todo mi paso como estudiante por la institución, la cual me enorgullece haber sido parte desde sus inicios. Reconociendo su calidad académica y humana, y su notable trabajo de inclusión y compromiso con la educación, características fundamentales de esta Universidad.*

*A mi madre, padre y abuelos, por todo su apoyo y cariño de siempre.*

*Especialmente a mi hija y mi pareja por el amor y la paciencia que hicieron posible finalizar mi carrera Universitaria.*

Repositorio Digital de  
Trabajos finales y Tesinas

<b>1. Resumen</b> .....	<b>5</b>
<b>2. Introducción</b> .....	<b>7</b>
<b>3. Pregunta de investigación</b> .....	<b>8</b>
3.1. Objetivo general . . . . .	8
3.2. Objetivos específicos . . . . .	9
3.3. Cuadros de objetivos específicos . . . . .	9
<b>4. Metodología</b> . . . . .	<b>12</b>
4.1. Enfoque de investigación . . . . .	12
4.2. Listado preliminar de sitios peligrosos . . . . .	12
4.3. Riesgo asociado a la exposición de partículas sedimentables contaminadas. . . . .	14
<b>5. Caracterización general del área de estudio</b> . . . . .	<b>15</b>
5.1. Clima . . . . .	16
5.2. Geología . . . . .	18
5.3. Geomorfología.....	19
5.4. Suelos . . . . .	22
5.5. Cursos de agua subterránea . . . . .	23
5.6. Cursos de agua superficiales . . . . .	28
5.6.1. Cuenca Matanza Riachuelo . . . . .	28
5.6.2. Cuenca Sarandí-Santo Domingo. . . . .	31
Cuenca Sarandí.....	31
Cuenca Santo Domingo. . . . .	32
5.7. Características poblaciones y socioeconómicas . . . . .	33
5.7.1. Situación de acceso al agua y sistema de cloacas . . . . .	34
5.7.2. Agentes contaminantes dentro del partido de Avellaneda. . . . .	36
<b>6. Resultados</b> .....	<b>36</b>
6.1. Relevamiento de sitios peligrosos en el partido de Avellaneda según medio de exposición . . . . .	36
6.2. Exposición a contaminantes en el suelo . . . . .	37
6.3. Exposición a contaminantes atmosféricos. . . . .	54
6.4. Exposición a contaminantes en aguas superficiales.....	62
6.4.1. El caso de la Cuenca Matanza Riachuelo . . . . .	64
Calidad del sedimento fluvial . . . . .	66



6.4.2. Situación ambiental Arroyo Sarandí y Arroyo Santo Domingo Informes técnicos que revelan contaminación en el arroyo Sarandí.....	67
Síntesis de la información presentada.....	70
Informes técnicos que revelan contaminación en el Arroyo Santo domingo.....	72
6.5. Transferencia de contaminantes por crecidas e inundaciones.....	75
6.6. Exposición a contaminantes en aguas subterráneas.....	82
6.7. Exposición a basurales.....	86
6.8. Sitios vulnerables en el partido de Avellaneda.....	90
6.9. Denuncias.....	93
6.9.1. Noticias periodísticas.....	95
<b>7. Evaluación de riesgo.....</b>	<b>96</b>
<b>8. Conclusión.....</b>	<b>98</b>
<b>9. Bibliografía.....</b>	<b>102</b>
9.1. Legislación Citada.....	108
9.2. Sitios web consultados.....	108



# Repositorio Digital de Trabajos finales y Tesinas

## 1. Resumen



Las áreas que han sido impactadas por residuos peligrosos deben ser especialmente atendidas y analizadas. Estos sitios contaminados son considerados peligrosos por las propiedades inherentes que poseen las sustancias que allí se encuentran, las cuales poseen un potencial riesgo a la salud de la población expuesta. Se toma como área de estudio al Partido de Avellaneda, situado en la Región Metropolitana de Buenos Aires. Es uno de los 135 partidos de la Provincia de Buenos Aires, y es un área urbanizada con una larga trayectoria de actividad industrial, destacando a las curtiembres y al Polo Petroquímico Dock Sud.

El objetivo principal de esta tesis fue realizar una exhaustiva revisión bibliográfica con el fin de identificar los sitios peligrosos o potencialmente de serlo ubicados en el Partido de Avellaneda. Para ello se consideraron trabajos científicos, publicaciones de organismos gubernamentales, ONGs, notas periodísticas, denuncias, etc. También se realiza una evaluación de riesgo de la segunda campaña de muestreo por metales pesados en partículas sedimentables en 4 sitios identificados en Cappelletti et al. (2017), con el objetivo de compararse con la primera campaña. Se utiliza como base a la metodología de la REPAMAR (OPS/CEPI, 1999) la cual posee dos objetivos principales: (1) evaluar la peligrosidad de los sitios y (2) establecer los mecanismos para que los organismos de gestión puedan tomar decisiones en materia de restauración de sitios. Para la Evaluación de riesgos, el modelo utilizado es el propuesto por la Agencia de Protección Ambiental Norteamericana (EPA).

Los resultados obtenidos, con respecto a metales pesados en los suelos del área, se encontró al plomo como el más crítico de la zona, por la abundancia de aparición y por su alta peligrosidad. Podríamos destacar las zonas del Polo petroquímico Dock Sud e Isla Maciel como los sitios más comprometidos. Según los antecedentes hallados, se encontraron 42 sitios con registros de concentraciones de plomo en suelo  $>$  a 150mg/kg (valor de referencia como límite de impactos a la salud infantil).

Con respecto a los cursos de agua superficial podemos observar que están altamente impactados por vertidos industriales y posibles conexiones de aguas negras, los 3 cursos principales, Riachuelo, Sarandí y Santo domingo presentan altas concentraciones de contaminantes en el agua y sedimentos que lo hacen peligroso para la salud de la población, llegando a niveles no aptos para ningún tipo de actividad. Considerando la transferencia de contaminantes por inundaciones se pueden observar sitios comprometidos, como por ejemplo el arroyo Sarandí a la altura de la calle Heredia, con estimaciones de inundación  $>$ 0,30m, y asentamientos de poblaciones vulnerables. Luego sobre la traza del

Riachuelo, antes del meandro de Brian, a la altura del barrio San Francisco de Asís, se observan riesgos de inundaciones críticas según ACUMAR. Siendo este uno de los tramos más contaminados con respecto a los sedimentos. En cuanto a la calidad de agua subterránea de la napa freática y el acuífero puelche, no está en condiciones de ser ingerida, a pesar de que se identificaron 687 hogares con suministro de agua no segura, sin poderse identificar los lugares donde se sitúan estos sitios.

Por último, a partir de la evaluación de riesgo se obtuvo que para los sitios identificados como Maciel y Dock Sud los valores de índice de riesgo (HI) resultaran ser  $> 1$ , esto significa que hay una severa amenaza para la salud de los niños. Justificada principalmente por las altas concentraciones de plomo en las partículas sedimentables. En este sentido, con respecto a Cappelletti et al. (2017) los resultados de las vías y contaminantes predominantes resultaron ser similares.

La metodología usada es de gran utilidad para organizar investigaciones de este tipo. Es también de utilidad en establecer los mecanismos para que los organismos de gestión puedan tomar decisiones en materia de restauración y remediación de sitios. En base a lo expuesto queda en evidencia la situación en la que se encuentra el partido de Avellaneda, presentando serios problemas de contaminación y potencial riesgo a la población expuesta, es por ello que es preciso ahondar en monitoreo de lugares sin información de su estado actual y comenzar a pensar estrategias de remediación en sitios que se encuentren en estados críticos. Se propone seguir investigando la identificación de sitios peligrosos, como así también la inspección de sitios en donde se hayan encontrado indicios de peligrosidad.

**Palabras claves:** Sitios peligrosos, Contaminación, Evaluación de Riesgo, Vías de exposición, inundación.

## 2. Introducción



La convivencia de sitios urbanos y periurbanos con actividades industriales tiene una larga historia de conflictos sociales y problemáticas ambientales de difícil abordaje. Estas actividades asociadas habitualmente a malas prácticas son fuentes de contaminación para el ambiente y por ende para las personas que viven en el área circundante. Esta situación amerita una identificación de sitios contaminados considerados aquí como “sitios peligrosos”, se realiza en base a la información técnica que exista y la preocupación de la población. A partir de recolectar información, se puede proponer una priorización según el potencial de impacto de cada caso. Luego, es certero realizar una inspección de los sitios considerados críticos o de mayor urgencia para conocer cuáles son las condiciones en las que se encuentran. Por último, se realiza una evaluación de los riesgos, la cual se basa en la exposición humana y el grado de contaminación que existe en estos lugares.

Sin realizar este trabajo previo se dificulta llevar adelante un correcto plan de monitoreo, control y remediación del área en el caso de ser necesario. La identificación se realiza en base al peligro, entendido a este como los efectos adversos que inherentemente tienen una o varias de las sustancias presentes en el sitio contaminado. Para comprenderlo mejor, según la Organización Panamericana de la Salud (OPS), el término “peligroso” engloba a las sustancias que por sus características físicas, químicas o infecciosas pueden: (1) causar un aumento de la mortalidad o un incremento de enfermedades graves irreversibles o reversibles que producen invalidez, o que pueden contribuir significativamente a ello. (2) plantear un riesgo sustancial real o potencial a la salud humana o al medio ambiente, cuando son tratados, almacenados, transportados, eliminados o manejados en forma indebida. Es por ello que se define como “sitios peligrosos” a los sitios, áreas o zonas contaminadas por residuos químicos peligrosos (OPS/CEPI, 1999). Como vemos en el punto 2 surge el término “riesgo”, el cual consiste en contemplar la probabilidad de daño debido a la exposición a una sustancia peligrosa.

La complejidad de la contaminación en los sitios peligrosos requiere de una metodología específica para su estudio. Sin embargo, el diseño de esta metodología, además de considerar las características propias de los sitios peligrosos, debe tomar en cuenta también las realidades de los países en desarrollo, tales como: falta de recursos humanos, escasez de laboratorios con programas de control de calidad, insuficiente información técnica sobre los sitios a estudiar y muchas veces desconocimiento total de la localización de los sitios peligrosos.

Entre las metodologías mundialmente aplicadas para este tipo de estudio son las diseñadas por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (USEPA, 2001), la originada por la Agencia para las Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades del

Departamento de Salud Pública (ATSDR) y la planteada por la Red Panamericana de Manejo Ambiental de Residuos (REPAMAR- OPS/CEPIS). La metodología EPA estima el riesgo en salud basándose en datos ambientales del sitio y la metodología ATSDR evalúa el riesgo en salud, con fundamento en los datos ambientales y en los antecedentes de salud registrados en el área de influencia del sitio. Lamentablemente la aplicación exacta de los métodos de la EPA y de la ATSDR en América Latina presenta algunas dificultades, fundamentalmente por dos hechos que son el gran número de sitios que deben estudiarse y la escasez de recursos económicos para efectuar estudios tan detallados requeridos en dichas metodologías. Por consiguiente, la evaluación propuesta por OPS/CEPIS plantea una alternativa en la que se adaptan los puntos más valiosos de los métodos estadounidenses a las condiciones y necesidades de los países de América Latina.

El objetivo principal de esta tesis es realizar una exhaustiva revisión bibliográfica con el fin de identificar sitios peligrosos, o potencialmente de serlos, en el partido de Avellaneda. Para ello se consideran registros históricos hasta la actualidad, para evaluar su evolución y tendencia temporal. Asimismo, este trabajo final de licenciatura se vincula con un proyecto de investigación en el cual se definieron 4 sitios dentro del partido de Avellaneda, donde se evaluaron metales en más de un componente (ej. partículas atmosféricas, polvo de calle, suelo, etc.) cuyos datos se tomarán en esta tesis para la evaluación de riesgo para la salud de la población expuesta.

## Repositorio Digital de Trabajos finales y Tesinas

### 3. Pregunta de investigación

¿Cuáles son los sitios peligrosos por contaminación y cuáles son los riesgos para la salud asociado a metales pesados presentes en partículas atmosféricas sedimentables en el partido de Avellaneda?

#### 3.1. Objetivo general

- Elaborar un listado preliminar de sitios contaminados peligrosos y evaluar los riesgos a la salud asociados a los metales pesados presentes en partículas atmosféricas sedimentables en el Partido de Avellaneda.

### 3.2. Objetivos específicos

- Realizar un inventario con información técnica disponible sobre sitios contaminados en el partido de Avellaneda.
- Caracterizar los sitios contaminados de acuerdo a fuentes de contaminación, tipo de contaminantes y medio contaminado (agua superficial, agua subterránea, suelo, aire).
- Reconocer áreas del partido carente de información y caracterizarlos de acuerdo a tipo de desarrollo urbano, residencial o industrial.
- Elaborar mapas con la información recolectada sobre las áreas/sitios con potencial riesgo.
- Determinar el riesgo a la salud asociado a las concentraciones de metales pesados presentes en partículas atmosféricas sedimentables muestreadas en 4 (cuatro) sitios dentro del partido con la metodología propuesta por la Agencia de Protección Ambiental Norteamericana (US EPA).

### 3.3. Cuadros de objetivos específicos

Objetivo específico	Técnica de recolección	Fuente	Datos/Tarea
Realizar un inventario con información técnica disponible sobre sitios contaminados en el partido de Avellaneda.	Búsqueda bibliográfica	Fuente secundaria	Datos concretos de investigaciones científicas sobre los niveles de contaminación de sitios que se encuentren en distintas zonas del partido de Avellaneda.

Objetivo específico	Técnica de recolección	Fuente	Datos/Tarea
<p>Caracterizar los sitios contaminados de acuerdo a fuentes de contaminación, tipo de contaminantes y medio contaminado (agua superficial, agua subterránea, suelo y aire).</p>	<p>Revisión Bibliográfica</p>	<p>Fuente secundaria</p>	<p>Procesar los datos técnicos recolectados de forma tal que puedan ser caracterizados por tipo de contaminación y tipo de medio, logrando así que puedan ser comparables entre sí.</p>

Objetivo específico	Técnica de recolección	Fuente	Datos/Tarea
<p>Reconocer áreas del partido carente de información y caracterizarlos de acuerdo a tipo de desarrollo urbano, residencial o industrial.</p>	<p>Búsqueda bibliográfica</p>	<p>Fuente secundaria.</p>	<p>Datos sobre sitios que por sus características de ubicación o actividad pueden llegar a considerarse potencialmente peligrosos sin tener certeza de que así sea. Se considera también artículos periodísticos, o sitios con vulnerabilidad social.</p>

	Revisión Bibliográfica	Fuente secundaria.	Procesar los datos recolectados sobre sitios/áreas que presenten algún indicio de peligrosidad y caracterizarlo por tipo de desarrollo urbano, residencial o industrial.
--	------------------------	--------------------	--

Objetivo específico	Técnica de recolección	Fuente	Datos/Tarea
Elaborar un mapa con la información recolectada sobre las áreas/sitios con potencial riesgo.	Revisión Bibliográfica	Fuente secundaria.	Desembocar los datos recolectados en mapas en donde se encuentren los sitios potencialmente peligrosos con el fin de poder identificar geográficamente a las zonas más comprometidas.

Objetivo específico	Técnica de recolección	Fuente	Datos/Tarea
Determinar el riesgo a la salud asociado a las concentraciones de metales pesados presentes en partículas atmosféricas sedimentables muestreadas en 4 (cuatro) sitios dentro	Revisión Bibliográfica	Fuente secundaria.	A partir de los parámetros propuestos por la EPA se determinara el riesgo asociado a la exposición a partículas atmosféricas con concentraciones de metales pesados. La exposición fue

<p>del partido con la metodología propuesta por la Agencia de Protección Ambiental Norteamericana (US EPA)</p>			<p>expresada en términos de dosis diaria y fue calculada separadamente para cada metal, considerando cada ruta de exposición (Oral e inhalatoria) para adultos y niños.</p>
--	--	--	---

## 4. Metodología

### 4.1. Enfoque de investigación

El enfoque de investigación de este trabajo es principalmente cualitativo ya que, mediante una revisión bibliográfica, se intenta realizar una exhaustiva identificación de sitios peligrosos en el partido de Avellaneda sin la necesidad de poseer variables comparativas. Luego se realizará una evaluación de los riesgos asociados a metales pesados presentes en muestras de partículas atmosféricas, en cuatro sitios dentro del partido, la evaluación es sobre la segunda campaña de muestreo como aporte a una investigación previa, lo que podrá ser comparada con la primera campaña y en este sentido definir el perfil cuantitativo de la investigación. Por último, al trabajar con una metodología internacionalmente aceptada, los resultados de los niveles de riesgo pueden ser comparados con los obtenidos en otros trabajos en los que se trabaje con el mismo método.

### 4.2. Listado preliminar de sitios peligrosos

La metodología de la REPAMAR (OPS/CEPI, 1999) que se propone aplicar como base en este proyecto posee dos objetivos principales: (1) evaluar la peligrosidad de los sitios y (2) establecer los mecanismos para que los organismos de gestión puedan tomar decisiones en materia de restauración de sitios.

Cuenta con tres fases (Figura 1): La primera se basa en la obtención de un listado preliminar de sitios potencialmente contaminados en un área determinada y, a partir de ésta, la priorización de los sitios que presenten mayores indicios de peligrosidad como por ejemplo por la densidad de fuentes de contaminación, la cantidad y tipo de población

expuesta. La segunda fase, consiste en la inspección de los sitios listados, realizando una selección de los puntos o vías de exposición, que estos serían los medios por donde ingresa a los organismos a los cuales está afectando, por ejemplo el agua potable del grifo, el suelo en áreas de recreación infantil, los alimentos, el aire, etc.; se aclara en plural porque puede ser necesaria la inspección en más de una vía de exposición. La selección de los puntos está dada por el nivel aparente de contaminación que puede llegar a tener cada uno, el número de gente que está siendo afectada y por último el tipo de gente afectada (niños, adultos, ancianos, mujeres en edad reproductiva, etc.). A partir de la inspección de los sitios elegidos, se realiza una evaluación del riesgo producto de la exposición a los contaminantes. Cabe aclarar que esta metodología se utiliza de base y no se siguen estrictamente todo los procedimientos que se proponen en la misma.

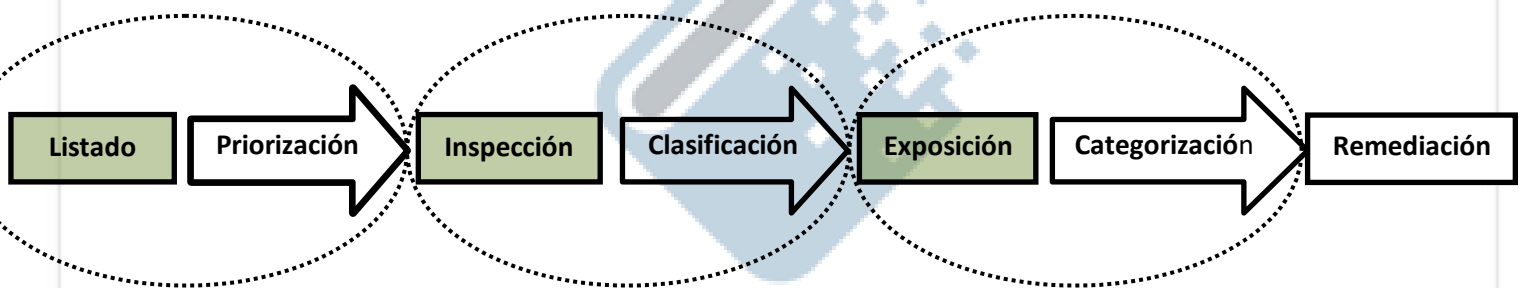


Figura 1. Etapas de la evaluación de Riesgo OPS/CEPIS. En línea punteada se agrupan las etapas que se proponen desarrollar de alguna forma en este proyecto.

En el presente trabajo se toma como área de estudio al Partido de Avellaneda ubicado en el Gran Buenos Aires, Argentina. La primera etapa del trabajo consistirá en la identificación de sitios peligrosos, los cuales se utilizan para elaborar una base de datos que incluirá toda la información técnica existente y disponible sobre niveles de contaminación ambiental en el área. La información se categoriza según medio contaminado, fuente y tipo de contaminantes y se la ubica geográficamente.

Como método de organización de la tesina, se utilizan secciones que permiten ordenar la información de forma práctica, los cuales tienen como criterio la fuente de exposición a: contaminantes en suelo, en aire, en agua superficial y subterránea. Además, se agregan dos secciones, una de exposición a basurales y otra de posibles transferencias de contaminantes por inundaciones. Al mismo tiempo, se recolecta información pública que refleje la preocupación social sobre sitios contaminados, priorizando en esta búsqueda a los sitios donde haya escasa información técnica de su situación, con el objetivo de reconocer sitios que a pesar de la preocupación ciudadana carecen de información.

### 4.3. Riesgo asociado a la exposición de partículas sedimentables contaminadas

En cuanto a la segunda etapa, se consideró el peligro debido a la exposición a suelos contaminados y a la recirculación de partículas desde y hacia suelos y calles. Para ello se consideraron los muestreos de partículas atmosféricas, polvo de calle y suelo realizado en el marco del proyecto UNDAVCyT 2013 (Cappelletti et al. 2019).

Utilizando los resultados derivados del análisis de metales pesados, se procedió a realizar los cálculos y evaluación del riesgo a la salud asociado a las concentraciones de metales pesados presentes en los 4 sitios (Isla Maciel, Municipalidad, Dock Sud y Quintas Villa Dominico) que se encuentran dentro del partido de Avellaneda.

El modelo usado para calcular la exposición de adultos y niños a los metales presente en las partículas sedimentables está basado en el desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental Norteamericana, y se utilizaron los parámetros propuestos por la misma agencia. La exposición es expresada en términos de dosis diaria y es calculada en cada sitio por separado. Al mismo tiempo, se calcula para cada metal por separado, considerando cada ruta de exposición (en este caso oral e inhalatoria) para adultos y niños. Las dosis fueron estimadas con las siguientes formulas:

Dosis por ingestión:

$$D_{ing} \text{ (mg kg}^{-1} \text{ día}^{-1}) = \frac{C \text{ (mg kg}^{-1}) \times IngR \times EF \times ED \times 10^{-6}}{BW \times AT}$$

Dosis por inhalación:

$$D_{inh} \text{ (mg kg}^{-1} \text{ día}^{-1}) = \frac{C \text{ (mg kg}^{-1}) \times InhR \times EF \times ED}{PEF \times BW \times AT}$$

Donde C (mg kg<sup>-1</sup>) es la concentración en suelo, sedimentos o partículas, IngR y InhR las tasas de ingestión (adultos :100 y niños 200 mg kg<sup>-1</sup>) e inhalación (adultos: 20 y niños: 7,6 m<sup>3</sup> día<sup>-1</sup>), EF la frecuencia de exposición (180 días año<sup>-1</sup>), ED la duración de la exposición (adulto: 30; niños: 6 años), PEF la emisión de partículas (1,36 x 10<sup>9</sup> m<sup>3</sup>kg<sup>-1</sup>), BW el peso corporal (adulto: 70; niño: 15 kg) y AT el tiempo promedio (ED x 365). Para C (mg kg<sup>-1</sup>) se consideró el límite superior para la media con un intervalo de confianza del 95 % (USEPA, 2002). Las dosis que fueron calculadas para cada metal (en cada sitio por separado) fueron divididas por sus respectivas dosis de referencias (Health Canada, 2004; USEPA, 2020) para obtener un cociente de peligro (HQ). Con esto se obtuvo, por ejemplo, un HQpartículas por ingesta y uno por inhalación en Dock Sud cuya sumatoria de ambos HQ permitió estimar un índice de peligro (HI) para cada contaminante en cada sitio en particular

considerando ambas vías. Si  $HI < 1$  se asume que no existe probabilidad de efectos no cancerígenos.

## 5. Caracterización general del área de estudio

Históricamente el partido de Avellaneda tuvo siempre una identidad industrial retratada por diversos artistas de la época (Manal, Quinquela Martín, etc.). A partir de la concientización de la población en general como proceso social se comienza a ver que las actividades humanas vinculadas a procesos industriales, gestión de residuos, y vertido de aguas servidas no son inocuas, sino que son de potencial perjuicio para el ambiente y la salud humana.

Avellaneda se encuentra ubicada en el Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA) (Figura 2), es uno de los 135 partidos de la Provincia de Buenos Aires. Con una superficie de 52,48 kilómetros cuadrados, se divide en siete localidades: Avellaneda Centro, Dock Sud, Gerli, Piñeyro, Sarandí, Villa Domínico y Wilde. Se trata de la décimo segunda ciudad más poblada del AMBA y la séptima en densidad poblacional, con 6.230 habitantes por kilómetro cuadrado, en 113.142 hogares (M. Avellaneda 2020). Las coordenadas geográficas del punto central del Partido son:  $34^{\circ} 40'$  latitud sur y  $58^{\circ} 21'$  longitud oeste. Sus límites del territorio están definidos por las siguientes calles y/o accidentes geográficos: Calle Chile, Brasil, Bustamante y luego Camino Gral. Belgrano; Lynch, Caviglia; costa del Río de la Plata y ribera del Riachuelo.

- ✚ Al noroeste: la ciudad de Buenos Aires a través del Riachuelo.
- ✚ Al noreste: el Río de la Plata.
- ✚ Al sureste: el Partido de Quilmes
- ✚ Al sursudoeste: el Partido de Lanús



gran intensidad, constituyen el principal motivo de inundaciones, como por ejemplo, en 1992 cuando llovió más de 42 mm en menos de una hora y en febrero de 1998, más de 73 mm en dos horas. Sucesos de precipitaciones anómalas que provocaron importantes inundaciones en la ciudad de Buenos Aires las cuales se citan aquí por la cercanía al partido de Avellaneda, fueron las del 26/1/85, con 192 mm en el día, 31/5/85, con 184 mm, 25/3/88, con 102 mm, etc. (Pereyra, 2004). Además de esto, el Río de la Plata experimenta importantes ascensos de nivel como consecuencia de los fuertes vientos procedentes del sudeste (sudestadas). Estos vientos soplando a contracorriente del río impiden el desagüe de los cursos tributarios, los cuales se desbordan, que a su vez están creciendo, ya que en paralelo a este fenómeno ocurre que la sudestada trae temporales de intensas lluvias en toda la región.

Los meses con mayores precipitaciones se dan desde el mes de octubre al mes de abril (Tabla 1), siendo las estaciones más lluviosas la primavera y el otoño, y la más seca el invierno (Burgos, 1968; Cabrera, 1971; Cabrera y Zardini, 1978). Las tormentas son predominantemente asociadas a frentes fríos y cálidos y ocurren preferentemente durante los meses de marzo-abril-mayo y agosto-septiembre-octubre. La circulación de los vientos está regulada por la acción del anticiclón del Atlántico sur y por la del anticiclón del sur del Pacífico. Estos dos centros emisores de vientos determinan que la circulación del aire tenga una dirección predominante NE-SO con vientos cálidos del Atlántico durante el verano y vientos fríos del Pacífico durante el invierno (Burgos, 1968; Camilloni, 2010).

La dinámica de las lluvias está regida por las tipo frontal, los choques entre estas masas de aires fríos y secos del sudoeste procedentes del anticiclón del Pacífico sur, con las masa de aire cálido y húmedo provenientes del anticiclón del atlántico sur. Debido a este accionar ocurren las intensas lluvias relacionadas con el pampero húmedo y las sudestadas. Las lluvias de tipo convectivo, en cambio, son de menor duración y ocurren en verano (Pereyra, 2004). Las temperaturas medias se encuentran en los 17,8 °C con un promedio de temperaturas máximas de 21,4 °C y de temperaturas mínimas de 14,5 °C

Tabla 1: Datos meteorológicos correspondientes al periodo 1981 – 2010. Estación Aeroparque, Buenos Aires (SNM)

Variables	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Temperatura (°C)	24.5	23.5	22	18.2	15	12	11.2	12.7	14.4	17.7	20.3	22.9
Temperatura máxima (°C)	28.4	27.2	25.5	21.7	18.3	15.1	14.3	16.3	17.9	21.2	24.2	27
Temperatura mínima (°C)	20.8	20	18.6	14.9	11.9	9.1	8.3	9.6	11.1	14.1	16.6	19.1

<b>Humedad relativa (%)</b>	67.8	70.9	72.3	74.6	75.5	77.5	76.6	74.8	72.2	70.5	68.7	66.6
<b>Velocidad del Viento (km/h)</b>	17.2	16.4	15.5	14.1	13.7	13.4	14.2	15.3	17.7	17.7	18.1	17.4
<b>Nubosidad total (octavos)</b>	3.1	3.2	3.2	3.4	3.9	4.3	4.1	3.9	3.8	3.7	3.5	3.3
<b>Precipitación (mm)</b>	117.4	107.7	127.6	105.6	84.4	48.7	52.8	56.3	61.7	110.4	103.7	105.2
<b>Frecuencia de días con Precipitación superior a 0.1 mm</b>	8.3	7.9	8.3	8.3	6.3	6.3	6.5	6.1	6.8	9.4	8.9	8.2

## 5.2. Geología

El partido de Avellaneda se encuentra dentro de la región denominada Pampa ondulada. Ubicada en la porción nororiental de la provincia de Buenos Aires, en la provincia geológica Llanura Chaco-pampeana o Chaco-bonaerense (Ramos, 1999), siendo esta la más extensa de nuestro país ya que abarca más de un cuarto de la superficie total de Argentina. Limita hacia el sur con la Provincia Geológica de la Cuenca del Salado y, hacia el noreste, ya en Uruguay con el ambiente de basamento antiguo. A nivel subsuelo su rasgo más notable es el desarrollo en todo su ámbito de una extensa transgresión marina de edad miocena media (13 a 15 Ma.), que cubrió casi todo el ámbito de la planicie. Si bien sus depósitos no afloran, se la ha detectado mediante perforaciones en casi toda su extensión (Ramos, 1999).

El subsuelo de la llanura pampeana está constituido por cuatro grandes depósitos sedimentarios, que se asientan sobre el antiguo basamento cristalino: Formación Olivos, Formación Paraná, Formación Puelches y Sedimentos Pampeanos y Post-pampeanos (Frenguelli, 1945 y 1950; Nabel, 2008). Cada uno de esos depósitos representa un ciclo de sedimentación, ocurrido en distinto momento de la historia geológica de la región, los que a su vez, fueron afectados por reiterados fallamientos que pusieron en contacto lateral unidades más antiguas con otras más modernas (Nabel, 2008).

Los sedimentos Pampeanos y Post-Pampeanos son los que afloran mayoritariamente en la superficie y mantienen una intensa interacción con las actividades humanas. Fueron depositados en los terrenos superficiales de la Pampa y regiones limítrofes, durante el Cuaternario, durante los últimos 1,8 millones de años.

El Pampeano o Formación Pampa, incluye a los depósitos de las Formaciones Ensenada y Buenos Aires. Éstas conforman el sustrato principal de la ciudad de Buenos Aires y de buena parte del área metropolitana. Los sedimentos más antiguos que afloran están constituidos por los depósitos loésicos de la Formación Ensenada. Esta unidad presenta numerosas intercalaciones fluviales y lacustres que le confieren una marcada heterogeneidad. Su espesor oscila entre 7 y 40m, siendo lo más común 20-25 metros. Esta

unidad se observa principalmente en los laterales de los valles fluviales y en la parte inferior de la barranca marginal de la planicie loésica. En algunos sectores la Formación Ensenada tiene en su techo un potente calcrete que puede superar el metro de espesor, con evidentes estructuras pedogenéticas. Este calcrete se evidencia morfológicamente y en ciertos sectores constituye el piso de los cauces fluviales que atraviesan la planicie loésica.

Por encima de la Formación Ensenada, y en discordancia erosiva, si bien a veces el límite es difícil de establecer, se encuentran los sedimentos loésicos que componen la Formación Buenos Aires o bonaerense según el clásico esquema. Son esencialmente limos eólicos. Su espesor medio oscila alrededor de los 7 metros. De todas formas, presenta numerosos niveles edafizados y calcretos, si bien estos últimos poseen menor dureza que los que se encuentran en la Formación Ensenada.

Cubriendo parcialmente a las anteriores se encuentran depósitos eólicos arenosos y limosos subordinados incluidos en la Formación La Postrera (post-pampeano o platense eólico). Estos materiales generalmente poseen menos de 1 m de espesor y se hallan totalmente edafizados (Pereyra, 2004).

### 5.3. Geomorfología

Como se mencionó anteriormente el área de estudio se encuentra dentro de la llanura pampeana la cual es considerada una unidad heterogénea de muy bajo relieve relativo, debido principalmente al accionar del proceso eólico, configurando una planicie loessicaplio-pleistocena. Altitudinalmente más del 90% se encuentra por debajo de los 200 m, a su vez se encuentra dentro de la sub-región denominada Pampa Ondulada la cual ocupa el área entre Rosario por el N, el Riachuelo o río Matanza por el sur, los ríos Paraná y de la Plata por el E, y el río Salado por el O. Se caracteriza por un sistema hidrográfico independiente. Todos los ríos y arroyos que la surcan, corren sub-paralelamente hacia el NE y desaguan en el Paraná. Las ondulaciones del terreno, que varían entre 5 y 10 m, se deben en su mayor parte al trabajo erosivo de los ríos y arroyos. A este ambiente pertenece también el área delimitada entre los ríos Matanza, Samborombón y de la Plata, cruzada por numerosos arroyos que bajan hacia el Río de la Plata (Torres Robles, 2009). El Río Matanza-Riachuelo se considera el límite entre la denominada Pampa Ondulada Alta y la Pampa Ondulada Baja (Cappannini & Mouriño, 1966). La diferenciación entre estas dos áreas se manifiesta en la morfología superficial, en las redes de drenaje y en los suelos. Esta última (Pampa Ondulada Baja) es la zona que pertenece el partido de Avellaneda.

Respecto a la geomorfología puede distinguirse tres unidades geomorfológicas generadas a partir de dos agentes geológicos principales: viento y agua. Los cuales dan origen a tres procesos principales que son: el proceso fluvial, el proceso eólico y el proceso litoral-marino (Pereyra & Tobio, 2018; Morrás, 2010). Dentro de cada una de estas tres surgen geoformas menores y en conjunto representan los diversos sucesos geológicos que vivenció la región desde el transcurso de la última parte del Pleistoceno hacia el presente. Las mismas son: 1) Planicie Loéssica, originada por eventos de agradación y erosión eólica donde se identificó las sub-unidades: a) Cubetas de deflación eólica de orden mayor, b) Cubetas de deflación eólica de orden menor. 2) Planicie poligenética del Río de la Plata, originada a partir de la interacción entre los procesos litoral y fluvial identificándose: a) Pendiente marginal, b) Planicie de marea antigua, c) Planicie de marea (albufera), d) Cordones litorales, e) Canales de marea, f) Planicie estuárica del Río de la Plata (albardón y depósitos actuales). 3) Valles Fluviales, donde domina el proceso Fluvial, reconociéndose: a) Planicie aluvial del Riachuelo, b) Terrazas del Riachuelo, c) Fajas aluviales de cursos menores y d) Bajos y lagunas (Figura 3), (Rodríguez, 2004; Morrás, 2010). La primera y segunda unidad geomorfológica es claramente distinguible a partir de la cota de 5 m. dado que la primera se corresponde con alturas iguales o mayores a dicha altura y la segunda por estar por debajo de dicho valor. La tercera unidad (Valles Fluviales) que la constituyen la planicie aluvial del Riachuelo, terrazas del Riachuelo, fajas aluviales de cursos menores y lagunas, son más recientes, ya que domina el Proceso Fluvial cuyas subunidades se desarrollan sobre ambas unidades anteriormente citadas. Si bien el relieve general es de suaves ondulaciones, las alturas en el área oscilan entre 1.07 m. y 7.85 m. dado que en la construcción del Acceso Sudeste la cota de 10 m. fue rebajada (Rodríguez, 2004).

El sector proximal al Río de la Plata, es el más afectado por las “sudestadas”, sufriendo importantes anegamientos, debido a la cota (generalmente inferior a los 3 msnm), bajo gradiente y complejidad geomórfica. Esta unidad muestra la menor aptitud para la urbanización de la región, entre otros aspectos por su anegabilidad y la presencia de terrenos poco aptos para fundaciones. El partido de Avellaneda y los barrios porteños de Barracas y La Boca se encuentran esencialmente en esta unidad (Pereyra, 2015).

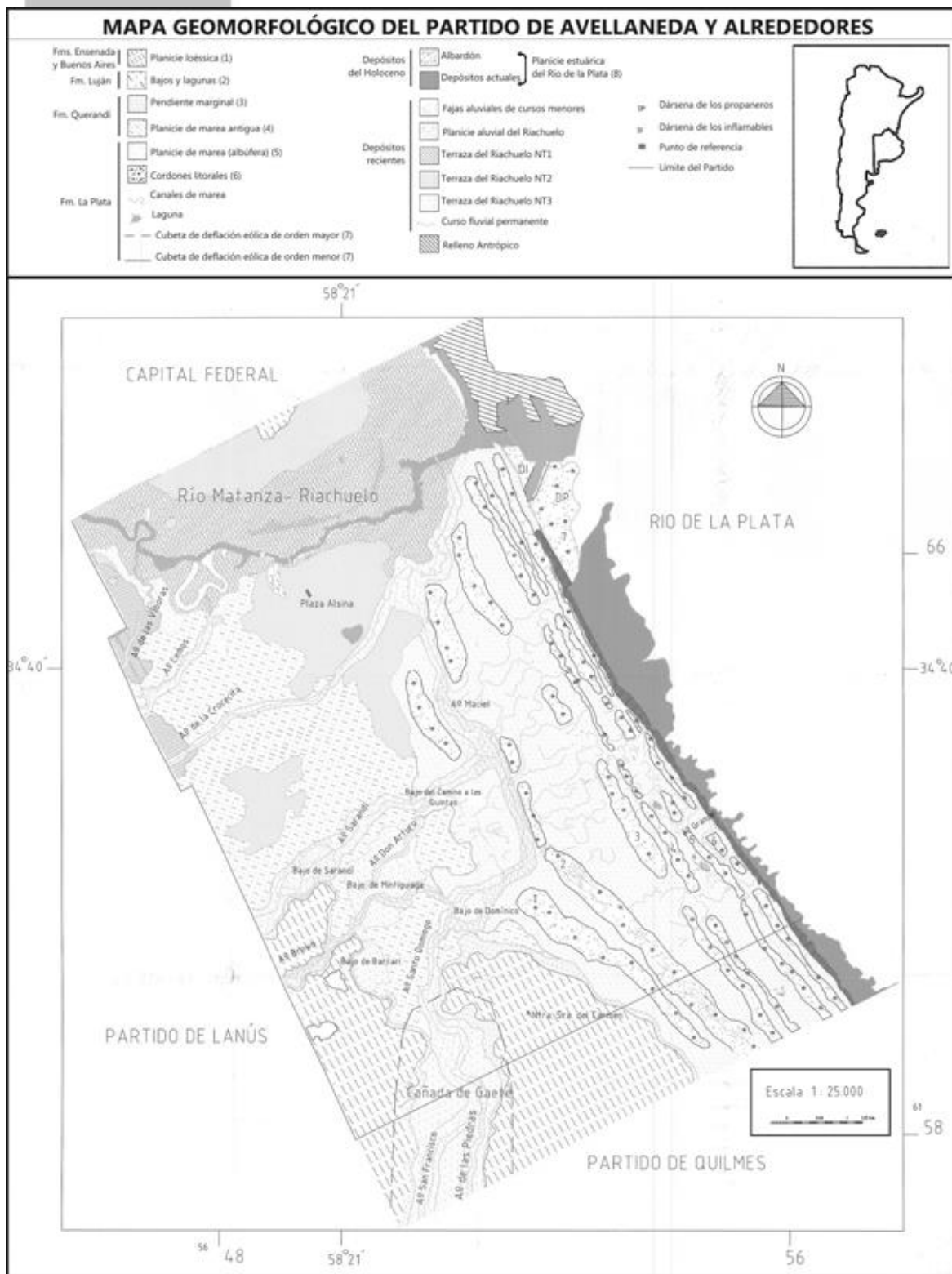


Figura 3. Mapa geomorfológico del Partido de Avellaneda. Fuente: Extraída de Rodríguez (2004)

#### 5.4. Suelos

Los suelos son cuerpos naturales organizados en la porción más externa de la corteza terrestre, que tienen características diferenciadas y una distribución espacial resultante de la interacción de diversos factores que los forman, y que se hallan en continua evolución junto con los cambios ambientales. Esta delgada “epidermis” o manto poroso de la Tierra cumple diversas funciones ecológicas cruciales: filtra y regula los flujos de numerosas sustancias y tiene un papel esencial en particular en el ciclo hidrológico y en la regulación de las características de la atmósfera; las plantas dependen del suelo para la provisión de agua y de nutrientes; directa e indirectamente, la vida animal depende también de él (Morras, 2010). Es por ello que los suelos cumplen también funciones económicas y sociales fundamentales por todos los beneficios ecosistémicos que provee. Los suelos se pueden diferenciar entre los “no naturales” estando modificados de forma parcial o total por la acción humana, de los “originales” que son como eran los suelos en el pasado o antes de la modificación humana, éstos suelen encontrarse en las áreas rurales o periurbanas los cuales se hallan ligeramente modificados por el cultivo.

En el área de estudio como antes fue mencionado existen tres unidades geomorfológicas las cuales son la planicie loessica, suelos de la planicie poligenética del río de la plata, suelos de la cuenca Matanza-Riachuelo y otros cursos menores (Tabla 2) (Pereyra, 2004). La planicie loessica se encuentra ubicada en el extremo SE del Partido, en donde predominan los Argiudoles típicos. Se trata de los suelos más profundos y desarrollados de la zona. Son los que presentan menores problemas, encontrándose el nivel freático relativamente profundo. Estos suelos suelen presentar propiedades vérticas y en los laterales de valle se encuentran en fases erosionadas. En algunos sectores aparecen horizontes E, formándose Argialboles. En cuanto a los Suelos de la Cuenca Matanza Riachuelo, pueden diferenciarse según su ubicación en la cuenca alta o en la cuenca baja. En la cuenca superior, siendo el uso de la tierra agropecuario, se observaron en su mayor parte Argiudoles típicos, Natracualfes típicos, Argialbol algíacuico, Natracualfes mólicos Endoacuales típicos u Argiudoles ácuicos. En la cuenca baja, siendo esta a la que pertenece el partido de Avellaneda, se encuentran Hapludoles, Natracuales típicos, Natracualfes típicos y Natralboles típicos Endoacuales típicos y Argiudoles típicos. Por último los suelos de la Planicie poligenética del Río de la Plata, que se encontraría en toda la franja noreste del partido, paralela al Río de la Plata, son Natracuales, Argíacuoles, Natracualfes vérticos, Argialboles y Haprendoles, en su mayoría presentan horizontes salino alcalinos; los de influencia estuárica, Haplacuentes vérticos, Cromuderters y Peludertes ácuicos, todos con serios problemas de hidromorfismo, y en algunos casos, anegados permanentemente; y los

suelos con influencia continental, como los Argiudoles vérticos y Cromudertes típicos, caracterizados por un alto contenido de arcilla y horizontes iluviales profundos (Días, 2018).

Tabla 2: Parámetros relevantes según unidad Geomórfica. Fuente: Extraída y adaptada de Pereyra (2004)

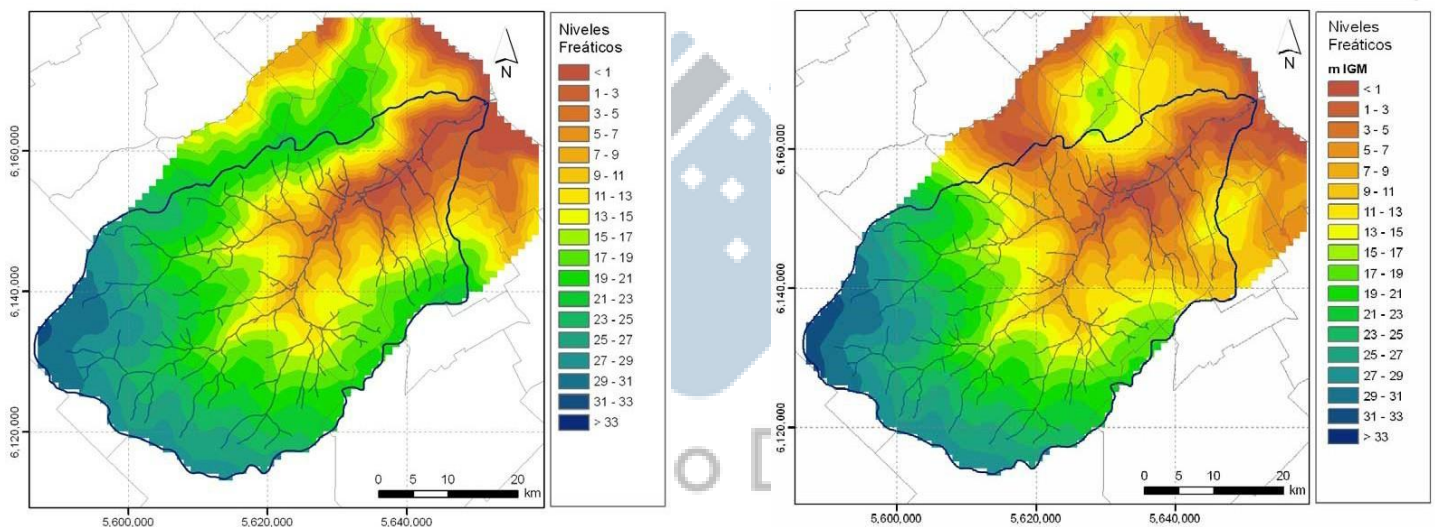
Unidad Geomórfica	Suelos Principales	Susceptibilidad de la contaminación de suelos	Potencial de inundación	Estabilidad de pendientes	Presencia de suelos expansivos
Planicie Loessica	Argiudoles Hapludoles	Variable	Baja	Alta	Baja a media
Terrazas y planicies aluviales	Hapludoles Endoacuoles Udifluventes	Alta	Alta	Variable	Media
Planicie Poligenética del río de la plata	Endoacuoles Natracualfes Hapludertes	Alta	Alta	Variable	Alta

## 5.5. Cursos de agua subterránea

Como ya mencionamos el Partido de Avellaneda se encuentra ubicado en la región NE de la Provincia de Buenos Aires. En forma general el sistema subterráneo al cual pertenece está integrado por un primer acuífero (capa freática) y otro semi libre infrayacente (pampeano), que se comporta hidráulicamente como única unidad. Por debajo y separados por un estrato de baja permeabilidad (acuitardo), se localiza un acuífero semi-confinado (Puelche), principal proveedor de agua para servicio público, uso industrial y riego hortícola en la región. Por último, completando el perfil hidrogeológico se encuentra el acuífero Paraná, localizado a mayor profundidad. La napa freática constituye el elemento de transición de la recarga meteórica, y tiene como característica una profundidad baja en la zona de estudio de aproximadamente entre >1 a 7m distribuidos acorde a la geomorfología natural sin cambios significativos entre lo que sería una cuenca natural sin modificaciones en comparación a la cuenca antropizada actual (Figura 4), (Menendez, 2010). La trascendencia del pampeano radica en que actúa como vía para la recarga y descarga del subacuifero Puelche subyacente, que es la unidad hidrogeológica más importante de la zona. El techo del Puelche se encuentra entre los 25 y 50m de profundidad y su espesor varía entre los 15 y 30m de profundidad (Figura 5). Para relacionar la estatigrafía geológica previamente descrita con los cursos de agua subterráneos retomamos los aportes realizados por Auge (2000, 2004 y 2006).

**La formación Postpampeana** como fue mencionado antes constituye la sección estratigráfica más moderna de la región (Holoceno) y está formado por sedimentos de origen fluvial, marino y lacustre, en los que predomina la granometría fina (limo, arcilla y arena fina).

La composición química del agua subterránea asociada a la formación Postpampeana es de elevada salinidad (3 a 10 g/l) y con frecuencia sulfatada, debido a la oxidación de los sulfuros metálicos formados en los ambientes reductores donde se acumuló (Auge 2004). También se caracteriza por su baja productividad lo que, junto con la elevada salinidad, hacen que el agua prácticamente no sea utilizada.



a) Cuenca natural

b) Cuenca antropizada

Figura 4. Distribución de nivel freático para febrero 2009 Fuente: Extraído de Menendez (2010).

En cuanto a **la formación pampeana** o loess pampeano está formado por limos arenosos y arcillosos, castaños y pardos de origen eólico, con intercalaciones de tosca, que subyacen a la cubierta superficial edafizada en la mayor parte del ámbito considerado y a los Sedimentos Postpampeanos. Los Sedimentos Pampeanos contienen al Acuífero Pampeano. En la sección Superior del Pampeano se emplaza la capa freática. El acuífero pampeano posee un carácter efluente de los ríos y arroyos principales, especialmente en los tramos medios y bajos de sus cuencas, por lo que se constituyen en sitios de descarga del agua subterránea. Este comportamiento resulta trascendente respecto a la trayectoria de un eventual contaminante, que bajo las condiciones de flujo señaladas, debería hacerlo hacia los cauces. Por ello, de no existir alteración antrópica (explotación), el agua subterránea

está protegida de la contaminación proveniente de la superficial (Auge, 2004). El agua en general es más dura que la del Acuífero Puelche subyacente pero esto no presenta un problema para el riesgo de cultivos ya que se riega en los meses de verano.

Según Auge (2000) en el conurbano de Buenos Aires se utilizan unos 355 hm<sup>3</sup>/a de agua subterránea para abastecimiento humano, con una participación de alrededor del 30% del Acuífero Pampeano y unos 120 hm<sup>3</sup>/a para riego, con un porcentaje similar de uso del mismo acuífero. La industria en cambio emplea 300 hm<sup>3</sup>/a de agua subterránea proveniente del Puelche. Analizando estadísticamente todos los usos, la distribución en el conurbano es: 62% de agua subterránea y 38% de agua superficial (Auge, 2000). En el caso que nos ocupa que sería la contaminación urbana hay que ponerle especial atención en como sucede la transmisión de agua entre los acuíferos, este es el caso de la migración del agua con NO<sub>3</sub><sup>-</sup> contenida en el Pampeano hacia el Puelche, a través del acuitardo. Esto se produce por la disminución del potencial hidráulico del Puelche debido a la extracción de agua del mismo (Auge, 2000).

Las **Arenas Puelches** también conocidas como Formación Puelches, subyacen al Pampeano en todo el NE de la Provincia de Buenos Aires, donde ocupan 83.000 km<sup>2</sup> ingresando por el N en las vecinas de Santa Fe y Entre Ríos. Están formadas por "arenas cuarzosas, francas, sueltas, medianas y finas, de color amarillento a blanquecino, algo micáceas, tornándose arcillosas hacia la Cuenca del Salado y la Bahía Samborombón (Auge, 2004). Contienen al acuífero más explotado del país ya que es ampliamente empleado para riego, consumo humano, ganadero e industrial del cual se abastecen gran parte del conurbano y otras ciudades importantes como La Plata, Zárate, Campana, Baradero, San Nicolás, Arrecifes, Pergamino, Luján, etc. En el conurbano de Buenos Aires se extraen alrededor de 255 hm<sup>3</sup>/a para consumo humano, 300 para la industria y 85 hm<sup>3</sup>/a para riego (Auge, 2000). El Puelche se recarga a partir del Pampeano mediante filtración vertical descendente a través de capas de baja permeabilidad, en los sitios donde este último tiene mayor potencial hidráulico y, sucede lo inverso, donde se invierten los potenciales hidráulicos (Auge, 2004). Las unidades hidrogeológicas que subyacen a las Arenas puelches (formaciones Paraná y Olivos) poseen aguas con elevados tenores salinos, generalmente superiores a 5 g/l, por lo que a la sección superior arcillosa de la Formación Paraná, se la considera el sustrato límite de aquellas aprovechables para los usos corrientes. La Cuenca Inferior del Río Matanza constituye una excepción al comportamiento hidroquímico general, pues allí una capa productiva contenida en la Formación Paraná tiene unos 3 g/l de salinidad total, frente a los 20 g/l que registra el Puelche (Auge, 2004).

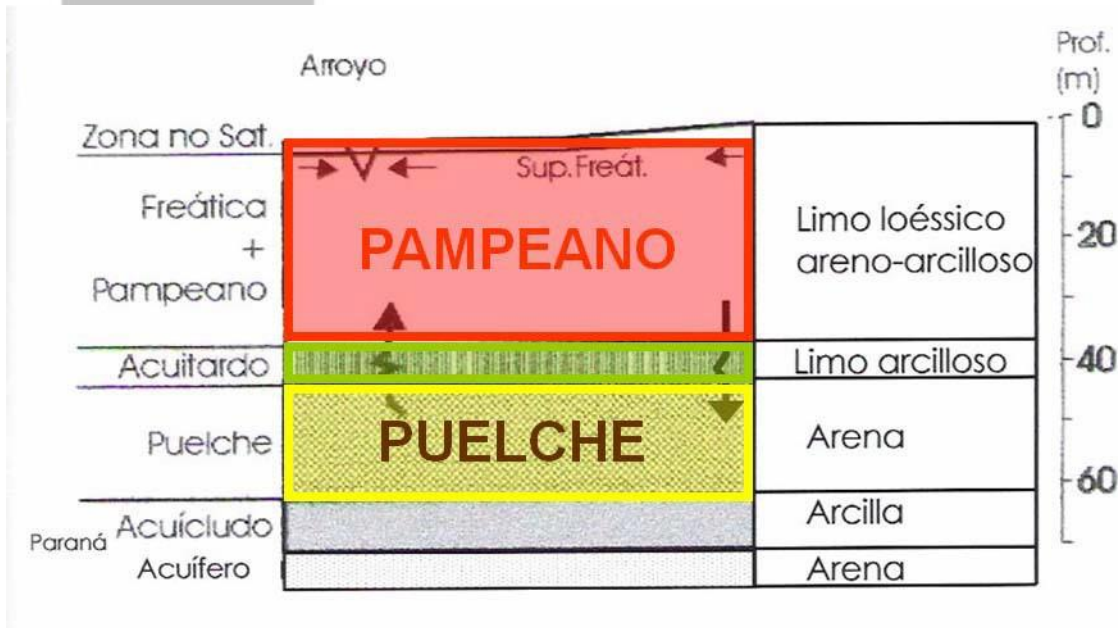


Figura 5. Capas hidrogeológicas. Tomado de Menéndez et al. (2010). Balance de Agua Subterránea en la Cuenca del Matanza-Riachuelo mediante Modelación Numérica. Informe LHA, 01-1 (Original de Meconi 2004, cita no encontrada).

**Formación Paraná o “El Verde”** está constituida por arcillas y arenas acumuladas durante la ingresión del “Mar Paraniano” (Frenguelli, 1950), se dispone por debajo de las Arenas Puelches, mediando entre ambas una discordancia erosiva. Se la suele asignar al Mioceno Superior dominando en la sección cuspidal arcillas plásticas de tonalidad verdosa y azulada y en la inferior, arenas medianas blanquecinas, ambas con fósiles marinos. Su espesor aumenta hacia la cuenca del Salado y Bahía Samborombón, pues en La Plata registra 234 m, en Gral. Belgrano 500 m y en Mar de Ajó 900 m. La sección superior suele ser acuicluda y la inferior acuífera. En La Plata (Jockey Club), la sección arenosa brindó agua clorurada sódica con 7,5 g/l de residuo salino, mientras que en la cuenca del Río Matanza (Riachuelo) existe una capa de arena que brinda agua con 3 a 4 g/l de salinidad total, ubicada entre 80 y 90 m de profundidad y alta productividad, de 70 a 180 m<sup>3</sup>/h por pozo (Auge, 2002).

**La Formación Olivos o “El Rojo”** Subyace a la anterior mediante un contacto discordante erosivo. Si bien no se han identificado fósiles provenientes de perforaciones, en general se la asigna al Mioceno inferior hasta el Oligoceno. Como sucede con la Fm. Paraná, está integrada por una sección superior predominantemente arcillosa y otra inferior, arenosa (Auge, 2002). Las arcillas son de tonalidades rojizas por lo que también se la denominaba “El Rojo” y se comportan como un acuicludo, mientras que las arenas componen un acuífero de media a baja productividad, con rendimientos específicos < a 5 m<sup>3</sup>/h.m. De origen continental, con participación eólica, lagunar y fluvial, presenta frecuentes intercalaciones de

yeso y anhidrita, que otorgan al agua un alto tenor en sulfatos y elevada salinidad total (6 a 60 g/l) (Auge, 2002).

Por último, por debajo de la formación olvidos se encuentra el **Basamento Cristalino** la cual consiste en roca sin porosidad y sin permeabilidad intergranulares, por lo que constituye el zócalo impermeable donde se asienta la secuencia hidrogeológica. En Buenos Aires se emplaza a profundidades de 334 m en el Puente Pueyrredón, 291 m en el Jardín Zoológico y a 247 m en Olivos, mientras que se manifiesta aflorando en la Isla Martín García. La Tabla 3 sintetiza los caracteres, el comportamiento y el uso del agua subterránea descriptos previamente (Auge, 2004).

Tabla 3. Regiones hidrogeológicas. Fuente: Extraído de Auge 2004.

Espesor	Formación	Edad	Litología	Comportamiento Hidrogeológico	Usos
0 - 10	La Plata	Holocena	Conchillas formando cordones	Acuífero libre discontinuo Salinidad (1-5 g/l)	Rural y ganadero
0 - 25	Querandí	Holocena	Arcillas y arenas muy finas, marinas	Acuitardo a probrem. Acuífero. Salinidad (5-10 g/l)	
0 - 5	Lujan	Holocena	Limos arcillo-arenosos, fluviales	Acuitardo a probrem. Acuífero. Salinidad (2-10g/l)	
0 - 120	Pampeano	Pleistocena	Limos arenosos y arcillosos c/tosca, eolo-fluviales	Acuífero Libre; en profundidad pasa a semiconfinado. Moderada producción. Salinidad (0,5-2 g/l)	Urbano, rural, riego complementario ganadero e industrial
10 - 50	Arenas Puelches	Plio-Pleistocena	Arenas sueltas, finas y medianas, fluviales	Acuífero semiconfinado de media a alta productividad (30-150 m <sup>3</sup> /h). Salinidad (<2 g/l)	Urbano, rural, riego intensivo y complementario ganadero e industrial
50 - 200	Paraná	Miocena superior	Arcillas y arenas c/fósiles marinos	Acuífero en la sección superior. Salinidad >5 g/l. Excepción 3 g/l. Acuífero de alta productividad en la sección inferior	Industrial restringido
100-300	Olivos	Miocena inferior	Areniscas y arcillitas c/yeso y anhidrita, eolo-fluviales	Acuífero confinado de baja productividad. Salinidad > 10g/l	
	Basamento Cristalino	Proterozoica	Genises, milonitas, granitos	Acuífero, medio discontinuo. Base impermeable. Sección hidrogeológica	

## 5.6. Cursos de agua superficiales

La hidrología superficial del partido de Avellaneda mediante la acción humana, se ha visto modificada notablemente a lo largo del tiempo. En cuanto a las configuraciones de los cauces fluviales mediante las modificaciones de los trayectos, canalizaciones o entubamientos. Estas modificaciones en cierta medida se realizan para disminuir los impactos de las inundaciones periódicas que sufre el área, justificadas por sus características geomorfológicas naturales. Como antes fue mencionado, Avellaneda está ubicada en la planicie poligenética del Río de la Plata y del Río Matanza-Riachuelo, siendo esto un factor clave en la altura a la que se encuentra la napa freática y en consecuencia los anegamientos comunes del terreno. Estos cursos de agua superficial, además de las transformaciones físicas, también sufrieron un considerable impacto químico. Producto de los vuelcos indiscriminados de residuos peligrosos proveniente de la intensa actividad industrial, siendo este un factor característico en la historia del partido. Otro factor es la falta de ordenamiento territorial expresada en la no previsión en cuanto a la ocupación de zonas anegables (planicies de inundación, cubetas y bajos) y la mala elección de sitios para la disposición de residuos (Rodríguez, 2004).

El partido cuenta en la actualidad con tres cursos de agua superficiales, estos son: El cauce principal de la Cuenca Matanza Riachuelo (cuenca baja) (CMR), y la Cuenca Sarandí-Santo Domingo, consideradas por separadas para su descripción. Todos presentan un escurrimiento superficial hacia el NE, como es habitual en los cursos de agua de la pampa ondulada, en este caso desembocando en el Río de la Plata.

### 5.6.1. Cuenca Matanza Riachuelo

La cuenca tiene una superficie de 2047 Km<sup>2</sup> (Zuleta, 2012), área en la que recorre unos 80 Km antes de desaguar en el Río de la Plata. En toda su trayectoria atraviesa 14 Municipios de la Provincia de Buenos Aires: Avellaneda, Lanús, Lomas de Zamora, Almirante Brown, Esteban Echeverría, La Matanza, Ezeiza, Morón, Merlo, Cañuelas, Marcos Paz, Presidente Perón, San Vicente y General Las Heras. Se desarrolla por debajo de los 35 msnm, en un paisaje de llanura, ligeramente ondulado y de reducida pendiente. Sus rasgos topográficos dominantes describen tres zonas definidas: llanura alta, llanura intermedia y llanura baja. La cota máxima y mínima son 38m y 3m.

El curso principal es el Matanza Riachuelo, es un río de llanura, con cursos cortos, de escaso caudal permanente, con recorridos irregulares y amplios valles de inundación. El paisaje de la cuenca inferior se puede dividir en tres sectores desde el punto de vista geomorfológico: el fondo valle, las barrancas y los terrenos elevados. Las barrancas son las pendientes que limitan al valle con los terrenos más elevados. Las mismas limitan al valle

del Matanza-Riachuelo por el borde sur y norte. En el Parque Lezama o al sur de la estación ferroviaria de Constitución se puede observar la barranca de la margen norte del valle del Riachuelo. Las mismas han sido perfiladas y en parte suavizadas como resultado de la excavación y relleno durante la construcción de las calles y viviendas. El fondo del valle ocupa un área deprimida, plana y anegadiza. Presenta una cota aproximadamente de 5 metros sobre el nivel del mar y llega a presentar un ancho de 6,1 km en la zona de la desembocadura; es decir entre la barranca de Parque Lezama en su límite norte y las elevaciones ubicadas en Lanús en el límite sur. Actualmente gran parte del valle ha sido rellenado en forma artificial debido a la urbanización. Debido a ello los rasgos originales del paisaje actualmente no se observan. Según planos de 1850, el antiguo curso del Riachuelo, aguas arriba de La Vuelta de Rocha, registraba sinuosidades, meandros, lagunas semicirculares y barras de desembocadura. Gran parte de estas geoformas de origen aluvial han sido rellenadas, rectificado y el curso canalizado, perdiendo su hábito original el cual era meandroso (CAU, 2010).

Aproximadamente viven dentro del área de la cuenca el 12% de la población total de Argentina (casi 550 mil personas aproximadamente), y el 35% de la población total de AMBA (Zuleta, 2012), el partido de Avellaneda es la segunda jurisdicción con mayor aporte de habitantes de la cuenca, seguida de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires que aporta el 64% del total (Malpartida, 2002).

La cuenca baja es considerada la más urbanizada e impactada, aunque esto no quiera decir que el resto de la cuenca no esté impactada, todo lo contrario, a lo largo y ancho de la cuenca Matanza Riachuelo, se vive todo un historial de decisiones y acciones en las cuales prevaleció una fuerte disociación entre el proceso cultural y los fenómenos naturales a la hora de planificar u ordenar territorialmente, como el hecho también de hacer uso de los cursos fluviales como vertederos directos de residuos con elevado grado de contaminación o tóxicos con poco o ningún tratamiento previo (ACUMAR, 2016).

A modo de síntesis, en 2004 un grupo de vecinos presentó una demanda contra el Estado Nacional, la Provincia, la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y 44 empresas, reclamando la recomposición del ambiente, la creación de un fondo para financiar el saneamiento de la cuenca y un resarcimiento económico por daños y perjuicios. Posteriormente, la misma se amplió hacia los 14 municipios bonaerenses por los que se extiende la Cuenca Matanza Riachuelo. Así se originó la causa "Mendoza, Beatriz Silvia y otros c/ Estado Nacional y otros s/daños y perjuicios (daños derivados de la contaminación ambiental del Río Matanza – Riachuelo)". En 2006 la Corte Suprema de Justicia de la Nación intimó a los demandados a presentar un plan integrado para el saneamiento de la Cuenca Matanza-Riachuelo. En este punto, admitió la participación como terceros

interesados del Defensor del Pueblo de la Nación y de cinco organizaciones de la sociedad civil: Fundación Ambiente y Recursos Naturales (FARN), Fundación Greenpeace Argentina, Centro de Estudios Legales y Sociales (CELS), Asociación Vecinos de La Boca y la Asociación Ciudadana por los Derechos Humanos (ACDH). Luego de esto el 15 de noviembre de 2006 fue sancionada la Ley Nacional N° 26.168 por la cual se crea la Autoridad de cuenca matanza riachuelo (ACUMAR) con los objetivos de: 1) Mejora de la calidad de vida de los habitantes de la cuenca, 2) Recomposición del ambiente en todos sus componentes (agua, aire y suelo) y 3) Prevención de daños con suficiente y razonable grado de predicción. A partir de esto a pedido de la corte se exige la presentación de Plan Integral de Saneamiento Ambiental (PISA) siendo el del 2016 el último presentado hasta la fecha. ACUMAR es la encargada del monitoreo, control de los valores de contaminación del aire, agua y suelo dentro de los límites de la cuenca siendo toda esta información de carácter público. Como ya fue mencionado el partido de Avellaneda se encuentra en la cuenca baja de la CMR (Figura 6) (ACUMAR, 2016).

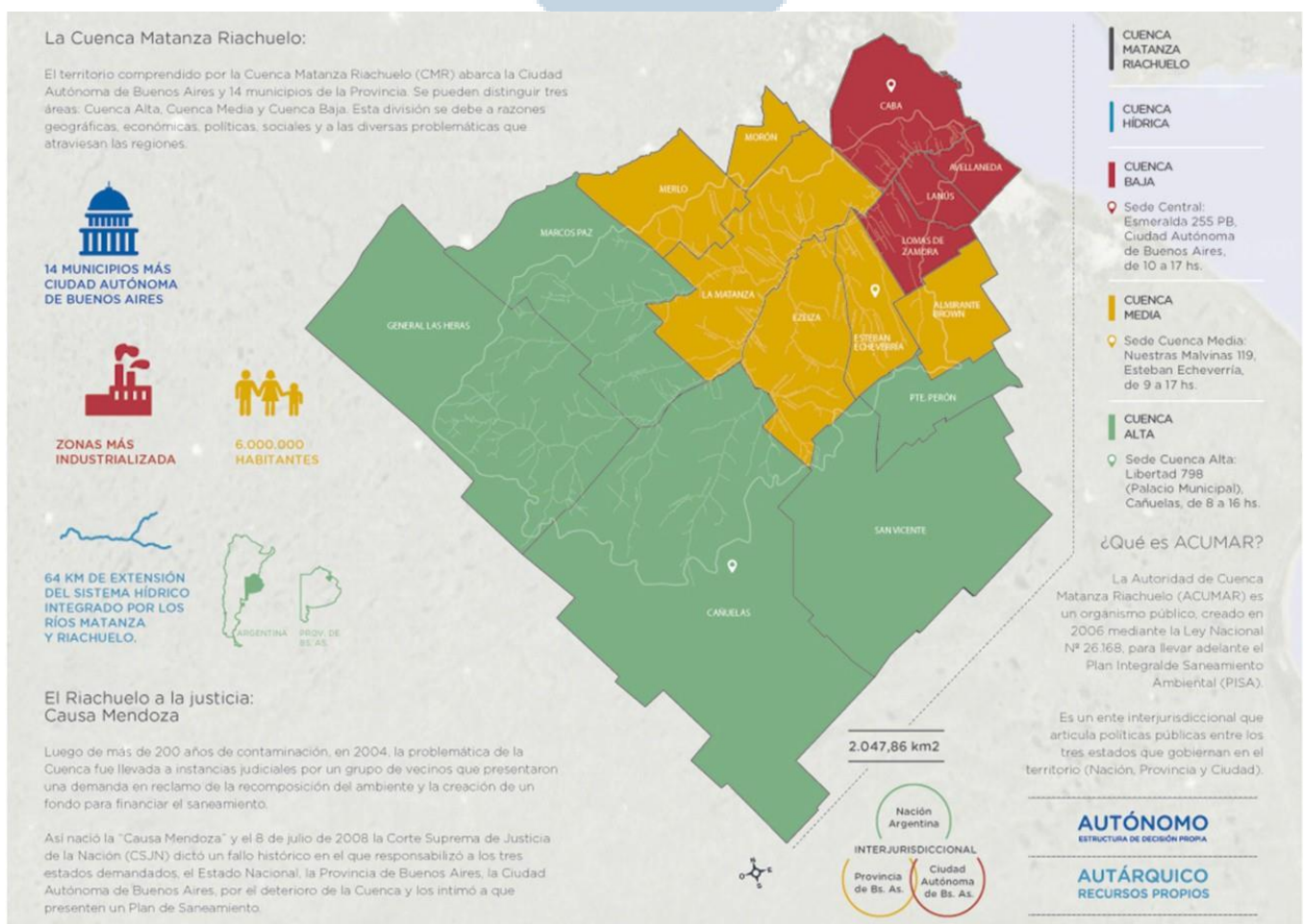


Figura 6. Cuenca Matanza Riachuelo (CMR), jurisdicciones que abarca y a que secciones pertenecen cada una. Fuente: Infografía extraída de la página oficial de la Autoridad de la CMR (ACUMAR), consultada en año 2019.

### 5.6.2. Cuenca Sarandí-Santo Domingo



La cuenca Sarandí – Santo Domingo se orienta en sentido S-N y es vertiente al Río de la Plata. Es colindante a la cuenca del río Matanza – Riachuelo hacia el oeste y las cuencas de los arroyos Jiménez y Las Conchitas al este. La cuenca está dividida en dos subcuencas principales: la Subcuenca Sarandí, que incluye al arroyo Galíndez; y la Subcuenca Santo Domingo que incluye a los arroyos Las Perdices (que originalmente descargaba hacia el arroyo Sarandí), San Francisco y Las Piedras.

#### Cuenca Sarandí

La subcuenca del arroyo Sarandí comprende una superficie aproximada de 40 km<sup>2</sup> y se extiende sobre los partidos de Avellaneda, Lanús, Lomas de Zamora y Almirante Brown. La longitud de su cauce principal es de aproximadamente 21 km y vierte sus aguas en el Río de La Plata. La superficie de la cuenca está completamente urbanizada, a excepción de la zona aguas abajo de la Autopista Buenos Aires – La Plata en la cual se encuentra la reserva municipal de Avellaneda (Eco Área). El 80 % del recorrido se encuentra entubado (Speltini et al, 2011), y a partir de su cruce con las vías del Ferrocarril General Roca, en la localidad de Sarandí, el arroyo se encuentra rectificado y es conocido con el nombre de Canal Sarandí. En este sector a cielo abierto, el arroyo atraviesa dos escenarios característicos: viñedos artesanales costeros (las quintas de sarandí) y selva en galería (Actual Eco Área). Este arroyo de llanura atraviesa zonas de densos asentamientos poblacionales e industriales que durante años, y a lo largo de todo su recorrido, recibió cantidad de vertidos industriales que, previo a su vuelco, poseen escaso o nulo tratamiento, y vertidos domiciliarios cuyos desagües no se encuentran vinculados a la red cloacal (Scarano et al., 2016). Cabe mencionar también que el arroyo se encuentra a cielo abierto entre la calle Av. Crisólogo Larralde hasta la calle Tapalqué, siendo mucho más angosto y pequeño que en el último trayecto antes de desembocar en el río de la plata. Esto no está señalado en la Figura 7 extraída de Lecertua et al. (2014) pero se comprueba en los trabajos de Greenpeace (2013) y Scarano et al. (2016) donde se hacen los muestreos de agua y sedimentos en el lugar; y además se hace visible en los mapas de ACUMAR (ACUMAR, 2020).

A lo largo de años la cuenca a sufrido transformaciones por la acción antrópica, originariamente se extendía hasta las proximidades de la localidad de Longchamps, en el partido de Almirante Brown, donde nacía el curso con el nombre de arroyo Las Perdices (Lecertua et al., 2014). Luego al recibir como afluente al arroyo Galíndez, a la altura de Lanús, se convertía en el arroyo Sarandí hasta su desembocadura final. Mediante el Concejo Federal de Inversiones (CFI) se realizó el proyecto “Saneamiento de la Cuenca del

Arroyo Sarandí y Santo Domingo, 2° Etapa – Desviación y Entubamiento del Arroyo Las Perdices” en el cual el arroyo Las Perdices fue entubado y conectado con el arroyo Santo Domingo, modificando el sistema de cuencas. En varios sectores de su recorrido recibe vertidos de diversas industrias, así como descargas pluviales y efluentes cloacales.

### Cuenca Santo Domingo

La cuenca Santo Domingo comprende una superficie de aproximadamente 200 km<sup>2</sup>, con una extensión del cauce principal de aproximadamente 23km. Abarca parte de los partidos de Avellaneda, Quilmes, Lanús, Lomas de Zamora, Almirante Brown, Florencio Varela y Presidente Perón. Incluye a los arroyos Las Perdices, San Francisco y Las Piedras (Lecertua et al., 2014). En la Figura 7 se muestra la división de las sub cuencas y los arroyos principales discriminando si corresponde a canal a cielo abierto o entubado.

En la actualidad, estas cuencas, no cuentan con un Comité de Cuenca para su saneamiento y monitoreo, como sí es el caso de las otras cuencas hídricas pertenecientes a la región metropolitana como por ejemplo la cuenca Matanza-Riachuelo, a pesar de ello estas cuencas cuentan con un área de 23.900 ha (240km<sup>2</sup>) y población aproximada de 1.200.000 habitantes de los cuales 154.197 aproximadamente pertenecen al partido de Avellaneda. (Lecertua et al., 2014)

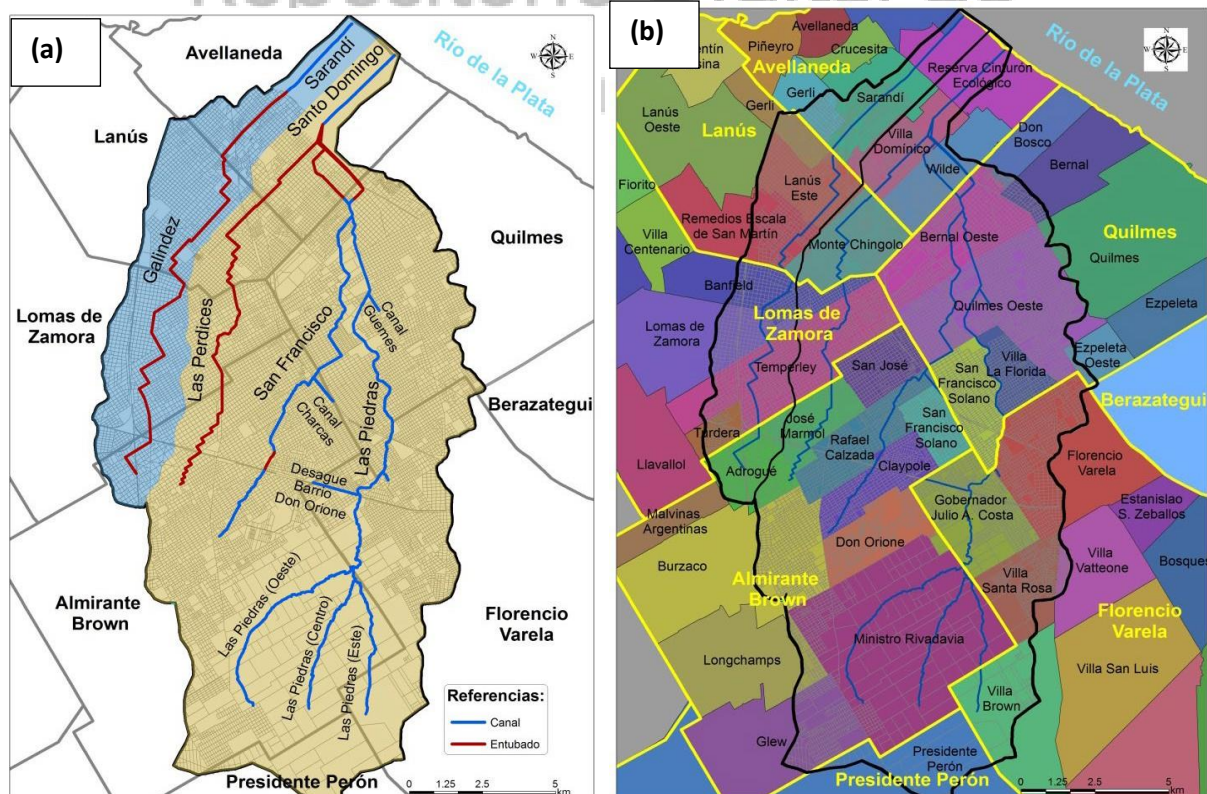


Figura 7: Cuenca Sarandí - Santo Domingo: (a) Arroyos, (b) división administrativa Fuente: Extraída de Lecertua et al. (2014)

## 5.7. Características poblaciones y socioeconómicas

El Partido de Avellaneda abarca una superficie de 55 km<sup>2</sup>. Posee una población estimada de 356.392 para el año 2020 utilizando las estimaciones de la Dirección Provincial de Estadística 2016, (DPE, 2016), lo que significa un 2,77% de aumento de la población desde el último censo realizado en el año 2010 (345.752hab) (Tabla 4). En general las variación de aumento o disminución de la población desde el censo 1981 no fueron significativas (Tabla 5), siendo uno de los partidos con las tasas más bajas de crecimiento dentro del AMBA (Priano, 2007). Al mismo tiempo para el año 2025 se estima una población de 361.532 habitantes los cuales significarían un aumento del 5,5% desde el censo 2010 y del 1,44% desde la estimación hecha del 2020 (DPE, 2016) (Tabla 5).

Las localidades en las que se divide el partido son Avellaneda Centro, Crucecita, Dock Sud, Gerli, Piñeiro, Sarandí, Villa Domingo, Wilde y Área de la Reserva. Para la distribución población entre estas localidades solo se obtuvieron datos del censo 1980, 1991 y 2001 expuestos por Priano (2007), los cuales muestran que no hubo modificaciones significativas en 20 años en cuanto a la distribución poblacional entre las localidades. Es por ello que se podría estimar que para 2020 tampoco se noten significativas variantes conservando de forma aproximada las densidades calculadas para el censo 2001. Por último, en la Figura 8 se muestra la distribución de la población por sexo y edad.

Tabla 4: Adaptado a partir de la evolución poblacional inter-censal de Priano (2007), censo 2010 y DPE (2015) (los datos indican n° de habitantes).

Localidad	Censo 1980	Censo 1991	Censo 2001	censo 2010	Estimación 2020	Estimación 2025
Avellaneda centro	23.974	26.815	24.313	-	-	-
Crucecita	24.876	24.670	21.836	-	-	-
Dock Sud	40.593	38.490	35.837	-	-	-
Gerli	34.261	33.174	31.090	-	-	-
Piñeiro	32.291	29.607	26.979	-	-	-
Sarandí	56.096	59.956	60.817	-	-	-
Villa Domingo	62.933	62.304	58.759	-	-	-
Wilde	58.351	67.991	65.881	-	-	-
Área de Reserva	770	1.984	3.468	-	-	-
<b>Total</b>	<b>334.145</b>	<b>344.991</b>	<b>328.980</b>	<b>342.677</b>	<b>356.392</b>	<b>361.532</b>

Tabla 5: Porcentaje de aumento entre los censos 1980 hasta la estimación del año 2025.



Periodos	% de variación
entre 1980 y 1991	3,24%
entre 1991 y 2001	-4,65%
entre 2001 y 2010	5,09%
entre 2010 y 2020	2,77%
entre 2020 a 2025	1,44%

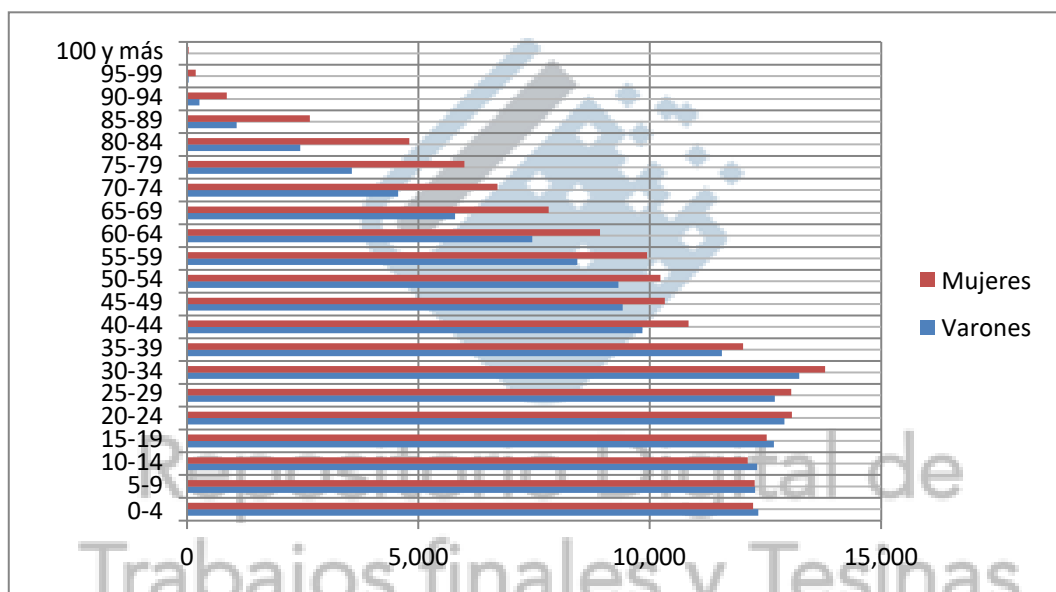


Figura 8. Pirámide poblacional del partido de Avellaneda. Fuente: Elaboración propia con datos poblacionales extraídos del censo 2010 (INDEC).

### 5.7.1. Situación de acceso al agua y sistema de cloacas

A partir de la Resolución 64/292, la Asamblea General de las Naciones Unidas reconoció explícitamente el derecho humano al agua y al saneamiento, reafirmando que un agua potable limpia y el saneamiento son esenciales para la realización de todos los derechos humanos. Los servicios de agua y saneamiento inexistentes, insuficientes o gestionados de forma inapropiada exponen a la población a riesgos prevenibles para su salud. Esto se potencia cuando las poblaciones ya conviven con un ambiente contaminado, por ende peligroso, y quedan expuestos a mayores riesgos de infección y enfermedad cuando no existen servicios de suministro de agua, saneamiento e higiene (OMS, 2019).

En Avellaneda se encuentran un total de 113.142 hogares. Sobre el análisis de la situación de suministro de agua para consumo se diferencia si el tipo de fuente es “segura” de “no segura”. La primera sería principalmente el agua de red, pero además se considera a

la transportada por cisterna, que mas allá de su alto costo económico es considerada como agua apta para consumo (Davis & Lambert, 2002). Estas fuentes ocupan el >99% del total de hogares del municipio (112.455 hogares), para ello se está teniendo en cuenta los tres tipos accesos que son: dentro del hogar, fuera del hogar pero dentro del terreno y fuera del terreno. En cambio, la segunda serian las aguas provenientes de perforaciones, pozo, lluvia, río, canal arroyo o acequia, las cuales no se podría asegurar su calidad en una ciudad altamente urbanizada, por ende con mayores posibilidades de ser contaminadas con agentes biológicos, o químicos, ocupando <1% de los hogares (687 hogares). En la mejor situación se encuentran los que están conectados a una fuente segura de agua y a la red pública de cloacas siendo el 65,4% (74.072 hogares) y al mismo tiempo se encuentran en la peor situación los que no poseen acceso a una fuente de agua segura y tampoco se encuentran dentro de la red pública de cloacas los cuales son el 0,32% (363 hogares), estos son los hogares con mayor probabilidad de contaminación en el agua de consumo por posibles falencias en el correcto saneamiento e higiene del sistema de desechos cloacales (Tabla 6).

Tabla 6. Partido de Avellaneda, Buenos Aires. Hogares por tipo de desagüe del inodoro, según provisión y procedencia del agua. Fuente: INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas (2010).

Provisión y procedencia del agua	Total de hogares	Tipo de desagüe del inodoro				Sin retrete
		A red pública (cloaca)	A cámara séptica y pozo ciego	A pozo ciego	A hoyo, excavación en la tierra	
<b>Total</b>	<b>113.142</b>	<b>76.182</b>	<b>16.707</b>	<b>18.540</b>	<b>272</b>	1.441
<b>Por cañería dentro de la vivienda</b>	108.338	74.527	15.972	16.993	169	677
Red pública	107.597	74.072	15.834	16.856	166	669
Perforación con bomba de motor	452	272	109	65	-	6
Perforación con bomba manual	20	13	3	3	1	-
Pozo	54	12	13	29	-	-
Transporte por cisterna	213	157	13	39	2	2
Agua de lluvia, río, canal, arroyo o acequia	2	1	-	1	-	-
<b>Fuera de la vivienda pero dentro del terreno</b>	4.325	1.655	628	1.338	79	625
Red pública	4.207	1.625	605	1.289	74	614
Perforación con bomba a motor	47	16	19	10	2	-
Perforación con bomba manual	5	2	2	1	-	-
Pozo	34	7	1	19	2	5
Transporte por cisterna	28	4	1	16	1	6
Agua de lluvia, río, canal, arroyo o acequia	4	1	-	3	-	-
<b>Fuera del terreno</b>	479	-	107	209	24	139
Red pública	397	-	99	162	19	117
Perforación con bomba a motor	14	-	3	8	1	2
Perforación con bomba manual	1	-	-	1	-	-
Pozo	36	-	4	27	1	4
Transporte por cisterna	13	-	-	6	1	6
Agua de lluvia, río, canal, arroyo o acequia	18	-	1	5	2	10

### 5.7.2. Agentes contaminantes dentro del partido de Avellaneda

La Autoridad de CMR define como Agente Contaminante: “A todo establecimiento que se encuentre radicado en el ámbito de la Cuenca Matanza Riachuelo conforme lo previsto en el artículo 1º de la Ley N° 26.168, que generen emisiones gaseosas o residuos sólidos en contravención a la legislación aplicable o que no permitan preservar u alcanzar los objetivos de calidad fijados para los mismos, o que no cumplan con los límites establecidos en la Tabla Consolidada de Límites Admisibles para Descargas de Efluentes Líquidos establecidos por la Resolución E 46/2017.” (Anexo I)

Hasta el año 2019, se identifican 120 establecimientos como agentes contaminantes (AC) dentro del partido de Avellaneda de los cuales 48 se consideran AC reconvertidos, 8 AC revertidos y 64 AC vigente. De todos ellos 17 presentan seguimiento particular.

## 6. Resultados

### 6.1. Relevamiento de sitios peligrosos en el partido de Avellaneda según medio de exposición

A partir de una exhaustiva revisión bibliográfica de material científico/técnico se identificaron sitios considerados peligrosos para la salud humana, por ende están asociados a un nivel de riesgo determinado teniendo en cuenta principalmente su situación ambiental. Específicamente se consideran concentraciones de contaminantes (metales pesados, hidrocarburos, etc.), parámetros fisicoquímicos y la situación de vulnerabilidad social como variante agregada. Para ello se utilizaron herramientas como la búsqueda por internet, buscadores académicos (Google Académico), consultas a investigadores/docentes pertinentes al tema en cuestión. Como consecuencia de ello se encontraron variedad de trabajos de distintas fuentes, ya sea organismos públicos y privados, trabajos de investigadores, trabajos de docentes, organizaciones no gubernamentales, etc.

Para su análisis, el área de estudio fue parcialmente subdividida en apartados por tipos de exposición, esto es según el medio que esté contaminado: Exposición a contaminantes en el suelo, Exposición a contaminantes en agua superficial, Exposición a contaminantes en agua subterránea, Exposición a contaminantes atmosféricos, Exposición debida a basurales, y por último, Exposición por transferencia de contaminantes asociada a crecidas e inundaciones. En cada uno de ellos se analiza brevemente la problemática y se presentan los antecedentes de trabajos que revelen contaminación química y/o denuncias.

También se recurrió a trabajos periodísticos en los casos en los que no se hayan encontrado trabajos de otra índole, que establezcan una alerta social sobre sitios contaminados.

## 6.2. Exposición a contaminantes en el suelo

La contaminación química del suelo consiste en la pérdida de su calidad principalmente generada por el aumento en la concentración de sustancias, las cuales en su mayoría se relacionan con la actividad humana. Al contaminar los suelos se ve afectada la biota edáfica, la flora, la fauna y la salud humana, la cual se perjudica de acuerdo con la gravedad de la contaminación. El suelo suele estar expuesto a contaminación cuando se encuentra en torno a la ruptura de tanques de almacenamiento superficial o subterráneo, exposición constante a pesticidas, filtraciones de ductos, pozos ciegos, o por la acumulación masiva de distintos productos industriales o radioactivos (residuos peligrosos).

En cuanto a las fuentes industriales, la caracterización de las sustancias que pueden contaminar el suelo se asocia con el tipo de actividad. Algunos de los contaminantes asociados con las diversas actividades industriales se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7. Contaminantes del suelo según tipo industria Fuente: Extraída de Orozco Barrenetxea et al. (2004)

TIPO DE INDUSTRIA	PRINCIPALES CONTAMINANTES DEL SUELO
Estaciones de servicio	Hidrocarburos y derivados del petróleo
Fábricas de gas	Alquitrán, benceno, fenoles, hidrocarburos aromáticos policíclicos, cianuros
Industria textil	Hidrocarburos y metales pesados
Industrias químicas	Gran diversidad de contaminantes
Maquinaria	Disolventes clorados
Metalurgia/Galvánica	Hidrocarburos aromáticos, metales pesados y cianuros
Petróleo y aceite	Hidrocarburos aromáticos y alifáticos
Pinturas, barnices, colas y pegamentos	Disolventes y metales pesados.

En el medio edáfico los contaminantes se transportan de acuerdo a la interacción con las diferentes fases que componen el suelo: las fases sólidas (mineral y orgánica y la fase fluida (aire y solución acuosa) que es la que ocupan los poros. Finalmente la distribución de una sustancia dependerá del transporte a través de las fases fluidas o la retención en las fases sólidas (por ejemplo por adsorción).

En particular la movilidad de los metales pesados es muy baja, quedando acumulados en los primeros centímetros del suelo, siendo lixiviados a los horizontes inferiores en muy pequeñas cantidades. Esto sucede precisamente porque la disponibilidad

de un elemento depende también de las características del suelo en donde se encuentra. Es por ello que en una buena caracterización previa de los suelos con los que se trabaja, entre los parámetros a tener en cuenta son:

- a) pH:** La mayoría de los metales se pueden disponer más fácilmente a pH ácido porque son menos adsorbidos, excepto As, Mo, Se y Cr, que son más móviles a pH alcalino.
- b) Textura:** Los suelos arcillosos retienen más metales por adsorción, por el contrario, los suelos arenosos carecen de capacidad de fijación
- c) Mineralogía de la arcilla:** Cada mineral de la arcilla tienen determinados valores de superficie específica y de descomposición eléctrica, cuanto mayor es la superficie activa mayores son las posibilidades de adsorber metales.
- d) Materia orgánica (MO):** interacciona con los metales formando quelatos, la adsorción puede ser tan fuerte que queden estabilizado como el Cu, o formen quelatos muy estables como puede pasar con el Pb y Zn.
- e) Capacidad de cambio:** El poder de intercambio catiónico depende del tipo de minerales de la arcilla y del contenido de materia orgánica
- f) Condiciones redox:** El potencial de oxidación-reducción es responsable de que el metal se encuentre en estado oxidado o reducido. (Huertos & Baena, 2008)

El factor más importante que determina la toxicidad, como también la deficiencia de los elementos (para las plantas por ejemplo) en un suelo particular es su concentración disponible, es decir la fracción de la sustancia que puede movilizarse e incorporarse a los organismos. Esto depende del contenido total del elemento (su concentración), la capacidad de adsorción del suelo (por ejemplo a la MO) y factores fisicoquímicos, como el pH y el potencial redox, que controlan el equilibrio entre las fracciones de metales pesados adsorbidos y en la solución del suelo (Alloway, 2012).

Para el desarrollo de este apartado se encontraron diversos trabajos que realizan muestreos de suelo dentro del área de estudio los cuales van a ser brevemente descriptos en orden cronológico. Como valor de referencia en cuanto a concentración de plomo y cromo para determinar la peligrosidad de los sitios, se tomaron los propuestos en Vives et al. (2010), los cuales se basan en los nivel guía adoptado por la comunidad Vasca para sitios de juego infantil en función del factor de riesgo analizado (Seoanez Calvo, 1999), estos son 150 mg/Kg material seco para plomo y 200 mg/Kg material seco para el cromo. Estos niveles son más exigentes que los que podemos encontrar en la Ley Nacional 24051 de residuos peligrosos, indicados en el Decreto Reglamentario 831/93, en el cual define 375 mg/kg peso seco como valor límite de concentración de plomo, para uso en agricultura, y de

250 mg/kg en peso seco como valor límite de concentración de cromo para uso residencial que es el valor más exigente para este contaminante.

UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE

**Los primeros antecedentes** que fueron relevados pertenecen al estudio preparado para la provincia de Buenos Aires por Brown and Caldwell (1996). El estudio se llevó a cabo en las cercanías del polo petroquímico de Dock Sud por fuera de los predios de las empresas. Como se ha indicado previamente, los contaminantes emitidos al suelo se vinculan al tipo de actividad, por lo tanto, los estudios en el área del polo petroquímico se focalizan en la búsqueda de compuestos orgánicos volátiles: benceno, tolueno, etilbenceno y xileno (BTEX); de Hidrocarburos aromáticos: policíclicos (PAHs), Bifenilos Policlorados (PCBs) y de Metales pesados: Plomo (Pb), cromo (Cr), cadmio (Cd), mercurio (Hg), cobre (Cu).

En el informe de Brown and Caldwell (1996), los niveles de BTEX en suelo oscilaron entre 2,5 a 90 mg/kg (Figura 9), cuando los límites con respecto a la Ley 24051 en áreas residenciales oscilan entre 3 y 5 mg/kg.

Repositorio Digital de  
Trabajos finales y Tesinas



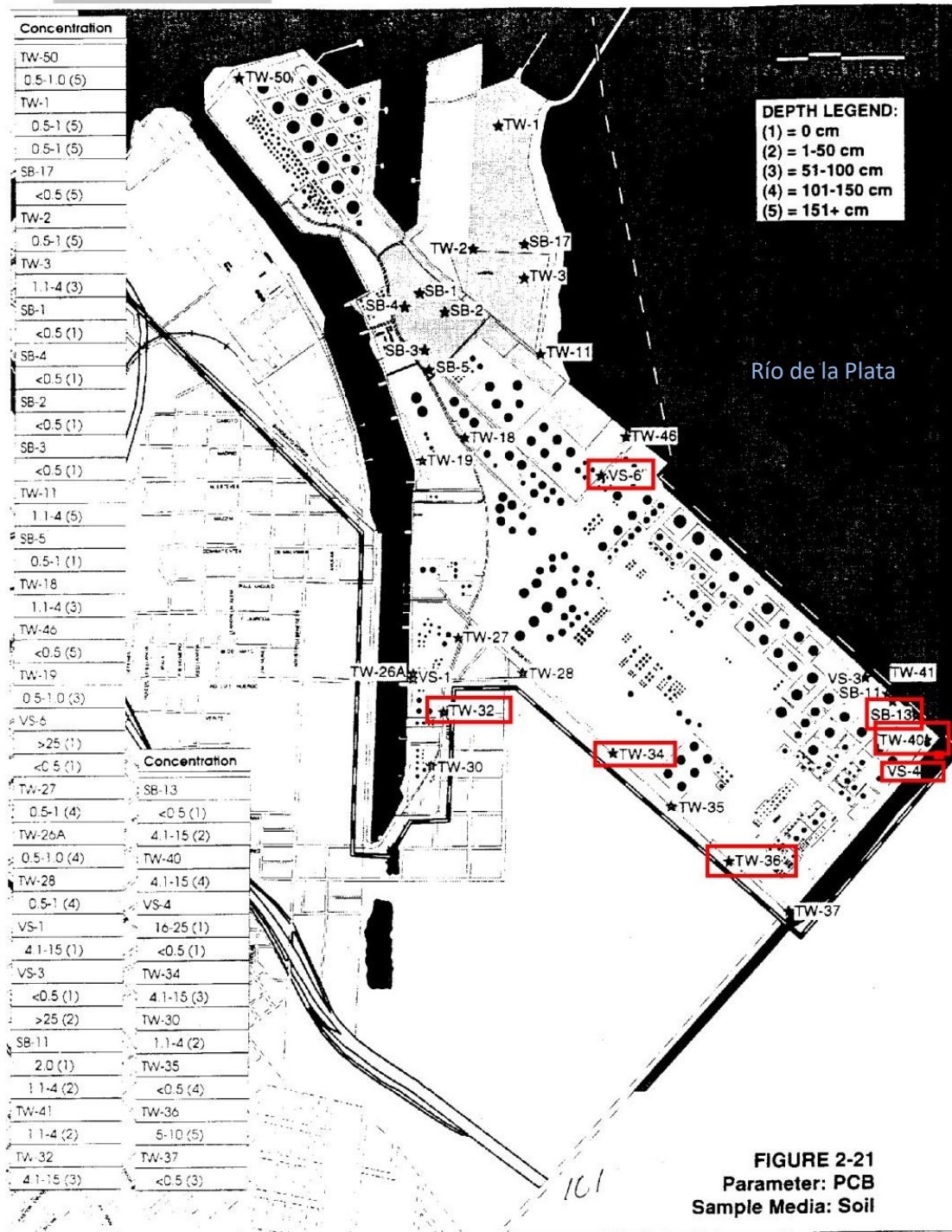


Figura 10. Ubicación de los sitios de muestreo y concentraciones de PCB. Polo Petroquímico Dock Sud. Se remarcan los sitios con concentraciones mayores a normativa Fuente: Brown and Caldwell (1996).

El contenido de plomo resultó en concentraciones entre 8,5 y 2376 mg/kg (Figura 11), siendo esta última adyacente a DAPSA. Otros puntos que dieron altas concentraciones fueron adyacentes a DAPSA y adyacente a YPF. Estos valores están muy por encima de los límites de 150 mg Pb/kg M.S como límite de contaminación por plomo en suelos para prevenir el ingreso del plomo a la sangre de los niños. Como también está por encima de la legislación Nacional la cual establece como límite para suelos residenciales 500 ug/g.

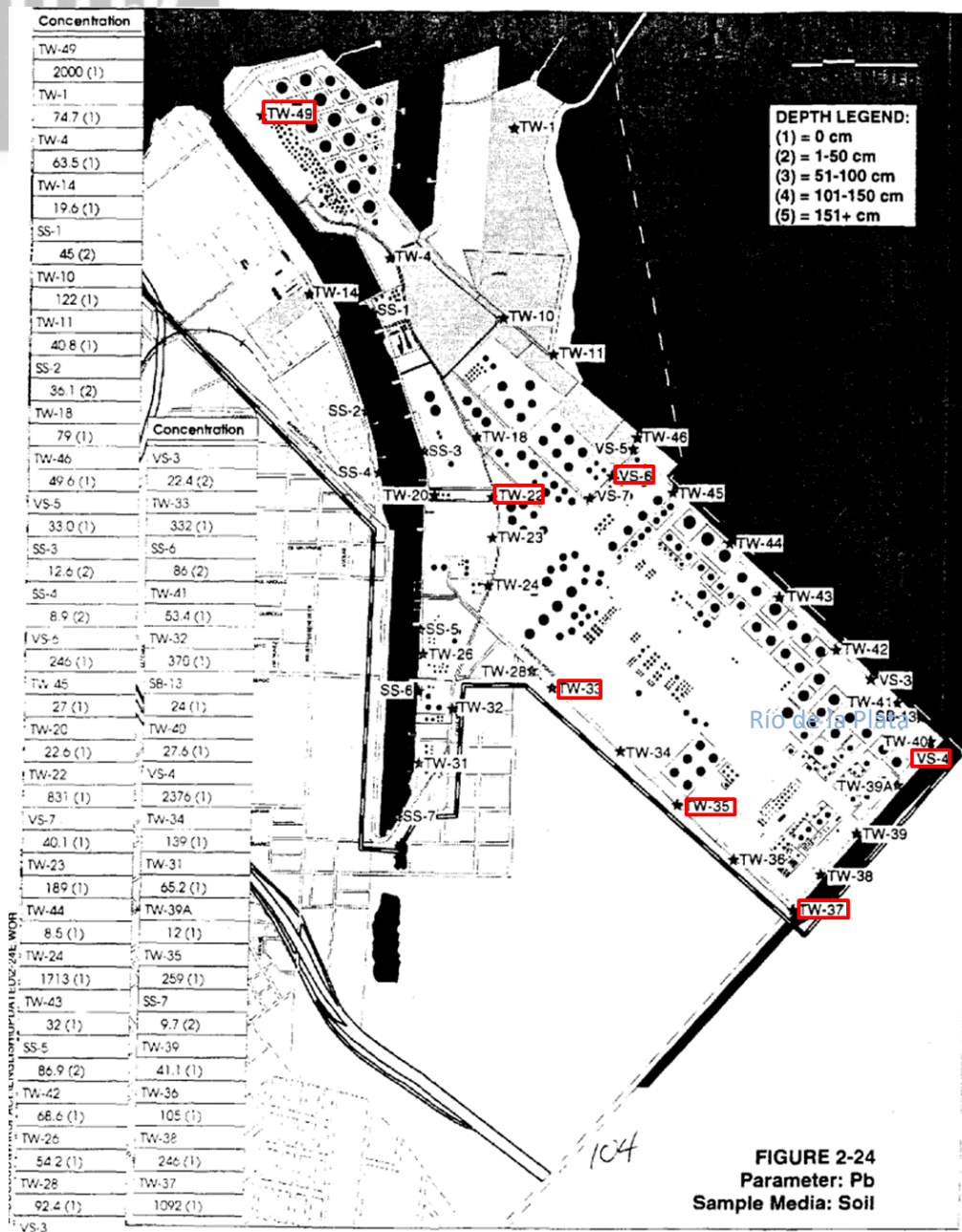


Figura 11. Ubicación de los sitios de muestreo y concentraciones de Plomo. Polo Petroquímico Dock Sud. Se remarcan los sitios con concentraciones mayores a normativa. Fuente: Brown and Caldwell (1996).

Con respecto al cromo (Cr) y cobre (Cu) oscilaron entre 1,2 a 62 mg/kg entre 8,8 a 47 mg/kg, respectivamente. En ningún caso se superó el límite para suelos residenciales establecido por ley (250 ug/g para el Cr y 100ug/g para el Cu).

**Evaluación de la calidad ambiental de suelos contaminados por plomo, Buenos Aires, Argentina. Busso et al. (2005)**

UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE

Este estudio nace con la intención de seguir aportando a la investigación del “Plan de acción estratégico” PAE (JMB, 2003) en el cual se han encontrado evidencias de intoxicación con plomo en la población infantil mediante un estudio epidemiológico. Es por ello que en este estudio se realiza un muestreo de suelo en los mismos sitios donde los realizó JMB (2003) en el barrio Villa Inflamable, ubicado en las inmediaciones del Polo Petroquímico Dock Sud, con la intención de comparar los resultados. En este caso se consideró muestras de suelo superficial (barrido o superficie) entre 0 – 0,05m e incluir otra a 0,25m de profundidad. Además de que se incluyó otro sitio de muestreo (ver S15 en Tabla 8).

Los resultados obtenidos se pueden visualizar en la Tabla 8. Podemos observar que 7 de 15 sitios en muestras superficiales dieron por encima de los niveles admisibles, y lo mismo ocurre para 6 sitios a 0.25m de profundidad. En el caso de la muestra S4 en particular con 2100.2 mg/Kg.MS fue tomada por escobillado de polvo superficial hasta 5 cm de profundidad en áreas con una importante utilización del suelo por jóvenes y niños (campo de deportes). El caso de la muestra S13 con un valor de 460,7 mg /Kg.MS fue tomada por barrido superficial en proximidad a dos sumideros de desagüe pluvial. En el caso de la muestra S3 con valores de 335,6 mg/Kg.MS fue tomada a la entrada de un depósito de materiales de rezago con residuos domiciliarios, y probablemente industriales al que suelen tener contacto la población infantil del lugar, cabe aclarar que es el mismo sitio donde se registran 1286,6 mg/Kg.MS a 0,25m de profundidad.

Tabla 8. Concentraciones de Plomo de JMB (2003) y Busso et al. (2005), se señalan en rojo los valores que superan 150 mgPb/Kg. Fuente: Extraída y adaptada de Busso et al. (2005)

Muestras	Ubicación de las muestras	PAE (JMB 2003)	Busso et al. (2005)	
		Superficial	Superficial	0,25m de Prof.
S1	Campo de deportes escuela N° 67	11	34.6	27.8
S2	Canalejas N° 2227	32	53.7	50.9
S3	Malabia y Campana	121	335.6	1286.6
S4	Larroque y Campana	144	2100.2	140.8

S5	Campana y Canalejas	88	185.7	503.8
S6	Canalejas N° 2992	44	122.7	644.5
S7	Sargento Ponce N° 2927/45	36	105.2	127.6
S8	Génova N° 1802	87	68.4	206.1
S9	Ocantos y Génova	234	94.9	-
S10	Ocantos N° 1616/1613	247	116.8	59.2
S11	Ocantos N° 1895	105	150.1	24.7
S12	Larroque y Progreso	12	154.9	101.1
S13	Unidad Sanitaria de Porres	107	460.7	225
S14	Canalejas N° 2189	23	53.1	32.8
S15	Calles Sargento Ponce y Gaona	-	244.3	247.6
		<b>mg Pb/kg M.S.</b>		

Este trabajo encuentra un claro correlato con el hallazgo de niños con alta concentración de plomo en sangre publicado en el informe del PAE (JMB, 2003). Al mismo tiempo en el trabajo se indica que la diferencia de valores puede ser atribuida a la diferente competencia del material frente a los agentes erosivos los que facilitarían la movilización de la carga del contaminante.

#### **Informe de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS, 2006)**

Posteriormente, la secretaria de ambiente y desarrollo sustentable (SAyDS, 2006) realizó un informe sobre la situación ambiental del sector del Polo Petroquímico. Si bien no se pudo acceder al informe, fue parcialmente transcrito en el trabajo elaborado por Greenpeace (2015). A partir de esa fuente, se pudieron resumir los principales resultados de las mediciones sobre las muestras de suelo:

Las muestras de suelo a 0,4 y 1, 8 m. de profundidad, arrojaron valores de hidrocarburos totales por encima de lo que indica la Norma Holandesa (5.000 mg/kg), dando como resultados: 5.560, 23.908 y 73.240 mg/kg, respectivamente.

No se detectaron PCBs y en el caso de los Pesticidas totales dieron en todos los casos resultados por debajo del límite de cuantificación del método.

Respecto al plomo una única muestra superó el valor guía establecido por el Decreto 831/93 para el uso agrícola (375 mg/kg) a 0,4 m. de profundidad con 420 mg/kg. Por último, el cromo en ninguna muestra superó el valor umbral de 54 mg/kg, como así tampoco los valores guía establecido por el Decreto 831/93 para ningún uso. Por lo tanto, el informe de la SAyDS permite enfatizar la problemática en cuanto a la contaminación por hidrocarburos y muestra indicios de la problemática del plomo.

### **Impacto ambiental de los metales pesados en sitios de juego infantil. Vives et al. (2010)**

Este trabajo podría decirse que es el más completo, ya que es el más amplio a nivel espacial con respecto al análisis de calidad de suelo dentro del área de estudio, además de la importancia de los resultados que se obtuvieron. Contempló entre otros objetivos: 1) Analizar el impacto de metales pesados en sitios de juego infantil, 2) Identificar los factores históricos que contribuyeron a los principales procesos de contaminación 3) Definir y adoptar los niveles guía de contaminación con metales.

La definición de la distribución espacial de las muestras implicó la elaboración de una grilla que dividiera al partido de Avellaneda en 9 sectores y dentro de ella se practicó un muestreo al azar en 4 sectores en los cuales se tomaron aproximadamente 5 muestras en cada uno, algunas muestras fueron dirigidas a sitios específicos donde los antecedentes históricos indicaban una posible fuente de contaminación. El diseño de muestreo concluyó en 27 sitios (Figura 12), para cada muestra se tomaron de 25 a 35 submuestras de cada sitio en una grilla de puntos de acuerdo a la superficie del mismo, las cuales se almacenaron en bolsas de polietileno reforzado de 500 gr duplicadas y triplicadas para contra-verificación.

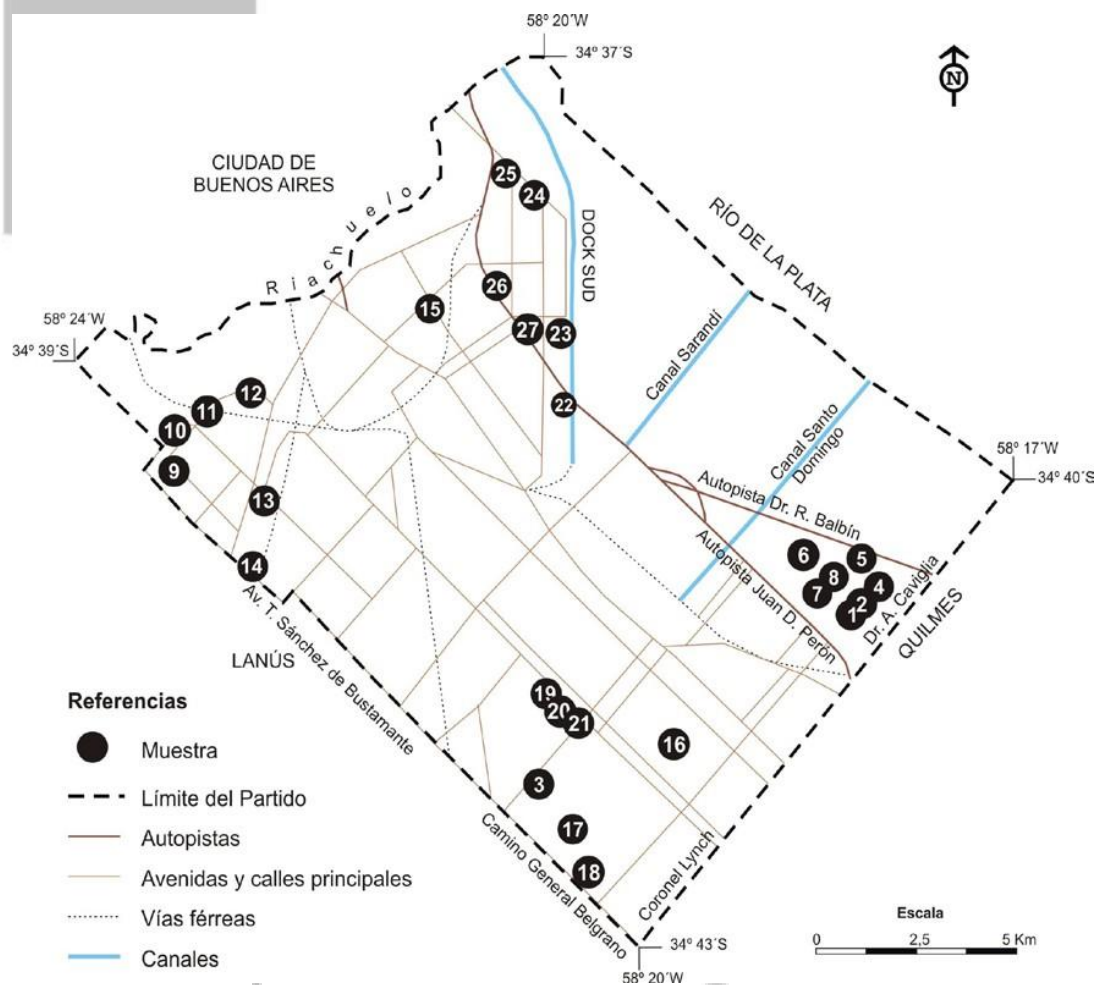


Figura 12. Ubicación de los sitios de muestra. Fuente: Extraída de Vives et al. (2010).

A partir de la selección de sitios se efectuó el relevamiento a campo para medir los valores de plomo y cromo en sitios de juego infantil representativos del área de estudio, los cuales dieron los resultados indicados en la Tabla 9. Se señala en rojo los valores > a 150 mgPb/Kg y 200 mgCr/Kg considerados como peligrosos para la población infantil. Podemos observar que 14 de las 27 muestras superan los límites admisibles de concentración de plomo, esto es más del 50% de las muestras. En el caso del cromo solo la muestra 2 supera el límite propuesto con 323 mg/Kg de cromo, pero podemos observar también que hay dos muestras que por más que no superen el valor límite están muy cerca de ello, estas son la muestra 11 y 18. Lo mismo pasa con el Plomo con las muestras 8, 14, y 20. Teniendo en cuenta los valores que presenta la legislación Argentina con el Decreto Reglamentario 831/93 de la Ley Nacional 24.051 de residuos peligrosos, se puede observar que solo 1 muestra supera el límite pero varias están cerca de alcanzarlo. En el caso del Cromo, la muestra con 323 mg/Kg también supera esta legislación.

Tabla 9. Lista de los sitios de muestreo, indicando dirección, ubicación geográfica, fecha y la concentraciones de Plomo y Cromo analizadas, se señala en rojo los valores > a 150 mgPb/Kg y 200 mgCr/Kg. Fuente: Vives et al. (2010).

Nº	Dirección	Ubicación geográfica	Fecha	Metales (Mg Pb o Cr/Kg M.S.)	
				Pb	Cr
1	Las Llores y Pino	S 34°41515'	18/08/2008	34	-
		W 58°17969'			
2	Las Flores y Toay	S 34°41515'	18/08/2008	87	323
		W 58°17969'			
3	Cent. Uruguayo y Cangallo	S 34°42512'	18/08/2008	304	-
		W 58°20805'			
4	Las Flores e/Robles	S 34°41372'	18/08/2008	80	-
		W 58°18044'			
5	Pje. Lavalle e/Sevilla y Acc.	S 34°41245'	18/08/2008	192	-
		W 58°18076'			
6	Lobos y Toay	S 34°41143'	18/08/2008	153	18
		W 58°18579'			
7	Oroño y Pirán	S 34°41390'	18/08/2008	63	-
		W 58°18531'			
8	Toay y Pirán	S 34°41286'	18/08/2008	113	-
		W 58°18498'			
9	Cabildo y Mendoza	S 34°40532'	27/06/2008	233	17
		W 58°23585'			
10	Rivadavia y López	S 34°40239'	27/06/2008	176	-
		W 58°23586'			
11	Rivadavia y las vías	S 34°40167'	27/06/2008	506	170
		W 58°23320'			
12	Rivadavia y Aráuz	S 34°40045'	27/06/2008	73	-
		W 58°23000'			
13	De la Serna y Mariano Acosta	S 34°40664'	27/06/2008	13	-
		W 58°22925'			
14	Bustamante y Montes	S 34°41097'	27/06/2008	143	-
		W 58°22969'			
15	Av. Roca y Sarmiento	S 34°39527'	26/06/2008	70	-
		W 58°21524'			
16	Rondeau y J. C. Varela	S 34°42240'	13/06/2008	89	-
		W 58°19350'			
17	Cotagaita y Campichuelo	S 34°425148'	01/07/2008	62	135
		W 58°20323'			
18	Raposo y Friuli	S 34°43083'	01/07/2008	176	190
		W 58°20238'			
19	Oyuela y Larralde	S 34°42002'	02/09/2008	73	-
		W 58°20345'			
20	Larralde y	S 34°42032'	02/09/2008	139	-

	Posadas	W 58°20311'			
21	C. Uruguayo y Larralde	S 34°42081'	02/09/2008	179	16
		W 58°20245'			
22	Cortez y Acceso	S 34°40175'	08/11/2008	308	41
		W 58°20466'			
23	Ocantos y Solís	S 34°39755'	08/11/2008	227	12
		W 58°20456'			
24	Ponce y Nuñez	S 34°38810'	08/11/2008	259	18
		W 58°20681'			
25	Ponce y Avellaneda	S 34°38685'	08/11/2008	213	22
		W 58°20865'			
26	Vértiz e Irala	S 34°39418'	08/11/2008	199	11
		W 58°20963'			
27	Suárez y Nuñez	S 34°39696'	08/11/2008	199	13
		W 58°20712'			

### Evaluación de la contaminación de suelos en el Partido de Avellaneda, Provincia de Buenos Aires. Dias (2018)

Recientemente, en el trabajo final de licenciatura Dias (2018) se realizó un estudio de metales pesados en suelos pertenecientes al Partido de Avellaneda teniendo en cuenta las características de los suelos y su distribución espacial. En todos los casos se ha verificado la existencia de concentraciones anómalas de metales pesados, si bien no superan los límites de las normativas vigentes. Estas concentraciones se debieron exclusivamente a factores antrópicos estrechamente relacionados con los usos de la tierra. Al relacionar los contenidos de metales con propiedades específicas de los suelos se observa que el comportamiento de los metales considerados difiere entre sí. En líneas generales, el Pb muestra un comportamiento diferente a los otros. En la Tabla 10 se señalan las concentraciones reportadas por el autor, y se han remarcado los sitios donde los suelos alcanzan niveles de plomo considerados no seguros (>150 mg/Kg M.S).

Tabla 10. Concentraciones de contaminantes en el partido de Avellaneda. Fuente: Dias (2018)

Muestra	Ni(µg/g)	Zn(µg/g)	Pb(µg/g)	Cu(µg/g)	Cr(µg/g)	Cd(µg/g)
Monte Ingles A	22,8	103,10	64,30	33,51	36,87	
Quinta San Sebastián A	25,00	124,00	49,15	16,90	94,55	
Jardín Nro. 23 30 cm	19,35	119,5	69,71	29,62	89,46	
Roca y Zamudio	29,90	230,40	327,85	65,90	22,40	0,25
Parque Dominico	25,50	73,25	37,60	23,95	34,75	1,75
Saladita y Cancha de Arsenal	30,80	202,90	210,70	66,40	13,75	15,95
Colon y Vélez Sarsfield	41,75	213,65	291,65	184,95	24,60	1,80
Tupa Amaru	23,05	99,35	40,45	21,50	0,95	2,80
Gral. Acha y Heredia	33,50	208,65	210,45	50,55	7,95	5,75
Sarandí A	19,70	270,05	53,70	52,60	96,67	
Quinta 2 A1	23,75	201,9	58,65	62,80	156,30	2,75
Quinta 2 A2	18,80	149,25	36,35	144,20	147,92	19,55
La Isla (0-15 cm)	19,70	227,4	59,70	61,30	84,27	
V. Arenas (0-15 cm)	21,80	219	51,40	57,20	76,32	

**Contaminación de suelos con PCDD/Fs, PCBs e hidrocarburos en áreas circundantes a una planta de tratamiento de residuos peligrosos por incineración en el Polo Petroquímico Dock Sud. Aquino (2019)**

En la tesis de Aquino (2019) se realizó un muestreo con el objetivo de describir el impacto histórico asociado a la incineración de residuos peligrosos en el Polo Petroquímico Dock Sud, provincia de Buenos Aires, con énfasis en la contaminación de suelos por dioxinas y furanos (PCDD/Fs), bifenilos policlorados (PCBs) e hidrocarburos. El diseño de muestreo consta de 3 franjas de muestreo tanto al NE como al SO (Figura 13).

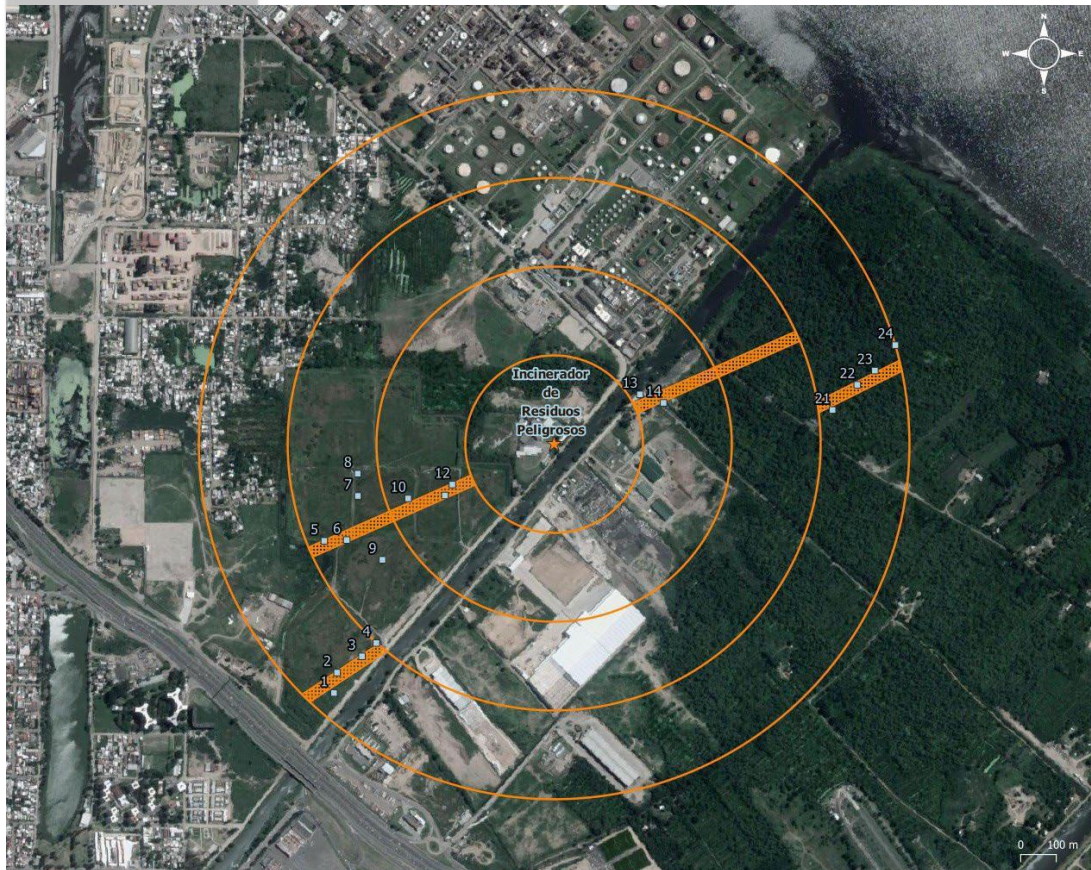


Figura 13. Sitios de muestreo. Fuente: Extraída de Aquino (2019)

**En cuanto a los hidrocarburos**, los análisis muestran que solo una de las muestras colectada en el sector NO (más cercano a la costa del Río del Plata) estaba por encima de la normativa, luego todas las concentraciones de hidrocarburos totales obtenidos en el resto de los puntos de muestreo no exceden la normativa utilizada, en este caso la holandesa (2000 mg/Kg).

En cuanto a los PCBs, los resultados obtenidos en las muestras individuales fueron todos inferiores a 500 ng/g en peso seco (Figura 14), que es el valor más exigente dictado en la normativa nacional (Ley 24.051), correspondiente al uso de tierra agrícola. La concentración máxima se obtuvo en el punto 14, ubicado entre los 250-500 m al NE (laterales al camino de tierra de ingreso a la Eco Área), siendo de 96,0 ng/g. Este punto de muestreo se encuentra cercano al área señalada con los niveles más altos de PCB en el informe de Brown and Caldwell (1996).

En el caso de las Dioxinas y Furanos (PCDD/Fs) todos los resultados obtenidos en las muestras individuales fueron inferiores a 10 pg/g en peso seco, que es el valor más exigente dictado en la normativa nacional (Ley 24.051), correspondiente al uso agrícola.

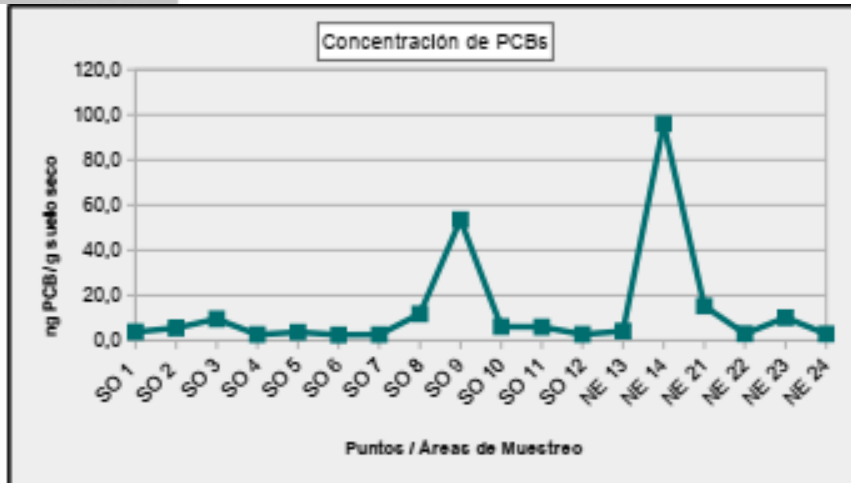


Figura 36. Concentración de PCBs en ng/g peso seco en los distintos puntos de muestreo analizados

Figura 14. Valores de PCBs hallados en los sitios de muestreo. Fuente: Aquino (2019)

### Calidad de aire en el partido de Avellaneda: monitoreo de metales pesados y contaminantes orgánicos semivolátiles. UNDAVCyT (2013)

También se encuentran los resultados del monitoreo realizado en el marco del proyecto de investigación UNDAVCyT (2013). En este informe se reportan los niveles de metales pesados, PCBs y PAH en seis sitios del AMBA, de los cuales 4 se encuentran en el área de incumbencia de este trabajo (Figura 15 y Tabla 11). Los resultados (Tabla 12) reflejan dos problemáticas principales debida a los niveles de Pb entre los metales pesados y PCB entre los contaminantes orgánicos.

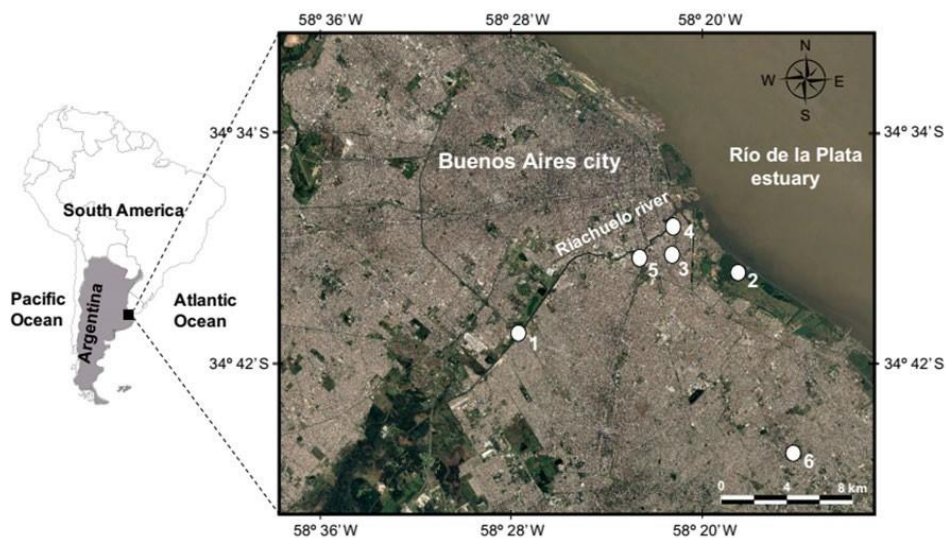


Figura 15. Sitios de muestreo. Fuente. UNDAVCyT (2013).

Tabla 11. Coordenadas de los sitios, características y fuente potencial de contaminación. Fuente: UNDAVCyT (2013).

Sitio	Coordenadas	Características	Fuente potencial de contaminación	Nombre
2	34° 40'11.7"S 58° 27'28.7"O	Tierras de cultivo	Muy poco tráfico, cerca del vertedero	Quintas
3	34° 39'07.6"S 58° 21'05.7"O	Parque	Zonas de poco tráfico, industriales y portuarias	Dock Sud
4	34° 38'29.4"S 58° 21'18.4"O	Jardín trasero	Residuos domésticos, áreas de poco tráfico, industriales y portuarias	Maciel
5	34° 39'37.4"S 58° 22'35.3"O	Parque	Poco tráfico, estación de tren	Municipalidad

Tabla 12. Concentración de contaminantes hallados en los sitios de muestreo. Se indican en rojo las concentraciones superiores a 150 mgPb/kg M.S. Fuente: UNDAVCyT (2013).

	Cu	Cr	Pb	Cd
Suelo Municipalidad	27,15	6,99	37,43	0,16
Suelo Maciel	79,65	13,45	494,27	0,83
Suelo Maciel	62,07	16,05	310,12	0,78
Suelo Maciel	41,29	8,73	218,77	0,28
Suelo Dock Sud	55,03	10,56	184,51	0,26
Suelo quintas alto	17,44	8,62	14,21	-
Suelo quintas bajo	52,49	9,8	21,06	-

Las concentraciones son superiores a las halladas en otros suelos de la provincia de buenos aires, entre 1,6-16 veces para Ni-Pb (Bilos et al., 2014) indicando un claro enriquecimiento de estos elementos de origen antrópico. Al comparar los resultados con la legislación nacional de residuos peligrosos (Ley 24.051: Zn: 500; Cu: 100; Pb: 500; Cr: 250; Ni: 100 y Cd: 5 µg·g<sup>-1</sup> para uso residencial) se observa que los valores se encuentran por

debajo, pero son superiores a los niveles Canadienses (Zn: n=4 > 200; Cu: n=1 > 63; Pb: n=4 > 140  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ), como también se encuentran por encima del límite 150 mg Pb/kg.

### Zona comprometida con el CEAMSE

En cuanto al monitoreo de suelos en la zona del ex relleno sanitario de Villa dominico, según lo escrito en los informes presentados por el mismo CEAMSE (CEAMSE, 2016, 2018 y 2019), los suelos del predio no se encuentran comprometidos, siendo todos los resultados inferiores a lo que indica la norma nacional. Esta afirmación puede ser cierta solo si se considera el nivel guía para uso industrial fijado en el decreto 831/93 de residuos peligrosos. Pero llegado el caso en el que el ex relleno sanitario se transforme en "Bioparque Metropolitano" de acceso al público, como se menciona en su página web, se debería considerar el análisis de los resultados con el criterio que corresponde para evitar el riesgo de exposición a los contaminantes. En el caso del plomo, si se comparan los resultados de los informes con los niveles guía nos damos cuenta que son superiores. Podemos observar que en casi todos los años hay muestras que exceden estos valores. En el año 2014 se observa en el sitio VD01 una concentración de 178 mg/kg y en VD05 de 396 mg/Kg, en el caso del año 2015 se observa en el sitio VD03 776 mg/Kg, en VD 19 se observa 167 mg/Kg, para el año 2017 se observa en la muestra VD17 una concentración de 165 mg/Kg, para el año 2018 en el sitio VD28 se observa 330 mg/Kg, por ultimo para el año 2019 en el sitio VD27 se observan 158 mg/Kg. No se pudo realizar una correlación entre los sitios, las concentraciones y los años porque la ubicación de los sitios de muestreo y por ende sus números de referencia cambian sistemáticamente cada año.

Por último, se puede mencionar el trabajo de Greenpeace (2013), en donde se realiza una toma de muestra de suelo en el terreno lindante a la empresa Tratamientos de Efluentes Avellaneda S.A. (TEA) ubicada en sarandí sobre la calle Nicaragua sin especificar altura, donde había una presunción de vuelcos ilegales de residuos sólidos no tratados. Los resultados mostraron concentraciones de Cromo de 21.000 mg/kg, valor que excede 26 veces lo permitido por el Decreto Reglamentario 831/93 de la Ley 24.051 sobre Régimen de desechos peligrosos para los usos residencial e industrial. Si tomáramos como parámetro el uso residencial de suelo, el valor hallado supera el límite unas 84 veces.

En resumen, la información disponible remarca la problemática de la contaminación por plomo en los suelos. Principalmente en tres sectores de la ciudad (Figura 16). En cuanto al resto de los contaminantes, se han hallado niveles de PCB que si bien no superan los límites de la legislación ameritarían una mayor investigación. Lo mismo sucede con los BTEX, los cuales en cercanías al polo petroquímico deben ser constantemente monitoreados.

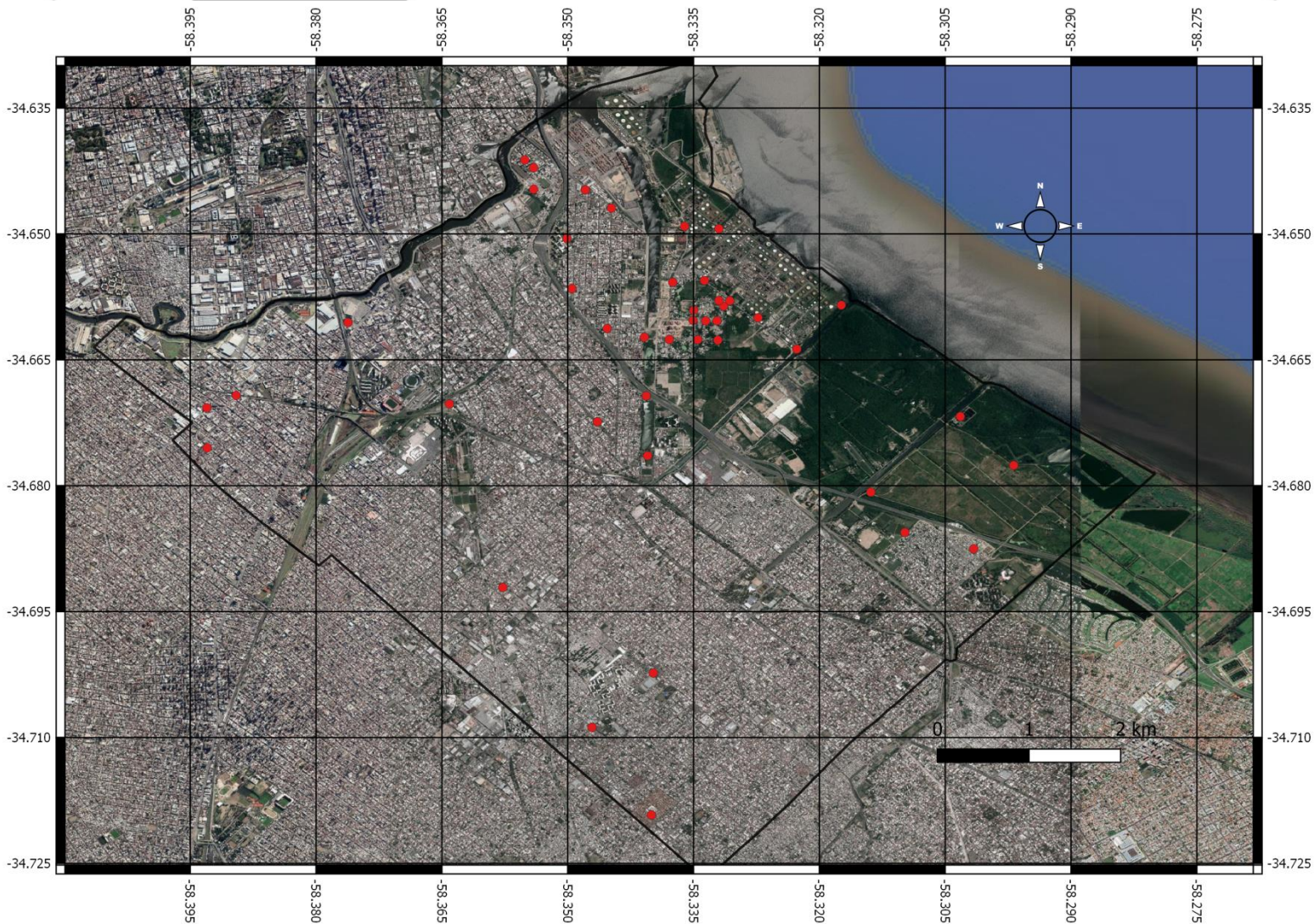


Figura 16. Síntesis de la problemática del Pb en suelos. Se señalan los sitios en donde se han reportado concentraciones > 150 mg/kg. Fuente: Elaboración propia.

### 6.3. Exposición a contaminantes atmosféricos

La calidad de aire es uno de los factores esenciales que influyen en la salud de la población. En las últimas décadas la contaminación del aire de las ciudades se ha convertido en un problema de salud pública, particularmente en muchas grandes ciudades de países en desarrollo (McMichael, 2001). En muchos países se han reportado altos niveles de metales pesados asociado a partículas y vinculados a la actividad humana, tales como Cu, Pb y Zn (Wong et al., 2003; Duzgoren-Aydin, 2007).

Las diversas actividades que generan emisiones contaminantes a la atmosfera como el tránsito vehicular, han sido implicadas como perjudiciales para la salud humana, por ende, a un mayor riesgo de contraer enfermedades respiratorias (Apeageyi et al., 2011).

Las consecuencias de las enfermedades debidas a la contaminación del aire,

resultan en más de dos millones las muertes prematuras, las cuales se pueden atribuir cada año a los efectos de la contaminación del aire en espacios abiertos urbanos y en espacios cerrados (producida por la quema de combustibles sólidos) (OMS, 2005). Más de la mitad de esta carga de enfermedad recae en las poblaciones de los países en desarrollo. Se sabe que los grupos de población más susceptibles a trastornos debidos a estos contaminantes son los ancianos, los niños y los que padecen enfermedades crónicas cardíacas o pulmonares (Weitzenfeld, 1992).

Una vez emitidos los contaminantes a la atmosfera no es un trabajo sencillo estimar cual va a ser su destino final. A pesar de ello se conoce que los suelos urbanos son los "receptores" de grandes cantidades de productos de origen antrópico de una amplia variedad de fuentes, incluidas las industriales, las emisiones de vehículos, los residuos de combustión de carbón, y otras actividades que producen gases a la atmosfera. En el caso de los metales, son emitidos a la atmosfera como aerosoles, sedimentando y siendo parte del polvo urbano de la calle. Por ende zonas de jardines y parques públicos están expuestas a una contaminación significativa. El polvo del suelo contaminado puede generar efectos tóxicos como consecuencia de la inhalación o ingestión por humanos, particularmente niños, lo que plantea mayores peligros para la salud (Manta et al., 2002).

Hace tiempo que se sabe que los químicos asociados con las partículas urbanas en el aire pueden causar cáncer, tomado como ejemplo el trabajo realizado por Campbell (1934) en el que se demostró que los ratones desarrollaron tumores pulmonares después de inhalar el escape de los automóviles y el polvo de las carreteras asfaltadas. Desde entonces, varios investigadores han demostrado que los extractos obtenidos con solventes orgánicos de partículas urbanas en el aire pueden causar cáncer en animales de laboratorio (Durant, 1998). Desde hace décadas se utiliza el test de Ames para la identificación de mutágenos en el ambiente, los cuales brindaron resultados sobre la aparición de productos químicos genotóxicos (es decir, productos químicos que pueden alterar el ADN) en muestras de aire urbano. Al combinar el uso de estos ensayos con técnicas de análisis químico, se ha demostrado que el aire urbano, especialmente en áreas industrializadas típicamente contiene docenas de productos químicos mutagénicos.

En la página oficial de la OMS se cita una evaluación realizada por el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (IARC por sus siglas en ingles) de esta misma institución, la cual en el año 2013 determinó que la contaminación del aire exterior es carcinógena para el ser humano, y que las partículas del aire contaminado están estrechamente relacionadas con la creciente incidencia del cáncer, especialmente el cáncer de pulmón. También se ha observado una relación entre la contaminación del aire exterior y el aumento del cáncer de vías urinarias y vejiga. Citando a la misma fuente se estima que en 2016, aproximadamente el 58% de las muertes prematuras relacionadas con la contaminación atmosférica se debieron a cardiopatías isquémicas y accidentes cerebro

vasculares, mientras que el 18% de las muertes se debieron a enfermedad pulmonar obstructiva crónica e infecciones respiratorias agudas, y el 6% de las muertes se debieron al cáncer de pulmón (OMS, 2018).

No hay dudas del impacto que genera la contaminación atmosférica en el ambiente y en la salud de la población. En este sentido el AMBA no es una excepción a esta problemática, especialmente la cuenca baja del Matanza-Riachuelo, la cual históricamente es un área de fuerte concentración industrial con el consecuente deterioro ambiental derivado de la falta de regulación y la ausencia de mecanismos de control ambiental (Merlinsky, 2006). En esta falta de regulación y control se produce contaminación atmosférica.

Según la Ley Nacional 20.284/73 se define la contaminación atmosférica como “la presencia en la atmósfera de cualquier agente físico, químico o biológico o de combinaciones de los mismos en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, seguridad o bienestar de la población, o perjudiciales para la vida animal y vegetal, o impidan el uso y goce de las propiedades y lugares de recreación”. Esta contaminación es producida por fuentes fijas y móviles. En esta misma ley se define a las Fuentes Fijas como: “fuentes diseñadas para operar en lugar fijo. No pierden su condición de tales aunque se hallen montadas sobre un vehículo transportador a efectos de facilitar sus desplazamientos”, mientras que las Fuentes Móviles son consideradas a “todas aquellas fuentes capaces de desplazarse entre distintos puntos, mediante un elemento propulsor (motor) que genera y emite contaminantes.”. Las primeras podemos concebirlas fácilmente como fuentes industriales y las segundas como el transporte urbano. En esta ley se encuentran los límites máximos permisibles de calidad de aire.

Entre los contaminantes más significativos reportados en zonas residenciales urbanas se encuentran los metales pesados y los COVs (compuestos orgánicos semivolátiles), estos últimos juegan un rol importante en la formación de ozono y oxidantes fotoquímicos asociados con el smog urbano (Possanzini et al., 2003). Entre ellos están los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) (Durant, 1998), los bifenilos policlorados (BPC) y las policlorodibenzo dioxinas (dioxinas y furanos), siendo de interés por su toxicidad, tendencia a la bioacumulación y persistencia (Cappelletti et al., 2017).

Sobre la búsqueda de información científica de la calidad de aire del partido se pudo encontrar diversos trabajos, entre ellos se encuentran los informes trimestrales presentados por ACUMAR, los cuales se basan en los datos recolectados por la estación de monitoreo continuo I (EMC I) ubicada en las cercanías al polo petroquímico Dock Sud. En dichos informes se realiza una evaluación exhaustiva de material particulado (PM), óxidos inorgánicos y en los últimos años se monitorean hidrocarburos. Un aspecto que no se evalúa con la misma intensidad son los contaminantes asociados a las fases particuladas atmosféricas. Dado la importancia de este aspecto, se presentarán dos informes que lo

abordan. Por último, también se presentan en este apartado los resultados obtenidos de los informes de CEAMSE sobre el área perteneciente al ex relleno sanitario Villa Dominico.

### **Plan de Acción Estratégico (PAE) para la gestión ambiental sustentable de un área urbano - industrial a escala completa (JMB, 2003)**

En este Informe primeramente se relevó la totalidad de los datos históricos (existentes hasta ese momento) de dominio público referidos a mediciones de calidad de aire para aquellos contaminantes característicos de un área urbana/industrial como Dock Sud. De la evaluación histórica de los datos, en este informe se concluyó que los valores presentan una gran dispersión, con niveles desde despreciables hasta elevados. Por otro lado, debido a la discontinuidad y pocas mediciones disponibles, no pudieron establecer un panorama claro de los niveles de base para VOCs (contaminantes orgánicos volátiles). Por otra parte, se elaboró un base de datos de mediciones de contaminantes atmosféricos de referencia local. Uno de los logros más importantes del Proyecto fue la caracterización de la calidad de aire de la zona de estudio en lo que respecta a un conjunto importante de VOCs. Para ello se trabajó abarcando decenas de posiciones espaciales y durante diversos períodos de tiempo (desde instantáneos hasta 24 hs).

En líneas generales, de las determinaciones de VOC en las estaciones fijas (Tabla 13) (Figura 17) surge que los promedios máximos se registran en Villa Inflamable, mientras que las concentraciones promedio son mayores en el corredor que abarca las estaciones periféricas de la Desembocadura del Riachuelo, el canal Sarandí, PNA Dependencia y el extremo sur muelle de Inflamables, respecto de las estaciones exteriores de los barrios de Dock Sud y La Boca.

La presencia de hidrocarburos aromáticos en la zona de estudio es constante. Las mayores concentraciones se dieron en Villa Inflamable, Villa Corina y la desembocadura del Riachuelo (alrededor de 0.8 mg/m<sup>3</sup>). Con respecto a los compuestos orgánicos volátiles, con la excepción de la estación de Villa Corina, las concentraciones caen desde el Polo hacia la zona urbana. La relación entre los niveles en Villa Inflamable y La Boca resultó de 8 a 1.

La presencia de BTEX en la zona de estudio es muy frecuente, con máximos promedios en los alrededores de los muelles de inflamables y propaneros y en Villa Inflamable, siendo de similar magnitud (200 ug/m<sup>3</sup>). No hay estándares o niveles guía específicos para este grupo, que es de referencia para evaluar contaminación por actividades industriales relacionadas al procesamiento del petróleo, y también por tránsito automotor. En cuanto al material particulado en suspensión (TSP), el 7% de los muestreos de 24 hs el nivel de TSP superó el límite de 24 hs de 150ug/m<sup>3</sup>, considerándose que en la mitad de esos casos el particulado respirable habría superado tal umbral. Una fuente

importante de TSP sería la resuspensión de polvo del lugar, debido al tránsito vehicular, ya que las estaciones de muestreo en donde se observaron los máximos se ubicaron en la única calle de acceso vehicular al Polo Petroquímico, con tránsito de camiones permanente (sitios #5 y #13).

En cuanto a los metales asociados a las fases particuladas atmosféricas, sólo 2 muestras superaron el umbral de detección del cromo, arrojando concentraciones de 0.016 y 0.020  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , ambas en la estación 5 (PNA Dependencia). Sin embargo, en los dos casos los valores son muy superiores a los establecidos en la regulación vigente:  $1.67 \cdot 10^{-5} \mu\text{g}/\text{m}^3$  para un promedio de 1 año (Dec. 3395/96). Tal es así, que aun considerando que sólo durante estos dos días hubo cromo en aire, el promedio anual rondaría un valor de  $1 \cdot 10^{-4} \mu\text{g}/\text{m}^3$ , casi 6 veces por sobre el nivel mencionado. Con respecto al plomo, solo dos filtros de los monitoreos de 24 hs presentaron niveles detectables, con valores de 0.251  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 0.072  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . El nivel guía en la Provincia de Buenos Aires es de 1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para el promedio de 24 hs, por lo cual no se superó en los puntos y fechas analizados.

Cuando realizaron muestreos de TSP con bombas de alto volumen, en uno de los sitios en inmediaciones de la Unidad Sanitaria de Porres arrojó un valor de plomo por sobre el nivel de detección, alcanzando los 2.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . El nivel guía establecido por el Decreto 3395/96 es de 1.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , siendo entonces superado solamente por la última muestra mencionada. La tendencia observada en las determinaciones de plomo durante el período de análisis reflejaría que el origen del potencial impacto sobre la población no es el material particulado del aire. Sin embargo, no se descarta que una probable ruta de absorción sea la inhalación del polvo resuspendido desde la superficie del suelo.

Tabla 13. Identificación y localización de las estaciones fijas de monitoreo. Fuente PAE – JMB (2003)

#	Estación		Posición
	Denominación		
1	PNA Puesto de salida		Sobre caseta de electricidad contigua al puesto de PNA en calle Campana
2	Comisaría Villa Corina		Techo de la Comisaría 7ma de Avellaneda (Oyuela y Casacuberta)
3	Central Costanera		Predio interno de la central térmica Costanera
4	T.E.A.		Techo del edificio de oficinas de la empresa Tratamiento de Efluentes Avellaneda
5	PNA Dependencia		Jardín de entrada a PNA sobre calle Morse
6	Sala médica "Porres"		Toma de aire a nivel de respiración sobre calle Góngora
7	Muelle Inflamables		Puesto de control acceso YPF, sobre extremo sur del muelle de Inflamables, nivel de respiración
8	Barrio DS		Terraza de casa de familia sobre calle Nuñez al 1700
9	Comedor infantil Inflamable		Toma de aire a nivel de respiración sobre calle Larroque, comedor infantil "Rosa Mística"
10	Boca		Terraza del Teatro de la Ribera, sobre Av. Pedro de Mendoza al 1800 (vuelta de Rocha, CF)
11	Bomberos DS		Destacamento de Bomberos Voluntarios de DS, sobre calle F. Quiroga
12	SAyDS		Acceso a SayDS sobre calle San Martín al 400, CF
13	PNA Entrada		Puesto de PNA en calle Ocantos, de acceso al Polo Petroquímico de DS

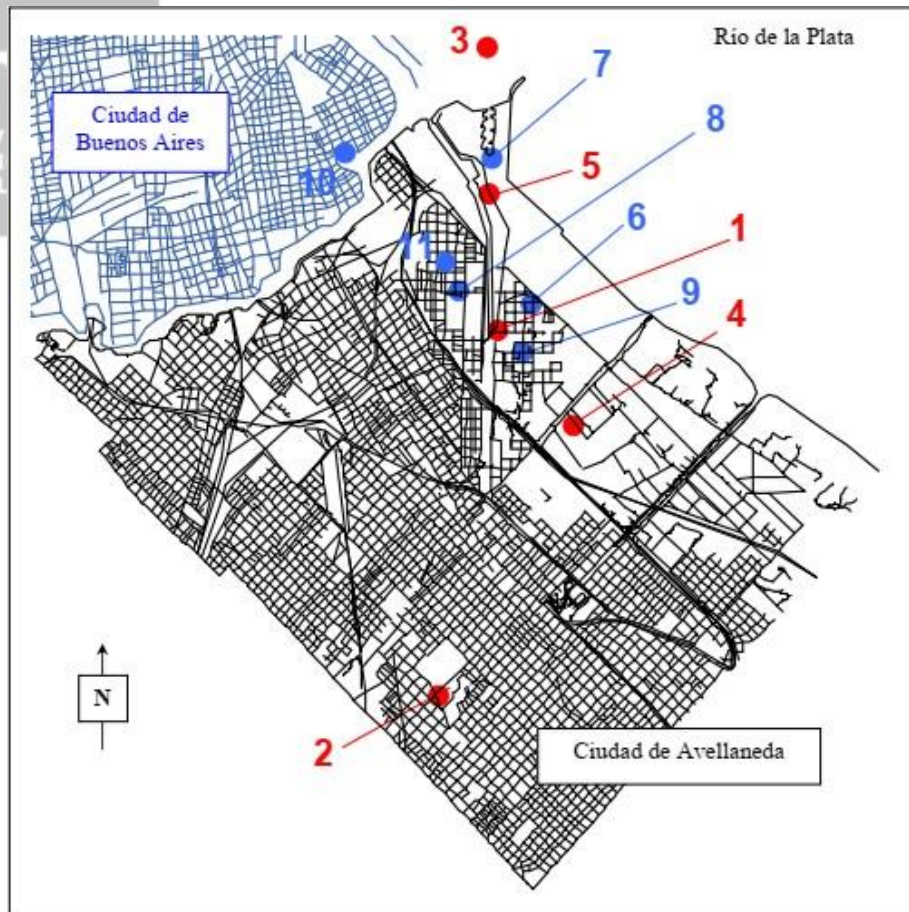


Figura 17. Ubicación de estaciones de monitoreo fijas. En rojo se indican las 5 estaciones donde se realizaron los primeros monitoreos, y en azul las posiciones que se fueron utilizando a posteriori. Fuente: PAE – JMB (2003)

### **Calidad de aire en el partido de Avellaneda: monitoreo de metales pesados y contaminantes orgánicos semivolátiles. Cappelletti et al. (2017)**

El objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad de aire en sitios puntuales del Partido de Avellaneda a partir de la determinación de metales pesados y contaminantes orgánicos volátiles (COSV) entre ellos los HAP, BPC Y Dioxinas y Furanos. La evaluación se realizó en más de un componente, tomando muestras de las partículas en sedimentación, polvo de calle y suelo). Esto se realiza considerando su posible transferencia y recirculación desde y hacia los suelos y calles. Esta metodología según Duzgoren-Aydin (2007), permite una comprensión de los efectos a largo plazo de la contaminación sobre el ambiente y la salud humana.

Los sitios de muestreo se seleccionaron considerando alto tránsito automotor (MA: Municipalidad, LN: La Noria y AC: Av. Calchaquí), cercanía a fuentes industriales (IM: Isla Maciel y DS: Dock Sud), áreas de actividad hortícola periurbana y reserva (VD: Villa

dominico, quintas) (Figura 18). En cada sitio se colectaron muestras integradas de suelo y polvo de calle.



Figura 18. Sitios de muestreo. Fuente: Extraída de Cappelletti et al. (2017)

En cuanto al flujo de partículas atmosféricas sedimentables en las zonas urbano-industrial oscilaron entre  $230$  y  $725 \text{ mg/m}^2 \times \text{día}$ , siendo los valores más altos del estudio. En los sitios industriales ubicados en el partido de Avellaneda, Isla Maciel, Dock Sud y Municipalidad fueron levemente inferiores con respecto a los sitios con mayor densidad de tránsito automotor de otras localidades ( $380 \pm 107$ ,  $288 \pm 28$  y  $275 \pm 26 \text{ mg/m}^2 \times \text{día}$ ). Por último, en el caso de la zona hortícola de Villa Dominico fue el sitio con los valores más inferiores ( $80 \pm 19 \text{ mg/m}^2 \times \text{día}$ ), reflejando la amortiguación de la vegetación haciendo de filtro natural de partículas, siendo comparable a reportes existentes para Argentina en áreas alejadas con menores fuentes de contaminación. Al comparar estos resultados con el nivel límite de  $333 \text{ mg/m}^2 \times \text{día}$  fijado en el Decreto reglamentario 1074/18 de la Ley Provincial N° 5965 y en la Ley Nacional 20.284, podemos observar que en Isla Maciel las partículas sedimentables resultaron ser superiores.

Particularmente en el caso del Plomo fueron más elevadas en las partículas obtenidas en Isla Maciel, que las de los otros sitios. Es interesante destacar que en el trabajo previo al JMB (2003), se reportaron niveles detectables de plomo en partículas en suspensión en 2 sitios, uno de ellos se ubica a aproximadamente 1 km de Isla Maciel.

## Zona comprometida por el CEAMSE

En cuanto a la situación de calidad de aire en la zona correspondiente al ex relleno sanitario ubicado en Villa dominico, se presenta la información obtenida a partir de los informes realizados por el CEAMSE (CEAMSE, 2019).

Las concentraciones presentadas, son los contaminantes criterios acordados con la OPDS (NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, Pb, y Material particulado) e indican que la calidad de aire no se ve afectada por la presencia del complejo ambiental, ya que no se cuantifico ninguno exceptuando a NO<sub>x</sub> y material particulado, pero encontrándose estos debajo de los límites de la norma. En cuanto a los olores también se encuentran dentro de la norma. En el informe que compromete a los años 2017-2019 se realiza el Índice de Calidad de Aire EPA (Tabla 15), el cual se basa en las mediciones de los contaminantes antes mencionados. Consiste en una relación numérica que expresa los niveles relativos de calidad de aire obtenidos. El índice se informa en una escala de 0 a 500: mientras mayor es el nivel de contaminación, mayor valor tendrá el índice.

Tabla 15. Escala de índice de calidad de aire EPA. Fuente: Extraída de informes CEAMSE.

Valores del Índice	Nivel de riesgo	Colores
0-50	Bueno	Verde
50-100	Moderado	Amarillo
101-150	Insalubre para grupos sensibles	Naranja
151-200	Insalubre	Rojo
201-300	Muy Insalubre	Púrpura
301-500	Riesgoso	Granate

En el caso de los sitios de muestreo se obtuvieron como resultados que el año 2017 presenta la mayor cantidad de índices con nivel de riesgo moderado con 11 resultados, los cuales se encuentran dispersos en los diferentes puntos de muestreos y trimestres evaluados, pero habiendo una concentración particular en el sitio VD5 en el cual se presenta todo el año con ese nivel de riesgo, luego le sigue el año 2018 con 3 valores de riesgo moderado, los cuales 2 se encuentran en el sitio VD5 (Figura 19). Cabe aclarar también que el sitio VD3 que se encuentra más próximo al ejido urbano es el segundo sitio con mas cantidad de trimestres comprometido con riesgo moderado.

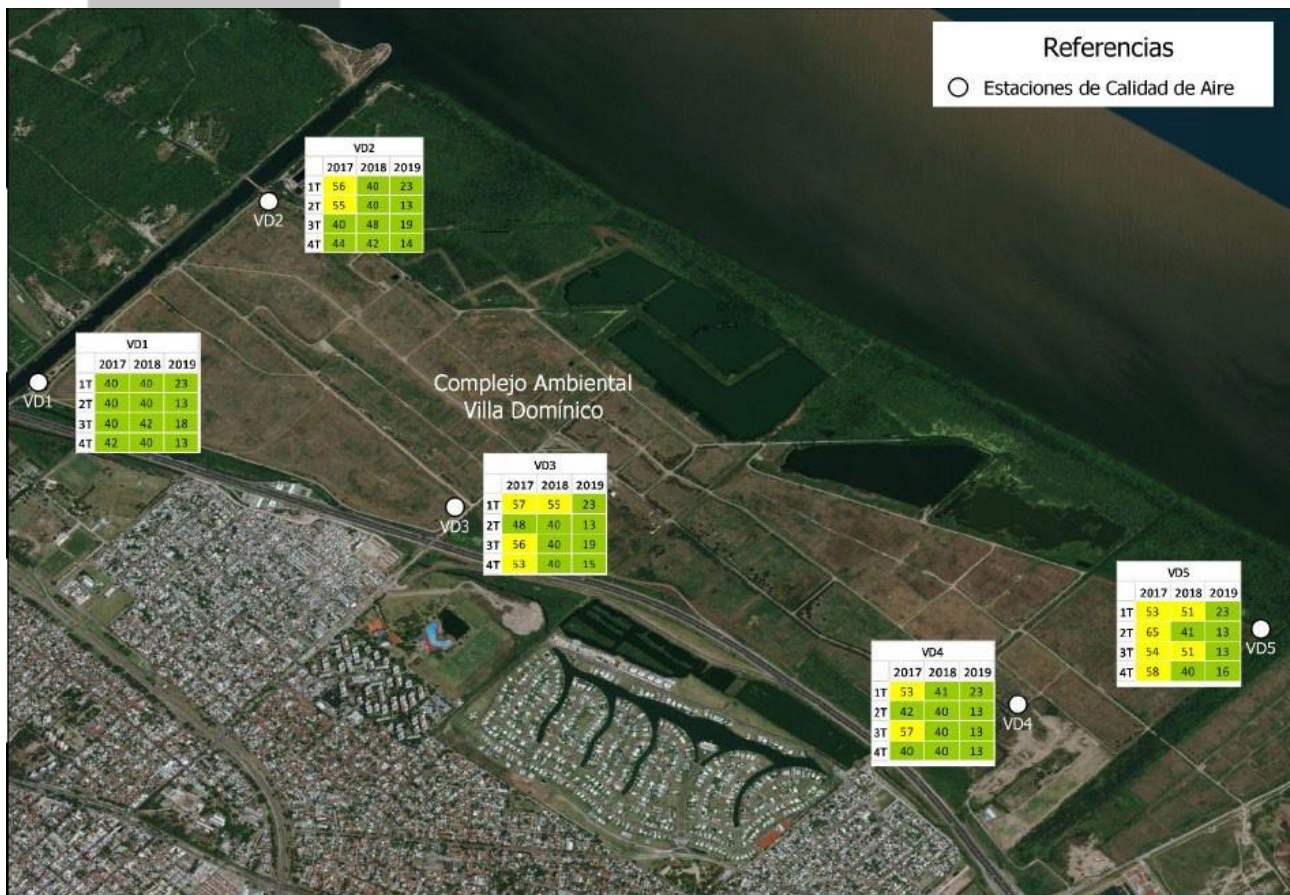


Figura 19. Sitios de muestreo y resultados del Índice de calidad de aire EPA. Fuente: Informe 2017-2019

CEAMSE.

## Repositorio Digital de Trabajos finales y Tesinas

### 6.4. Exposición a contaminantes en aguas superficiales

En los cursos de agua superficial que se encuentra en el área podemos encontrar alteración del sistema de drenaje, inundación de urbanizaciones, y asentamientos que ocupan las llanuras aluviales y terrazas bajas del río, vertederos abiertos que constituyen un riesgo para la salud humana y la pérdida de biodiversidad asociada con la transformación y destrucción de hábitats, así como la invasión de especies exóticas (Pereyra, 2004; Ratto et al., 2004; Zuleta et al., 2012; Guida-Johnson et al., 2019).

La contaminación en los cursos de agua superficial en áreas urbanas esta generada por los vuelcos continuos directos e indirectos generados por las actividades humanas, y en estas entran principalmente las industriales, como también las domiciliarias y el tránsito de vehículos, y el negligente accionar de las personas en la disposición de los residuos sólidos urbanos (los vuelcos de residuos en la calle que terminan en los cursos de agua). Esta contaminación incluye niveles elevados de diversos metales, grasas, aceites, organoclorados y organofosforados, a los que se suman diversos iones y compuestos orgánicos, como así también, bacterias Coliformes fecales. Entre los metales más

importantes por ser utilizados en numerosos procesos de bienes y servicios son: Arsénico (As), Cadmio (Cd), Cobalto (Co), Cromo (Cr), Cobre (Cu), Mercurio (Hg), Níquel (Ni), Plomo (Pb), Estaño (Sn) y Zinc (Zn) (Malpartida, 2002 y 2010). Ejemplos de posibles fuentes industriales (Tabla 16):

Tabla 16. Metales y sus posibles fuentes. Fuente: Extraída y modificada de Malpartida (2002, 2010)

Elemento	Actividades y usos
<b>Arsénico (As)</b>	Fundición de minerales de cobre y plomo. Elaboración de plaguicidas agrícolas, vidrio y derivados, aleaciones de cobre y de plomo, semiconductores, productos farmacéuticos y productos químicos diversos.
<b>Cadmio (Cd)</b>	Se obtiene a partir de los minerales de zinc. Siendo que este metal es altamente resistente a la corrosión se lo utiliza en galvanoplastia.
<b>Cromo (Cr)</b>	En estado hexavalente es utilizado en el anodizado de Aluminio y en las curtiembres, siendo ésta una actividad histórica hasta la actualidad de la zona de estudio, además se producen también aleaciones con Hierro (ferrocromo) las cuales se utilizan en la industria del acero, del vidrio y del cemento. El ácido crómico se utiliza para la realización de cromados.
<b>Cobre (Cu)</b>	Cables eléctricos y una gran cantidad de tensillos. Aleación con el zinc para formar bronce.
<b>Mercurio (Hg)</b>	Fabricación de plásticos, en la construcción de aparatos de medición física (termómetros, barómetros, etc.), como azogue de los espejos y sobre todo se combina con otros metales formando aleaciones (amalgamas).
<b>Níquel (Ni)</b>	Dureza a las aleaciones, con Cobre, Hierro, Cromo y Zinc. Uso en la producción de acero inoxidable. Con Cloro, Azufre y Oxígeno forma compuestos que se disuelven fácilmente en el agua. Se lo utiliza también en la fabricación de baterías o acumuladores, como así también en la industria de los plásticos.
<b>Plomo (Pb)</b>	Asociado históricamente a motores de combustión interna y las emisiones industriales que utilizan derivados alquílicos de plomo como aditivos antidetonantes. Componentes de baterías, protección contra radiaciones de todo tipo; vidrios especiales, para aplicaciones técnicas o artísticas; productos de protección contra la humedad, cubiertas y techumbres, soldadura, revestimientos, protección de superficies, etc.
<b>Zinc (Zn)</b>	Soldaduras, fabricación de baterías, galvanizados. Tiene aplicaciones en la industria de pinturas y en farmacología, formando parte de formulaciones fungicidas de uso dermatológico.

Cabe aclarar que la mayoría de estos metales se encuentran en la naturaleza, algunos de ellos, en bajas concentraciones, son indispensables para la vida, ya que forman parte de sistemas enzimáticos en diversos organismos, como por ejemplo el cobalto, zinc, molibdeno, o el hierro (por ejemplo la hemoglobina). El problema ocurre cuando se produce un enriquecimiento de alguno de ellos por vertidos o vuelcos, los cuales producen concentraciones en demasía, lo que puede causar daños en la en los ríos, arroyos, acuíferos, cuencas o ecosistemas y por ende a la salud de las personas.

En el caso de los contaminantes químicos orgánicos que podrían llegarse a

encontrar son: hidrocarburos alifáticos, hidrocarburos aromáticos, compuestos organoclorados, organofosforados y bifenilos policlorados (PCBs), compuestos orgánicos persistentes (COPs). La fuente de estos contaminantes está directamente vinculada a los polos petroquímicos en los cuales lógicamente se trabaja con derivados del petróleo. Los usos en los que se aplican varían en cada uno, en el caso de los PCBs son utilizados en equipos eléctricos, lámparas fluorescentes, fluidos hidráulicos, cubiertas de papel, plastificadores, selladores, pegamentos, tintas de papel y, de mayor importancia, como aceites dieléctricos para alta temperatura en cables, motores eléctricos, transformadores eléctricos y condensadores. Los Organoclorados son utilizados como insecticidas, por ejemplo el ya prohibido DDT. En el caso de los Organofosforados son usados como plaguicidas, por ejemplo los rodenticidas, los cuales sirven para matar roedores (Malpartida 2002, 2010). Existe una gran variedad de compuestos orgánicos, muchos de ellos xenobióticos. El riesgo para el entorno dependerá de su peligrosidad, su toxicidad intrínseca, su potencial de bioacumulación y la posibilidad de biodegradación, así como de su biodisponibilidad para los organismos del medio.

#### **6.4.1. El caso de la Cuenca Matanza Riachuelo**

Para la obtención de los sitios peligrosos del partido de Avellaneda pertenecientes al área de la cuenca Matanza Riachuelo se utilizaron reportes de calidad ambiental del área, específicamente mediciones de contaminantes. Al mismo tiempo se utilizó la base de datos de su sistema de información geográfica de la ACUMAR disponible en su página oficial (ACUMAR, 2020). En el caso de la recabación de información no científica/técnica como son las notas periodísticas, denuncias de vecinos, etc.; no fueron consideradas pertinentes para este caso ya que la historia misma de la cuenca tiene mucho camino recorrido, reservando esta práctica para los sitios donde no hay información certera de la calidad ambiental por falta de estudios.

Para la descripción del agua superficial de la cuenca baja del MR, se presentará muy brevemente el estudio M. V. Casares & L. I. De Cabo (2018), en donde se realiza una tendencia de indicadores entre los años 2008 y 2016 con datos provistos por la Agencia de Protección Ambiental del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires (APRA-GCABA). En este estudio se seleccionaron los siguientes parámetros indicadores de contaminación orgánica: oxígeno disuelto (OD), demanda biológica de oxígeno (DBO5), demanda química de

oxígeno (DQO), nitrógeno amoniacal total (N-NH<sub>3</sub>, de aquí en adelante NAT) y abundancia de bacterias *Escherichia coli* expresada en unidades formadoras de colonia por 100 mililitros (UFC/100 mL), de tres sitios de monitoreo: Puente la Noria, Puente Uriburu y Puente Avellaneda, los tres ubicados sobre el Riachuelo en la cuenca baja de la cuenca MR. (Tabla 18).

Tabla 18. Parámetros fisicoquímicos y contaminación bacteriana por sitio de muestreo. Fuente: extraída de M. V. Casares & L. I. De Cabo (2018)

	Puente La Noria					Puente Uriburu					Puente Avellaneda				
	OD** (mg/L)	DBO <sub>5</sub> ** (mg/L)	DQO** (mg/L)	NAT** (mg/L)	<i>E. coli</i> ** (UFC/100 mL)	OD (mg/L)	DBO <sub>5</sub> (mg/L)	DQO (mg/L)	NAT (mg/L)	<i>E. coli</i> (UFC/100 mL)	OD (mg/L)	DBO <sub>5</sub> (mg/L)	DQO (mg/L)	NAT (mg/L)	<i>E. coli</i> (UFC/100 mL)
<i>n</i>	97	91	127	143	94	98	100	128	142	90	91	81	119	143	89
Media	2.17	16.98	105.57	9.92	6.24E + 05	1.88	19.92	103.28	10.96	6.36E + 05	2.19	17.76	106.4	8.46	2.73E + 05
Mediana	2.05	15	78.5	7.5	3.05E + 05	1.84	19	85	8.25	3.60E + 05	2.07	16	69.5	6.08	1.80E + 05
Desviación estándar	0.86	7.56	99.07	9.87	1.03E + 06	0.74	8.45	70.95	10.8	8.53E + 05	0.99	17.11	179.08	8.52	3.12E + 05
Máximo	5.07	48	750	71.7	9.00E + 06	3.88	46.4	362	65.8	5.60E + 06	7.21	151	1840	57	1.70E + 06
Mínimo	0.73	5	16	0.1	3.00E + 03	0.59	5	25	0.01	1.50E + 04	0.63	5	15	0.1	1.60E + 03
P <sub>25</sub> *	1.65	11.8	49.87	4	1.53E + 05	1.27	13	59.75	5.07	2.30E + 05	1.44	10	33.5	3.4	4.30E + 04
P <sub>50</sub> *	2.05	15	78.5	7.5	3.05E + 05	1.84	19	85	8.25	3.60E + 05	2.07	16	69.5	6.08	1.80E + 05
P <sub>90</sub> *	3.53	27	195.5	19	1.37E + 06	2.79	31.8	193.7	22	1.30E + 06	3.43	26.6	178	16.8	6.00E + 05

\*P<sub>25</sub>, P<sub>50</sub> y P<sub>90</sub> indican el valor del percentil 25, 75 y 90, respectivamente

\*\*OD: oxígeno disuelto, DBO<sub>5</sub>: demanda biológica de oxígeno, DQO: demanda química de oxígeno, NAT: nitrógeno amoniacal total, *E. coli*: abundancia de bacterias *Escherichia coli* y

UFC: unidades formadoras de colonia

En cuanto a los parámetros evaluados se encontró que hubo una progresión positiva a lo largo de los años, esto quiere decir que se visualiza una mejora de la situación general exceptuando a *Escherichia coli* que no presentó una tendencia significativa. Aun así, el ecosistema permanece en un estado altamente degradado con un 50 % de los valores registrados de oxígeno disuelto por debajo de los 2 mg/L, demandas biológicas y químicas de oxígeno superiores a 15 y 50 mg O<sub>2</sub>/L, respectivamente. Los valores de abundancia de *E. coli* permanecen similares a los de un efluente cloacal crudo.

En general todos los parámetros se encuentran fuera de todos los límites que se plantea la autoridad para los diferentes usos establecidos en el Anexo III de la Resolución 46-E/2017. Los usos son: I) Apta para protección de biota y uso recreativo c/contacto directo; II) Apta para protección de biota; II) Apta para actividades recreativas c/contacto directo; III) Apta para actividades recreativas s/contacto directo; y IV) Apta para actividades recreativas pasivas (Tabla 19). En el caso de la DBO<sub>5</sub>, los valores de los tres sitios superan las condiciones para todas las actividades propuestas en la Resolución 46-E/2017. Con solo superar los límites establecidos por el uso más exigente ya se considera peligroso y con potencial riesgo para la población expuesta.

Tabla 19. Fuente Resolución 46-E/2017 (ACUMAR 2017)

Parámetro	Unidad	Usos				
		I a	I b	II	III	IV
Nitrógeno Amoniacal	mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l	<0,6	<0,6	<3	*	*
DBO5	mg O <sub>2</sub> /l	<5	<5	<10	<15	<15
OD	mg/l	>5	>5	>5	>4	>2
<i>Escherichiacoli</i>	UFC/100 ml	<126	<126	<126	*	*

### Calidad del sedimento fluvial

En el trabajo de M. Riesgo & M. Pais (2017) se presentan los resultados de un muestreo de sedimentos a lo largo de la cuenca baja MR entre los años 2015 – 2017 (Figura 20). Se tomaron 18 muestras en total, diez (10) sobre el margen derecho, en la Ciudad de Avellaneda, y ocho (8) restantes sobre el margen izquierdo, en C.A.B.A. Dentro de los contaminantes de interés para este trabajo, los autores determinaron los siguientes metales pesados: plomo, cadmio, cromo, níquel y zinc.



Figura 20. Sitios de muestreo. Fuente: Extraída de M. Riesgo & M. Pais (2017).

En comparación con los niveles holandeses de referencia de calidad y de intervención para sedimentos (MINVROM, 2000), se pudo concluir que:

- En el 27% y 34 % de las muestras, las concentraciones de cromo y de zinc respectivamente, superaron ampliamente el valor de intervención.
- En el 34 y 48 % de las muestras las concentraciones de cadmio y el plomo respectivamente, superaron el ampliamente la concentración de referencia.

Los mapas de distribución de cada contaminante que elaboraron los autores muestran que en los sitios entre el Puente Uriburu y el Meandro de Brian se encuentran las concentraciones más elevadas de los contaminantes. Se destaca una situación particular en la zona previa al Meandro de Brian, donde se encuentran las mayores concentraciones de casi todos los metales y en todas las profundidades, responde a las características morfológicas de la zona, dado que allí el curso superficial presenta una curvatura pronunciada que no ha sido modificada conservando la típica forma de meandro que poseía antiguamente el río. Este sector favorece la deposición de sedimentos arrastrados por las aguas en su recorrido hacia la desembocadura y pudiendo ocasionar lógicamente aumento de las concentraciones de los contaminantes. Una situación similar sucede en la vuelta de Rocha donde allí el cauce se vuelve significativamente más ancho, y por ende sucede una pérdida de velocidad del río y aumento de la sedimentación.

En líneas generales, 16 de los 18 sitios presentan alguna concentración de metales tal que deberían ser intervenidos para su remediación. Esta caracterización de la distribución de los contaminantes en la cuenca baja del Matanza – Riachuelo nos indica el grado de peligrosidad y riesgo directo que tiene para la salud de la población, situación especialmente delicada si se quiere extraer el sedimento del fondo. Esto amerita también evaluar posibles situaciones de redisolución/resuspensión por cambios en las condiciones de calidad de las aguas en contacto con los sedimentos.

#### **6.4.2. Situación ambiental Arroyo Sarandí y Arroyo Santo Domingo Informes técnicos que revelan contaminación en el arroyo Sarandí.**

**INFORME I:** *Caracterización Ambiental del Arroyo Sarandí. Speltini et al. (2011)*

En este estudio se realizaron cuatro campañas con frecuencia mensual para el monitoreo de la calidad del agua del Arroyo Sarandí en tres sectores de su cauce a cielo abierto, también se extrajeron muestras de agua subterránea provenientes de dos pozos

ubicados en la zona de quintas. En ambos tipos de muestras se identificaron los contaminantes críticos mediante ensayos de laboratorio.

Los valores de DBO superan los recomendados para el uso del agua para uso recreativo establecidos en el Anexo I de la Res. 46/2017 (DBO < 10 mg/l), en cuando a la concentración de sulfuros el máximo valor encontrado ha sido de 44 mg/l, ubicado en el inicio del canal sin entubar superando ampliamente los valores establecidos por la Res 42/2006, tanto para uso recreativo como para agua potable. La concentración de fenoles encontrada en todas las muestras analizadas supera ampliamente el valor de 0,001mg/l, que es el nivel guía recomendados por el Decreto 831/93, para la protección de la vida acuática. Se encontró Cr sólo en las muestras obtenidas en dos campañas, correspondiendo el valor más elevado (0,83 mg/l) a la muestra del punto 1 (comienzo del canal a cielo abierto).

**INFORME II:** *Caracterización de sedimentos del cauce del arroyo Sarandí en el tramo rectificad a cielo abierto. Naser et al. (2016).*

En este estudio se llevó a cabo la identificación de algunos metales pesados (Cr, Pb, Cu y Zn) en sedimento fluvial hasta 60 cm de profundidad. Para ello se fijaron cuatro puntos de muestreo, siendo los mismos puntos del informe I. Los resultados indican que las concentraciones de metales pesados superan los niveles guía de Canadá para sedimentos, principalmente en los sitios 1 y 2, los cuales fueron unificados por su cercanía y se localizan en donde termina el entubamiento y comienza el canal Sarandí a cielo abierto. En este caso, el plomo registra un promedio de 37,58 y máximo de 47,83 mg/kg (a 40cm de prof.). El Cromo, con un promedio de 160,4 y máximo de 322,82 mg/kg (a 50cm de prof.). Níquel con promedio de 12,49 y máximo de 24 mg/kg (a 50cm de prof.). Cobre un promedio de 33,7 y un máximo de 115,49 mg/kg (a 60cm de prof.).

**INFORME III:** *Caracterización Ambiental del Arroyo Sarandí. Una interpolación espacial. Scarano et al. (2016)*

Este trabajo focaliza en determinar el estado ambiental actual del arroyo Sarandí, para ello se tomaron 17 muestras de sedimentos superficiales en tres sitios a lo largo del arroyo (Figura 21). Las muestras fueron tomadas con un límite de profundidad de 10 cm, durante un lapso aproximado de ocho meses. La distancia entre los puntos extremos abarca casi la totalidad del arroyo Sarandí que no se encuentra entubado.



Figura 21: Sitios de muestreo. Fuente: Extraída de Scarano et al. (2016)

Los resultados indican que en general las mayores concentraciones de metales en los sedimentos se encuentran en el tramo del arroyo comprendido entre las calles Heredia y La Blanqueada. Encontrándose los valores más altos en el punto de muestreo de la calle Heredia, sitio donde el arroyo Sarandí se encuentra a cielo abierto en un tramo corto para volver a estar entubado hasta el sitio de la blanqueada (altura de las vías del ferrocarril). Cabe destacar que el sitio a la altura de la calle Heredia es la misma zona donde se realiza el muestreo en el trabajo que se presenta a continuación, realizado por Greenpeace, evidenciando también el grado de deterioro de ese tramo del arroyo.

**INFORME IV:** *Greenpeace Cueros Tóxicos II. Curtiembres actualización de evidencias de contaminación en la Cuenca Matanza Riachuelo. Greenpeace (2013).*

En este trabajo se realizó una intervención a la curtiembre Antonio Esposito ubicada en la calle Gibraltar 1432 de la localidad de Sarandí. Se tomaron muestras de los efluentes que dicha industria vuelca en el arroyo sarandí donde este se encuentra al descubierto. Los análisis de las muestras arrojaron una cifra 12 veces superior de cromo al límite establecido por ACUMAR; y la materia orgánica casi 3 veces al límite establecido por ACUMAR (Tabla 20).

Tabla 20: Concentración de Cromo total y materia orgánica en efluente (valores en mg/l). Fuente: Greenpeace Cueros Tóxicos II (Febrero de 2013).

Sustancia (mg/l)	Resultado muestra Greenpeace (17/12/2012)	Resolución 001/2007(ACUMAR)
<b>Cromo Total</b>	23,1	2,0
<b>Materia Orgánica</b>	730	250

También se tomaron y analizaron muestras de sedimento cercanas al efluente donde se realizó el muestreo de líquidos y en la orilla del arroyo Sarandí que por falta de estándares de calidad de sedimentos a nivel nacional se tomaron como valores de referencia la legislación de Canadá. El análisis arroja que el Cadmio superó hasta 4,65 veces los parámetros canadienses; el Mercurio hasta 3,76; el Plomo hasta 15,68 y el Cromo total hasta 27,88 veces.

### Síntesis de la información presentada

En base a los valores obtenidos en los informes, se realiza una tabla de los datos de forma organizada por tipo de contaminante, tipo de muestra, sitio geográfico, y la fecha en la que fueron realizadas. Además, se presentan los niveles guía umbral de Canadá para sedimentos con el fin de realizar las comparaciones correspondientes (Tabla 21). El valor guía umbral de Canadá es la concentración límite en la cual no se han encontrado efectos adversos de los contaminantes.

Los datos dispuestos en la tabla son los máximos hallados en cada trabajo, en el caso del informe III y IV son correspondientes principalmente a la zona del arroyo y calle Heredia (sitio donde se encuentra al descubierto en un segmento relativamente corto) (Figura 22). En el caso del informe II, los datos corresponden al sitio donde termina el entubamiento (altura de las vías del ferrocarril) y comienza el último tramo rectificado del arroyo Sarandí al descubierto.

Tabla 21: Comparación de los valores de concentración de metales pesados de los informes con niveles guía de calidad de sedimento de Canadá. Se señalan con rojo los valores excedidos. Fuente: Elaboración propia.

Informes	Tipo de muestra	Tipo de contaminante y concentración (valores de sedimento y agua: mg/Kg y ml/L)							Coords.	Fecha de las tomas
		Cr	Pb	Cu	Zn	Ni	Hg	Cd		
Informe I	Agua	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Informe II	Sedimento	322,82	47,83	115,49	-	24,033	-	-	S 34° 40' 27,89'' O 58° 20' 0,80''	29/03/2011 al 08/11/2011
Informe III	Sedimento	4195	220	205	1099	55	-	-	S 34°41'41.23" O 58°21'16.04"	No especifica
Informe IV	Sedimento	1040	549	-	-	-	0,64	1.04	-	17/12/2012
	Agua	23,1	<0,1	-	-	-	<0,005 mg/Kg	<0,01 mg/Kg	-	17/12/2012
Niveles guía umbral Canadá	Sedimento	52,3	30,2	18,7	124	-	0,13	0,7		



Figura 22. Arroyo Sarandí diez metros río debajo de la ubicación de Antonio Esposito S.A (Zona calle Heredia). Se observan casillas de viviendas situadas prácticamente a la orilla del arroyo. Fuente: Extraída de Greenpeace, cueros tóxicos II (2013)

## Informes técnicos que revelan contaminación en el Arroyo Santo domingo

El número de trabajos científicos que describen la situación ambiental de este arroyo son escasos. Entre los trabajos que se hallaron se encuentra Elordi et al. (2012), en el que se realiza un muestreo de agua con el objetivo de determinar y evaluar la carga microbiológica asociada a contaminación fecal presente en las aguas de los arroyos Las Piedras y San Francisco, ubicados en el partido de Quilmes. Evidentemente no es un estudio ubicado en el canal Santo domingo pero si en sus afluentes. Estos arroyos se unen a la altura del límite jurisdiccional entre los partidos Avellaneda y Quilmes para formar el Santo Domingo el cual se encuentra canalizado. El otro trabajo consiste en el realizado anualmente por CEAMSE para el monitoreo de aguas superficiales, el cual consiste en dos puntos de muestreo ubicados aguas arriba y aguas abajo del canal.

*Evaluación de la calidad microbiológica de las aguas de los arroyos las piedras-San Francisco considerando el nivel de cobertura sanitaria de la población adyacente.*

**Elordi et al. (2012)**

Se considera este trabajo porque estos dos arroyos mencionados son parte de la cuenca alta del arroyo Santo Domingo. Se encuentran a cielo abierto dentro del partido de Quilmes hasta llegar prácticamente al límite con el partido de Avellaneda y comienza su entubamiento bajo tierra, aflorando a cielo abierto como el canal Santo Domingo a la altura de la autopista Buenos Aires - La Plata, como ocurre con el arroyo Sarandí (ver sección 4.6.2)

El muestreo consistió en seis muestras de agua superficial, tres correspondientes al arroyo Las Piedras, dos al arroyo San Francisco, y la última de las muestras corresponden al área de confluencia de ambos arroyos. Se analizaron los indicadores de contaminación fecal, los cuales son: Coliformes totales y Coliformes termotolerantes; y un Agente Patógeno bacteriano: *Pseudomonas aeruginosa*. Los primeros están asociados a enfermedades diarreicas, mientras que el agente patógeno bacteriano a enfermedades infecciosas urinarias, respiratorias, digestivas, otitis, dermatitis, etc.

Los resultados de Coliformes totales y Coliformes termotolerantes se comparan con los límites establecidos por la Res 46/2017 establecida por la ACUMAR basándose en estándares internacionales. En el caso de *Pseudomonas aeruginosa* se compara con la legislación de Perú, ya que en nuestro país no existe niveles guía para estos indicadores de contaminación fecal en aguas superficiales. Los resultados indican que ambos arroyos presentan una gran carga bacteriológica de tipo fecal. Particularmente la zona más afectada comprende las estaciones ubicadas aguas debajo de cada arroyo y justo antes del comienzo

del entubamiento, siendo este último por lejos el punto más afectado. Al compararlo con las legislaciones mencionadas se observa que son superadas ampliamente para los parámetros bacteriológicos. En cuanto a los parámetros fisicoquímicos se pueden apreciar valores elevados de color, conductividad, sólidos totales, turbiedad, DQO y DBO en general, y en particular para la estación ubicada antes del entubamiento, se encuentran extremadamente elevados los últimos tres parámetros mencionados. Es más, los valores de DQO, DBO y turbiedad exceden ampliamente las legislaciones utilizadas. Los parámetros fisicoquímicos restantes se encuentran dentro de los valores habituales para este tipo de curso de agua, incluyendo el contenido en metales pesados.

Estas concentraciones podría estar asociadas a la falta de servicio de red cloacal en las viviendas que ocupan los márgenes de los mismos, ya que el 21,52% (dato del año 2012) de la población de Quilmes no posee conexión a la red cloacal, siendo los barrios pertenecientes a zona de la cuenca los más asociados a este porcentaje. Se podría considerar una fuente adicional los desechos fecales de los animales domésticos que abundan en la zona relevada.

### **Monitoreo realizado por CEAMSE**

Los informes realizados por el CEAMSE sobre el canal Santo Domingo consisten en dos puntos de muestreo, uno aguas arriba y otros aguas abajo (Figura 23). Para el análisis de su calidad ambiental se aplica el Índice de Calidad de Agua "ICA" (Berón 1984). Para ello se consideran 5 parámetros, estos son: temperatura, oxígeno disuelto, nitrógeno amoniacal, demanda bioquímica de oxígeno y cloruros. Este índice utiliza una escala numérica simple que puede variar entre 0 y 10 según el grado de contaminación en el que se encuentre el sitio, donde un valor de 10 indica pureza original, 8 se refiere a polución leve, 6 a polución, 3 a polución elevada, y < 3 a polución muy elevada con calidad semejante a un vertido cloacal crudo y séptico. En este sentido podemos observar que en el primer semestre del año 2015 aguas arriba el índice es de 2,8 lo que significa que se encuentra semejante a un vertido cloacal crudo, lo mismo ocurre para el segundo semestre del año 2019. Luego el resto de los índices calculados responden a una polución elevada estando en valores entre 3,1 y 6.

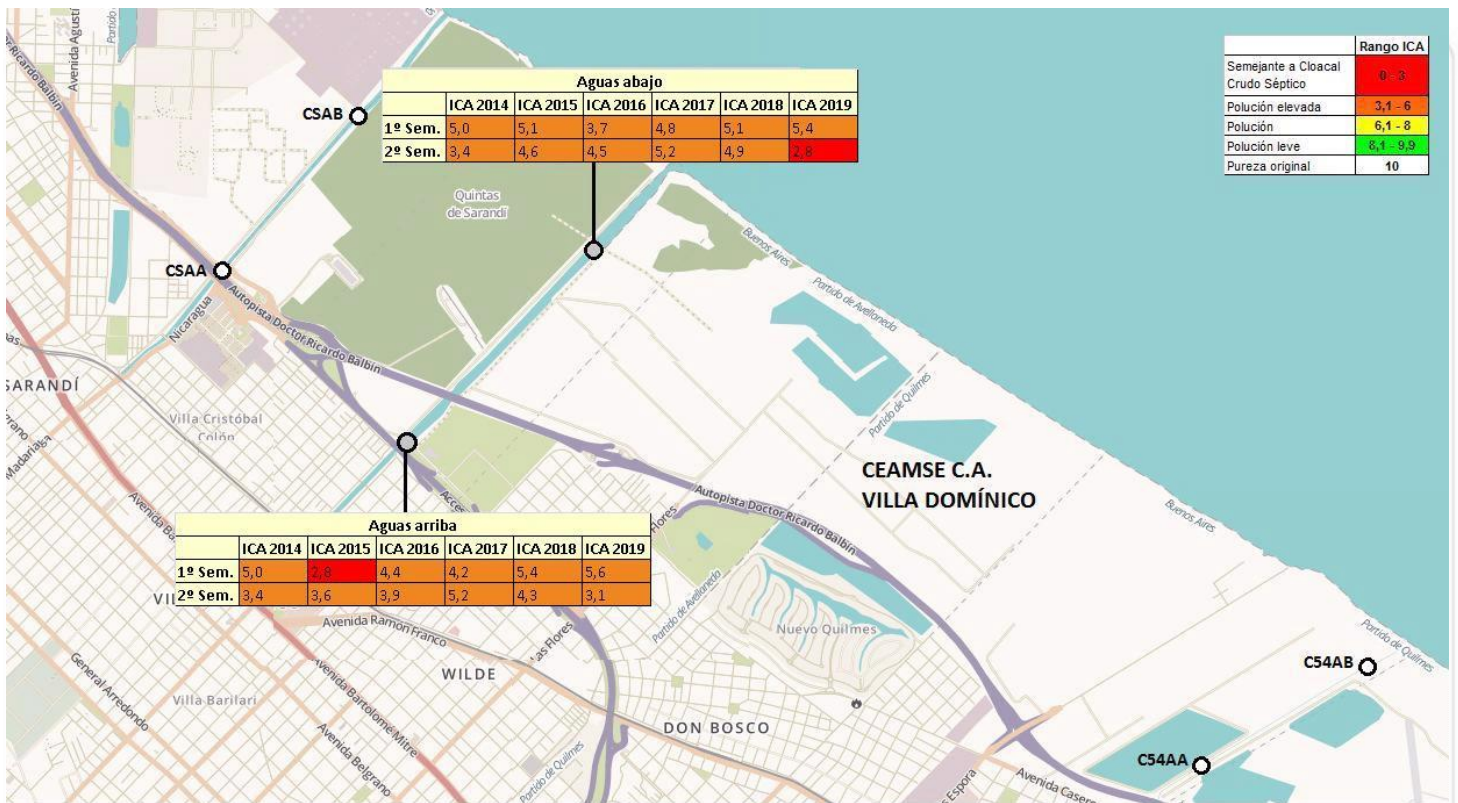


Figura 23. Sitios de muestreo y valores de ICA EPA. Fuente: Extraída del informe 2014-2016 realizado por el CEAMSE, la cual fue modificada para poder visualizar los datos de los tres informes en una sola imagen.

Estos resultados obtenidos conciden con el trabajo de Elordi et al. (2012) en el cual ya se observa una situación grave con respecto a la contaminación biológica en los afluentes del arroyo Santo Domingo.

A partir del relevamiento bibliográfico sobre la calidad ambiental de los efluentes y sedimentos de los cursos superficiales del Partido de Avellaneda, se dispone la información en la Figura 24. Se podría considerar los sitios de mayor impacto, por poseer las concentraciones más altas de contaminantes, al segmento del Riachuelo entre el puente Uriburu y el Meandro De Brian, y a la sección a cielo abierto a la altura de la calle Heredia del arroyo Sarandí.

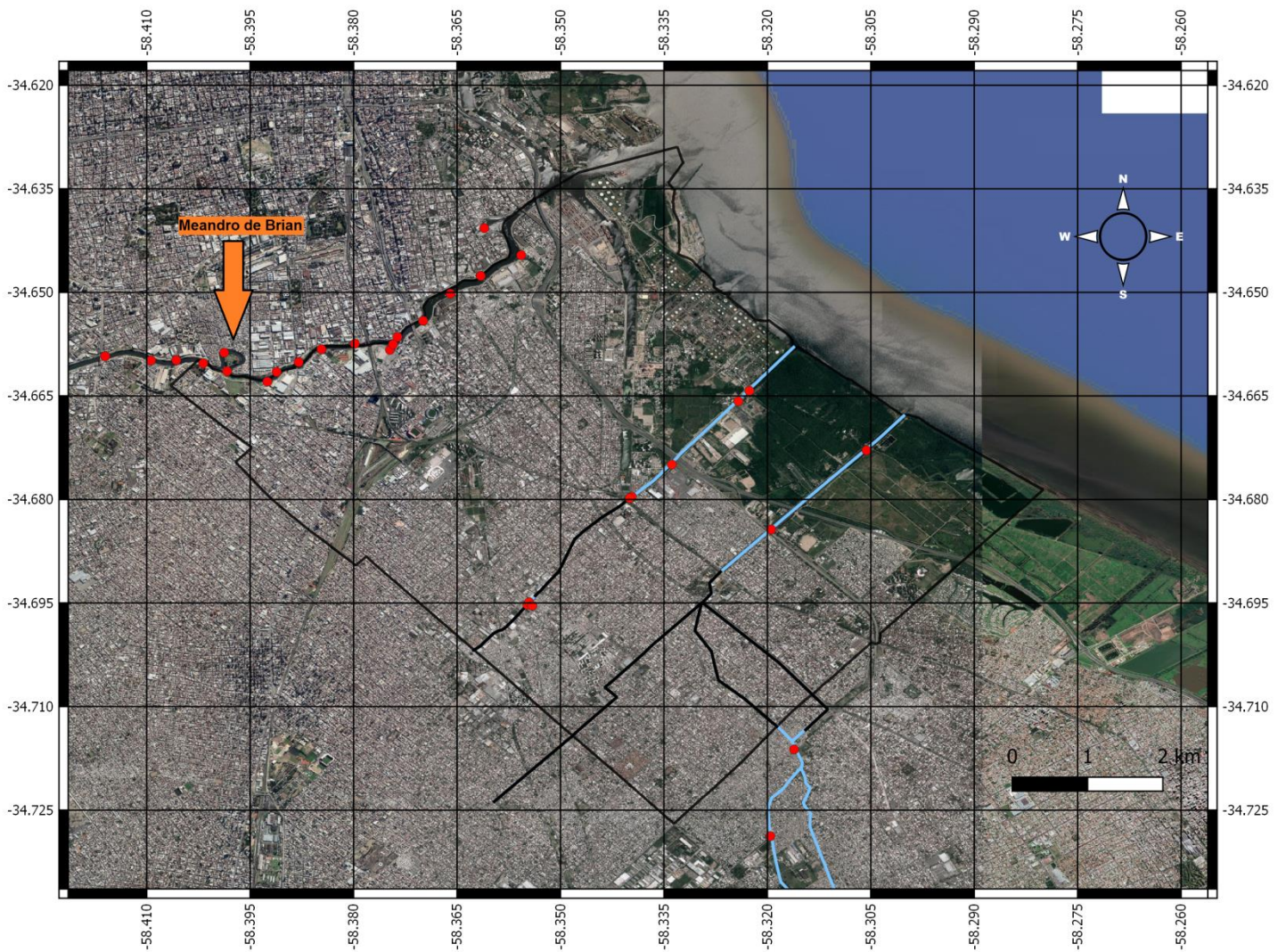


Figura 24. Mapa de los sitios de muestreo con diversos grados de contaminación de efluentes y/o sedimentos, sobre los cursos de agua superficial de Avellaneda. Riachuelo: Riesgo & Pais (2017); Sarandí: Informe I y II: Speltini y Naser, Informe III = Scarano 1, 2 y 3, Informe IV GP – efluentes y sedimentos.  
Fuente: Elaboración propia.

## 6.5. Transferencia de contaminantes por crecidas e inundaciones

Luego de haber expuesto la compleja situación de impacto ambiental que generan las actividades humanas en los distintos medios (aire, agua, suelo), la cual es peligrosa para la salud y de un potencial riesgo a la vida. Se propone relacionar cómo estos serios problemas ambientales que obedecen fundamentalmente a factores de tipo antropico podrían estar acrecentados por fenómenos naturales, y por ende aumentar también los riesgos de sufrir una mayor exposición.

Históricamente los asentamientos de los seres humanos sucedieron cerca de cursos de agua, por una cuestión de consumo, higiene, vertido de desechos, etc., en definitiva, por la comodidad general y beneficios que posee tener una provisión de agua cercana. Por su

parte, el área de estudio y los partidos localizados al sur del Matanza-Riachuelo presentan una alta concentración urbana en las terrazas y en la planicie aluvial del mismo. Asimismo, hacia el sur del AMBA, la planicie loésica ofrece una menor grado de ondulación y una mayor participación de áreas bajas inundables urbanizadas (Morras, 2010). Los factores de riesgo geológico identificables en el Partido que eventualmente generan inundaciones en el ejido urbano son: a) susceptibilidad al anegamiento por ascenso del Río de la Plata, b) susceptibilidad al anegamiento en cuencas de ríos y arroyos, c) susceptibilidad al anegamiento por ascenso del nivel freático (Rodríguez, 2004).

A partir de esto podemos confirmar que el área de estudio tiene características geomorfológicas e hidrogeológicas particulares que la hacen proclives a las inundaciones. Las inundaciones representan alrededor del 40 por ciento de todos los desastres naturales que ocurren en todo el mundo, por lo que es probablemente el desastre natural más común (MMWR, 1993). Entre las categorías de posibles inundaciones, es decir entre las Inundaciones "naturales" e inundaciones "modificadas por el hombre" se encuentran:

- Inundaciones repentinas después de períodos de lluvia anormal localmente o dentro de un área de captación;
- Inundaciones después del un clima adverso en condiciones tales como huracanes o tormentas tropicales;
- Inundaciones seguidas del rebasamiento de ríos u arroyos;
- Inundaciones siguientes por la sobrecarga de alcantarillas o mal funcionamiento de alcantarillas de las mismas;
- Inundaciones siguientes a una falla de ingeniería de una presa.

(Euripidou & Murray, 2004)

Las inundaciones son particularmente importantes en términos de salud pública, ya que pueden tener múltiples consecuencias ambientales. Estos pueden incluir: la contaminación directa de hogares y otros edificios; la contaminación de las fuentes de agua potable con material infeccioso o químico; la interrupción de los sistemas de alcantarillado (residencial e industrial), de su recolección y eliminación doméstica; la movilización de productos químicos desde el almacenamiento (por ejemplo, tanques de combustible subterráneos) o mediante la movilización de productos químicos que ya están en el medio ambiente (MMWR, 1993). Para que suceda la movilización de contaminantes no es excluyente que los cuerpos de agua estén contaminados, sino que también puede suceder por el arrastre y transporte que produce el agua cuando se pone en contacto con metales pesados depositados en seco sobre el suelo (Dean, 2005).

Los impactos de las inundaciones son más extensos y complejos de lo que se ha apreciado hasta ahora (Tapsell, 2002), ya que es complicada la estimación del impacto total que producen por la cantidad de factores que se ponen en juego, considerando no solo los

impactos físicos en la salud de la población y en los bienes materiales sino también al impacto a la salud psicológica que esto implica (Tapsell, 2002). El impacto en la salud de las inundaciones pueden ser considerables y afectar a muchas personas al mismo tiempo, provocando su desplazamiento, lesiones físicas y exposición a riesgos biológicos y químicos (Euripidou & Murray, 2004). En el trabajo de Euripidou & Murray (2004) se citan 12 casos que sucedieron en sitios de distintos países entre ellos se encuentran casos en USA, Japón, Reino Unido, Honduras, Rumania y España en donde se observaron concentraciones de contaminantes en sedimentos post inundaciones. Como por ejemplo un evento de inundación reportado a la División de Peligros Químicos y Venenos, de Londres denominado caso Yorkshire flood, desde el 28 Octubre al 8 Noviembre del año 2000 se experimentaron altas precipitaciones que provocaron graves inundaciones. Cuando las aguas de la inundación retrocedieron, la Junta de British Waterways expresó su preocupación por la presunta movilización de compuestos contaminantes al suelo. Es por ello que se tomaron muestras compuestas de sedimentos en el área de riesgo y a lo largo de tramos de un camino de sirga (camino que bordea el cauce del río). Las muestras fueron para dioxina/furano, metales pesados y contenido de materia orgánica. Se encontró evidencia de que los residuos de dioxina acumulados en ríos, canales, aguas pluviales y desagües cloacales pueden ser movilizados y depositados en áreas y jardines donde la exposición humana puede ocurrir (Euripidou & Murray, 2004). Varios trabajos describen como el caso del huracán Katrina en Nueva Orleans, Estados Unidos provocó inundaciones debido a la marejada ciclónica que ocasiono que grandes cantidades de agua de la inundación entraran en contacto con productos químicos peligrosos de la superficie y luego inundaran los vecindarios bajos durante períodos prolongados saturando el suelo con agua superficial (Cobb et al., 2006; Presley et al., 2006; Harmon & Wyatt, 2008).

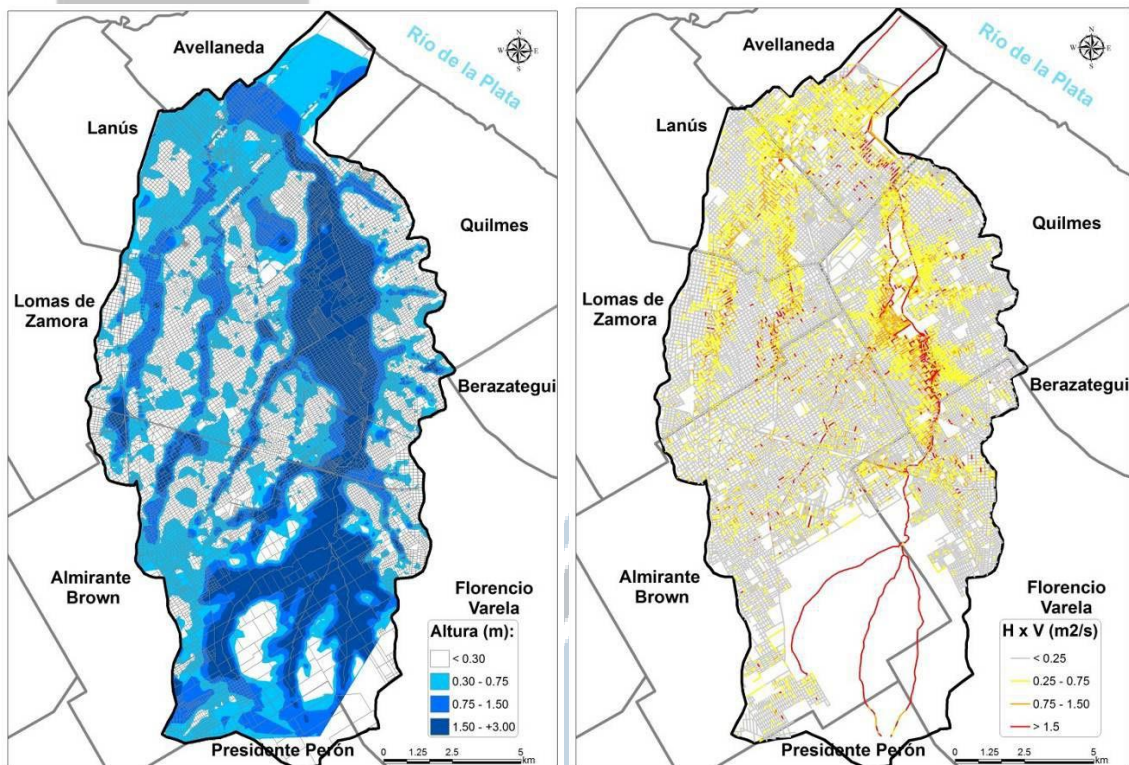
Estas experiencias que se acaban de exponer nos son de utilidad para comprender mejor la situación ambiental del área, la cual posee todas las características a tener en cuenta: los serios problemas de contaminación fisicoquímica en todos los medios y la propensión a inundaciones habituales provocada por desborde de arroyos e insuficiencia en la red de drenaje. Situación que se ha visto agravada en los últimos años, por la expansión de las urbanizaciones emergentes en zonas inundables. Estas zonas de las cuencas se convierten en áreas críticas, siendo de alta vulnerabilidad frente a inundaciones (Lecertua et al., 2014).

Ante el evento extraordinario de precipitaciones ocurridos el 2 y 3 de abril de 2013 sucedido en las ciudades de La Plata, Berisso y Ensenada el cual ocasionó la muerte de más de 50 personas, innumerables daños materiales y graves secuelas psicológicas en las personas afectadas que aún hoy perduran ante cualquier amenaza de tormenta, la Subsecretaría de Recursos Hídricos (SSRH) solicitó al Instituto Nacional del Agua (INA) estudiar eventos de precipitación similares en distintas cuencas del conurbano bonaerense.

Se focalizaron los estudios en cuencas de alto grado de urbanización con graves problemáticas de inundación y donde la autoridad de cuenca es inexistente. En este trabajo se presenta la modelación hidrológica - hidráulica de la cuenca Sarandí – Santo Domingo con el fin de identificar las regiones más afectadas frente a un evento de tales características, la cual fue realizada a través del Modelo EPA-SWMM siendo de utilidad en la simulación del proceso de transformación de lluvia en escorrentía, eventuales o continuas, calculando la cantidad y la calidad de escorrentía, principalmente en cuencas urbanas. Dada la complejidad y el tamaño de la zona de estudio, se desarrolló una metodología mayormente automática para el armado del modelo, y para ello se desarrollo el software ConuPy.

A partir de la modelación se obtuvieron mapas sobre los niveles de agua que podría llegar a alcanzar en una situación como la sucedida en La Plata. Los niveles máximos superficiales alcanzados se indican en el mapa de la Figura 25, en la cual se puede visualizar que los sitios donde se alcanza mayor altura es en la zona aguas arriba de la confluencia de los arroyos Las piedras y San Francisco abarcando un área de aproximadamente 900hectáreas (área perteneciente al partido de Quilmes), la cual es una zona mayoritariamente industrial con grandes espacios verdes ocupados en los últimos años por asentamientos precarios lo que acentúa la vulnerabilidad a inundaciones. En el caso de Avellaneda se puede notar áreas donde el agua supera los 0,30m, y alcanzando en algunos sitios valores entre 1.5 y 3m de altura, esto es alarmante considerando a los 0,30 m como el valor de altura límite establecido de ingreso de agua a las viviendas.

Además de esto se calcula la inundabilidad dinámica, que es una medida de la peligrosidad del escurrimiento en la red de drenaje urbana. Según los valores que surgen al calcular los coeficientes de cada calle, se pueden definir niveles de intensidad los cuales son: alto, medio y bajo según los valores obtenidos. Un nivel alto genera daños importantes para la economía y pérdida de vidas humanas; un nivel medio genera menores daños que en el caso anterior, pero no son despreciables; Por último, un nivel bajo genera daños generalmente leves, no se esperan pérdidas en vidas humanas, aunque pueden darse pérdidas en áreas de cultivo y animales. Cabe aclarar que, más allá de la definición que establece este trabajo sobre los niveles en el flujo del agua superficial en una inundación, se podría evaluar si el bajo flujo del escurrimiento superficial puede provocar zonas anegadas, y amerite más tiempo el descenso del nivel superficial del agua. Como fue ejemplificado en la introducción de este apartado, podría considerarse también, si ese tiempo de residencia es lo suficiente para que las aguas que estuviesen en contacto con residuos peligrosos, se saturen y se mezclan con los suelos subyacentes, lo que permite que los contaminantes puedan ser retenidos en superficies de partículas del suelo o en espacios porosos.



a) Alcance máximo superficial

b) Inundabilidad dinámica

Figuras 25. Mapas de inundación máxima e inundación dinámica.

Fuente: Extraída de Lecertua et al. (2014)

Por último, en el trabajo se calcula el tiempo de residencia del agua, lo cual es de mucha utilidad para el enfoque que se propone en esta sección, pero solo se encontraron los realizados en los partidos de Lomas de Zamora, Lanús y Quilmes, en los cuales se estiman sitios con 7, 8 y 31hs respectivamente, de permanencia de agua en niveles superiores a los 0,30m de altura. Vale aclarar que los sitios fueron elegidos por ser intersecciones de avenidas o estaciones de tren. En cuanto a la cantidad de personas afectadas en un caso de esta magnitud, se estima que para el partido de Avellaneda el 5,4% de la población total del partido estaría afectada por niveles de agua <1m, el 26,5% para niveles de agua entre 1m – 2m y el 14,7% para alturas >2m (Ortiz et al., 2017).

A continuación se dispone un mapa (Figura 26) relacionando los sitios peligrosos por contaminación identificados en los cursos de agua superficial, con el mapa de alcance máximo superficial de inundación realizado por Lecertua et al. (2014) en base a las estimaciones de inundaciones extraordinarias.

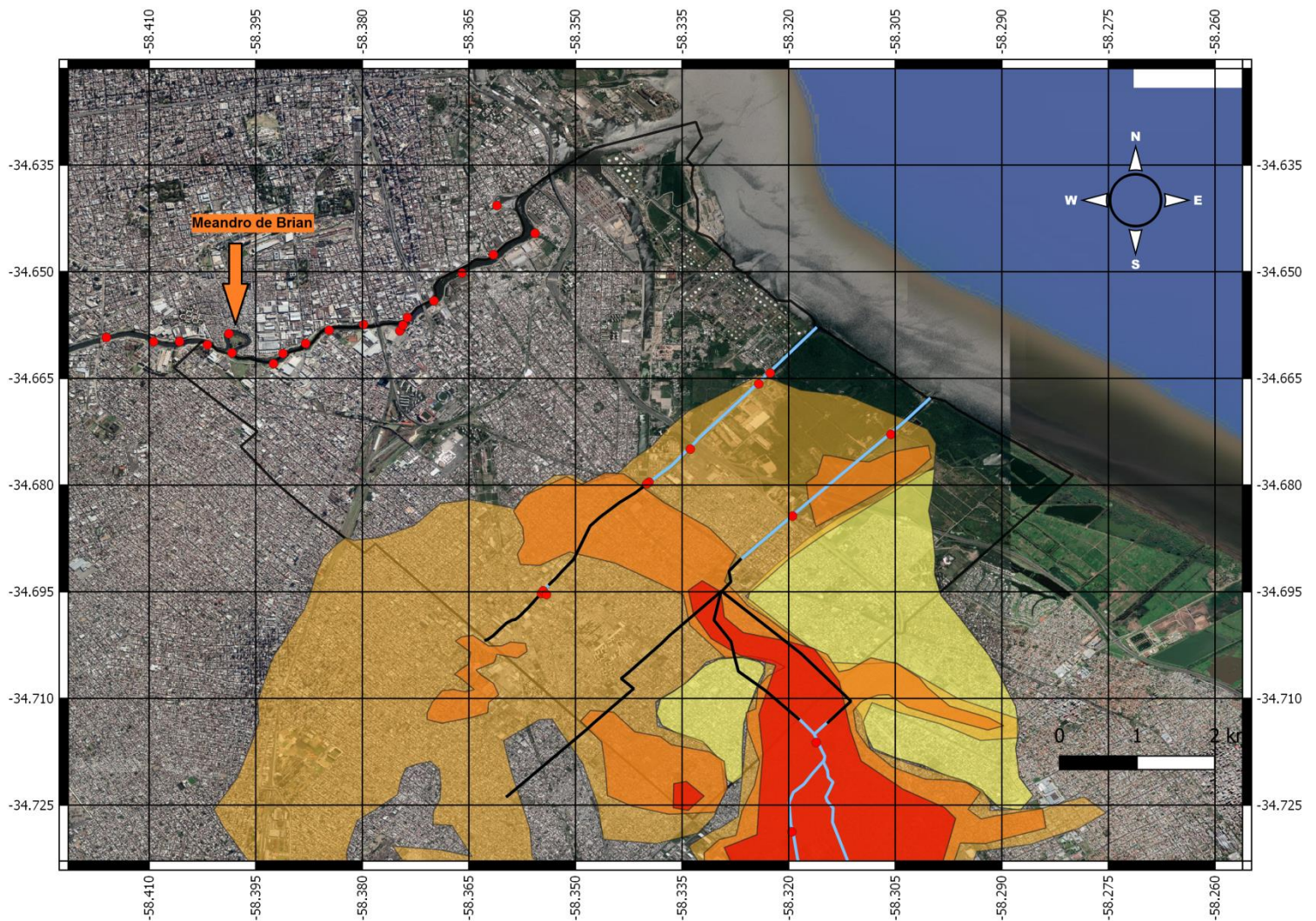


Figura 26. Relación entre los cursos de agua superficial contaminados y el modelo de inundación de Lecertua et al. (2014). En color **Amarillo**: se indican las zonas con inundaciones < a 30cm, en color **Naranja claro**: de 30cm a 1m, en **Naranja intenso**: 1m a 1.5m, y en **Rojo**: >1.5m. Fuente: Elaboración Propia.

En lo que respecta a la cuenca MR, merecen indicarse que las inundaciones y sus múltiples efectos conforman una seria problemática que afecta gravemente, fundamentalmente a las zonas urbanas de la Cuenca. Por otro lado, es preciso indicar que en varios sectores la urbanización se ha asentado sobre los antiguos meandros del río. Estas zonas constituyen áreas naturalmente deprimidas desde el punto de vista topográfico, por lo que en ellas es típico observar múltiples inconvenientes asociados al micro drenaje urbano. Los efectos de las inundaciones se ven maximizados por aquellos generados por la Sudestada, ya que la dirección (SE) y la intensidad (superior a 35 km/h) del viento asociado a este fenómeno meteorológico impone dificultades para el desagüe normal de las aguas del Río de la Plata y, por ende, para el sector inferior del Matanza-Riachuelo (Laffitto et al., 2017).

Con respecto a la Cuenca Matanza Riachuelo, frente a los episodios de inundaciones sucedidos, ACUMAR decidió avanzar en un plan integral de contingencia que organice tareas de respuesta inmediata ante la catástrofe, que contemple los escenarios de riesgo,

los recursos disponibles, los instrumentos del plan operativo, así como la articulación del conjunto de los actores involucrados en la tarea: Municipios, Defensa Civil, gobierno de la Provincia de Buenos Aires, etcétera. Actualmente, el Plan Integral de Contingencia se está desarrollando a través del préstamo BIRF 7706/AR. ACUMAR trabaja junto a la Provincia de Buenos Aires, los municipios de la Cuenca y la Ciudad de Buenos Aires. Un Plan de este tipo requiere el reconocimiento de un proceso, con etapas bien diferenciadas, que involucren el logro del consenso técnico político de actores diversos, multijurisdiccionales. Entre los principales resultados disponibles actualmente, se encuentran mapas en donde se clasifica la peligrosidad de acuerdo a la recurrencia y severidad de los eventos. Se consideran eventos de lluvia, de sudestada y la combinación de ambos. La severidad se evalúa considerando la altura del agua, la velocidad de corriente y duración del evento. Asimismo, las capas de peligrosidad y vulnerabilidad se combinaron a través de la superposición de los mapas fijando la valoración de interrelación entre cada una de las variables involucradas.

En líneas generales la metodología empleada permitió identificar aquellos sectores de la cuenca Matanza Riachuelo sobre los cuales se deberá prestar mayor atención durante una inundación (Figura 27). Estos sectores son principalmente aquellos que presentan un alto peligro de inundación, pero en donde además reside población con una vulnerabilidad media o alta. Este aspecto resulta de suma importancia al considerar la clasificación de Riesgo como una herramienta de decisión para la atención de la población durante la contingencia, donde muchas veces los recursos (materiales y no materiales) son limitados. Al respecto, se puede apreciar que el riesgo es bajo en zonas donde, a pesar de existir una peligrosidad alta, la vulnerabilidad de la población presente es baja (ACUMAR, 2020 – peligro y vulnerabilidad).

En la perspectiva de análisis de este trabajo, los sitios con riesgo de inundación resultan también sectores de exposición a contaminantes presentes en la columna de agua y sedimentos, los cuales fueron detallados en la sección correspondiente.

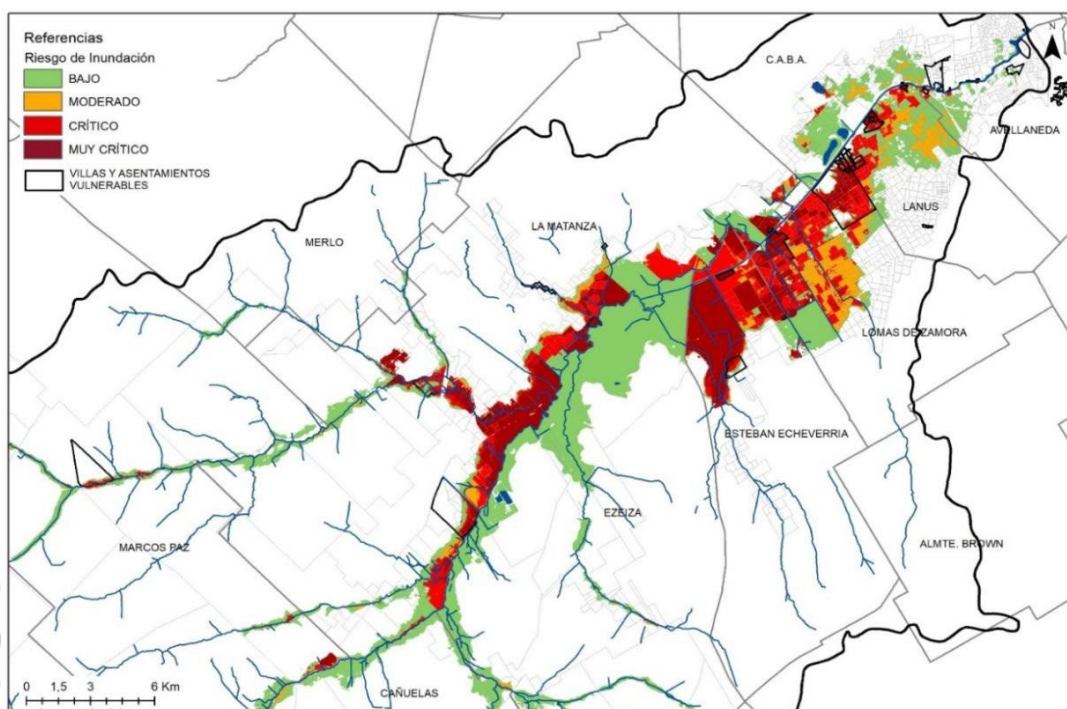


Figura 27. Zonas comprometidas por posibles inundaciones considerando poblaciones vulnerables.

Fuente: Pagina oficial: ACUMAR 2020 – peligro y vulnerabilidad.

La transferencia de contaminantes desde el cuerpo de agua hacia los suelos costeros queda evidenciada en el trabajo de Ratto et al. (2004) en el cual evaluaron el grado y el origen de la contaminación del suelo en una de las márgenes del Riachuelo. La hipótesis propuesta por los autores fue que el aporte permanente de aguas contaminadas afecta la calidad del suelo. Entre los principales resultados, los autores reportaron que el cadmio, cobre, arsénico y cromo superaron los valores considerados tolerables por la ley 24.051 de residuos peligrosos para el uso más restrictivo. La concentración de metales e hidrocarburos disminuyó (aunque en diferente proporción) al alejarse unos cuatro metros desde la línea costera hacia el interior, confirmando la influencia del Riachuelo. Finalmente, los autores señalan que las crecidas cobran particular importancia como forma de transporte de la contaminación desde el agua hacia el suelo y la remediación o saneamiento es indispensable para minimizar los riesgos para la población que frecuenta el sitio (Ratto et al., 2004).

#### **6.6. Exposición a contaminantes en aguas subterráneas**

El agua dulce es un recurso esencial y trascendental para todo tipo de vida en nuestro planeta, no sólo para la salud y supervivencia del hombre, sino también para la producción de alimentos y actividades económicas. Ella es necesaria, a su vez, para la subsistencia y desarrollo de los ecosistemas (De Rosa, 2011). Por su parte la OMS indica que la falta de agua segura, de servicios sanitarios y de higiene constituye el factor de riesgo ambiental más importante a nivel mundial en términos de años de vida ajustados por discapacidad y el segundo factor de riesgo más importante en términos de muertes (OMS, 2009). A pesar de ser reconocido internacionalmente, sigue existiendo la mala gestión de aguas residuales de origen urbano, agrícola e industrial en muchas partes del mundo, con impactos directos en la calidad de las fuentes de agua, poniendo en riesgo la salud de los ecosistemas y de millones de personas.

Monteverde et al. (2013) realizó una comparación entre poblaciones que se encuentran en el área de la cuenca Matanza Riachuelo, con acceso a servicios de saneamiento y sin acceso a la mismos (estas últimas abastecidas por perforaciones u otras fuentes). Se obtuvo como resultado que la falta de servicios de saneamiento (agua de red y cloacas) incrementan de forma significativa el riesgo de padecimiento de diarreas, y dicho efecto se potencia cuando se trata de grupos con vulnerabilidad social y ambiental, especialmente en poblaciones marginales que viven en viviendas precarias y cerca de basurales. Basándose principalmente en la incertidumbre que genera la eficiencia en la

realización de perforaciones individuales y el estado de calidad del acuífero Puelche en el área del Gran Buenos Aires.

ACUMAR revaluó el comportamiento (flujo y calidad) del agua subterránea y su variación, para identificar y evaluar los procesos de contaminación difusa, descarga y recarga, e identificar tendencia por cambio de uso de suelo modificaciones en la explotación de los acuíferos y cambios en el sistema de saneamiento (ACUMAR-INA, 2018). Para ello se realizó un monitoreo de agua subterránea en los pozos distribuidos en toda el área de la cuenca. Dentro del partido de Avellaneda se encuentran 5 de esos puntos los cuales están ubicados de la siguiente forma (Tabla 21 y Figura 28):

Tabla 21: Sitios de monitoreo de agua subterránea. Fuente ACUMAR-INA (2018).

Código de los Pozos		Coordenadas geográficas		Localización	
Freático	Puelche	Latitud	Longitud	Dirección	Partido
6F	6P	34° 39' 14"	58° 21' 11"	Bajada Autopista - Dock Sud	Avellaneda
31F	31P	35° 00' 08"	58° 59' 58"	Morse y Colectora Aut. Bs As -La Plata (Arenera Dock Sud)	Avellaneda
33F	33P	34° 39' 31"	58° 22' 51"	Club Regatas de Avellaneda	Avellaneda
46Fd	46P 46Pat	35° 39' 49.45"	58° 18' 28.60"	Zona de viñedos entre A° Sarandí y la Costa del Río de La Plata	Avellaneda
47F	47P	35° 38' 49.3"	58° 20' 41.13"	Plazoleta en las calles Sargento Ponce, Madrid y Nuñez	Dock Sud (Avellaneda)
AySA AV 522	AySA AV 701	34° 41' 00"	58° 21' 06"	Solier y Supisiche, Sarandí	Avellaneda

Los datos fueron comparados con los límites establecidos por el Código alimentario argentino (CAA) para confirmar cuales son los excesos de concentración de las distintas sustancias. Los pozos están diferenciados por los cursos subterráneos a los cuales están asociados, estos son el freático (F) y el acuífero puelche (P).

En las Tablas 22 y 23, se resaltaron los valores que se encuentra por encima de lo establecido por el CAA, con excesos en: dureza total, sólidos disueltos totales, sulfatos, cloruro, manganeso total, nitrito, hierro, arsénico. Si bien, el cromo que no se encontró específicamente excedido, se aclara que es <0,050 siendo este el valor límite y por ende al no conocer su valor exacto se considera que podría ser peligroso. Ese mismo pozo tiene registros de una concentración de cromo de 0,82 mg/l (ACUMAR-033P-feb 2018).

Tabla 22. Comparación de la calidad del agua subterránea **nivel freático** con los estándares de CAA. Fuente: Elaboración propia, utilizando los datos del trabajo: Monitoreo de calidad de agua Subterránea de la Cuenca Matanza-Riachuelo, convenio ACUMAR-INA (2018).

Variables	6P	31P	33P	46P	46Pat	47P	AySA AV 701	Código Alimentario (limites)
pH (UpH)	7,56	7,09	7,25	7,63	7,86	7,47	7,81	6,5 -8,5
Conductividad eléctrica (µmho/cm)	6890	17700	20900	4610	6480	11500	1466	-
Dureza total (mg CaCO3/L)	509	2454	2195	245	803	1278	54,6	400 mg/l
Sólidos disueltos totales (mg Sol.dis.tot./L)	4010	12300	13000	2710	4050	7110	877	1500 mg/l
Sulfatos (mg SO4/L)	512	744	1280	812	654	870	128	400 mg/l
Fluoruro (mg F-/L)	0,54	<0,30	<0,30	0,75	0,89	0,44	1,0	1,2 mg/l
Cloruro (mg Cl-/L)	1633	5770	6680	841	1782	3060	78,7	350 mg/l
Manganeso total (mg Mn/L)	0,189	0,673	1,74	0,917	0,715	0,639	0,040	0,10 mg/l
Nitrógeno-Amoníaco (mg NNH3/L)	3,2	0,40	6,3	0,37	0,27	1,6	0,16	0,20 mg/l
Nitrato (mg NO3-/L)	-	-	-	-	0,737	-	-	45 mg/l
Nitrito (mg NO2-/L)	-	-	-	-	-	-	-	0,10 mg/l
Hierro (mgFe/L)	0,228	0,134	1,24	3,89	8,07	0,202	0,104	2,0 mg/l
Aluminio (mg Al/L)	-	-	-	-	-	-	-	0,20 mg/l
Arsénico (mgAs/L)	0,018	-	-	0,011	-	0,010	0,057	0,01 mg/l
Cromo (mgCr/L)	ND	ND	<0,050	ND	ND	ND	ND	0,05 mg/l
Cobre (mgCu/L)	ND	<0,030	0,037	<0,030	<0,030	<0,030	ND	1,00 mg/l
Cinc (mgZn/L)	ND	ND	0,030	0,028	0,056	ND	ND	5,0 mg/l

Tabla 23. Comparación de la calidad del agua subterránea nivel **Acuífero Puelche** con los estándares de CAA. Fuente: Elaboración propia, utilizando los datos del trabajo: Monitoreo de calidad de agua Subterránea de la Cuenca Matanza-Riachuelo, convenio ACUMAR-INA (2018).

Variables	6F	31F	33F	46Fd	47F	AySA AV 522	Código Alimentario (limites)
pH (UpH)	7,72	7,36	7,44	6,89	7,58	7,61	6,5 -8,5
Conductividad eléctrica (µmho/cm)	6140	2600	2730	1340	4810	1256	-
Dureza total (mg CaCO3/L)	480	754	1658	383	518	244	400 mg/l

Sólidos disueltos totales (mg Sol.dis.tot./L)	3350	1850	2450	912	2830	747	1500 mg/l
Sulfatos (mg SO <sub>4</sub> /L)	ND	211	1330	-	ND	118	400 mg/l
Fluoruro (mg F-/L)	0,39	0,44	0,91	0,41	0,43	1,3	1,2 mg/l
Cloruro (mg Cl-/L)	1574	144	99,0	115	965	95,5	350 mg/l
Manganeso total (mg Mn/L)	0,227	3,79	0,542	7,52	1,01	0,470	0,10 mg/l
Nitrógeno-Amoníaco (mg NNH <sub>3</sub> /L)	17,8	19,6	0,62	2,4	7,5	4,5	0,20 mg/l
Nitrato (mg NO <sub>3</sub> -/L)	-	-	-	-	1,28	-	45 mg/l
Nitrito (mg NO <sub>2</sub> -/L)	-	0,44	0,046	-	-	-	0,10 mg/l
Hierro (mgFe/L)	5,25	2,69	0,383	39,7	29,8	0,128	2,0 mg/l
Aluminio (mg Al/L)	-	-	-	-	-	-	0,20 mg/l
Arsénico (mgAs/L)	ND	0,008	0,099	0,011	0,007	0,061	0,01 mg/l
Cromo (mgCr/L)	<0,030	ND	ND	ND	<0,050	ND	0,05 mg/l
Cobre (mgCu/L)	<0,030	<0,030	<0,030	ND	0,044	ND	1,00 mg/l
Cinc (mgZn/L)	0,029	0,071	0,040	0,037	0,091	0,032	5,0 mg/l

Se puede concluir que el agua de pozo proveniente de los estratos superiores (Napa freática, acuífero pampeano) y las provenientes a mayor profundidad (Acuífero puelche) no se encuentran aptas para consumo directo sin un tratamiento previo, principalmente resultan críticos los sólidos disueltos, Mn, N-NH<sub>3</sub>. A parte de ello, se puede remarcar que en el estudio presentado no se realizan análisis microbiológicos, es por eso también que no se asegura la calidad del agua en cuanto a las concentraciones de bacterias Coliformes, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, las cuales tienen como principal fuente los desechos cloacales.

### Zona comprometida por CEAMSE

En el caso del agua subterránea del área perteneciente al ex relleno sanitario de Villa Dominico, según lo presentado en los tres informes realizados por CEAMSE, en donde evalúan las concentraciones de materia orgánica y metales pesados en los acuíferos Pampeano y Puelche, se concluye que la calidad de agua subterránea no ha sido afectada. Pero cabe aclarar que en este caso no se pudieron obtener los datos exactos de las muestras, solo estimaciones de gráficos de barras sobre mapas de ubicación de sitios, lo cual no son datos suficientes para poder realizar comparaciones con la legislación, y asegurar así, que el agua subterránea no esté afectada realmente. En los informes se aclara

que se utiliza como marco normativo de referencia a las Resoluciones 1143/02 y 41/14 del OPDS, las cuales no poseen valores de calidad de agua subterránea.

En el caso de los lixiviados del relleno, según los resultados expuestos, en todos los informes poseen características similares: pH alcalino (entre 7,2 y 8,3), alta concentración de DQO, alta Conductividad específica, alto contenido de nitrógeno representado en un 95% por nitrógeno amoniacal, no se detectan plaguicidas organoclorados, ni organofosforados, no se detectan hidrocarburos totales y por último los resultados del monitoreo indicaron que no se detectaron metales como cadmio, mercurio y cromo (hexavalente).

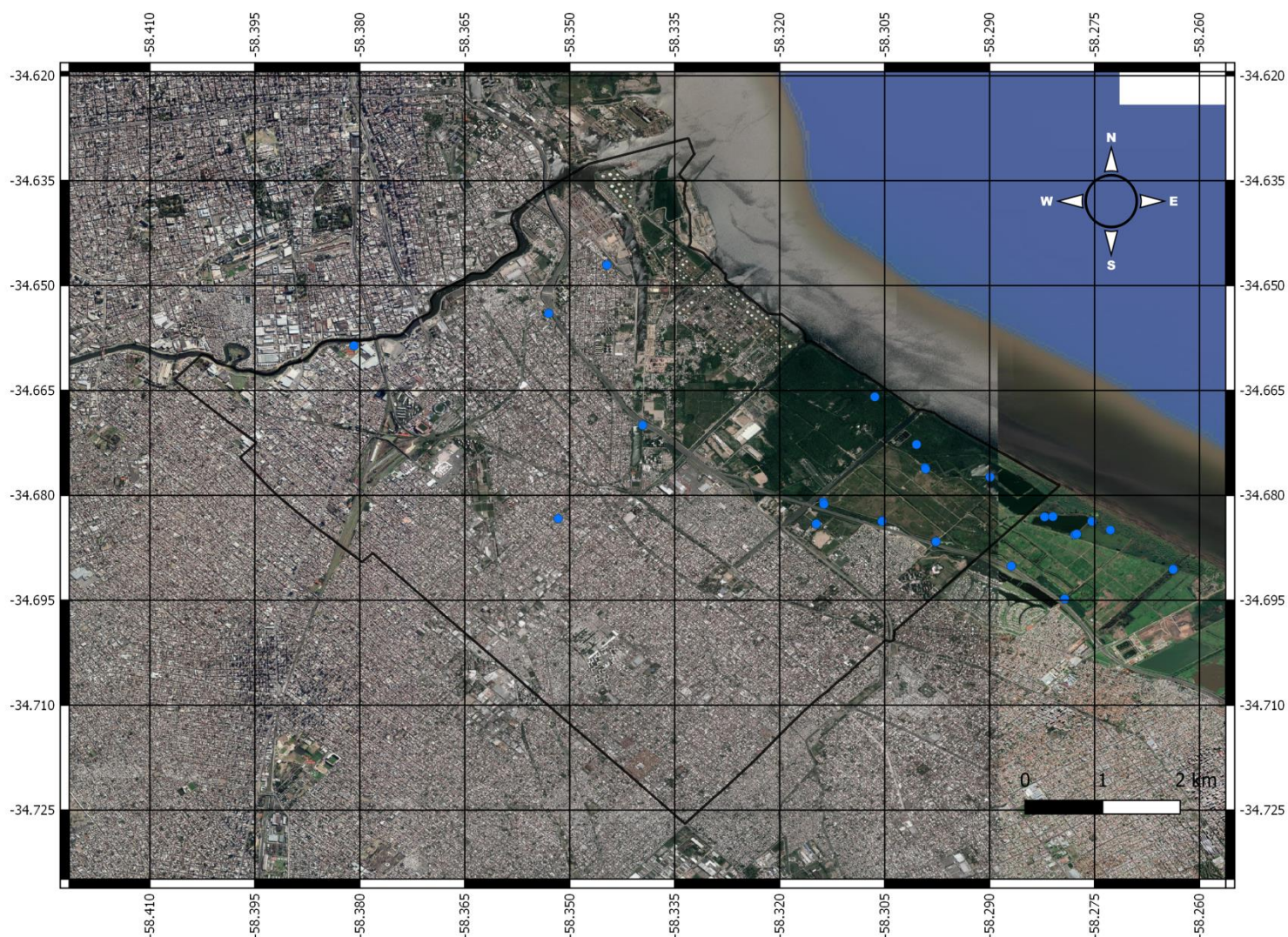


Figura 28. Ubicación de los sitios de muestreo de agua subterránea de los trabajos hallados. Fuente: Elaboración propia.

## 6.7. Exposición a basurales

Considerar la acumulación de residuos es importante desde el punto de vista de la salud poblacional. Los residuos sólidos urbanos (RSU) son los provenientes de fuentes

domésticas y comerciales urbanas, así como del barrido de las calles. Los RSU poseen una composición heterogénea (Aguirre et al., 2010), la cual presenta riesgos para el ambiente y la salud humana, tanto en la población expuesta como en las personas que trabajan en contacto con la basura y la población circunvecina a los sitios de disposición final. Esto último, la disposición final constituye el aspecto más delicado del manejo de los residuos sólidos en cuanto al impacto, ya que la basura que no se recolecta, en general, se deposita sin ningún tipo de control en el ambiente, como calles o terrenos baldíos de ciudades, bordes de caminos o rutas, orillas de arroyos y ríos (Pascual et al., 2010).

Las condiciones en las que se debería realizar la gestión de RSU en Argentina están establecidas por la Ley 25.916 la cual establece "...presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión integral de residuos domiciliarios. Disposiciones generales. Autoridades competentes. Generación y Disposición inicial. Recolección y Transporte. *Tratamiento, Transferencia y Disposición final. Coordinación interjurisdiccional. Autoridad de aplicación. Infracciones y sanciones y Disposiciones complementarias.*" (Ley 25.916), y en el caso de la gestión de los residuos peligrosos están determinadas por la Ley Nacional N° 24.051.

### **El caso de la Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado (CEAMSE)**

El predio del relleno sanitario de Villa Dominico fue creado en 1979 y estuvo activo hasta el 2004, recibía 6.500 toneladas diarias de residuos, procedentes de la Capital Federal y ocho municipios del sur del Gran Buenos Aires (Avellaneda, Lanús, Quilmes, Esteban Echeverría, Lomas de Zamora, Berazategui, Almirante Brown y Florencio Varela). Hoy en día esos residuos se dirigen al relleno sanitario Norte III, ubicado en José León Suárez. Durante su etapa de actividad recibió varias denuncias por contaminación y condiciones insalubres en los barrios aledaños. El relleno fue cerrado en el año 2004 y comenzó una etapa de tratamiento que dura 30 años posteriores al cierre, en la que se deben realizar controles periódicos en la emisión de gases y líquidos lixiviados (CEAMSE, 2020).

Existe una falta de informes técnicos realizados por fuera de los hechos por CEAMSE que describan una situación ambiental técnica, lo que hace que solo se pueda realizar un análisis basándose en los informes realizados por ellos. Se logró tener acceso a tres informes realizados entre los años 2014 y 2019 (informes CEAMSE), en los cuales se realizan muestreos de agua superficial, agua subterránea, aire, suelo, lixiviados sin tratar y los efluentes líquidos provenientes de la planta de tratamiento de lixiviados. Cabe aclarar que en los informes se presenta, en algunos casos, información incompleta, considerando los datos exactos, metodología de cómo fueron realizadas las muestras y los análisis. La

información que se obtuvo de allí, es la que se encuentra distribuida entre los apartados de la tesina (por ejemplo: en la sección de exposición a contaminantes en el suelo, exposición a contaminantes en el aire, exposición a contaminantes en agua superficial y subterránea).  
**Basurales: Puntos de arroj y micro basurales en Avellaneda**

Aquí se toman en cuenta los sitios en los cuales se acumula basura y que son habitualmente generados por ser puntos de arroj de residuos de la población y/o industrias justificadas por la falta de educación y la desidia. En ciertos casos estos sitios se convierten en micro basurales a cielo abierto. El partido de Avellaneda no es la excepción con respecto la acumulación de basura en calles o terrenos baldíos, borde de caminos o rutas y orillas de de ríos y arroyos. ACUMAR asumió la responsabilidad de limpiar, por única vez, todos los sitios con excepción de los puntos de arroj (la cual tiene de competencia a las distintas municipalidades) y, una vez concluida su tarea, entregarlos en custodia a cada jurisdicción para evitar nuevos vuelcos ósea disponerlos al control de los municipios. En la página web de la ACUMAR se encuentra una base de datos de la última línea de base de micro basurales y puntos de arroj realizada los primeros meses del año 2017 en el cual se obtuvieron los siguientes resultados: 162 puntos de arroj, 118 micro basurales, 19 basurales y 2 macro basurales, totalizando unos 301 sitios con residuos dentro de la totalidad de la cuenca hidrográfica. Luego de este no se realizaron nuevos relevamientos en el área.

A partir del tercer trimestre del año 2018 tampoco existen evidencias de avances en limpieza o intervención de nuevos microbasurales. En Avellaneda se identificaron 9 sitios hasta enero de 2018, siendo la última fecha en la que se obtuvo información, de los cuales 6 son puntos de arroj y 3 micro basurales, de los cuales 1 tiene prioridad alta (Tabla 24 y Figura 29). Para enero de 2018 se tiene información de que 5 sitios se encuentran limpios, esto significa que las tareas de limpieza fueron realizadas en ese periodo o que durante las inspecciones mensuales de rutina se hubiera constatado la ausencia de residuos por seis (6) meses consecutivos.

Tabla 24. Fuente: Elaboración propia a partir del Sistema de Información Geográfica (Mapas Públicos – SIOAT) Basurales remanentes de la línea de base, ACUMAR. Consultado en su página oficial en el año 2019.

DIRECCION	LATITUD	LONGITUD	TIPOLOGIA	PRIORIDAD	AGOST_2017	OCT_2017	ENE_2018
Chacabuco y Zeballos	34°39'20.66"S	58°21'57.99"O	Punto de arroj		Limpiado	Limpiado	
Fábrica abandonada frente a la SIAM	34°39'41.14"S	58°24'4.86"O	Punto de arroj		Limpiado	Limpiado	Limpiado

Ing. Luis Huergo y AU. La Plata (bajo autopista)	34°39'18.83"S	58°21'6.49"O	Punto de arroyo		Limpiado		
Jose Mazzini y NÑ±ez	34°38'58.07"S	58°20'41.44"O	Punto de arroyo		Limpiado		Limpiado
Camino de la Ribera y Mugiondo (a 30 m de la SIAM)	34°39'39.51"S	58°24'4.55"O	Punto de arroyo		Limpiado		Limpiado
Camino de la Ribera, entre Murgiondo y Yatay (a 200 m de la SIAM)	34°39'37.16"S	58°24'11.29"O	Punto de arroyo		Limpiado		
Defensa y Madrid	34°38'49.29"S	58°21'2.17"O	Microbasural		Limpiado	Limpiado	Limpiado
Irala y Progreso (bajo autopista)	34°39'31.21"S	58°20'57.71"O	Microbasural	ALTA			
Av. Juan Díaz de SolÑs y Sgto. Ponce	34°39'0.62"S	58°20'26.25"O	Microbasural		Limpiado	Limpiado	Limpiado

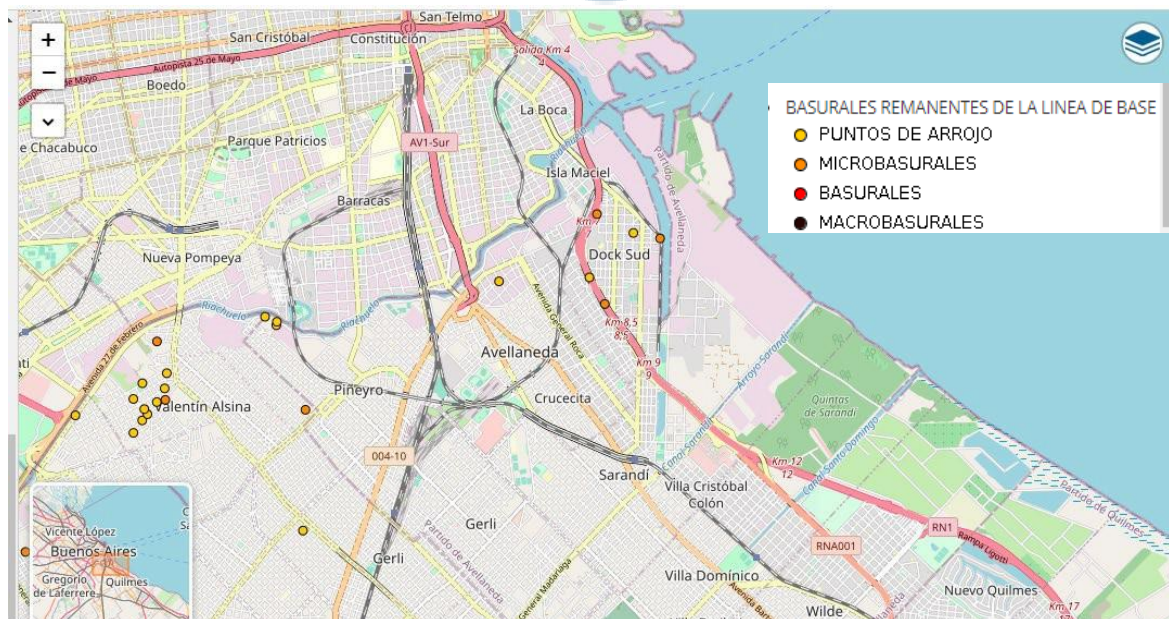


Figura 29. Ubicación de los puntos de arroyo, microbasurales de Avellaneda. Fuente: Sistema de información geográfica, ACUMAR (Mapas Públicos – SIOAT) (2019).

Asimismo, durante visitas propias realizadas durante campañas de muestreo en el año 2019, se pudo observar que debajo de la Autopista Bs As - La Plata existen microbasurales, especialmente en los cruces con los Arroyos Sarandí y Santo Domingo (Figura 30).

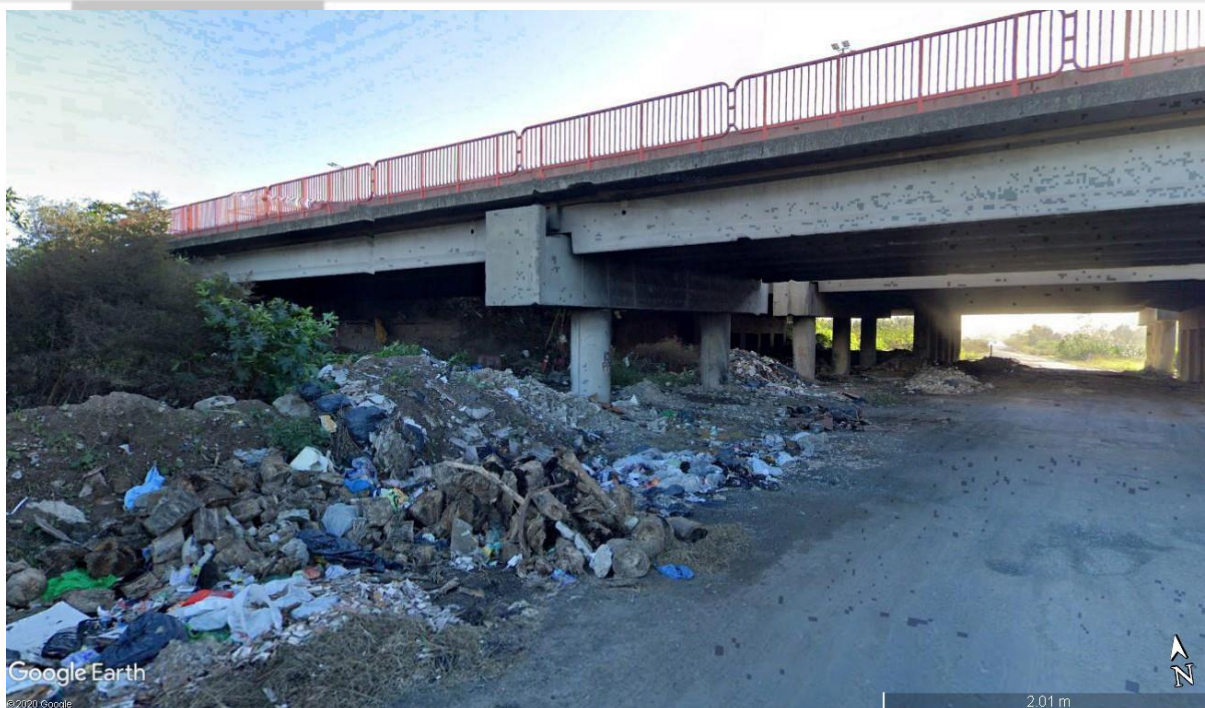


Figura 30. Microbasural debajo de la Autopista Buenos Aires-La Plata sobre el margen izquierdo del Arroyo Sarandí. Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth Street View (2020)

Por último, en Cittadino et al. (2020), se realizó un muestreo, entre noviembre de 2006 y septiembre de 2014, de suelos adyacentes a 6 basurales del AMBA, para realizar análisis de metales y posterior evaluación de riesgos, uno ubicado en Villa Inflamable, Avellaneda. Los resultados muestran altas concentraciones de metales como Pb, Zn, Cu, Cd, Hg superando los valores de la Ley Nacional 24.051, y valores de índices de peligro (HI) >1 para niños solo por vía de ingesta. Cabe aclarar que este basural como los otros, no están contemplados en la base de datos de la ACUMAR, lo que podría significar que otros posibles basurales estén sin identificar en el partido.

### 6.8. Sitios vulnerables en el partido de Avellaneda

Luego de identificar sitios contaminados es necesario también identificar a las poblaciones con mayor vulnerabilidad ambiental, es decir más propensas a sufrir la contaminación y los cambios ambientales como inundaciones. La vulnerabilidad ambiental incrementa el riesgo ambiental. Esta puede estar dada por las condiciones socioeconómicas, ambientales y de infraestructura (Laffitto et al., 2017). En Avellaneda se observan barrios informales y villas de emergencia que poseen una alta vulnerabilidad ambiental dados sus bajos recursos socioeconómicos y la pobre infraestructura que existe en esas áreas. Para identificar esas zonas, utilizamos el sistema de información geográfica

de la ACUMAR, en el cual se encuentran tres Subsistemas de datos para sitios con población en riesgo en la CMR (lo cual fue extendido a todo el partido de Avellaneda). Se describen a continuación:

✚ Riesgo ambiental en cuenca matanza riachuelo (RACMR):

Riesgo ambiental en las poblaciones asentadas en radios censales con densidad mayor a 10 hab/Ha en el territorio comprendido dentro de los límites de la cuenca hídrica del Matanza-Riachuelo.

✚ Riesgo ambiental en urbanizaciones emergentes (RAUE):

Categorizados en: villas, asentamientos y conjuntos habitacionales. La base de atributos asociada, cuenta con datos sobre cantidad de población y viviendas, las categorías de Riesgo Ambiental, entre otros.

✚ Población expuesta a contaminantes ambientales (PECA):

Este indicador permite conocer la cantidad de individuos con exposición confirmada a cada contaminante ambiental (resultados positivos en pruebas para plomo, cromo, hidrocarburos aromáticos volátiles, arsénico, fluoruro, nitratos, otros) en poblaciones estudiadas en zonas con potencial riesgo socio-sanitario-ambiental de la Cuenca Matanza Riachuelo.

Se disponen en la Figura 31, de forma superpuesta. Se puede observar que muchos de los sitios se encuentran en más de uno de los tres enunciados antes descriptos. El caso de San Francisco de Asís pertenece a PECA, RAUE (categoría baja, asentamiento) y en RACMR (categoría media), también hay que destacar que este sitio se encuentra en una zona inundable (Laffitto et al., 2017) y es la zona con los sedimentos más contaminados (Riesgo & Pais, 2017). Luego se encuentra el sitio de Villa Inflamable, que sería parte de PECA y RAUE (categoría alta), el cual se sitúa en suelos anegados y serios problemas de contaminación por plomo (Busso et al., 2004). El sitio llamado "Wilde residencial" se encuentra dentro de PECA y dentro de su área se encuentra el sitio llamado "Rancho Grande", que se encuentra también dentro de la categoría de urbanizaciones emergentes (asentamiento) aumentando su vulnerabilidad. Por último, se encuentran muchos sitios que pertenecen a urbanizaciones emergentes y que son parte de los límites de la CMR, siendo el caso de Villa Tranquila (categoría alta RAUE). Luego se pueden nombrar otros casos de categorías bajas y medias en ambos tipos como es el ejemplo del sitio "Torres de Dock sud", "Isla Maciel", "Alianza", "Urquiza", etc.

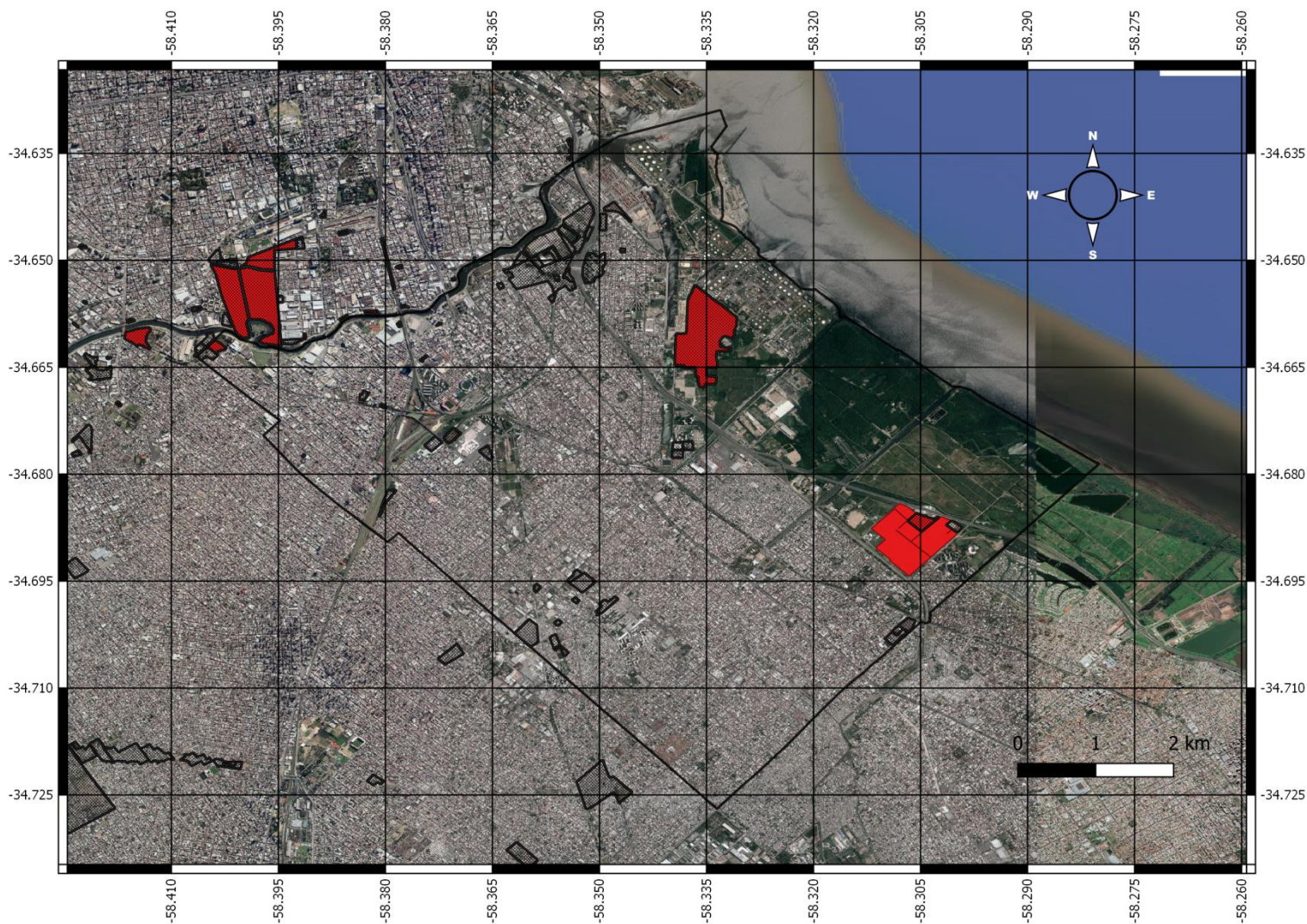


Figura 31. Los sitios vulnerables de Avellaneda considerados son: “Riesgo Ambiental en Urbanizaciones Emergentes” (RAUE): áreas con entramado cruzado de color negro; “Población Expuesta a Contaminantes Ambientales” (PECA) indicadas con color Rojo. Cabe destacar que los sitios “San Francisco de Asís”, “Villa Inflamable” y “Rancho Grande” pertenecen a ambas categorías. Los datos son extraídos de la base de datos de ACUMAR.

Fuente: Elaboración propia.

Relacionando los sitios contaminados con las zonas propensas a inundaciones y la vulnerabilidad de la población, nos permite analizar con mayor totalidad la problemática. Es por ello que, se elaboro un mapa con la intención de poder visualizar principalmente la relación entre los sitios peligrosos identificados por contaminación en suelo y agua superficial, con zonas de poblaciones vulnerables, entendiendo a esta última como perteneciente a RAUE o PECA descritas anteriormente. Además, se agregó las zonas inundables por eventos de precipitaciones extraordinarias (Cuenca Sarandí - Santo Domingo) (Figura 32). A partir de esto, se puede observar varios sitios que se encuentran en situaciones de vulnerabilidad ambiental, ubicados en áreas contaminadas o en cercanía a ellas, y en ciertos casos hasta sobre áreas inundables.

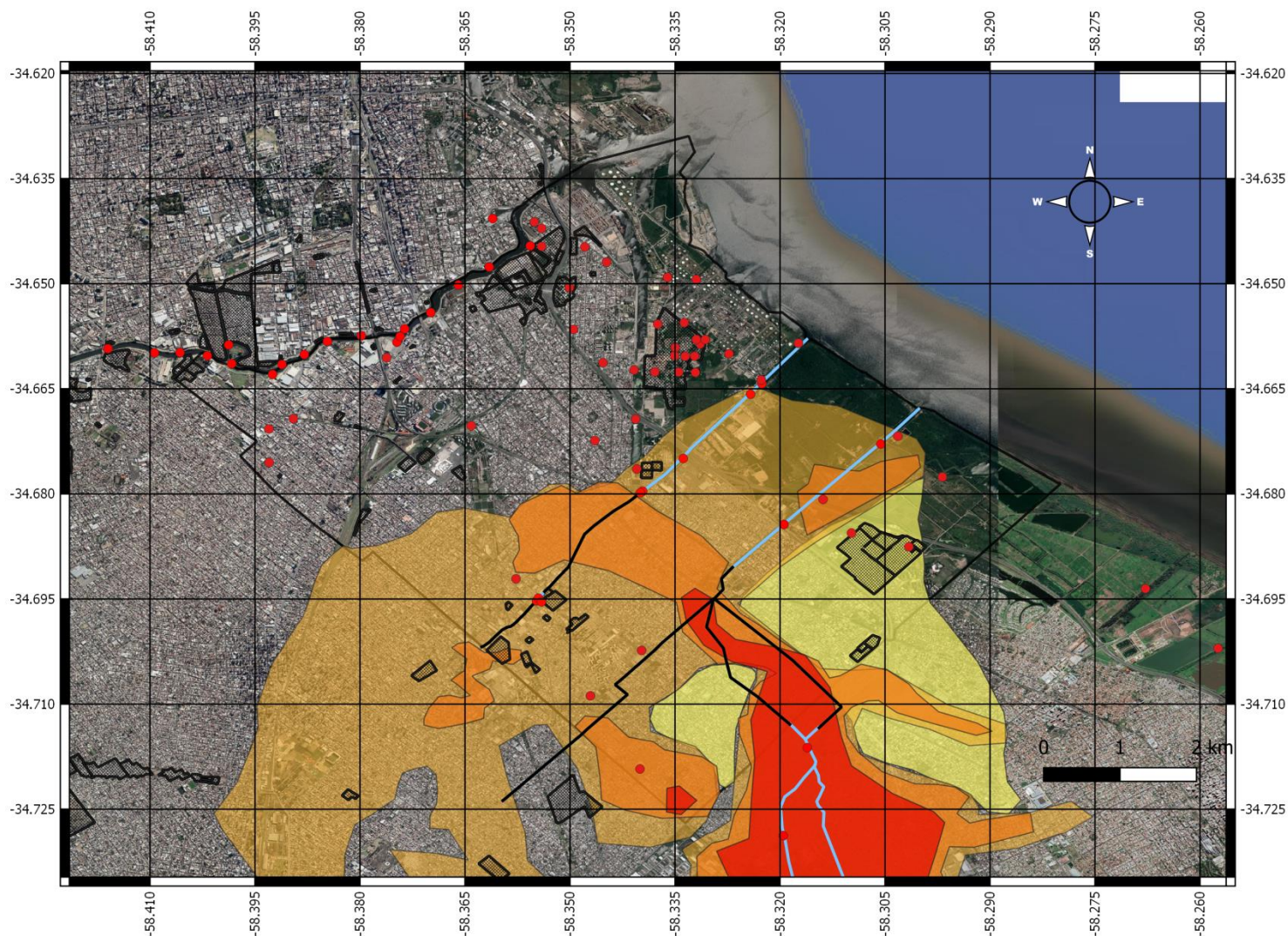


Figura 32. Sitios peligrosos identificados por contaminación en suelo y agua superficial (señalados con puntos rojos); Se incluye las áreas con población vulnerable indicadas en contorno negro; Y las zonas inundables descritas en la Figura 26. Fuente: Elaboración propia.

## 6.9. Denuncias

Desde el 3 de febrero de 2011 hasta el 17 de mayo de 2017 la autoridad de aplicación (ACUMAR) registro en Avellaneda 162 denuncias principalmente por establecimientos (emisiones gaseosas, efluentes, residuos especiales, ruidos molestos, violación de clausura) y basurales (ACUMAR).

En el estudio de impacto ambiental realizado por AySA titulado “Relevamiento y análisis para evaluaciones de impacto ambiental sobre proyectos de ampliación de redes de infraestructura de la empresa AySA, Desvío baja costanera” elaborado en Julio del 2008 (AySA, 2008), se presentan 6 denuncias en 9 sitios dentro del partido de Avellaneda las cuales se centran principalmente en la contaminación química producto de la actividad industrial. Se identifica como el principal agente contaminante al Polo Petroquímico.

También se presentan denuncias por la acumulación de residuos urbanos en el río Matanza y en los arroyos Sarandí y Santo domingo. Se denuncian problemas ambientales en el agua por residuos industriales y otros tipos de contaminación; en el aire por componentes tóxicos, olores, campos Electro-magnéticos y contaminación sonora; y en el suelo por basurales y residuos industriales. Los sitios están ubicados en la figura 33, en donde se indica el medio potencialmente contaminado y la fuente o tipo de contaminación. Se puede observar cómo se corresponden los sitios denunciados con los sitios identificados como peligrosos en diversos trabajos citados anteriormente (Ver las secciones 5.2, 5.3 y 5.4)

Esta información se obtiene de noticias periodísticas entre los años 2006 y 2007, procedente principalmente de medios locales las cuales no se pudo tener acceso ya que se dieron de baja de internet.

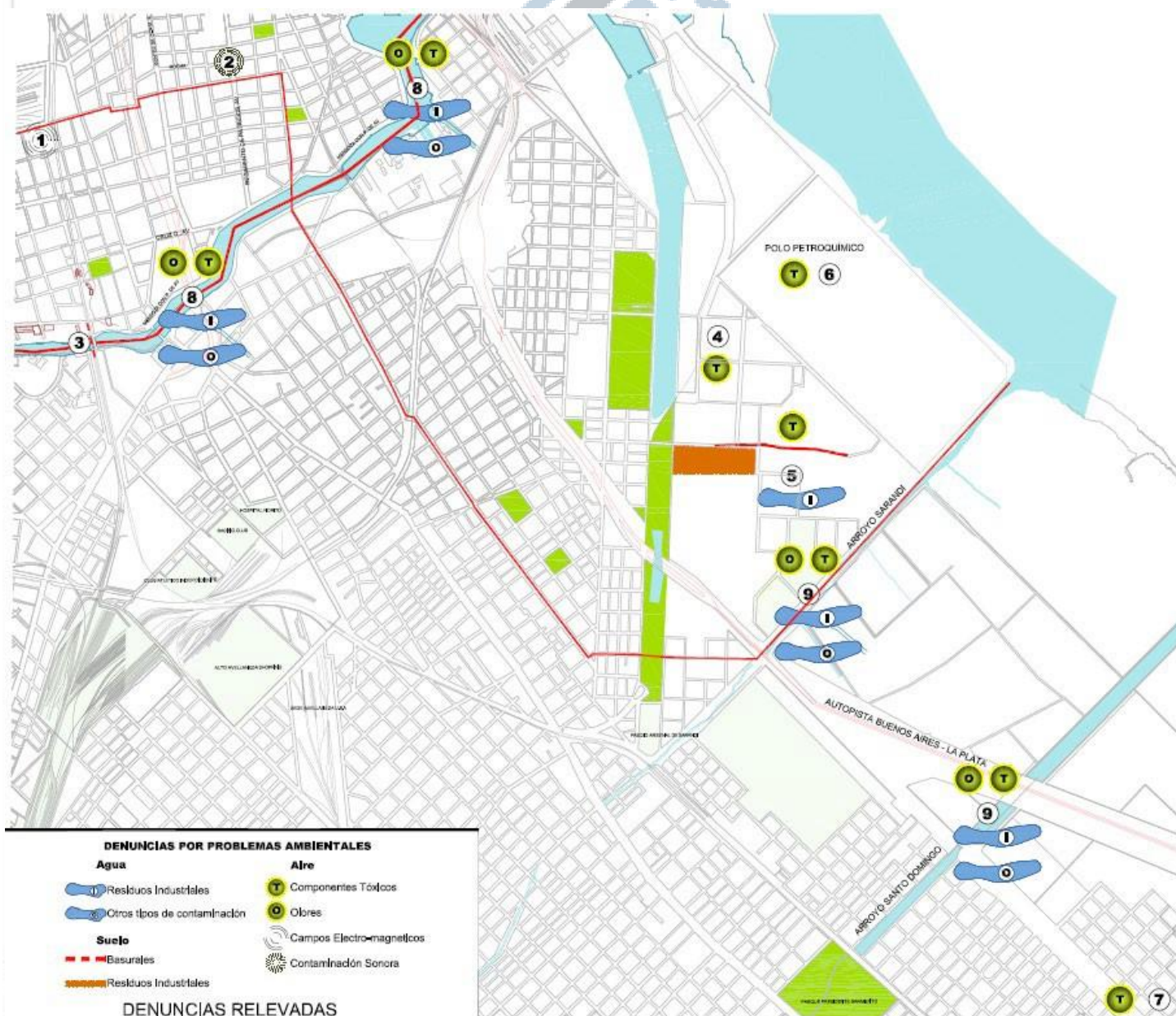


Figura 33. Sitios de denuncias identificados en AySA (2008), con la señalización sobre el medio contaminado, y la fuente o tipo de contaminación de cada sitio. Fuente: Adaptado de AySA (2008)

### 6.9.1. Noticias periodísticas

Mediante el uso de motores de búsqueda de internet, se encontraron diversas notas que revelaban conflictos socio-ambientales dentro del partido de Avellaneda. Por la magnitud del área de estudio y la cantidad de sitios con problemas de contaminación solo se presentan las noticias de sitios con poca información técnica sobre su estado.

En cuanto al arroyo Santo Domingo se pudieron recuperar tres noticias, las cuales rondan entre los tópicos contaminación, corrupción y muerte. El medio 24CON en el año 2010 saca la nota “El arroyo que mató a siete personas podría hacer estallar una plaza” la cual denuncia sobre el peligro de explosión y contaminación que poseen las chimeneas de disipación de gases del arroyo entubado, situadas en plazas u lugares públicos poniendo en peligro la integridad de la población (Figura 34). Los vecinos denuncian que los tubos emanan gases tóxicos y, como están mal instalados, la gente respira los gases tóxicos. “*El peor está en la plaza donde los pibes juegan a unos tres metros de distancia*”, cita la nota. Además de la sospecha de que los barros que se retiraron para el entubamiento fue la misma que se utilizó para hacer la plaza. Por último, recuerda el trágico suceso del 27 de setiembre de 1993, en donde fallecieron 7 personas a causa de un escape de gas cianhídrico que salía de las rejillas.



Figura 34. Puntos de ventilación y contaminación de agua arroyo Santo domingo. Fuente: Noticias 24CON (2010)

Ese mismo año, el diario “Popular” también realiza una nota denunciando malos olores de los arroyos Sarandí y Santo Domingo. El medio “El Sindical” en el año 2014 realiza la nota “Contaminación y corrupción en el arroyo Santo Domingo” tratando justamente de como la corrupción política, mediante el negocio de “aprobar” obras sin los debidos controles o estudios de impacto ambiental, se generan daños ambientales con consecuencias en la salud colectiva de la población de Avellaneda que vive en áreas circundantes al arroyo. Luego, se encuentran varias notas y un blog creado por vecinos para visibilizar la contaminación en villa Corina, barrio aledaño al cementerio de Avellaneda. Principalmente en la zona del arroyo Sarandí que se encuentra a cielo abierto a la altura de Heredia.

Por último, en caso del CEAMSE, se encontraron 5 notas periodísticas, fundadas principalmente por el fuerte movimiento vecinal de las madres de las torres, movimiento que condensa el malestar de los vecinos sobre las actividades del CEAMSE.

Para describir brevemente esta situación se cita a D'hers (2015), en donde se desarrolla como fueron los sucesos de los reclamos de los vecinos durante la actividad del polémico relleno sanitario, sobre todo por las condiciones en las que se estaban llevando los procesos dentro del predio del relleno. Se denunciaba la contaminación por componentes tóxicos y malos olores. A partir de esta situación, se crea la "Asamblea de vecinos auto convocados afectados por el CEAMSE" en la cual se articulan distintas organizaciones de la zona. Entre las organizaciones se encontraban, por ejemplo, "las Madres de las torres", las cuales se autodenominan así por vivir en las torres ubicadas en las zonas aledañas, precisamente en el barrio de Don Bosco, con más de 10 mil habitantes. Ellas denunciaron la contaminación del relleno sanitario, principalmente por emanaciones tóxicas y la afectación en la salud de la población que vivía en el área circundante, ya que se observaba un aumento considerable de enfermos o ya fallecidos por leucemia juvenil. Considerando que la Organización Mundial de la Salud calcula 1 caso cada 10 mil personas, allí se dieron 19 casos, alcanzando casi 20 veces más los valores promedios que establece la OMS.

Entre las noticias se encuentra la nota de Clarín en el mes de julio de 2001 en donde ya aparecen testimonios de madres con hijos o parientes enfermos de leucemia y como esto según ellas, sucedió a partir de un incendio ocurrido en el predio en el año 1998. Luego, en Mayo de 2003, hay 3 notas de Pagina 12 (2) y Clarín (1), las cuales tratan sobre la situación insostenible que se vivía en el partido de Avellaneda con el relleno sanitario, con un intendente apoyando la pueblada que ya venía bloqueando las entradas de los camiones al predio. Luego de vencerse el plazo que se había pactado hasta el 11 de mayo para el cierre definitivo del predio, y sin respuesta del CEAMSE, se decide realizar un piquete de guardia el 19 de mayo que culmina con el cierre definitivo del predio y el compromiso de la coordinación con la firma de la Provincia de irse en 48hs. Cabe aclarar que hasta la fecha no se encontraron trabajos epidemiológicos realizados en la zona afectada.

## 7. Evaluación de riesgo

La evaluación de riesgo propuesta como último objetivo de esta tesina, se realizó sobre los resultados obtenidos del muestreo de partículas sedimentables en 4 sitios ubicados en Avellaneda, pertenecientes a las dos campañas del proyecto UNDAVCyT (2013), los cuales son los mismos sitios de Cappelletti et al. (2017). Puede ser visualizada su ubicación en la sección 5.3.

La contaminación atmosférica por material particulado enriquecido con metales

pesados es de gran interés en la actualidad debido a su alta persistencia y naturaleza tóxica (Figura 35). Dada la posible relevancia de las partículas resuspendidas en la exposición a metales pesados en el área de estudio, se realizó la evaluación de riesgo a partir de los metales asociados al material particulado atmosférico sedimentable colectado mediante el método Bergeroff en cada sitio de muestreo. Se tomaron solo los metales cobre, plomo y zinc ya que fueron los únicos metales que fueron analizados en al menos 3 (tres) muestras en cada sitio (número mínimo para ser trabajado). La metodología utilizada para realizar la evaluación está desarrollada en la sección 3.3.

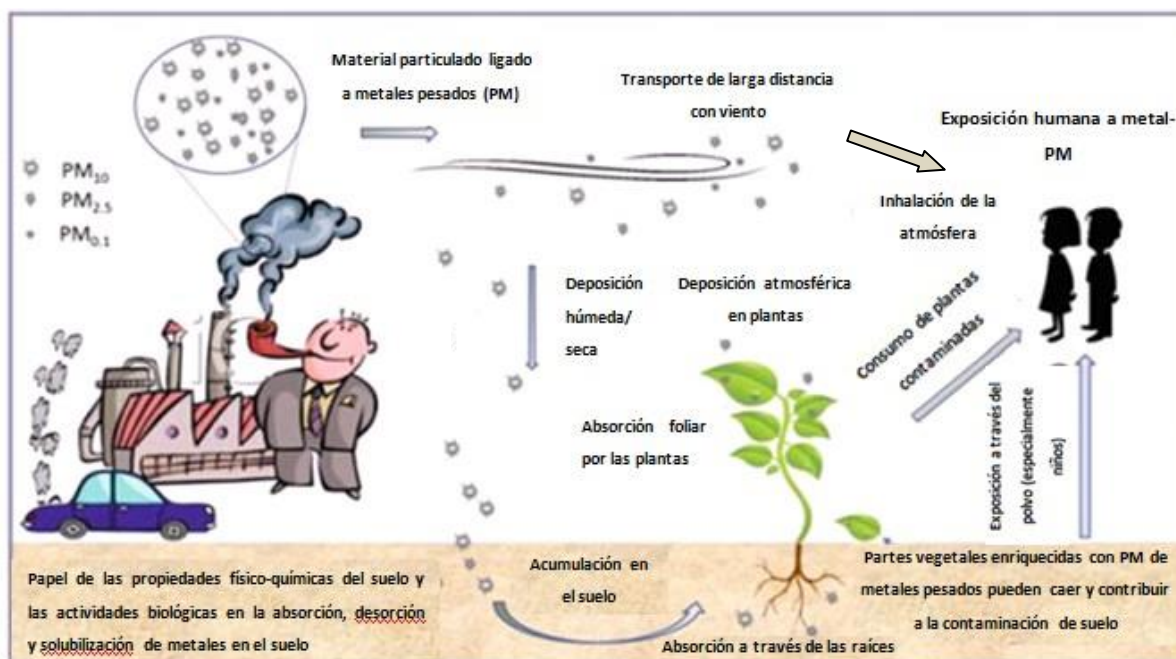


Figura 35: Vías de exposición a material particulado (PM) enriquecido con metales pesados (metal-PM) liberado de varias fuentes a la atmósfera y deposición en diferentes ecosistemas terrestres (suelo, agua, plantas y animales / humanos). Fuente: Adaptado de Shahid et al. (2019).

Como se reporta en otros trabajos, para efectos no cancerígeno, la principal vía de exposición al organismo resulto ser la ingestión, lo cual se refleja en su mayor índice de peligro ( $HQ_{\text{ingestión}} > HQ_{\text{inhalación}}$ ). Al mismo tiempo, el metal más predominante en cuanto a la incidencia en el peligro resulto ser el Pb (Figura 36) con 67-72% en Dock Sud, 91-83% en Maciel, 75-71% en Municipalidad, del total de HI (índice de peligro) para niños y adultos respectivamente (Quintas no se menciona porque no se detecto Pb).

En secuencia de predominio general del peligro en todos los sitios el orden de los metales fue  $Pb > Cu > Zn$ . La HI fue  $> 1$  en los sitios Maciel y Dock Sud solo para la población infantil, esto quiere decir que existe riesgo a la salud de efectos no cancerígenos, siendo de 1.02 HI en Maciel y 1.08 HI en Dock Sud (Tabla 25). En cuanto a Municipalidad se obtuvo un HI de 0,65, valor no menor teniendo en cuenta las pocas sustancias que se están considerando en esta evaluación, y el hecho de solo contemplar a las partículas sedimentables. Por último, en el sitio de las Quintas se obtuvieron los valores más bajos de

HQ de ambas vías de exposición, en correlación a los bajos valores de contaminantes que se hallaron.

Tabla 25. HQ de cada vía de exposición, con los HI (índices de peligro) en el caso de niños y adultos. Se señala en rojo los valores de HI > 1. Fuente: Elaboración propia.

	Dock Sud	Maciel	Municipalidad	Quintas
<b>Niños</b>				
HQIngesta	1.02E+14	1.08E+14	6.47E-01	2.35E-01
HQInhalación	2.85E-05	3.02E-05	1.81E-05	6.56E-06
HI (ΣHQ niños)	1.02E+14	1.08E+13	6.47E-01	2.35E-01
<b>Adultos</b>				
HQIngesta	1.09E-01	1.16E-01	6.93E-02	2.51E-02
HQInhalación	1.61E-05	1.70E-05	1.02E-05	3.70E-06
HI (ΣHQ adultos)	1.09E-01	1.16E-01	6.93E-02	2.51E-02

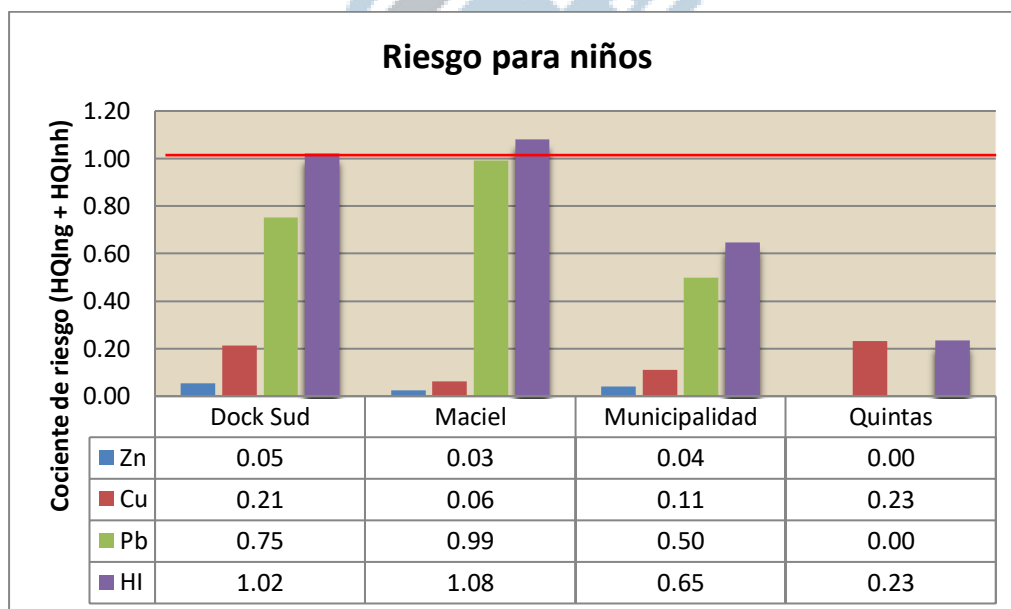


Figura 36. Se presenta el HQ de cada metal y su aporte a HI (ΣHQs) de cada sitio. Se visualiza al Pb como metal predominante, y valores de HI > 1 en Dock Sud y Maciel.

## 8. Conclusión

En el presente trabajo se realizaron los primeros pasos para el reconocimiento de sitios contaminados y contaminantes críticos, siguiendo los lineamientos propuestos por las diversas metodologías internacionales. A partir de la búsqueda bibliográfica, se logró recolectar información sobre la calidad ambiental del Partido de Avellaneda. Se realizó un punteo de las zonas más comprometidas y contaminantes críticos, por poseer mayor potencial de riesgo a la salud de la población.

Con respecto a la contaminación de suelos podemos observar que, entre los metales

pesados, el plomo es uno de los contaminantes críticos de la zona, por la abundancia de aparición y por su alta peligrosidad. Podríamos destacar las zonas del Polo petroquímico Dock Sud e Isla Maciel como los sitios más comprometidos, lo cual queda demostrado a lo largo de informes que abarcan un rango temporal que va desde el año 1996 hasta el 2018. En toda el área de Avellaneda se encontraron 44 sitios de muestreo con registros de concentraciones de plomo > a 150mg/kg. De los cuales, 15 sitios son de recreación infantil; más de 17 sitios están ubicados en las cercanías al polo petroquímico Dock Sud, incluyendo aquí a los ubicados en el barrio Villa Inflamable, barrio lindero al polo petroquímico; mas de 30 sitios están ubicados en zonas residenciales o en cercanía a estas zonas, con o sin alto tránsito automotor, y 7 ubicados dentro del área comprometida con el ex relleno sanitario CEAMSE.

Siguiente al plomo y en bastante menor medida se encuentra el cromo, el cual se identificó en un sitio de recreación infantil y en los terrenos pertenecientes a la empresa TEA, en donde al parecer se utilizó como depósito ilegal de material con altas concentraciones de cromo, alcanzando 26 veces lo permitido por el decreto 831/93.

En el caso de los hidrocarburos, se identifican suelos impactados en la zona del polo petroquímico Dock Sud y en Villa Inflamable, particularmente por hidrocarburos totales por encima de lo que indica la Norma Holandesa (5.000 mg/kg), PCBs y BTEX los cuales ameritan que deben ser constantemente monitoreados.

Con respecto a los cursos de agua superficial podemos observar que los reportes más actuales (2011-2018) indican que están altamente impactados por vertidos industriales y posibles conexiones de aguas negras. Los 3 cursos principales, Riachuelo, Sarandí y Santo domingo presentan altas concentraciones de contaminantes en el agua y sedimentos que lo hacen peligroso para la salud de la población. Con respecto al Riachuelo no se considera apta ni siquiera para actividades recreativas pasivas, sus sedimentos se encuentran con altas concentraciones de Cr, Pb, Zn y Níquel que superan a las normas internacionales, siendo el tramo desde el Puente Uriburu al Meandro de Brian la zona más complicada, zona que también tiene riesgo de inundaciones y encontrándose habitada por población en situación de vulnerabilidad ambiental.

Para el arroyo Sarandí se observa una similar situación, especialmente en la calidad del sedimento fluvial, con concentraciones de Cr, Pb, Cu, Zn, Hg y Cd superiores a las normas Holandesas, siendo el Cr el metal predominante con valores de hasta 80 veces más, especialmente la zona ubicada a la altura de la intersección con la calle Heredia.

En el caso del arroyo Santo Domingo se observa en aspecto similar al arroyo Sarandí, pero con una marcada escases de informes ambientales que aborden la problemática de los contaminantes críticos para la región (por ejemplo: plomo, cromo, hidrocarburos, PCBs), aunque si se hallaron estudios que describen las condiciones bacteriológicas, DBO, OD, Nitrógeno amoniacal y cloruros, a lo que se lo ha encontrado en

una situación similar a un vertido cloacal crudo, para la zona alta, a la altura de los arroyos San Francisco y Las Piedras, y para la zona baja, tramo Canal Santo Domingo.

Además de evaluar la calidad de los cursos de agua se propuso realizar un análisis de como posibles inundaciones pueden generar la transferencia de contaminantes presentes en los cursos de agua superficial hacia suelos o zonas donde la exposición y el impacto a la salud de la personas puede suceder de forma más directa. Situación que fue expuesta relacionando los cursos de agua con la simulación de grandes inundaciones provocadas por lluvias extraordinarias. En base a este análisis se pueden observar sitios severamente contaminados con inundaciones > a 0,30m (resaltando a los sitios "San Francisco de Asís" ubicado en cercanía al Riachuelo, y a la zona de la intersección del arroyo Sarandí y la calle Heredia). Cabe aclarar que este fenómeno es posible que pueda suceder sin la necesidad de grandes eventos de precipitaciones, ya que, como fue descrito en la caracterización del partido de Avellaneda, el área presenta inundaciones recurrentes por la propia geomorfología del lugar, presentando un serio déficit de desagüe de aguas pluviales y el consecuente anegamiento de calles.

La calidad de agua subterránea de la napa freática y el acuífero Puelche no está en condiciones de ser ingerida, principalmente por la contaminación inorgánica, aunque no se descarta la contaminación bacteriológica. En ambos acuíferos resultaron críticos los sólidos disueltos, Mn, N-NH<sub>3</sub>. Según los datos censales, se identificaron 687 hogares que utilizan agua de pozo (124), perforaciones (539) o hasta de agua de lluvia, rio, canal o acequia (24), y 36960 hogares sin conexión a la red pública de cloacas, los cuales poseen cámara séptica (16707), pozo ciego (18540), hoyo o excavación en la tierra (272), o directamente sin retrete (1441). A pesar de esta información, no se pudieron situar en mapas los hogares o zonas donde se utilice este tipo de agua, como tampoco los que no poseen conexión al sistema cloacal, cosa que imposibilita un análisis completo sobre qué grupo de personas están expuestos a estar bebiendo agua no segura.

En cuanto a los basurales o puntos de arrojado, se identificaron 9 sitios, de los cuales, según ACUMAR, 6 de ellos se encontraban limpios para el año 2018, aunque no se conoce su estado actual. Los basurales del AMBA presentan severos riesgos a la salud de los niños por la presencia de metales pesados. Sin embargo, fuera de la órbita de ACUMAR, existen basurales no controlados como los hallados debajo de Au. Bs As - La Plata y su intersección con los Arroyos Sarandí y Santo Domingo. Asimismo, los análisis en suelos cercano a los basurales demuestran la presencia de metales como Pb, Zn, Cu, Cd, Hg superando los valores de la Ley Nacional 24.051, y valores de índices de peligro (HI) >1 para niños solo por vía de ingesta.

Sobre las denuncias, se registraron 168 denuncias principalmente por establecimientos industriales (emisiones gaseosas, efluentes, residuos especiales, ruidos molestos, violación de clausura) y basurales. Las notas periodísticas se utilizaron como

anexo a estudios técnicos o para visualizar sitios donde no existan este tipo de estudios. El caso del arroyo Santo Domingo muestra una severa preocupación de los vecinos, principalmente por su estado deplorable. Se denuncia las posibles consecuencias a la salud de la población lo que amerita realizar estudios con mayor profundidad sobre su calidad ambiental. Otro de los sitios en cuestión es el CEAMSE, ex relleno sanitario que se llevó fuertes movilizaciones de vecinos en contra de malas prácticas que se llevaban a cabo dentro del predio. Según los informes de la empresa dicen poseer resultados muy positivos, aclarando siempre que no hay impacto alguno a ningún tipo de medio, pero es necesario mencionar que en el caso de los suelos se hallaron puntos con concentraciones de plomo elevadas lo que habría que tener en cuenta al considerar los usos que se le den al predio pasados los 30 años de mantenimiento pos clausura. Por último, no hay estudios alternativos sobre la calidad de suelos, agua y aire dentro del predio lo que imposibilita la comparación de los informes del CEAMSE con otros resultados.

En cuanto a la evaluación de riesgo propia de este trabajo, llevada a cabo con los datos de metales pesados en partículas en sedimentación, se obtuvo que para los sitios de Maciel y Dock Sud los valores de HI resultaran ser  $> 1$ , esto significa que hay una severa amenaza para la salud de los niños. Justificada principalmente por las altas concentraciones de plomo en las partículas sedimentables. Esta evaluación solo se realizó para partículas en vías de ingesta e inhalación, siendo solo una parte de la exposición a la que está sujeta la población.

A partir de estos resultados, se propone seguir la búsqueda e identificación de sitios peligrosos, como así también la inspección de sitios en donde se hayan encontrado indicios de peligrosidad. La metodología usada es de gran utilidad para organizar investigaciones de este tipo. Retomando los objetivos de la misma, es también de utilidad en establecer los mecanismos para que los organismos de gestión puedan tomar decisiones en materia de restauración y remediación de sitios.

## 9. Bibliografía

UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
AVELLANEDA

- ACUMAR (2016). Plan integral de saneamiento ambiental de la cuenca Matanza Riachuelo. 772 págs.
- ACUMAR-INA (2018) Monitoreo Agua Subterránea en CMR. Informe de Campaña Agosto 2018.
- Aguirre, K. G., & Barragán, H. L (2010). TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS Y PELIGROSOS. Desarrollo, salud humana y amenazas ambientales: La crisis de la sustentabilidad. Ed. La Plata: Universidad Nacional de la Plata. Argentina, Pag. 229-244.
- Alfayate Blanco, José., González Delgado, M. N., Orozco Barrenetxea, Carmen., Pérez Serrano, Antonio., & Rodríguez Vidal, F. J. (2004). Contaminación ambiental. Una visión desde la química: una visión desde la química. Editorial Paraninfo.
- Allan, JD (2004). Paisajes y paisajes fluviales: la influencia del uso del suelo en los ecosistemas fluviales. Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst. , 35, 257-284.
- Alloway, B. J. (Ed.). (2012). Heavy metals in soils: trace metals and metalloids in soils and their bioavailability (Vol. 22). Springer Science & Business Media.
- Apeageyi, E., Bank, M. S., & Spengler, J. D. (2011). Distribution of heavy metals in road dust along an urban-rural gradient in Massachusetts. Atmospheric Environment, 45(13), 2310-2323.
- Aquino N. (2019). Contaminación de suelos con PCDD/Fs e hidrocarburos en áreas circundantes a una planta de tratamiento de residuos peligrosos por incineración en el Polo Petroquímico Dock Sud. Tesina de grado UNDAV.
- Auge, M. (2000). Explotación sostenible de agua subterránea en La Plata–Argentina. Águas Subterráneas.
- Auge, M. (2004). Regiones hidrogeológicas.
- Auge, M. P., Hernández, M., & Hernández, L. (2002, March). Actualización del conocimiento del acuífero semiconfinado Puelche en la provincia de Buenos Aires, Argentina. In XXXII International Hydrogeology Congress (pp. 624-633).
- Auge, M. P., Wetten, C., Baudino, G., Bonorino, A. G., Gianni, R., González, N., & Tineo, A. (2006). Hidrogeología de Argentina.
- Aysa (2008). Estudio de impacto ambiental del Plan Director de Saneamiento Obras Básicas en la Cuenca Matanza-Riachuelo. Volumen VI.
- Bilos, C., Tatone, L., Skorupka, C., Astoviza, M., Migoya, M.C. y Colombo, J.C. 2014. Metales pesados en suelos de la Provincia de Buenos Aires. III Reunión Argentina de Geoquímica de la Superficie. Mar del Plata, Argentina.
- Brown and Caldwell (1996). Dock Sud Environmental remediation and pollution abatement Project. Vol. 3. Secretaria General de la Gobernación de La Provincia de Buenos Aires.

- Burgos, J. J. (1968). El clima de la Provincia de Buenos Aires: 33-101. En: A. L. Cabrera (Ed.) Flora de la Provincia de Buenos Aires. Colección Científica del INTA, Buenos Aires.
- Busso, A. S., Vives, H. E., Petelín, K., Ramírez, L. O., & Vives, A. M. (2005). Evaluación de la calidad ambiental de suelos contaminados con plomo, Buenos Aires, Argentina.
- CAA – Código Alimentario Argentino. Capítulo XII, Actualizado al 11/2019. Link: [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/caa\\_capitulo\\_xii\\_aguas\\_actualiz\\_2019-11.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/caa_capitulo_xii_aguas_actualiz_2019-11.pdf)
- Cabrera, A. L. (1971). Fitogeografía de la República Argentina. Bol. Soc. Argent. Bot. 14 (1-2): 1-42.
- Cabrera, A. L. y E. Zardini, (1978). Manual de la flora de los alrededores de Buenos Aires. ACME, Buenos Aires, 715 pp.
- Camillioni, I. (2010). Clima y cambio climático. Dinámica de Una Ciudad, Buenos Aires, 2010, 61-91
- Campbell, J. A. (1934). Cancer of skin and increase in incidence of primary tumours of lung in mice exposed to dust obtained from tarred roads. British Journal of Experimental Pathology, 15(5), 287.
- Canadian Soil Quality Guidelines for the Protection of Environmental and Human Health. 2007. Canadian Council of Ministers of the Environment.
- Cappanini, D. & Mauriño M. (1966). "Suelos de la zona litoral estuárica comprendida entre la Ciudad de Buenos Aires al norte y La Plata al sur". Publicación del INTA. Buenos Aires, Argentina
- Cappelletti, N., Tatone, L., & Astoviza, M. (2017). Calidad de aire en el partido de Avellaneda: monitoreo de metales pesados y contaminantes orgánicos semivolátiles. Cartografías del Sur. Revista de Ciencias, Artes y Tecnología, (5).
- Casares, M. V., & Cabo, L. I. D. (2018). Análisis de tendencias de variables indicadoras de calidad de agua para el Riachuelo (Cuenca Matanza-Riachuelo, Argentina). Revista internacional de contaminación ambiental, 34(4), 651-665.
- Cattaneo, M. P., & Sardi, E. M. L. (2013). Evolución de la calidad del agua de la cuenca Matanza-Riachuelo. Ciencia y tecnología, (13), 251-278.
- CEAMSE (2016). Complejo ambiental Villa Dominico monitoreo ambiental (2014 - 2016)
- CEAMSE (2018). Complejo ambiental Villa Dominico monitoreo ambiental (2016 - 2018)
- CEAMSE (2019). Complejo ambiental Villa Dominico monitoreo ambiental (2017 - 2019)
- Cittadino, A., Ocello, N., Majul, M. V., Ajhuacho, R., Dietrich, P., & Igarzabal, M. A. (2020). Heavy metal pollution and health risk assessment of soils from open dumps in the Metropolitan Area of Buenos Aires, Argentina. Environmental Monitoring and Assessment, 192, 1-9.
- Cobb, G. P., Abel, M. T., Rainwater, T. R., Austin, G. P., Cox, S. B., Kendall, R. J & Presley, S. M. (2006). Metal distributions in New Orleans following Hurricanes Katrina and Rita: a continuation study. Environmental science & technology, 40(15), 4571-4577.
- D'hers (2015) D'hers, V. Residuos sólidos urbanos. La basura y sus patrones de exclusión. Análisis del caso CEAMSE.

- Davis, J. and Lambert, R. (2002) Engineering in Emergencies A practical guide for relief workers, 2nd edition, ITDG Publishing, UK.
- De Rosa, D. (2011). Régimen legal de aguas subterráneas. Anales de la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales, 8.
- Dean, C. M., Sansalone, J. J., Cartledge, F. K., & Pardue, J. H. (2005). Influence of hydrology on rainfall-runoff metal element speciation. Journal of Environmental Engineering, 131(4), 632-642.
- Dias J. (2018). Evaluación de la contaminación de suelos en el Partido de Avellaneda Provincia de Buenos Aires. Trabajo final de Licenciatura UNDAV.
- Dirección Provincial de Estadística, Subsecretaría de Coordinación Económica., Ministerio de Economía (2016). Proyecciones de población por Municipio provincia de Buenos Aires 2010-2025.
- Durant, J. L., Lafleur, A. L., Plummer, E. F., Taghizadeh, K., Busby, W. F., & Thilly, W. G. (1998). Human lymphoblast mutagens in urban airborne particles. Environmental science & technology, 32(13), 1894-1906.
- Duzgoren-Aydin, N. S. (2007). Sources and characteristics of lead pollution in the urban environment of Guangzhou. Science of the Total Environment, 385(1-3), 182-195.
- Elordi, M. L., Digirónimo, M. C., & Porta, A. A. (2012). Evaluación de la calidad microbiológica de las aguas de los arroyos Las Piedras-San Francisco considerando el nivel de cobertura sanitaria de la población adyacente. In VII Congreso de Medio Ambiente.
- Euripidou, E., & Murray, V. (2004). Public health impacts of floods and chemical contamination. Journal of Public Health, 26(4), 376-383.
- Frenguelli, J. (1945). El piso Platense. Revista del Museo de La Plata (Nueva Serie), Geología 2: 287-311.
- Frenguelli, J., (1950). Rasgos generales de la morfología y la geología de la Provincia de Buenos Aires. M.O.P., Publ. LEMIT, Buenos Aires, Serie II, N° 33, 70 págs.
- Greenpeace (2013). Cueros tóxicos II. Curtiembres: actualización de evidencias de contaminación en la Cuenca Matanza Riachuelo. Febrero de 2013.
- Greenpeace (2015). Polo Petroquímico Dock Sud: La contaminación que no se ve. Aguas subterráneas en riesgo. Campaña Riachuelo. Buenos Aires, Argentina.
- Guida-Johnson, B., & Zuleta, G. A. (2019). Environmental degradation and opportunities for riparian rehabilitation in a highly urbanized watershed: the Matanza-Riachuelo in Buenos Aires, Argentina. Wetlands Ecology and Management, 27(2-3), 243-256.
- Harmon, SM y Wyatt, DE (2008). Evaluación de suelos inundados post-Katrina en busca de contaminantes y toxicidad para los invertebrados del suelo Eisenia fetida y Caenorhabditis elegans. Chemosphere , 70 (10), 1857-1864.
- Health Canada. (2004). Federal contaminated site risk assessment in Canada. Part II: Health Canada Toxicological reference values (TRVS).
- Huertos, E. G., & Baena, A. J. R. (2008). Contaminación de suelos por metales pesados. Macla: revista de la Sociedad Española de Mineralogía, (10), 48-60.

- JMB (2003). Ingeniería Ambiental. Plan estratégico (PAE) para la gestión ambiental sustentable de un área urbano-industrial a escala completa, Avellaneda, Argentina.
- Johnson Barry L. (1999). Impact of Hazardous Waste on Human Health: Hazard, Health Effects, Equity, and Communication Issues. CRC Press, 389 pages
- Lafflito, C. M., G. A. Zuleta, D. Schell & B. Guida Johnson. (2011). Land use at the watershed scale: restrictive factors or opportunities for environmental rehabilitation? Case study in Buenos Aires, Argentina. 4th World Conference on Ecological Restoration.
- Lafflito, C. M., Porta, A., Blanco, E. R., & Nieto, D. (2017). Impermeabilización y riesgo ambiental: el caso de la cuenca Matanza-Riachuelo. Ingenium.
- Lecertua E. A. (2014) Modelación hidrológica - hidráulica de la cuenca Sarandí - Santo Domingo ante un evento de precipitación extrema. Instituto Nacional del Agua (INA)
- Malpartida, A. R. (2002). La cuenca del río Matanza-Riachuelo. Universidad Tecnológica Nacional, Argentina.
- Malpartida, A. R. (2010). Niebla del Riachuelo. Revisión de antecedentes y estudios actuales del agua superficial de la cuenca Matanza-Riachuelo y otros afluentes al Río de La Plata.
- Manta, D. S., Angelone, M., Bellanca, A., Neri, R., & Sprovieri, M. (2002). Heavy metals in urban soils: a case study from the city of Palermo (Sicily), Italy. Science of the total environment, 300(1-3), 229-243.
- McMichael, A. J. (2001). La salud y el entorno urbano en un mundo cada vez más globalizado: problemas para los países en desarrollo. Boletín de la Organización Mundial de la Salud: la revista internacional de salud pública: recopilación de artículos 2001; 4: 53-62.
- Menéndez, A. N., Badano, N., & Re, F. (2010). Balance de Agua Subterránea en la Cuenca del Matanza-Riachuelo mediante Modelación Numérica. Informe LHA, 01-1.
- Merlinsky, G. (2006). Vulnerabilidad social y riesgo ambiental: ¿ Un plano invisible para las políticas públicas. Revista Mundo Urbano, 28.
- MMWR (1993) Morbidity and Mortality Weekly Report. Public health consequences of a flood disaster – Iowa, 1993. 1993; 42: (34) 653–656.
- Monteverde, M., Cipponeri, M., Angelaccio, C., & Gianuzzi, L. (2013). Origen y calidad del agua para consumo humano: salud de la población residente en el área de la cuenca Matanza-Riachuelo del Gran Buenos Aires. Salud colectiva, 9, 53-63.
- Morrás, H. J. (2010). Ambiente Físico del área metropolitana. Dinámica de una ciudad. Buenos Aires, 2010, 22-67.
- Muñoz, L. A., & Torrán, E. A. (2000). Sitios de tratamiento y disposición final de residuos peligrosos: consideraciones sobre la implementación y estabilidad de rellenos de seguridad.
- Nabel, P. (2008). Subsuelo. En: Atlas Ambiental de Buenos Aires.
- Naser M. C., Speltini C. y Fidalgo M.M (2016). Caracterización de sedimentos del cauce del arroyo Sarandí en el tramo rectificado a cielo abierto. Libro: Rumbos Tecnológicos. Publicación de la Secretaría de Ciencia, Tecnología y Posgrado Volumen 8. Pág. – 119.

- OMS (2005). Organización Mundial de la Salud. Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Actualización mundial 2005. Resumen de evaluación de los riesgos.
- OMS (2009). Organización Mundial de la Salud. Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks. World Health Organization.
- OPS/CEPIS (1999). Metodología de identificación y evaluación de riesgos para la salud en sitios contaminados. Organización Panamericana de la Salud. Fernando Díaz Barriga. Lima 1999.
- Ortiz, N., Re, M., Kazimierski, L. D., García, P. E., (2017). Caracterización de población afectada por diferentes tipos de inundaciones en una cuenca urbana. XXVI Congreso Nacional del Agua, CONAGUA 2017, Córdoba, Argentina, 20 al 23 de septiembre de 2017.
- Pascual, A., Etchegoyen, G., & Bourgeois, M. (2010). Los residuos sólidos urbanos y su relación con la salud. Desarrollo, salud humana y amenazas ambientales: La crisis de la sustentabilidad. Ed. La Plata: Universidad Nacional de la Plata. Argentina, Pag. 217-228.
- Pereyra, F. X. (2004). Geología urbana del área metropolitana bonaerense y su influencia en la problemática ambiental. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 59(3), 394-410.
- Pereyra, F. X. (2015). Ordenamiento territorial y aspectos geoambientales en el Área Metropolitana Bonarense (AMBA). Autoridades académicas, 92.
- Pereyra, F. X., & Tobío, M. I. (2018). Geomorfología de la Provincia de Buenos Aires.
- Possanzini, M.; Di Palo, V.; Cecinato, A. 2003. Evaluation of lower carbonyls and photochemical oxidants by HPLC-UV and HRGC-MS. Atmospheric Environment, 37 (9):1309-1316.
- Presley, S.M., Rainwater, T.R., Austin, G.P., Platt, S.G., Zak, J.C., Cobb, G.P., Marsland, E.J., Tian, K., Zhang, B.H., Anderson, T.A., Cox, S.B., Abel, M.T., Leftwich, B.D., Huddleston, J.R., Jeter, R.M., Kendall, R.J., (2006). Assessment of pathogens and toxicants in New Orleans, LA following Hurricane Katrina. Environ. Sci. Technol. 40, 468–474.
- Priano M. E. (2007). Análisis Ambiental Urbano del Partido de Avellaneda. Universidad de Flores (Uflo).
- Ramos, V. A. (1999). Las provincias geológicas del territorio argentino. Geología Argentina, 29(3), 41-96.
- Ratto, S., Marceca, E., Moscatelli, G., Abbruzese, D., Bardi, H., Bossi, M., & Potarsky, K. (2004). Evaluación de la contaminación orgánica e inorgánica en un suelo aluvial de la costa del Riachuelo, Buenos Aires, Argentina. Ecología austral, 14(2), 179-190.
- Riesgo M. L. & Pais M. M., Scarano A., Lanuzzi G. (2017). Estudio de la distribución de metales pesados en sedimentos del Riachuelo, a partir de aplicación de técnicas de muestreo superficiales y en profundidad. Convocatoria UNDAVCyT 2013.
- Rodríguez, K. M., Pereyra, F. X., & Di Salvo, C. A (2004). Influencia de la geología en la urbanización en el Partido de Avellaneda, Provincia de Buenos Aires.

- Shahid, M., Dumat, C., Niazi, N. K., Xiong, T. T., Farooq, A. B. U., & Khalid, S. (2019). Ecotoxicology of Heavy Metal (loid)-Enriched Particulate Matter: Foliar Accumulation by Plants and Health Impacts.
- Scarano, A. C., Iannuzzi, G., & Riesgo, M. (2016): Caracterización Ambiental del Arroyo Sarandí. Una interpolación espacial. Cartografías Del Sur. Revista De Ciencias, Artes Y Tecnología, (4). Recuperado a partir de <http://cartografiasdelsur.undav.edu.ar/index.php/CdS/article/view/67>
- Speltini, C., Machalec, J., Coppo, G., & Sanchez, C. (2011). Caracterización Ambiental del Arroyo Sarandí. Revista Ciencia, 6(21), 107-119.
- Seoáñez Calvo Mariano, Alejandro J. Chacón Auge, Ana Gutiérrez de Ojesto, Irene Angulo Aguado. Contaminación del suelo: estudio, tratamiento y gestión, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid España, 1999, 352 pp
- Tapsell, S. M., Penning-Rowsell, E. C., Tunstall, S. M., & Wilson, T. L. (2002). Vulnerability to flooding: health and social dimensions. Philosophical transactions of the royal society of London. Series A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 360(1796), 1511-1525.
- Torres Robles, S. (2009). Variación geográfica de la composición y riqueza de plantas vasculares en los talares bonaerenses y su relación con el clima, sustrato, estructura del paisaje y uso (Doctoral dissertation, Facultad de Ciencias Naturales y Museo).
- UNDAVCyT (2013). Calidad de aire en el partido de Avellaneda: monitoreo de metales pesados y contaminantes orgánicos semivolátiles. Directora: Cappelletti Natalia.
- USEPA (U.S. Environmental Protection Agency). (2001). Risk assessment guidance for Superfund: volume III - part A, process for conducting probabilistic risk assessment. EPA 540-R-02-002. Washington, D.C.: US Environmental Protection Agency; 2001.
- USEPA (U.S. Environmental Protection Agency). (2002). Calculating upper confidence limits for exposure point concentrations at hazardous waste sites. OSWER 9285.6-10. Office of Research and Development.
- USEPA (U.S. Environmental Protection Agency). (2020). Integrated risk information system. Visitado en Agosto de 2020. Link: [www.epa.gov/iris](http://www.epa.gov/iris).
- Vives, H. F., Petelín, K., Vives, A. M., & Zulaica, L. (2010, January). Caracterización de metales pesados en sitios de juego infantil. In Anales de Química (Vol. 106, No. 1).
- Weitzenfeld, H. (1992). Contaminación atmosférica y salud en América Latina. Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana (OSP); 112 (2), feb. 1992.
- Wong, C. S. C., Li, X. D., Zhang, G., Qi, S. H., & Peng, X. Z. (2003). Atmospheric deposition of heavy metals in the Pearl River Delta, China. Atmospheric Environment, 37(6), 767-776.
- Yousef, Y. A., & BATEMAN, J. (1985). Consequential Species of Heavy Metals 1n Highway Runoff.
- Zuleta, G. A., Guida Johnson, B., Laffitto, C. M., Faggi, A. M., De Magistris, A. A., Tchilinguirian, P. & Zarrilli, A. G. (2012). Rehabilitación de ambientes perdidos en megaciudades: el caso de la cuenca Matanza-Riachuelo. Buenos Aires: La historia de su paisaje natural.

## 9.1. Legislación Citada

- Decreto reglamentario 1074/18 de la Ley Provincial N° 5965 sobre protección a las fuentes de provisión y a los cursos y cuerpos receptores de agua y a la atmósfera.
- Decreto Reglamentario 831/93 de la Ley Nacional 24.051 sobre Residuos Peligrosos.
- LDEQ, 2003. Risk Evaluation/Corrective Action Program (RECAP). Departamento de Calidad Ambiental de Louisiana.
- Ley Nacional N° 26.168. Ley de creación de la Autoridad de Cuenca Matanza Riachuelo como ente de derecho público interjurisdiccional. Promulgada: Diciembre 4 de 2006.
- Ley Nacional N° 20.284, de Plan de Prevención de Situaciones Críticas de Contaminación Atmosférica. Buenos Aires, 16 de abril de 1973.
- Ley Nacional N° 24.051 Residuos Peligrosos. Promulgada de Hecho: Enero 8 de 1992
- Ley Nacional N° 25.916. Gestión de residuos domiciliarios. Promulgada parcialmente: Septiembre 3 de 2004
- Ley Provincial N° 5965. de Ley de protección a las fuentes de provisión y a los cursos y cuerpos receptores de agua y a la atmósfera. La Plata 19 de Julio de 1963.
- Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment (MINVROM). (2000). Annex A: Target values, soil remediation intervention values and indicative levels for serious contamination.
- OMS (2010). Resolución 64/292 de la Asamblea General de las Naciones Unidas. El derecho humano al agua y el saneamiento.
- Resolución 001/2007. Agente Contaminante (ACUMAR).
- Resolución N°41/2014. Habilitación de laboratorios de análisis industriales (OPDS).
- Resolución E 46/2017. Agente Contaminante. ANEXO I: Tabla consolidada de límites admisibles de vertido de efluentes líquidos. ACUMAR, 28 marzo de 2017.
- Resoluciones 1143/02. Disposición de Residuos Sólidos Urbanos en Rellenos Sanitario. La Plata, 13 de agosto de 2002 (OPDS).

## 9.2. Sitios web consultados

- ACUMAR 2020: Autoridad de Cuenca Matanza Riachuelo. Consultas realizadas entre los años 2018 y 2020 a la página web. Link: <http://www.acumar.gob.ar/>
- Censo 2010. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010. Link: <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-2-41-135>
- Censo Nacional Económico 2004/2005. Link: <http://www.ec.gba.gov.ar/>
- CEAMSE (2020). Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado. Página oficial, Link: <http://www.ceamse.gov.ar/>

- OMS (2018) Link: [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- OMS (2019). Organización Mundial de la Salud. Agua, datos y cifras. Link: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
- M. Avellaneda (2020). Página Oficial del Partido de Avellaneda. Link: <https://www.mda.gob.ar/>
- SMN - Servicio meteorológico Nacional. Página oficial: <https://www.smn.gob.ar/>

### **Noticias**

#### *Arroyo Santo Domingo*

- <https://www.24con.com/nota/44823-el-arroyo-que-mato-asiete-personas-podria-hacer-estallar-una-plaza/>
- <https://www.diariopopular.com.ar/sureno/huelen-mal-los-arroyos-sarandi-y-santo-domingo-n22376>
- <https://www.elsindical.com.ar/notas/contaminacion-y-corrupcion-en-el-arroyo-santo-domingo/>

#### *CEAMSE*

- [https://www.clarin.com/sociedad/protesta-vecinos-gases-basural\\_0\\_r1EWewULCtg.html](https://www.clarin.com/sociedad/protesta-vecinos-gases-basural_0_r1EWewULCtg.html)
- <https://www.pagina12.com.ar/diario/sociedad/3-20170-2003-05-16.html>
- <https://www.infobae.com/2003/05/19/57668-acordaron-cerrar-el-predio-del-ceamse-villa-dominico/>
- <https://www.pagina12.com.ar/diario/sociedad/3-20354-2003-05-20.html>
- <https://www.lanacion.com.ar/569776-cerro-el-basurero-mas-polemico-del-conurbano-en-villa-dominico>

#### *Otros*

- <http://contaminacion-villa-corina.blogspot.com/2008/05/entubado-del-arroyo-sarandi.html>
- <https://www.24con.com/nota/38445-villa-corina-eligioa-la-reina-de-la-contaminacion/>

**Sitios webs verificados hasta el mes de agosto de 2020.**