



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



UNIVERSIDAD NACIONAL DE AVELLANEDA
Departamento de Ambiente y Turismo
Licenciatura en Ciencias Ambientales

“ESTUDIO DE CALIDAD DEL AGUA Y FUENTES DE CONTAMINACIÓN DEL ARROYO
LAS PIEDRAS, BUENOS AIRES, ARGENTINA”



ESTUDIANTE: PAVÓN CELESTE LAURA

DNI: 39.428.573

CONTACTO: CELESTE.PAVON@HOTMAIL.COM

LEGAJO Nº: 6296

DIRECTORA: CAPPELLETTI NATALIA

CONTACTO: CAPPELLETTIN@HOTMAIL.COM

Indice

1. Introducción	5
1.1. Marco teórico	6
2. Objetivos	7
2.1. Objetivo General	7
2.1.1. Objetivos específicos	7
3. Antecedentes	7
3.1. Estudios de casos similares	8
3.2. Estudios previos del arroyo Las Piedras	16
3.3. Marco Legal	18
4. Área de estudio	22
4.1. Ubicación Geográfica	22
4.2. Caracterización Física del área de estudio	25
4.2.1. Clima	25
4.2.2. Fenómeno del Niño	26
4.2.3. Riesgo de Inundación	28
4.3. Características Geológicas y geomorfológicas del área de estudio	35
4.4. Caracterización Sociocultural	36
4.5. Arroyo Las Piedras: Características, Proyectos y políticas de saneamiento	38
5. Metodología	40
5.1. Actividades, Fuentes y Sustancias peligrosas	40
5.1.1. Actividades	40
5.1.2. Fuentes de contaminación y sus características	44
5.1.3. Sustancias peligrosas	46
5.2. Parámetros Físico-Químicos indicadores de contaminación del agua	49
5.3. Toma de muestras y análisis	56
5.3.1. Sitios de recolección y muestreo	59
5.3.2. Análisis de Laboratorio	64
5.4. Índices de Calidad de Agua	70
6. Resultados y Discusión	74
6.1. Parámetros Fisicoquímicos	74
6.2. Índices de Calidad del Agua	75
6.3. Comparación con Normativa	79
7. Conclusiones	86
8. Bibliografía	87



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla n°1: <i>Límites admisibles de vertidos de efluentes líquidos</i>	20
Tabla n°2: <i>Fuentes orígenes y efectos de algunos metales y semimetales presentes en el agua</i>	45
Tabla n°3: <i>Indicadores de calidad de agua</i>	51
Tabla n°4: <i>Coordenadas geográficas</i>	52
Tabla n°5: <i>Parámetros del ICA y sus respectivos pesos específicos</i>	63
Tabla n°6: <i>Ecuaciones para la obtención de Qi</i>	63
Tabla n°7: <i>Clasificación de colores en base a la calidad y rango de Clasificación</i>	64
Tabla n°8: <i>Resultados obtenidos del análisis de muestras</i>	67
Tabla n°9: <i>Valores del ICA</i>	72
Tabla n°10: <i>Usos del Agua en base al valor del ICA calculado</i>	73
Tabla n°11: <i>Categorías de uso según ICA</i>	74
Tabla n°12: <i>Parámetros de calidad de las descargas límite admisibles</i>	75
Tabla n°13: <i>Parámetros evaluados comparados con la resolución 336/03</i>	77
Tabla n°14: <i>Comparativa valores obtenidos- Límites permisibles por ACUMAR</i>	82

Repositorio Digital de
Trabajos finales y Tesinas



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura n°1: Localización de Microcuenca El Riño y localidades de Tonalá y Paredón	9
Figura n°2: Ubicación localidad de Huancayo y Subcuenca Shullcas	10
Figura n°3: Cuencas hidrográficas del Área Metropolitana de Buenos Aires	11
Figura n°4: Mapa de la Cuenca Matanza Riachuelo	12
Figura n°5: Cuenca Río Lujan	16
Figura n°6: Cuenca Luján y jurisdicciones	15
Figura n°7: Localización Cuenca Sarandí- Santo Domingo	17
Figura n°8: Subcuencas Sarandí- Santo Domingo	24
Figura n°9: Distancia aproximada entre Av. Cnel Lynch y Av. Gral. Donato Álvarez	24
Figura n°10: Valores medios de precipitación y temperatura	25
Figura n°11: configuración habitual de la circulación durante El Niño y La Niña	27
Figura n°12: Mapa de peligrosidad	31
Figura n°13: Arroyos San Francisco- Las Piedras y delimitación de jurisdicciones	32
Figura n°14: Arroyo Las Piedras y ubicación de industrias	33
Figura n°15: Mapa de peligrosidad por inundaciones	34
Figura n°16: Instrumento de medición de DBO	58
Figura n°17: Medición de Sólidos Totales	59
Figura n°18: Muestras y coordenadas geográficas	59
Figura n°19: Sitio de Muestreo n°1	60
Figura n°20: Sitio de muestreo n°2	60
Figura n°21: Sitio de muestreo n°3	61
Figura n°22: Sitio de muestreo n°4	62
Figura n°23: Sitio de muestreo n°5	63
Figura n°24: Ubicación de puntos de toma de muestras	64
Figura n°25: Ubicación de puntos de toma según el nombre de las calles	64



Dedicatoria:

Entre una mezcla de Felicidad y congoja dedico el presente exclusivamente a quien fue, es y será mi persona favorita. Aquella que me brindo su apoyo de manera incondicional no sólo en ámbito universitario si no también a lo largo de mi vida. Mi eterna estrella, mi ángel personal, mi amada hermana, Yisela.

Trabajos finales y Tesinas



AGRADECIMIENTOS:

Gracias infinitas a mi familia quienes me apoyaron, animaron y acompañaron con gran paciencia y orgullo a cada paso de mi vida universitaria.

A la Universidad Nacional de Avellaneda, comunidad docente y no docente por abrirme sus puertas, ser mi segunda casa y brindarme la posibilidad de formarme en esta honorable institución.

A toda la comunidad docente por apostar con gran dedicación a la educación quienes fueron fundamentales a lo largo de mi trayectoria.

Con gran estima y admiración agradecerle a quien es directora del presente trabajo, la Dra. Cappelletti Natalia, por la paciencia, ayuda y acompañamiento brindado que resultó fundamental.

A los jurados Bejarano Iris, Lozano Federico y Ferrero Marcelo quienes además de ser grandes docentes, resultaron imprescindibles en este proceso.

A todos ellos estaré agradecida y en deuda toda la vida.

Repositorio Digital de
Trabajos finales y Tesinas

1. Introducción:



La actividad industrial es un componente fundamental para el crecimiento económico de países en vías de desarrollo, sin embargo, la protección del ambiente es un tema al cual se le resta importancia. La omisión de aplicación de normas de protección ambiental y la negligencia por parte de autoridades acarrearán efectos negativos para la salud ambiental mediante la adición de elementos contaminantes en la atmósfera, agua y suelo.

Los cuerpos naturales de agua como los lóticos y lénticos ofrecen beneficios para el ambiente y a las actividades humanas, aunque su uso indiscriminado por parte del ser humano y sectores industriales trae aparejados daños que muchas veces son difíciles de revertir.

En la Provincia de Buenos Aires, particularmente en la región Metropolitana, el agua superficial tiene diversos aspectos críticos que se pueden relacionar, entre otros, a inundaciones, a su uso como vertederos de efluentes y/o residuos. Cuerpos de agua que atraviesan áreas industriales y densamente pobladas exponen a cuencas al depósito de residuos tanto industriales como sólidos urbanos, como es el caso del arroyo “Las Piedras”, en el Partido de Quilmes. Las sustancias contaminantes que terminan ingresando al ecosistema acuático, resultan en el menoscabo ambiental y convierten al arroyo en un sitio peligroso para el desarrollo de la vida silvestre y la salud de las personas, debido a que suponen un riesgo para contacto y/o ingesta ocasionando diversas enfermedades.

El concepto de calidad de aguas está íntimamente relacionado con los usos a los que se destina un recurso hídrico, de manera que distintos usos admiten distintas calidades de aguas. Una forma de resolver este problema consiste en el desarrollo de índices de Calidad de Aguas (ICAs) adaptados a las características locales o regionales de los cuerpos de agua. (Basílico et. al., 2015). Dichos índices resultan ser primordiales herramientas que nos permiten realizar una evaluación simple del agua otorgando una visión de la calidad ambiental de los recursos hídricos.

El ICA puede ser representado por un número, un rango, una descripción verbal, un símbolo o un color. Su ventaja radica, en que la información puede ser más fácilmente interpretada que una lista de valores numéricos. Consecuentemente, un índice de calidad de agua es una herramienta comunicativa para transmitir información. (Campins, 2016)

En el presente trabajo final se abordará la temática del “Estudio de calidad de agua y fuentes de contaminación del arroyo *Las Piedras*” ubicado en la localidad de Quilmes, provincia de Buenos Aires, Argentina. Del diagnóstico del área de estudio se identificarán los aspectos socioculturales, características de la zona y actividades para permitirnos distinguir las fuentes de contaminación e

informar mediante la elaboración de un índice de calidad de agua, el estado en el que se encuentra el arroyo.

Palabras claves: Contaminación; Calidad de Agua; Salud.

1.1. Marco Teórico

Actualmente la industrialización en conjunto al incremento tecnológico y poblacional a han sido objeto de debates significativos a la hora de determinar factores que contribuyen a la generación de contaminantes. El vuelco de contaminantes a los cursos de agua los vuelve sitios peligrosos, debido a que se exceden las concentraciones naturales y seguras para el ecosistema. Aunque la contaminación de las aguas puede provenir de fuentes naturales, la mayor parte de la contaminación actual proviene de actividades humanas. El agua contaminada y el saneamiento deficiente están relacionados con la transmisión de enfermedades. Los servicios de agua y saneamiento inexistentes, insuficientes o gestionados de forma inapropiada exponen a la población a riesgos prevenibles para su salud. (Organización Mundial de la Salud, 2023). Asimismo, ante eventos de precipitación abundante los desbordes del arroyo exponen a la población a los contaminantes que ingresaron al arroyo, suponiendo un riesgo para la población debido al contacto con agua o suelo contaminado, desembocando en enfermedades tales como anomalías inmunológicas, cáncer, problemas ginecoobstétricos, trastornos prenatales, enfermedades respiratorias y de pulmón, problemas del funcionamiento hepático, neurológico y renal, enfermedades dérmicas, diarrea y parasitismo intestinal, malestar, cefaleas, náuseas, entre otros.

El arroyo “Las Piedras”, en su recorrido atraviesa la zona industrial de Quilmes, las cuales al verter sus efluentes pueden ser consideradas fuentes contaminantes hacia el espejo de agua. Se ubica en un área impactada por el acopio formal e informal de residuos tanto industriales como sólidos urbanos, resultando en su contaminación, volviéndose claramente inadecuado para el consumo humano, animal, industrial, recreacional, entre otros usos. Por lo tanto, el área de estudio en el cual se centrará el presente trabajo comprende el margen del arroyo de la localidad de Quilmes ubicado entre las calles Lynch y el arroyo y Donato Álvarez y el arroyo.

2. Objetivos:

2.1. Objetivo General:

Analizar la calidad de agua del arroyo “Las Piedras”, del partido de Quilmes y evaluar las posibles fuentes de contaminación.

2.1.1. Objetivos Específicos:

- a- Determinar la calidad del agua del arroyo "Las Piedras" para el partido de Quilmes, Buenos Aires; comparando los valores obtenidos con los niveles guía permisible establecido por la Autoridad del Agua (A.D.A.)
- b- Determinar índices de calidad que permitan comparar el estado del arroyo en diferentes sectores.
- c- Describirlas posibles fuentes de contaminación del arroyo "las Piedras" en el partido de Quilmes.
- d- Identificar cuáles son las vías de exposición humana en cuanto a usos y dinámica del arroyo "Las Piedras".



Repositorio Digital de
Trabajos finales y Tesinas

3. Antecedentes

El problema de la contaminación de cursos de agua, no es nuevo, diversos son los ejemplos en los que se ven plasmadas las consecuencias del incremento de la actividad industrial, el desarrollo urbano, la ausencia o escasez de la aplicación de normas ambientales, resultando en el menoscabo del ambiente. Debido a la consideración respecto a impactos a la salud y al ambiente, hemos considerado las siguientes investigaciones, las que resulta la base de estudio para llevar a cabo la presente investigación.

3.1. Estudios de casos similares

A continuación se mencionan con el fin de respaldar esta investigación, casos de contaminación de cursos de agua y sus efectos no sólo a nivel nacional sino también a nivel internacional. En todos los casos se puede observar que el origen de la contaminación de estas cuencas y ríos son los mismos, es decir, industrial, cloacal y por residuos sólidos urbanos o domésticos. Por lo cual, a lo largo de estos ejemplos se notará la recurrencia de temas tales como: ausencia de control por parte de autoridades, incumplimientos de normas ambientales, ausencias de servicios sanitarios, falta o deficiencia de planes de manejo de gestión integral de residuos, de infraestructura, de planificación habitacional, ausencia de sensibilidad y conciencia ambiental e indiferencia sobre calidad de cuerpos de agua. En muchos casos la contaminación es el resultado de la negligencia, omisión y carencia del cuidado al ambiente y los seres vivos.

Los efectos de los contaminantes son variados y pueden afectar diversos niveles de organización, desde el celular y sub-celular (individuos) hasta el poblacional o comunitario. Entre ellos se destacan efectos cancerígenos, disruptores endocrinos, hepatotóxicos, neurotóxicos, citotóxicos, promotores del estrés oxidativo, depresores del sistema inmune, modificadores de la conducta, etc. (Ossana, 2011).

Casos similares Internacionales:

- ✚ En la investigación realizada por González Ávila (2021), se aborda la temática de la contaminación de la Microcuenca “El Riíto”, ubicada en la ciudad de Tonalá Chiapas, México. Comprende una superficie de 76,45 km² (Figura n°1) que representa más o menos 4,32% del área del municipio. El Riíto, tiene una longitud de cauce de 23,7 km. Nace en las pendientes de la Sierra Madre de Chiapas a 622 metros sobre el nivel del mar (msnm) y desemboca, junto con otros tributarios, en la laguna del Mar Muerto y en el humedal de éste, ubicados en

la localidad de Paredón. El arroyo del que se trata atraviesa las comunidades de estudio Tonalá y Paredón, localizadas, en la parte alta y baja de la microcuenca, y forman parte del municipio de Tonalá, el cual cuenta con 1.570 comunidades. A pesar de que el CEAS (Colegio de etnólogos y antropólogos sociales de México) en el año 2007 reconoció la problemática de la contaminación por descargas de aguas residuales que son vertidos a lo largo de su recorrido. Pese a la creación de plantas de tratamiento, no se ha solucionado el problema de la contaminación siendo las principales fuentes de contaminación los basurales a cielo abierto, los residuos domiciliarios, las descargas pluviales, residuales y factores agrícolas.

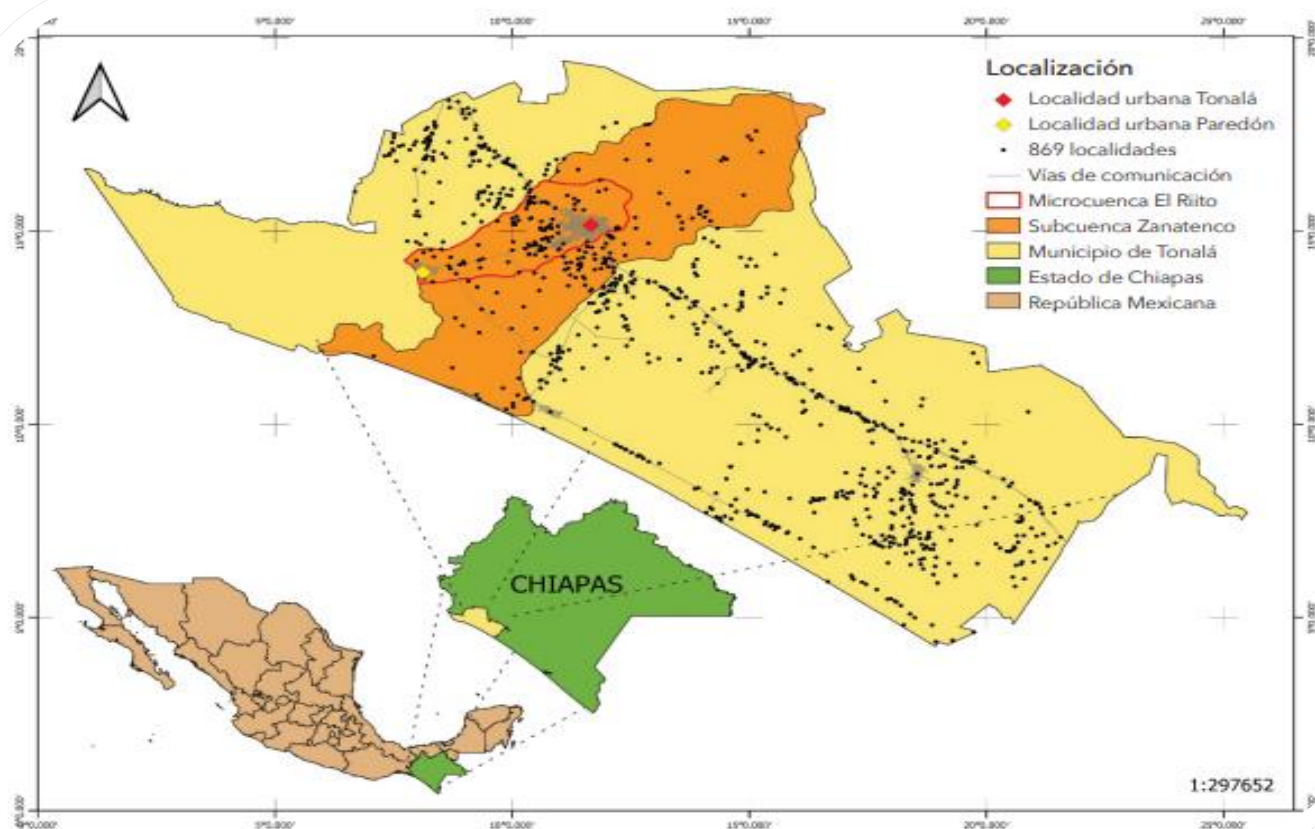


Figura n°1: Localización de Microcuenca El Riño y localidades de Tonalá y Paredón. (González Ávila, 2021)

- El trabajo realizado por Mendoza (2022) de la Universidad Tecnológica del Perú, trata sobre la contaminación del río Shullcas con residuos sólidos domiciliarios. El autor estudia el problema de la contaminación que con los años ha ido en aumento y no sólo producto de las emisiones de las industrias, sino también de las personas quienes producen grandes cantidades de basura al día depositándola en el río. Las principales fuentes de contaminación del agua en esa región son del sector minero, las aguas residuales domésticas sin tratamiento y la industrial donde destaca como la contaminación y deterioro del recurso hídrico tienen impacto directo en la salud y el ambiente.(Figura n°2)



Figura n°2: Ubicación localidad de Huancayo y Subcuenca Shullcas (Mendoza, 2022)



Casos Similares en Argentina:

Con respecto a Argentina, varios son los casos conocidos en los que los problemas de contaminación de agua afectan ríos y arroyos. Entre ellos se destacan: Matanza-Riachuelo, Reconquista y Río Luján. Dichas cuencas localizadas en la provincia de Buenos Aires, desembocan en el Río de La Plata. (Figura n°3). Previo al desarrollo debemos considerar a que nos referimos cuando hablamos de Cuencas y Ríos. Una cuenca hidrográfica es un área en la cual el agua proveniente de las lluvias se escurre a través del terreno y se reúne en un mismo río, lago o mar. Entender el flujo del agua es fundamental para comprender las problemáticas asociadas a su cantidad (inundaciones) y calidad (contaminación). La cuenca se encuentra dividida por secciones como cuenca alta, cuenca media y cuenca baja. (Autoridad Cuenca Matanza Riachuelo).

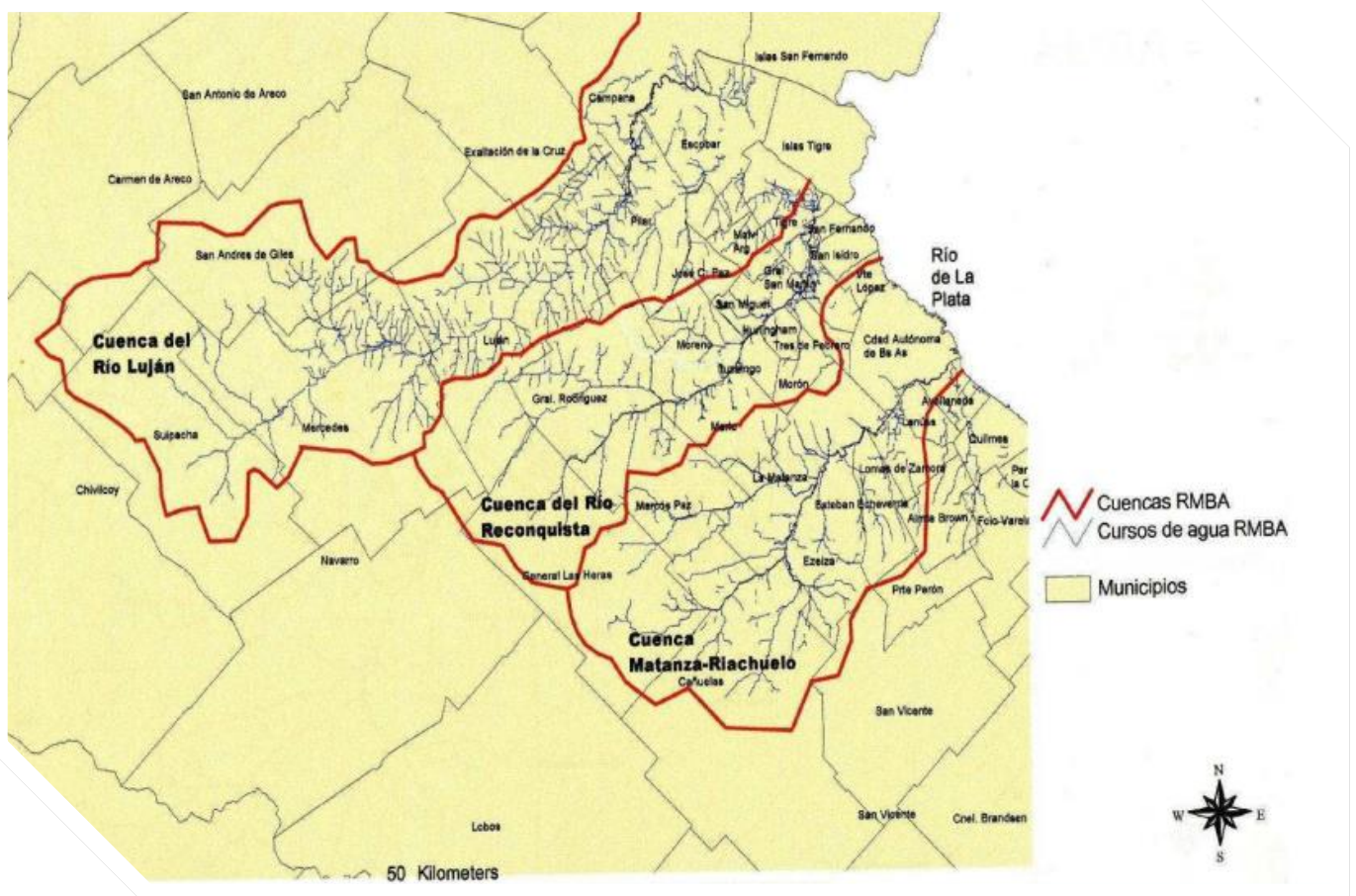


Figura n°3: Cuencas hidrográficas del Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA). (Herrero, 2005, cómo se citó en Ossana, 2011)

La Cuenca Matanza Riachuelo limita, al norte, con la cuenca del Río Reconquista y, al sur, con el sistema Samborombón-Salado, abarcando una superficie aproximada de 2.047 km². Esta cuenca se encuentra localizada al noroeste de la provincia de Buenos Aires y abarca parte de catorce municipios de la provincia: Almirante Brown, Avellaneda, Cañuelas, Esteban Echeverría, Ezeiza, General Las Heras, La Matanza, Lanús, Lomas de Zamora, Marcos Paz, Merlo, Morón, Presidente Perón y San Vicente (Figuran°4). En la Cuenca viven 4.703.058 personas, según los datos definitivos del Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda 2022 del INDEC. (Autoridad Cuenca Matanza Riachuelo).

CUENCA MATANZA RIACHUELO: SUBCUENCAS

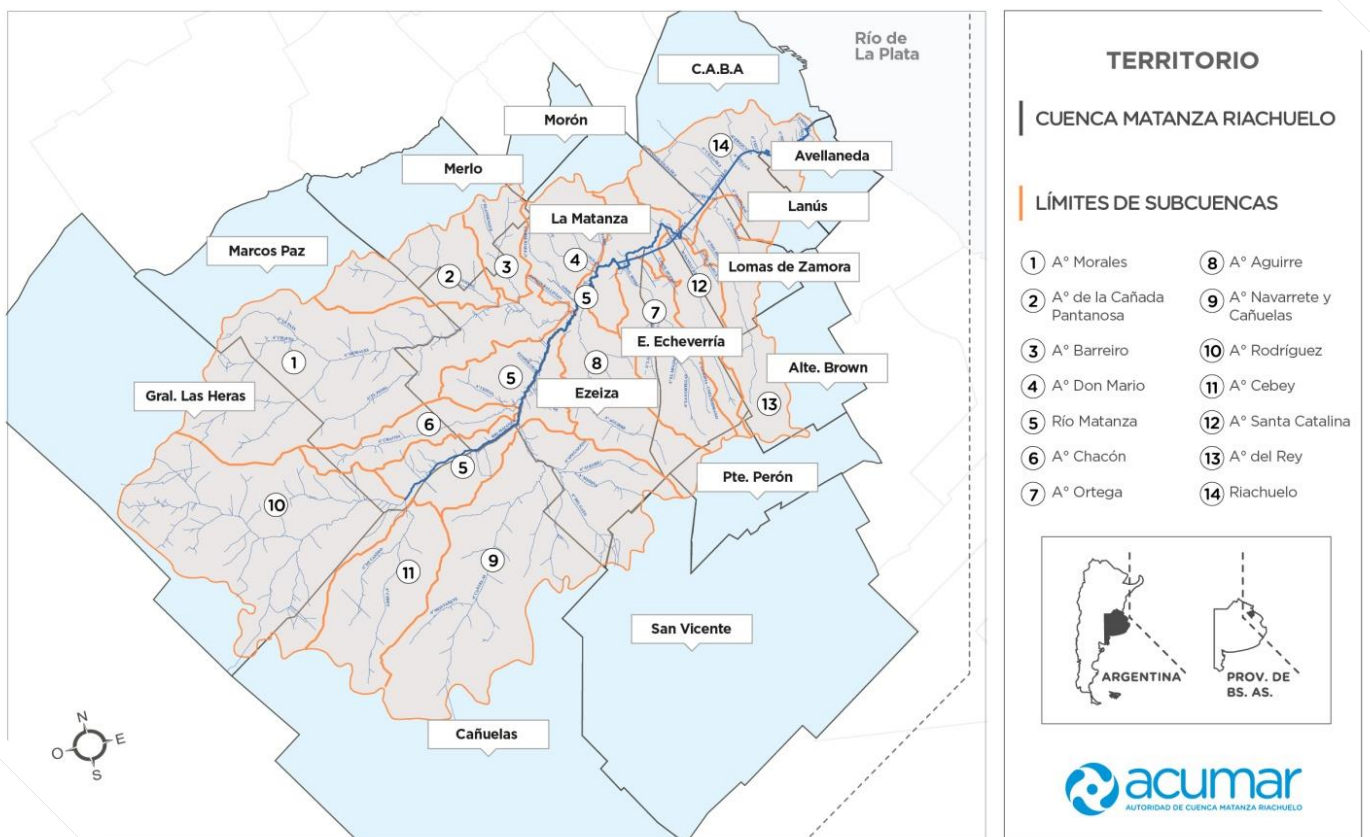


Figura n°4: Mapa de la Cuenca Matanza Riachuelo, las subcuencas y los distritos que la componen. Sitio web ACUMAR

A lo largo y ancho de la cuenca encontramos industrias frigoríficas, curtiembres, fábricas, actividades rurales, vuelco de desechos cloacales, residuos y basurales. Estos efluentes y residuos por muchos

años fueron vertidos a la cuenca sin previo tratamiento y sin consideración. Por otro lado, las inundaciones no son un tema menor en este caso, debido a que en la cuenca Matanza-Riachuelo las inundaciones se producen por tres causas fundamentales: por las intensas precipitaciones que sobrepasan la capacidad de absorción del suelo, generando crecidas y desbordes del río Matanza; por los efectos de la Sudestada y la elevación del Río de la Plata que impide el libre y natural desagüe del Riachuelo; y por la insuficiente capacidad de los sistemas de drenaje municipales frente al aumento de áreas impermeables y a la insuficiencia de obras de conducción en arroyos y sub-cuencas urbanas. Las inundaciones afectan principalmente las zonas de la cuenca Baja y Media, las cuales presentan una gran diversidad de dinámicas socioeconómicas y una alta densidad poblacional, además es donde se localizan la mayor parte de los asentamientos precarios o urbanizaciones emergentes. Estas zonas son, a su vez, las áreas de menor cobertura de servicios y mayor riesgo sanitario. (Autoridad Cuenca Matanza Riachuelo).

- ✚ La cuenca del Río Reconquista se encuentra territorialmente conformada por 18 Municipios cubriendo una superficie de 167.000 hectáreas, con un cauce que recorre 82 km recibiendo los aportes de 134 cursos de agua que recorren 606 km, donde se destaca el arroyo Morón. Habitan aproximadamente 4 millones de personas y existen partidos donde la cobertura de servicios sanitarios es muy baja o no existe. En esta área territorial se encuentran radicadas cerca de 12 mil industrias (de fibras sintéticas, alimenticias, preparación y conservación de carnes, mataderos, curtiembres, acumuladores eléctricos, caucho, hierro y acero entre otros rubros) que utilizan en la mayoría de los casos al río como depósito natural de los desechos que producen sin ningún tipo de tratamiento previo (Yacaruso, 2018).

El río Reconquista, se ubica al noreste de la Provincia de Buenos Aires. Limita al noroeste con la cuenca del río Luján; al suroeste con la porción media y superior de la cuenca del río Matanza-Riachuelo. El río Reconquista tiene su nacimiento en la confluencia de los arroyos La Choza y Durazno en el partido de General Rodríguez y desagua actualmente en el río Luján en la zona de Tigre, aunque es probable que un antiguo brazo del mismo desembocara directamente en el Río de la Plata, a la altura de San Fernando. El río Reconquista presenta características generales típicas de un curso de llanura, se encuentra afectado por el régimen de lluvias, y por las fluctuaciones del río Paraná, por las mareas del Río de La Plata y por el régimen de las sudestadas. (Comité de Cuenca del Río Reconquista) (Figura n°5).

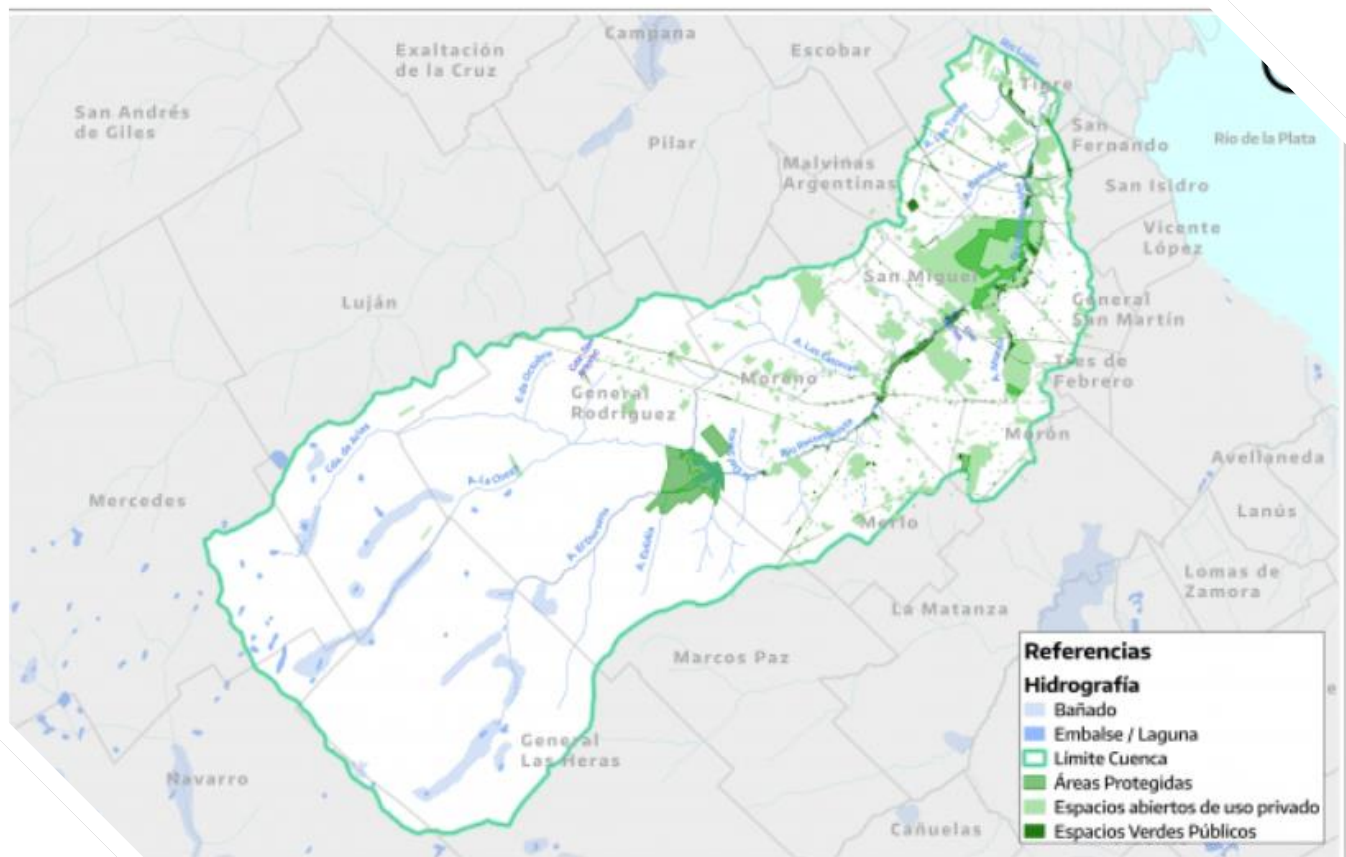
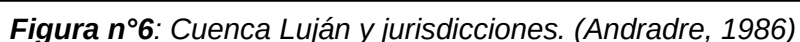


Figura n°5: Cuenca del río Reconquista, municipios que conforman los Comité de Cuenca Alta, Media y Baja, los cursos de agua, la Infraestructura Hidráulica y detalle de las Estaciones de Bombeo. (COMIREC)

- El río Luján el cual es un típico río de llanura con una cuenca cuya superficie total es de 2.940 km², recorriendo 128 km antes de verter sus aguas al río de La Plata. Esta cuenca ha sido y es utilizada para descargas líquidas urbanas e industriales que comienzan en la cuenca alta y se incrementan, dado el crecimiento de las ciudades y también de la actividad industrial, específicamente en la subcuenca inferior donde el uso agropecuario de la tierra es reemplazado por el urbano-industrial. En la cuenca alta, uno de los arroyos tributarios que origina el río, el arroyo Durazno, recibe descargas industriales del rubro lácteo y de la planta de tratamiento de efluentes líquidos de la ciudad de Suipacha (Ossana, 2011) (Figura n°6).



En la investigación para la práctica profesional supervisada denominada “Análisis de contaminantes en Agua y Sedimentos del Río de la Plata” (Martins, 2019). Se llevo a cabo el análisis de aguas y sedimentos en distintos puntos del Río de La Plata. El objetivo del trabajo se basó en la realización de una análisis de aguas y sedimentos en 3 puntos del Rio de la Plata (Rio Santiago, Cuatro Bocas y desembocadura calle 66 del Río de La Plata) con el fin de encontrar distintos tipos de contaminantes y concentraciones. En el análisis se tuvieron en consideración diferentes parámetros entre los que se puede nombrar pH, Oxigeno Disuelto, DQO, Dureza, Conductividad, metales entre otros. Teniendo como resultado del muestreo por triplicado que los valores para metales en términos generales no mostraron

concentraciones elevadas. En cuanto a alcalinidad, amonio, DQO, OD, arrojaron resultados alarmantes en 2 de los 3 puntos muestreados. Los cloruros, dureza, nitratos, oxígeno disuelto, pH y sulfatos en el punto Río Santiago no presentaron valores que afecten a humanos ni ecosistemas naturales.

Este último trabajo nos permite realizar una comparación de los valores obtenidos en este trabajo con respecto a un cuerpo de agua natural. Debido a que más adelante compararemos los valores obtenidos con legislaciones vigentes con respecto a límites para vuelcos a cuerpo de agua superficial, sin embargo, se realizará un estudio de calidad de agua para determinar la calidad de agua del arroyo sin considerar actividades a las cuales se le fijan límites.

3.2. Estudios Previos sobre Arroyo Las Piedras

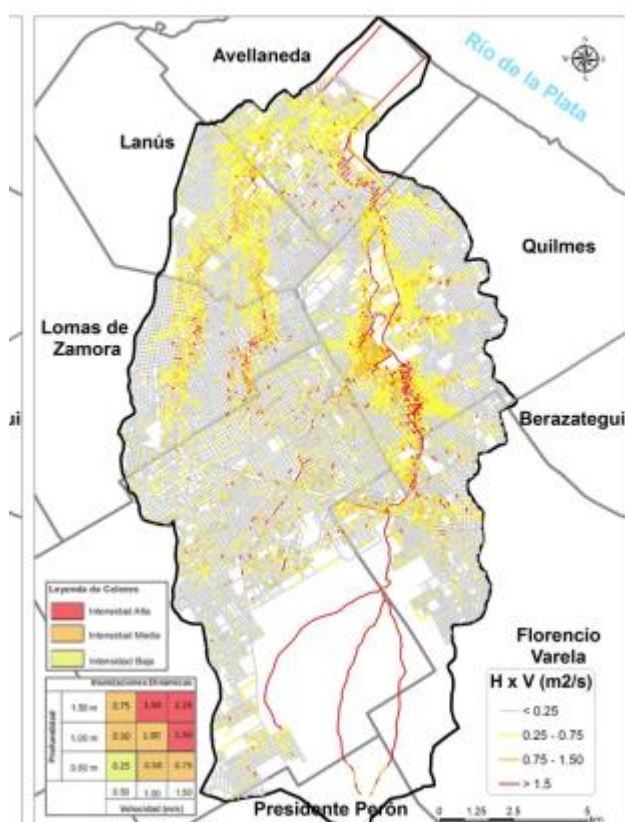
Como parte de los antecedentes sobre el arroyo Las Piedras, que es objeto de estudio de este trabajo, se resumen los siguientes estudios:

- ✚ La investigación denominada *“la Modelación hidrológica- hidráulica de la cuenca Sarandí - Santo Domingo ante un evento de precipitación extrema”*. Realizada por Lacertua y col. (2014) tuvo como objetivo identificar las zonas más vulnerables ante un evento extremo de precipitación utilizando un modelo hidrológico – hidráulico. Se utilizó el modelo SWMM, que es un modelo dinámico de simulación del proceso de transformación de lluvia en escorrentía para determinar los sucesos de inundación. Del análisis de los resultados, se desprende que el área de Quilmes Oeste representa la región más afectada, especialmente los antiguos bañados hoy urbanizados. Las calles que descargan sus aguas en el arroyo Las Piedras en las localidades de San Francisco Solano y Villa La Florida son los que presentan mayor peligrosidad por inundabilidad dinámica (Figura n°7).
- ✚ En la investigación *“Evaluación del impacto antrópico sobre la calidad del agua del arroyo Las Piedras, Quilmes, Buenos Aires, Argentina”* realizada por Elordi y col. (2016) se evaluaron los factores antrópicos que afectan directa o indirectamente la calidad del agua del arroyo Las

Piedras en el partido de Quilmes, mediante la caracterización fisicoquímica y microbiológica de sus aguas, además de la aplicación de índices de calidad del agua (ICA) y de contaminación (ICOMO). Dichas herramientas permitieron establecer el grave problema de degradación del arroyo y su entorno ante: a) la carencia de servicios de saneamiento, b) al vertido de aguas residuales inadecuado o sin tratamiento previo, que generan especialmente contaminación fecal de sus aguas, c) a basurales y quemazones en sus márgenes, creando así sitios puntuales de contaminación, diseminación de plagas y potenciales focos infecciosos.

- ✚ En la investigación "*Metales, hidrocarburos totales del petróleo e hidrocarburos aromáticos policíclicos en agua y sedimento de arroyos urbanos de la provincia de Buenos Aires*" llevada a cabo por Elordi y col. (2017) se monitorearon seis estaciones correspondientes a los arroyos Las Piedras y San Francisco ubicadas en el partido de Quilmes y se observó un aumento paulatino en la concentración de Hidrocarburos Totales del Petróleo (HTPs) aguas abajo hacia la confluencia, siendo este punto el que superó ampliamente el nivel guía establecido por la Autoridad del Agua (≤ 30 ppm), Estos resultados evidencian el deterioro progresivo, e incluso histórico, aguas abajo que ambos cuerpos de agua padecen. Considerando la potencialidad carcinogénica de los contaminantes encontrados y la alta densidad poblacional que rodea a estos arroyos.

- ✚ En el artículo "*Uso del suelo y calidad del agua en la cuenca del Arroyo las Piedras, RMBA*", realizado por Iglesias y col. (2022) se analizaron los cambios en el uso del suelo mediante imágenes satelitales, parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en determinados puntos del arroyo Las Piedras, calculando, además, el ICA (Índice de Calidad de Agua) y el ICOMO (Índice de contaminación orgánica) el cual resultó en un aumento de áreas urbanas, un ICA en el rango de medio-regular y un índice un ICOMO de medio-muy alto.



Inundabilidad dinámica: Un nivel alto genera daños importantes para la economía y pérdida de vidas humanas; un nivel medio genera menores daños, pero no son despreciables. Por último, un nivel bajo genera daños generalmente leves, no se esperan pérdidas en vidas humanas.

Figura n°7: Localización inundabilidad dinámica Cuenca Sarandí- Santo Domingo (Lacertua y col. 2014)

3.3. Marco Legal

A partir de la conferencia de las Naciones Unidas sobre el ambiente celebrada en Estocolmo en el año 1972, se acrecentó la conciencia sobre responsabilidades y deberes tanto personales como sociales para la preservación y progreso de la calidad ambiental. En esta se declaró el derecho humano a un ambiente adecuado para vivir con dignidad y bienestar y su deber de protegerlo y mejorarlo.

El derecho a un ambiente sano comenzó a ser reconocido por el Derecho Internacional a partir del año 1972, cuando la Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano expresó que “[e]l hombre tiene el derecho fundamental a la libertad, la igualdad y el disfrute de condiciones de vida adecuadas en un medio de calidad tal que le permita llevar una vida digna y gozar de bienestar, y tiene la solemne obligación de proteger y mejorar el medio para las

generaciones presentes y futuras". Desde entonces, se inició una tendencia cada más extendida de consagración de este derecho a nivel nacional. (Ministerio Público Fiscal, 2018).

En el ámbito nacional, el **Artículo n°41** de la **Constitución**, en su reforma del año 1994 incorporó la "clausula ambiental". Esta ley suprema establece que *"Todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano..."* donde deja en claro el derecho colectivo, es decir, que nos corresponde a todos.

"...y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo".

Obligando a quienes realicen actividades o modificaciones deben dejar el ambiente en condiciones y responsabilizarse por cualquier daño que se genere

"El daño ambiental generará prioritariamente la obligación de recomponer, según lo establezca la ley."

Donde la norma establece la distribución de competencias entre el Estado Nacional (que se encarga de establecer los presupuestos mínimos de protección en materia ambiental) y los estados locales (encargados de establecer los presupuestos complementarios)

"Las autoridades proveerán a la protección de este derecho, a la utilización racional de los recursos naturales, a la preservación del patrimonio natural y cultural y de la diversidad biológica, y a la información y educación ambientales. Corresponde a la Nación dictar las normas que contengan los presupuestos mínimos de protección, y a las provincias, las necesarias para complementarlas, sin que aquéllas alteren las jurisdicciones locales. Se prohíbe el ingreso al territorio nacional de residuos actual o potencialmente peligrosos, y de los radiactivos."

A nivel nacional, Argentina, cuenta con la **Ley General del Ambiente n° 25.675**, la cual busca la protección del ambiente y obliga a responsabilizarse a quienes generen daños. Estableciendo presupuestos mínimos de preservación y protección de la diversidad biológica, la implementación del desarrollo sustentable, evaluaciones ambientales, entre otros.

A su vez, determina que, para su interpretación y aplicación, deberán tenerse en cuenta los principios de congruencia, prevención, precautorio, de progresividad, de responsabilidad, de subsidiariedad, de sustentabilidad, de solidaridad, de cooperación y de equidad intergeneracional. (Ministerio Público Fiscal, 2018)

La **Autoridad de Cuenca Matanza-Riachuelo** (ACUMAR) bajo la ley n° 26.168, en el año 2006, se crea como organismo público, autónomo y autárquico con el fin de llevar adelante el Plan Integral de

Saneamiento Ambiental (PISA) articulando las políticas públicas entre la Nación, la provincia de Buenos Aires y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (Tabla n°1).

Dentro de las diferentes resoluciones de dicha ley destacamos la **Resolución 1/2007** que establece Límites Admisibles para descargas de Efluentes Líquidos; **Resolución 46/2017** que establece Límites de vertido - Calidad de agua - Agente Contaminante - Deroja Res. 3/2009 y 366/2010

GRUPO	PARÁMETRO	UNIDAD	TIPO DE VERTIDO		
			COLECTORA CLOACAL	PLUVIAL / CUERPO SUPERFICIAL	ABSORCIÓN SUELO (e)
Físico-químicos	Cianuros destructibles por cloración	mg CN ⁻ /l	≤ 0,1	≤ 0,1	Ausente
	Cianuros totales	mg CN ⁻ /l	≤ 1,0	≤ 1,0	Ausente
	DBO ₅ (sobre muestra bruta)	mg O ₂ /l	≤ 200	≤ 30	≤ 200
	Detergentes (SAAM)	mg SAAM/l	≤ 10	≤ 2,0	≤ 2,0
	DQO	mg O ₂ /l	≤ 700	≤ 125	≤ 500
	Fósforo total	mg P/l	≤ 10	≤ 5,0	≤ 10
	Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/l	NE	≤ 35	NE
	Nitrógeno Amoniacal	mg NH ₄ ⁺ /l	≤ 75	≤ 25	≤ 75
	Nitrógeno total Kjeldahl	mg NTK/l	≤ 105	≤ 35	≤ 105
	pH	UpH	5,5-10,0	6,5-9,0	6,5-9,0
	Sólidos Sedimentables en 10min (f)	ml/l	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1
	Sólidos sedimentables en 2hs (f)	ml/l	≤ 5,0	≤ 1,0	≤ 5,0
	SSEE	mg/l	≤ 100	≤ 50	≤ 50
	Temperatura	°C	≤ 45	≤ 45	≤ 45
Inorgánicos	Aluminio	mg Al/l	≤ 5,0	≤ 2,0	≤ 1,0
	Arsénico	mg As/l	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,1
	Bario	mg Ba/l	≤ 2,0	≤ 2,0	≤ 1,0
	Boro	mg B/l	≤ 2,0	≤ 2,0	≤ 1,0
	Cadmio	mg Cd/l	≤ 0,1	≤ 0,1	Ausente
	Cinc	mg Zn/l	≤ 5,0	≤ 2,0	≤ 1,0
	Cloro libre	mg Cl/l	NE	≤ 1,0	Ausente
	Cobalto	mg Co/l	≤ 2,0	≤ 2,0	≤ 1,0
	Cobre	mg Cu/l	≤ 2,0	≤ 1,0	Ausente
	Cromo total	mg Cr/l	≤ 2,0	≤ 2,0	Ausente
	Cromo hexavalente	mg Cr ⁶⁺ /l	≤ 0,2	≤ 0,2	Ausente
	Hierro (soluble)	mg Fe/l	≤ 10	≤ 2,0	≤ 0,1
	Manganeso (soluble)	mg Mn/l	≤ 1,0	≤ 0,5	≤ 0,1
	Mercurio	mg Hg/l	≤ 0,005	≤ 0,005	Ausente
	Niquel	mg Ni/l	≤ 2,0	≤ 2,0	≤ 1,0
	Plomo	mg Pb/l	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1
	Selenio	mg Se/l	≤ 0,1	≤ 0,1	Ausente
	Sulfatos	mg SO ₄ ²⁻ /l	≤ 1000	NE	≤ 1000
	Sulfuros	mg S ²⁻ /l	≤ 1,0	≤ 1,0	≤ 5,0

IE-2017-04321783-APN-ACUMAR#MAD

GRUPO	PARÁMETRO	UNIDAD	TIPO DE VERTIDO		
			COLECTORA CLOACAL	PLUVIAL / CUERPO SUPERFICIAL	ABSORCIÓN SUELO (e)
	Sustancias Fenólicas (g)	mg/l	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,1
Orgánicos, biocidas y microbiológicos	Coliformes Fecales (h)	UFC/100ml	NE	≤ 500	≤ 500
	Hidrocarburos Totales	mg/l	≤ 30	≤ 30	Ausente
	Hidrocarburos volátiles	mg/l	≤ 1	≤ 1	≤ 1
	Aldrín (i)	µg/l	<0,01	<0,01	Ausente
	Clordano (i)	µg/l	<0,1	<0,1	Ausente
	DDT (Total Isómeros) (i)	µg/l	<1	<1	Ausente
	Dieldrín (i)	µg/l	<0,01	<0,01	Ausente
	Endosulfán (i)	µg/l	<0,02	<0,02	Ausente
	Endrín (i)	µg/l	<0,04	<0,04	Ausente
	Heptacloro (i)	µg/l	<0,04	<0,04	Ausente
	Heptacloro epóxido (i)	µg/l	<0,04	<0,04	Ausente
	Hexacloro benceno (i)	µg/l	<0,01	<0,01	Ausente
	Lindano (i)	µg/l	<3	<3	Ausente
	Metoxicloro (i)	µg/l	<30	<30	Ausente
	Paration (i)	µg/l	<0,65	<0,65	Ausente
	Malation (i)	µg/l	<0,65	<0,65	Ausente
	2,4 D (i)	µg/l	<4	<4	Ausente

Tabla n° 1: Límites admisibles de vertidos de efluentes líquidos (ACUMAR)

En el ámbito municipal del partido de Quilmes, la ordenanza de **Zonificación y Usos del suelo 4545/79**, establece la clasificación del territorio, su delimitación, dimensionado, el uso y clasificación por zonas según áreas y actividades ya sean residenciales, comerciales o industriales, entre otros.

Siguiendo con la enumeración de normativas de aplicación ambiental podemos destacar:

- Ley n° 12.257, **Código de Aguas.**
- Ley n° 11.723, **protección, conservación, mejoramiento y restauración de los recursos naturales y del ambiente en general.**
- Ley n° 5.965, **protección a las fuentes de provisión y a los cursos y cuerpos receptores de agua y a la atmósfera.**
- Ley n° 25.916, **Gestión de residuos domiciliarios, decreto n° 674 recursos hídricos.**
- Ley n° 25.612 **Gestión Integral de Residuos Industriales y Actividades de Servicios.**

- **Ley n°13.592 Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos de la Provincia de Buenos Aires.**

Asimismo, relacionado con la gestión de residuos, se entiende por **Generadores Especiales de Residuos Sólidos Urbanos** a todos aquellos alcanzados por las *Resoluciones OPDS N°317/20, N°139/13, N°137/13 y N° 85/14*: supermercados, hipermercados, shoppings y galerías comerciales, establecimientos en los que se brindan los servicios de alojamiento u hospedaje, comercios, empresas de servicios, centros de distribución, universidades públicas y/o privadas, toda otra actividad privada comercial e inherente a las actividades autorizadas, y las dependencias de la administración pública, que generen más de mil (1.000) kilogramos de residuos al mes; unidades turísticas fiscales instaladas en el ámbito de los Municipios Costeros del Litoral Marítimo de la Provincia de Buenos Aires, emprendimientos urbanísticos denominados Clubes de Campo y Barrios Cerrados y establecimientos industriales (Ministerio de Ambiente, Provincia de Buenos Aires).

4. Área de estudio

4.1. Ubicación Geográfica

El Municipio de Quilmes se encuentra ubicado en el sudeste del gran Buenos Aires, sobre la costa del Río de la Plata, a 20 kilómetros de la Capital Federal. El partido de Quilmes limita al noroeste con los partidos de Avellaneda y Lanús; al sudoeste con Lomas de Zamora, Almirante Brown y Florencio Varela; al sudeste con Berazategui, y al noreste con el Río de la Plata. Las localidades integrantes del partido de Quilmes son Bernal, Don Bosco, Ezpeleta, San Francisco Solano y Villa La Florida. Conformando en total una superficie de 125 km². El municipio de Quilmes se encuentra ubicado en el sur del Gran Buenos Aires sobre la costa del Río de la Plata a 17 kilómetros de la Ciudad de Buenos Aires. Ocupa una superficie de 92 km² (Plot, 2015). Según los datos obtenidos por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (I.N.D.E.C.) correspondiente con el último Censo Nacional de Población, Hogares, y Viviendas realizado en el año 2022, los resultados provisionales arrojaron que la Provincia de Buenos Aires cuenta con un total de 17.569.053 habitantes de los cuales 636.026 corresponden al Partido de Quilmes (Quilmes Gobierno).

En la zona sur del Gran Buenos Aires, se encuentra ubicada la cuenca hidrográfica Santo Domingo, conformada por los arroyos; Las Piedras, San Francisco. Comprendiendo los partidos de Lomas de Zamora, Lanús, Almirante Brown, Florencio Varela, Presidente Perón, Avellaneda y Quilmes.

Abarcando una superficie de aproximadamente 200 km², con una dirección sur-norte cuya desembocadura resulta en el río de La Plata (Lecertua, 2014).

El partido de Quilmes además de contar con costa con el Río de la Plata, la cuenca Santo Domingo, es colindante a la cuenca del río Matanza – Riachuelo hacia el oeste y las cuencas de los arroyos Jiménez y Conchitas al este (Lecertua, 2014) (Figura n°8). El arroyo Las Piedras, nace a partir de la confluencia de tres brazos en el límite entre los partidos de Almirante Brown y Florencio Varela, alcanzando allí la cuenca un ancho máximo de 8 km. Recorre los partidos de Florencio Varela y Quilmes con dirección N, disminuyendo el ancho de su cuenca a 5km, hasta su confluencia con el Arroyo San Francisco, a partir de la cual nace el arroyo Santo Domingo, que vierte sus aguas en el río de la Plata, a la altura de la localidad de Sarandí, en el partido de Avellaneda. Los arroyos San Francisco y Las Piedras, conforman el drenaje natural de un área de aproximadamente 15.900 hectáreas en los partidos de Presidente Perón, Almirante Brown, Florencio Varela y Quilmes. A partir de la calle Lynch, corre entubado por la calle Cruz Varela, para luego tomar por la calle De la Peña, hasta Av. Mitre, por ésta hasta el Parque de Villa Domínico, atravesándolo por debajo, hasta alcanzar el Canal Santo Domingo (Ministerio de Infraestructura y Servicios Públicos, 2018).

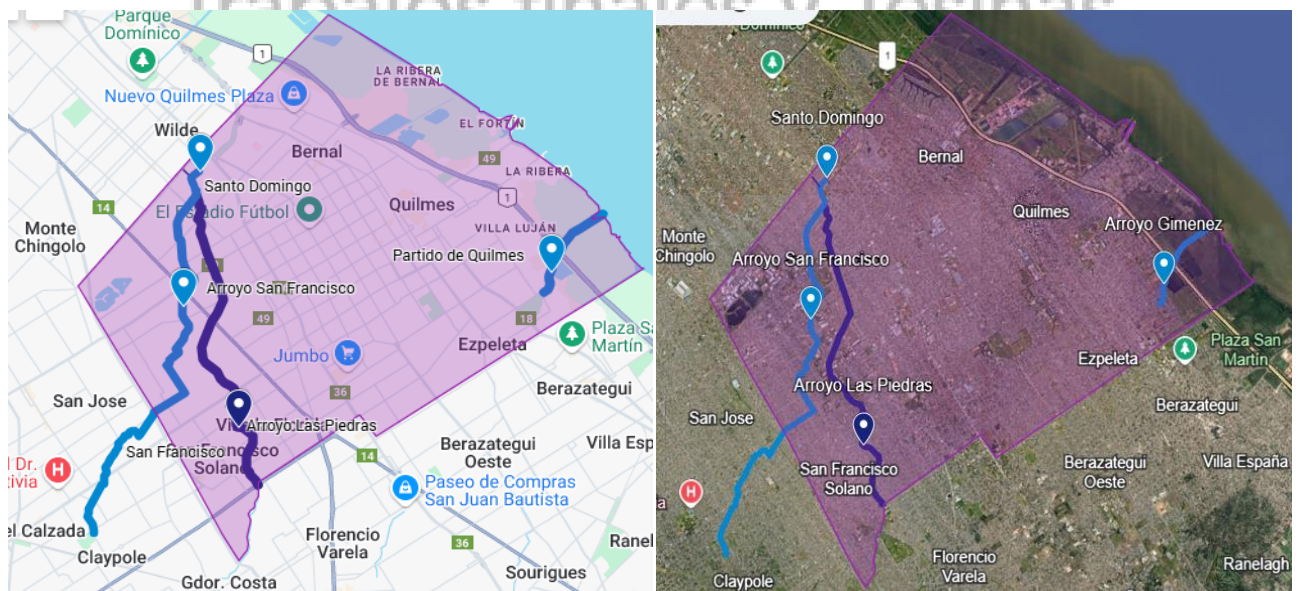


Figura n°8: Arroyos ubicados en el Partido de Quilmes (Google Maps- Google Earth)

El arroyo Las Piedras se encuentra a cielo abierto atravesando las zonas pobladas e industrializadas del tramo que incumbe al municipio de Quilmes como lo son San Francisco Solano, Villa la Florida Quilmes Oeste y Bernal oeste (Figura n°9).

Su cauce toma importancia en el ingreso de la localidad de Gobernador Julio A. Costa, partido de Florencio Varela, donde recibe las aguas del desagüe del barrio Don Orione, paralelo a las vías del FFCC Roca. Continúa aguas abajo atravesando las localidades de San Francisco Solano, Villa La Florida, Quilmes Oeste y Bernal Oeste. Luego de recibir como único afluente de importancia al arroyo San Francisco, penetra en una antigua zona de bañados (cañada de Gaete), se bifurca en un curso natural y otro artificial, entra nuevamente en una zona de bañados (cerca de Villa Gonnet), continuando luego hasta verter sus aguas en el Santo Domingo, que se encuentra canalizado. A lo largo de toda su traza permanece a cielo abierto, parcialmente rectificado en algunos tramos y de dimensiones variables (Lecertua, 2014). El arroyo Las Piedras, es el cauce principal de la cuenca Santo Domingo, con una dirección sur-norte cuya desembocadura resulta en el Río de la Plata, atravesando en su recorrido desde el partido de Florencio Varela, las localidades de San Francisco Solano, Villa la Florida, Quilmes Oeste y Bernal Oeste correspondiente al distrito de Quilmes. Sin embargo, el presente trabajo ha sido desarrollado en el tramo del arroyo en la localidad de Quilmes ubicado entre las calles Lynch y la Avenida Teniente General Donato Álvarez, con una distancia de aproximadamente 11 kilómetros (Figura n°10).

Repositorio Digital de
Trabajos finales y Tesinas

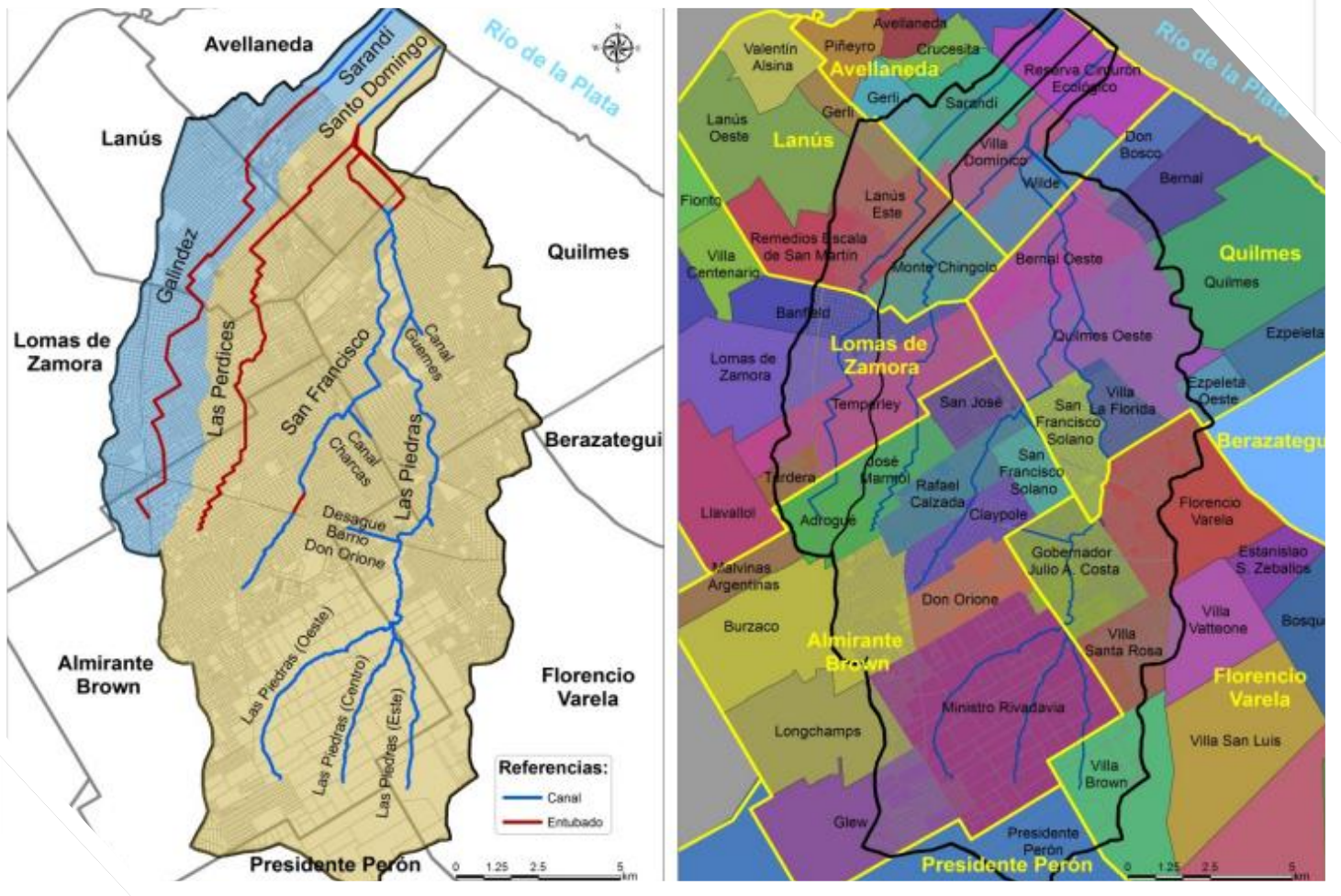


Figura n°9: Subcuencas Sarandí- Santo Domingo. A la izquierda Arroyos principales, a la derecha división administrativa (Lacertua, 2014)

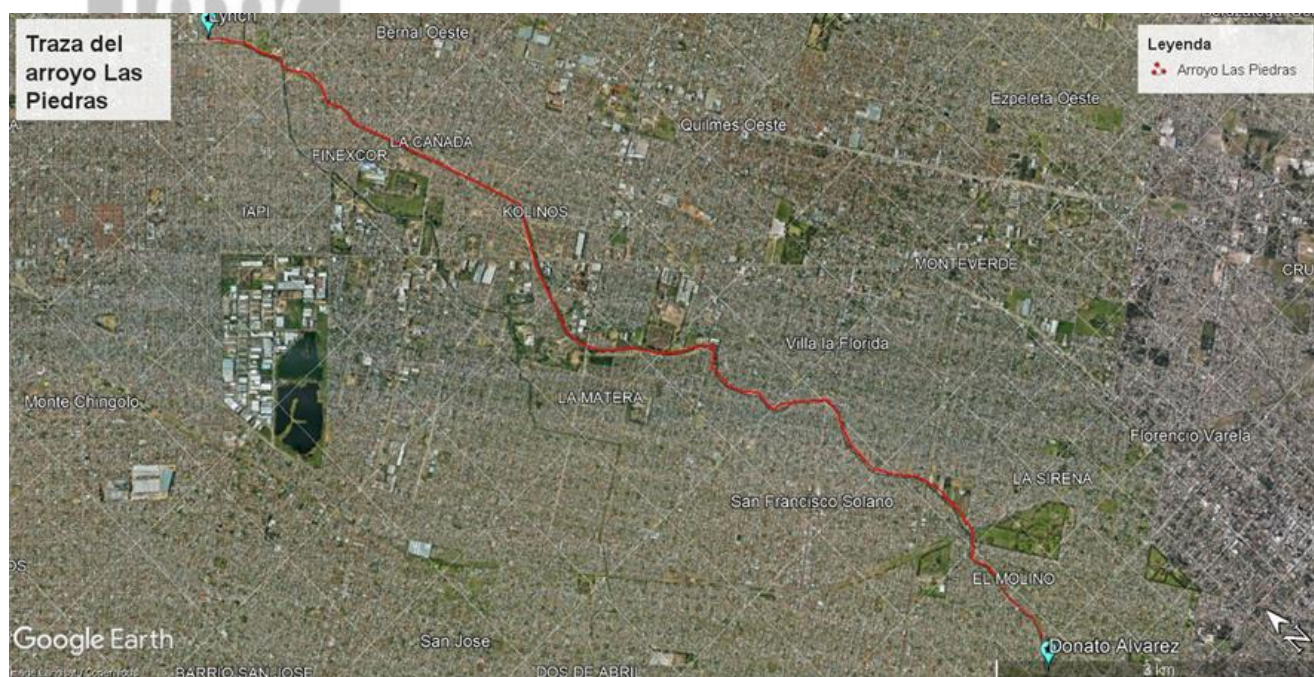


Figura n°10: Distancia aproximada entre Av. Cnel Lynch y Av. Gral. Donato Álvarez (Google Earth)

4.2. Caracterización Física del área de estudio

4.2.1. Clima:

El clima de la región es del tipo subhúmedo-húmedo. Los meses con mayores precipitaciones son febrero, marzo, abril, octubre, noviembre y diciembre. Las precipitaciones no son de tipo estacional. 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 dinámica de las lluvias está regida por los choques entre las masas de aire frío y seco del sudoeste procedente del anticiclón del Pacífico Sur con las masas 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. Valores pluviométricos especialmente altos, a partir de lluvias de gran intensidad, constituyen el principal motivo de inundaciones (Pereyra, 2004) (Figura n°11).

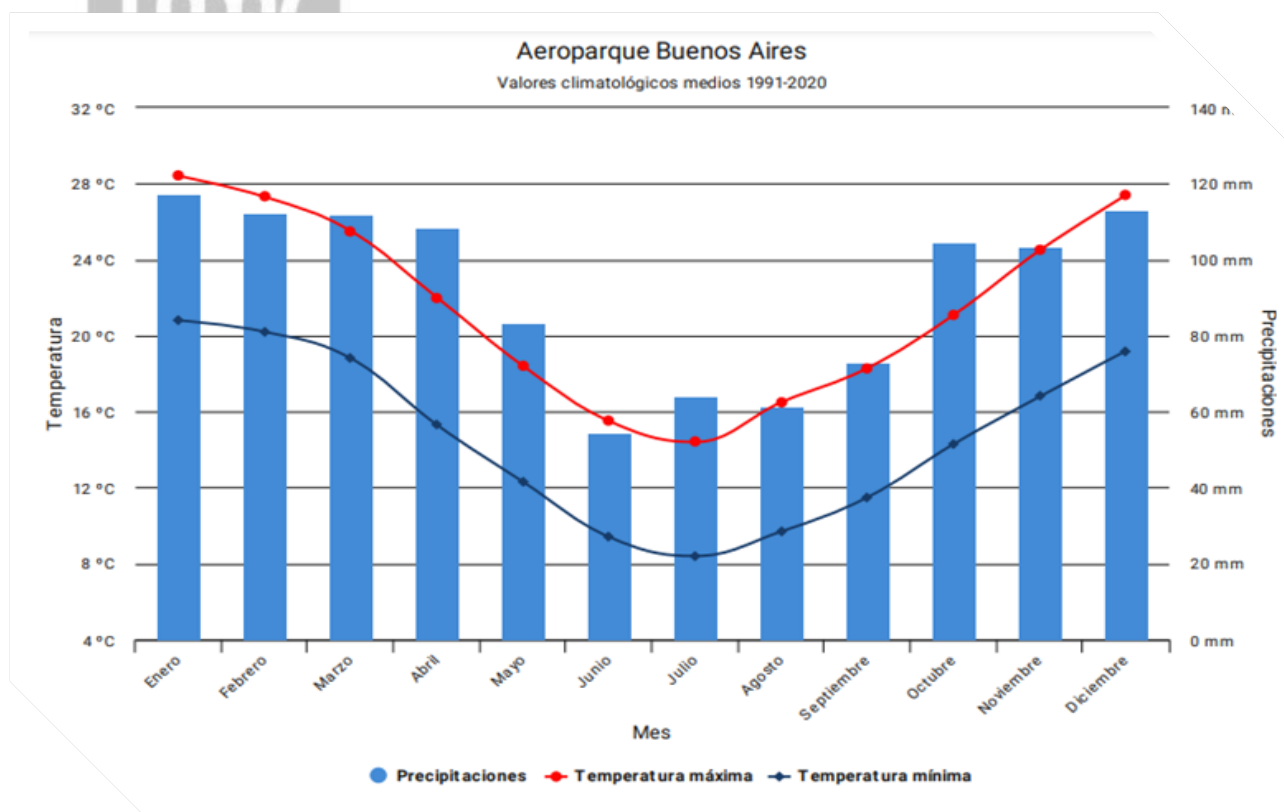


Figura n°11: Valores medios de precipitación y temperatura de la estación meteorológica Aeroparque Buenos Aires (Servicio Meteorológico Nacional)

El clima en Quilmes es de tipo templado pampeano, modificado por la urbanización, por lo general la temperatura es de dos a tres grados más baja que en la ciudad de Buenos Aires por las mañanas. El promedio del mes de enero es de 25 ° C y el de julio es de 11 ° C. En verano las temperaturas pueden trepar a más de 35 ° C y en invierno descender a -2 ° C. La humedad por lo general es alta, por lo que puede sentirse más calor o más frío que la temperatura real. Las precipitaciones son de unos 1.000 mm anuales (Quilmes Gobierno).

4.2.2. Fenómeno de El Niño

Algunos documentos históricos confirman que los pescadores de la costa del Perú habían realizado anotaciones en el año 1525 en las que describían periodos en que las aguas eran cálidas de una manera inusual. Los peruanos se refirieron a este periodo de aguas cálidas como El Niño, debido a que generalmente se producía en la época de navidad, el período relacionado con el niño Jesús. Actualmente denominado por los científicos El Niño-Oscilacion Sur (ENOS) este fenómeno es un acontecimiento que ocurre a nivel mundial y que surge de la interacción a gran escala entre el océano y la atmósfera. (Smith; Smith, 2007). La temperatura elevada de la superficie del mar

calienta la atmósfera suprayacente generando un aumento en la altitud produciendo precipitaciones. Por lo que puede observarse variabilidad en el contenido de humedad en lo que respecta a América del Sur se observan condiciones más húmedas de lo habitual y precipitaciones por encima de lo normal (Hurtado y col. 2017).

El Niño y La Niña son componentes oceánicos, mientras que la oscilación del sur es el componente atmosférico, ambos dan origen al termino Niño/Oscilación Sur. El fenómeno natural Niño/ Oscilación Sur (ENOS) se caracteriza por fluctuaciones de las temperaturas del océano de la parte central y oriental del Pacífico ecuatorial asociados a cambios en la atmósfera. Las fluctuaciones de las temperaturas oceánicas durante los episodios de El Niño y La Niña van acompañadas de fluctuaciones aún mayores de la presión del aire que se conocen como Oscilación del Sur. Durante estos episodios las masas de aire van moviéndose de Este a Oeste entre el Pacífico y la región Indoaustraliana. Estos cambios atmosféricos se deben a la fluctuación de temperaturas superficiales de los océanos. Este fenómeno tiene gran influencia en el clima a nivel global. La fase negativa de la Oscilación del Sur ocurre durante los episodios de El Niño y en ella se da una presión anormalmente alta que se asienta sobre Indonesia y una presión de aire anormalmente baja que se asienta sobre la parte central y/u oriental del Pacífico tropical. (Organización Meteorológica Mundial, 2014)

Durante el fenómeno de El Niño, los vientos alisios se debilitan, reduciendo el flujo de las corrientes de superficie que se dirigen hacia el Este. El resultado es la reducción del afloramiento (surgencia) y el calentamiento de las aguas superficiales del Pacífico oriental. Las lluvias siguen a las aguas cálidas hacia el Este y dan como resultado inundaciones en Perú y sequías en Indonesia y Australia. Este desplazamiento hacia el Este de la fuente de calor atmosférica, la que recubre las aguas cálidas de la superficie, da como resultado grandes cambios en la circulación atmosférica global, la que a su vez influye en el clima en regiones muy alejadas del Pacífico oriental. (Smith;Smith, 2007)

El ENOS es uno de los patrones más importantes de la llamada variabilidad climática interanual, que incluye modificaciones de la circulación de la atmósfera que pueden durar desde varios meses a pocos años. Los efectos de esta oscilación sobre nuestro país son diversos y varían dependiendo de la fase, la región y la época del año. En particular durante la primavera y verano el noreste argentino tiende a registrar precipitaciones superiores a las normales durante una fase de El Niño. El Niño no afecta a todas las regiones e, incluso en una región determinada, sus repercusiones no son las mismas. Sin embargo, independientemente de los efectos de El Niño, existe una tendencia a largo plazo hacia el calentamiento del clima de la Tierra debido al aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero que atrapan el calor producidas por actividades humanas e industriales(Organización Meteorológica Mundial, 2014) (Figura n°12).

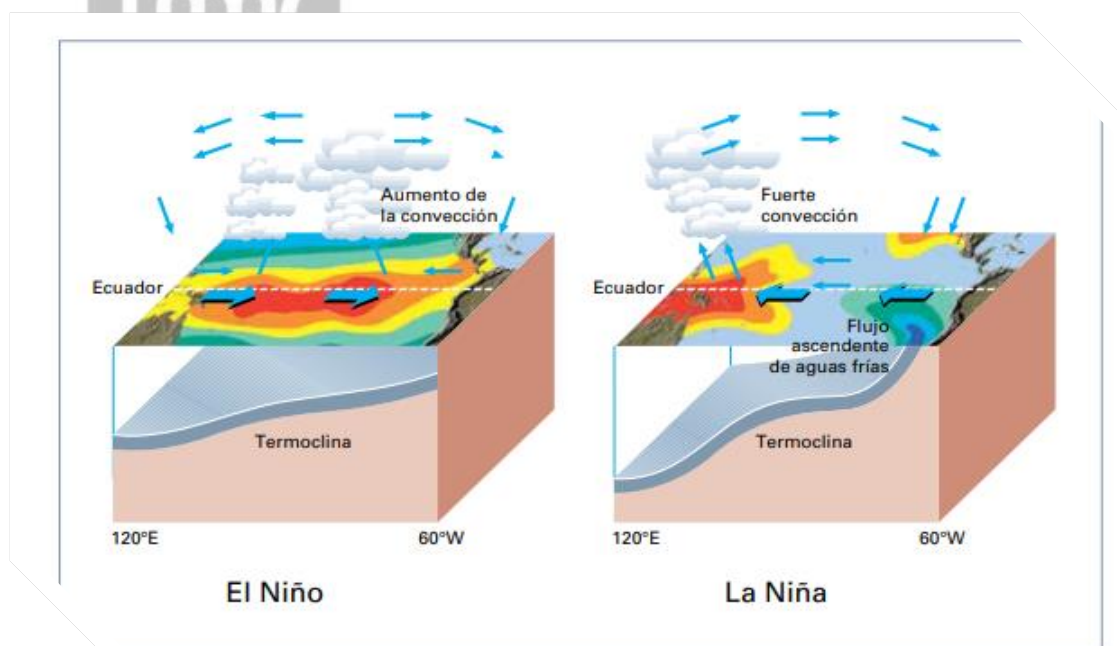


Figura n°12: Configuración habitual de la circulación durante El Niño y La Niña
(Organización Meteorológica Mundial, 2014)

4.2.3. Riesgo de inundación

Los fenómenos climáticos extremos, la exposición y la vulnerabilidad están influenciados por una amplia gama de factores, incluidos el cambio climático antropogénico, la variabilidad natural del clima y el desarrollo económico. Los fenómenos naturales extremos pueden contribuir a la ocurrencia de desastres, pero los riesgos de desastre no solo obedecen a fenómenos físicos. Los riesgos de desastres surgen de la interacción entre fenómenos meteorológicos o climáticos extremos, junto con fenómenos sociales tales como la vulnerabilidad social y su distribución en el territorio (Hurtado y col. 2017).

De allí la gravedad de los impactos referentes a los fenómenos climáticos como el fenómeno de El Niño, en su multicausalidad, se propina situaciones de riesgo o desastres a la población afectada, produciendo alteraciones graves en la organización y dinámica de las comunidades.

Las sudestadas es un tema importante a considerar a la hora de hablar de inundaciones por causas naturales, ya que debido al aumento del nivel del agua y viento del sudeste en el Río de la Plata junto a precipitaciones abundantes o copiosas y al caudal proveniente cuenca arriba impiden que los cursos tributarios que desembocan en él desagüen produciendo los desbordes, saturación de la capacidad del suelo, disminución de filtración y anegamientos o inundaciones.

Uno de los problemas ambientales de la región son las inundaciones, en primera instancia el nivel freático se encuentra cercano a la superficie en casi toda la Región Metropolitana de Buenos Aires (RMBA). En las zonas de la planicie baja, el problema de inundación se ve agravado cuando hay superposición de sudestadas y de lluvias intensas, dando lugar a la elevación del nivel freático por efecto de la recarga y generando anegamiento de sótanos y excavaciones existentes. A su vez, existe un proceso reciente de elevación de la capa freática que afecta principalmente a sectores del conurbano, dicho proceso se origina en el abandono del uso del agua del subsuelo para consumo humano a través de perforaciones y en su reemplazo por agua conducida desde plantas potabilizadoras. En consecuencia, diversos factores naturales y antrópicos coadyuvan y se interrelacionan para producir inundaciones: precipitaciones de gran intensidad, presencia de una capa freática alta, sudestadas, pérdida de capacidad de absorción del suelo producida por la urbanización, red de drenaje inadecuado y obstrucción con sedimentos y residuos sólidos de los conductos subterráneos (Iglesias y Basílico, 2022).

Ante eventos de precipitación extrema y durante un periodo prolongado la cantidad de agua retenida después de 48 horas corresponde a la capacidad de campo del suelo. La pérdida de materia orgánica contenida en el suelo conduce a la pérdida de la porosidad superficial lo que produce una reducción de la tasa de infiltración. Cuando la intensidad de la lluvia es mayor que la tasa de infiltración tendrá lugar la escorrentía. La cantidad de agua de lluvia que se infiltra será gobernada por la intensidad de la lluvia en relación con la tasa de infiltración del suelo (FAO, 2013).

Los cursos menores, como los arroyos Morón, Sarandí, Santo Domingo, Pereyra, Maldonado, etc. también poseen terrazas y planicies aluviales, aunque se hallan muy antropizados. Los cauces se encuentran profundizados (2-3 m) y también están muy modificados por la acción antrópica. Las inundaciones son fenómenos complejos que incluyen aspectos climáticos, hidrológicos, geológico-geomorfológicos y sociales. Diversos factores coadyuvan para producir las inundaciones de la región, las que pueden ser agrupadas según sus causas en dos: 1) naturales y 2) antrópicas (Pereyra, 2004).

El área donde se encuentra el arroyo Las Piedras es un área donde se ha impermeabilizado y modificado el drenaje debido a la ocupación de tierra. La impermeabilización del suelo por actividades antrópicas, la eliminación de la cobertura vegetal y edáfica, las obras referidas a entubamientos, obstrucción, canalizaciones, rectificaciones donde se ve modificado o alterado el curso o pendiente natural de los espejos de agua, la ocupación de zonas anegables o planicies aluviales provocan un aumento del escurrimiento superficial, alteraciones en los caudales y dinámica de arroyos y ríos, modificando el transporte de excedentes hídricos, áreas de infiltración y disminución de planicies aluviales.

Es característico de la región pampeana el bajo relieve relativo existente, y por lo tanto las muy bajas pendientes regionales que presentan los cursos fluviales que la surcan. La velocidad del flujo, y por ende la velocidad mediante la cual será evacuado el excedente hídrico es función no solamente de la forma del canal sino también, y en primerísimo plano, de la pendiente de un curso (Pereyra, 2014)

La red de drenaje de la región se encuentra severamente modificada por la urbanización de la ciudad, no existiendo prácticamente curso fluvial que no muestre cierto grado de antropización, incluso algunos cursos de la Ciudad de Buenos Aires han desaparecido (Pereyra, 2014)

La saturación del suelo de los márgenes del arroyo provoca un aumento de escorrentía debido al gran volumen de agua que proviene de aguas arriba (cuenca alta), esto, sumado a la ausencia o escasez de planificación urbana y conciencia (sensibilidad) ambiental junto con el incremento poblacional provocan la ocupación de áreas de inundación, obstruyendo la filtración natural. Por otro lado, los residuos arrojados al arroyo producen no solo el incremento de la contaminación, sino que también la obstrucción de sumideros. Dichos puntos son relevantes ya que tienen como consecuencia el desborde del arroyo provocando inundaciones y anegamientos. Siendo los barrios los que se encuentran colinderos al arroyo los principales afectados.

Durante parte del año 2023-2024 se desarrolló el periodo de El Niño lo que produjo en la zona de estudio anegamientos y desbordes. Según fuentes periodísticas locales los barrios La Florida, a la altura de la calle 850; José Hernández y La Matera a la altura de las calles San Martín y Camino General Belgrano de la localidad de Solano, son los barrios más afectados por las inundaciones por desborde. Al mismo tiempo, vecinos del lugar durante el relevamiento del área de estudio han expresado la creciente inquietud ante pronósticos de precipitación ya que temen al desborde del arroyo perjudicando sus pertenencias y su salud. Si bien por parte del municipio se realizan operativos de limpieza, en algunas secciones del arroyo donde no se realizan estas acciones, ante pronósticos de lluvia los propios vecinos se sumergen en el arroyo con el fin de retirar la mayor cantidad de residuos

Los mapas de amenaza de inundación o peligrosidad y riesgo hídrico resultan ser herramientas fundamentales para identificar sectores de mayor vulnerabilidad con el fin de orientar medidas de prevención ante amenazas de inundación

La Subsecretaría de Recursos Hídricos, dependiente del Ministerio de Infraestructura y Servicios Públicos de la Provincia de Buenos Aires, ha creado un programa para la percepción de riesgos a inundación que sufre la comunidad; dentro de la sección "Mapas de peligrosidad por cuencas" se encuentra el mapa de peligrosidad de la **Cuenca San Francisco-Las Piedras Sarandí- Santo Domingo** (Figura n°13).

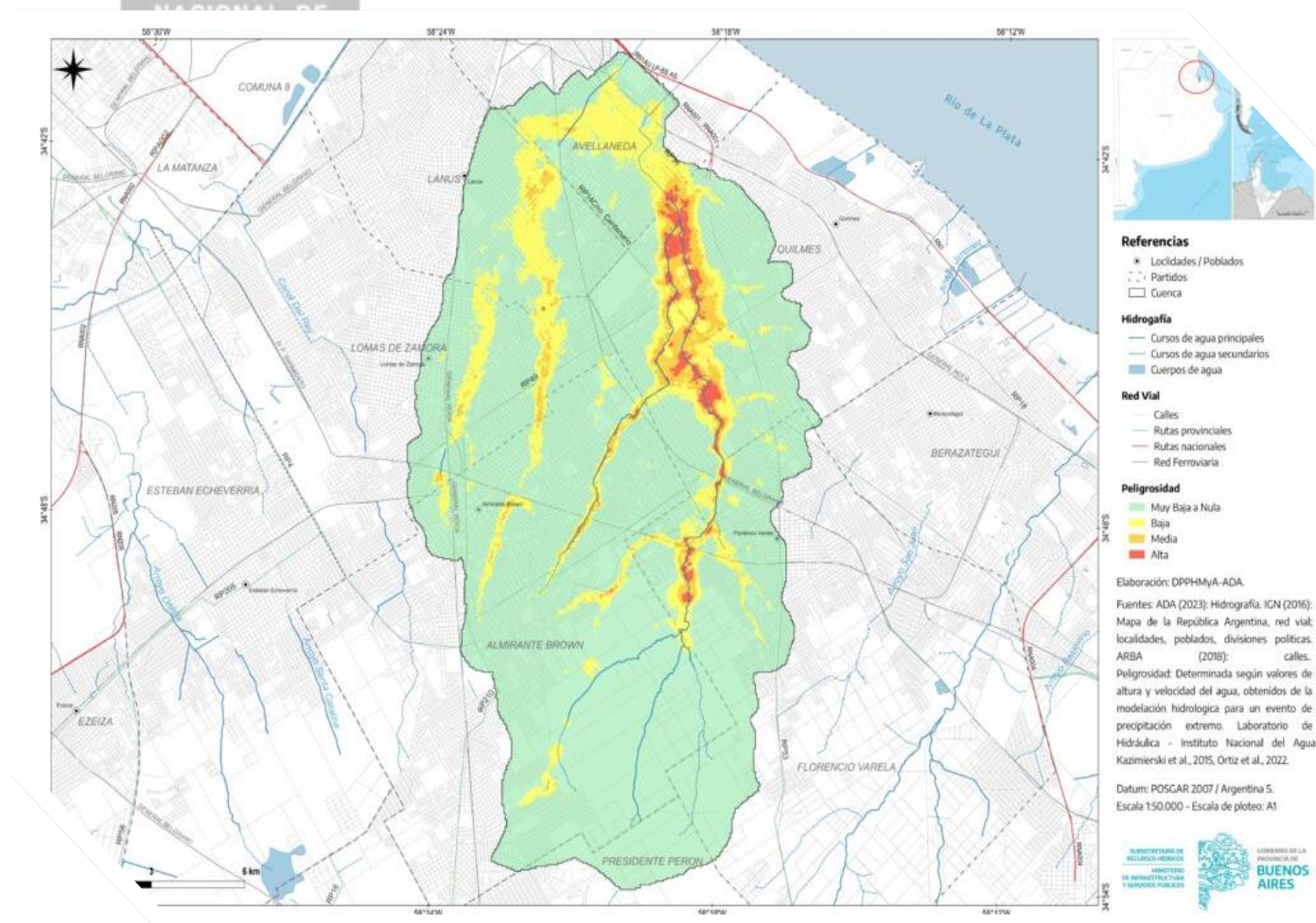


Figura n°13: Mapa de peligrosidad de la cuenca San Francisco, Las Piedras, Sarandí y Santo Domingo con sus respectivas referencias (ADA, 2023)

GIS ADA, es un área creada por profesionales del organismo que surge de la necesidad de brindar información georeferenciada y visualizarla a través de un mapa (Autoridad del Agua, 2016). Mediante la utilización del GIS ADA se observa (Figura n°14) la ubicación de la cuenca San Francisco- Las Piedras; las zonas donde se encuentran establecidas las industrias (Figura n°15) y el mapa de peligrosidad ante inundaciones (Figura n°16)



Figura n°14 : Color celeste: arroyos San Francisco y Las Piedras. Color bordó: delimitación de jurisdicciones

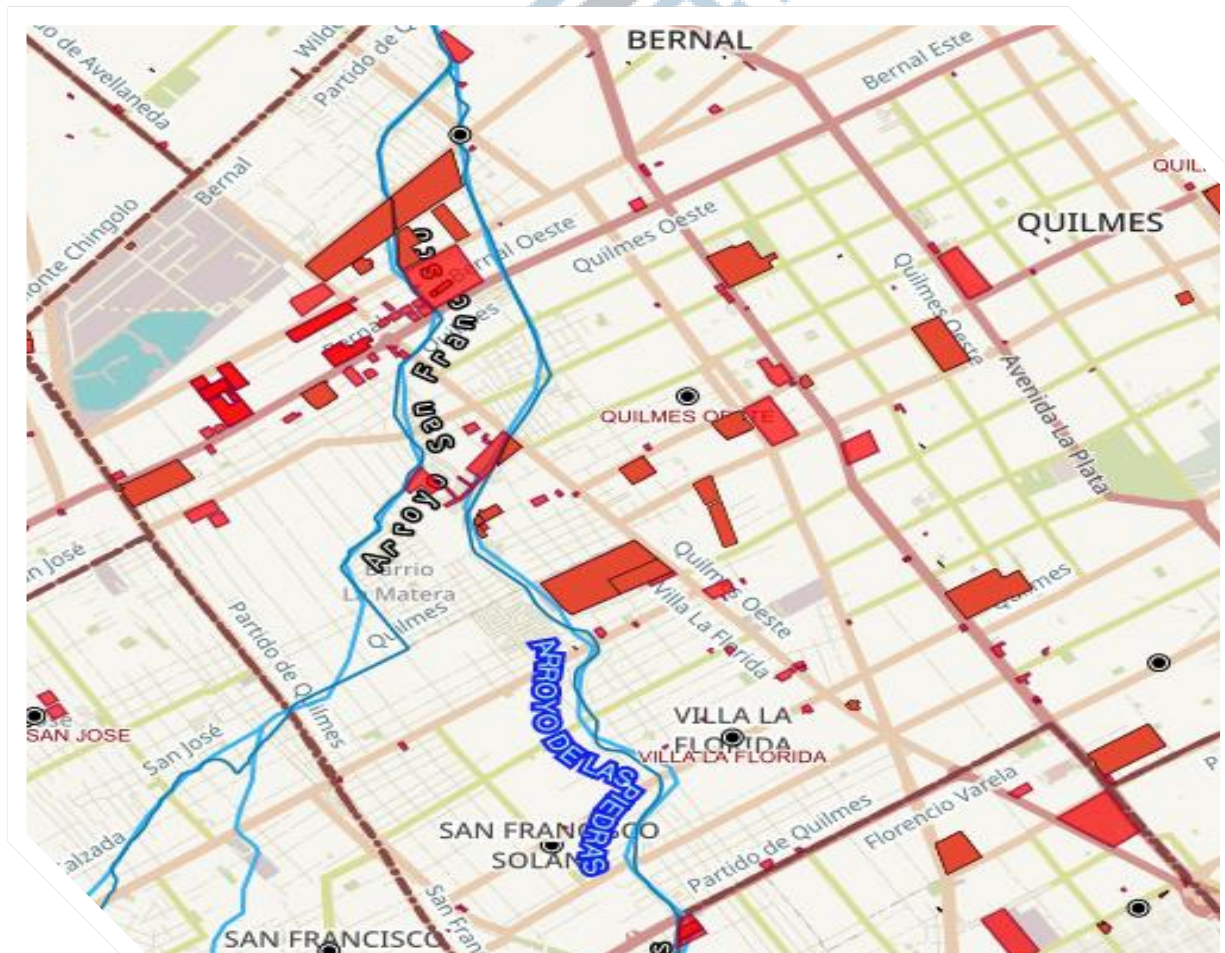
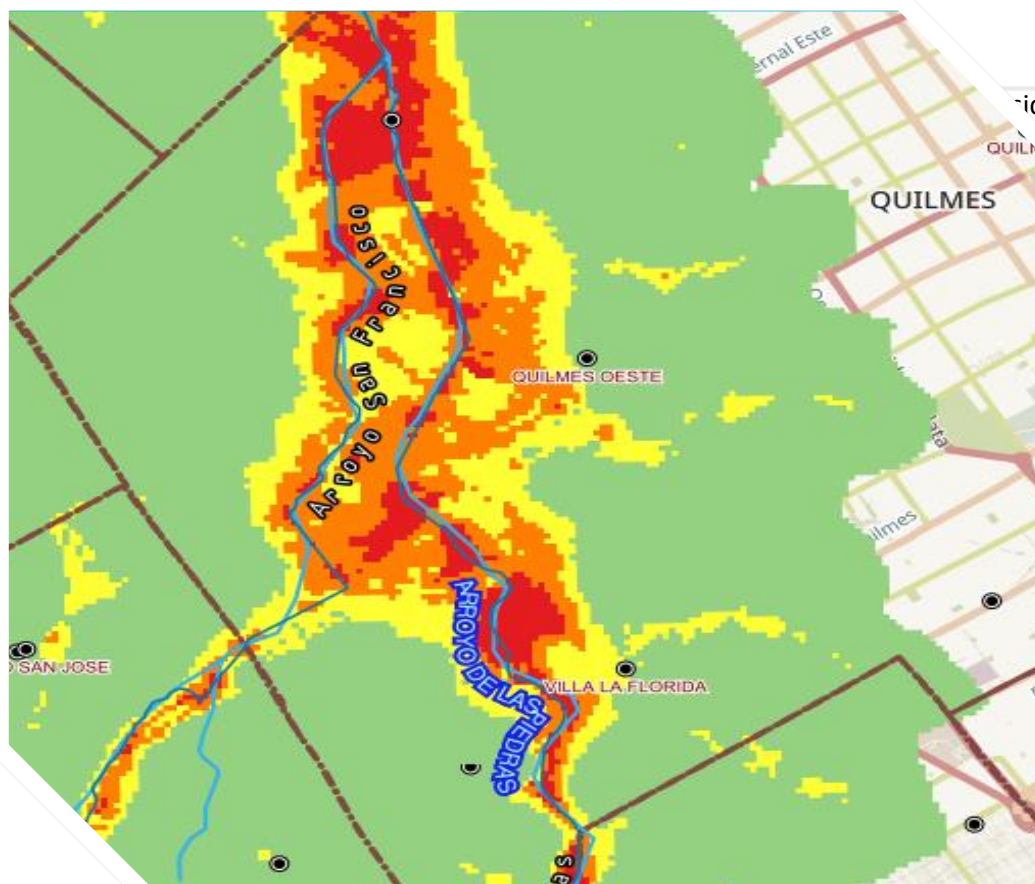


Figura n°15: Complementación de la capa referida a Industrias, referenciadas con color rojo

En base a las referencias por colores se determina el nivel de peligrosidad


Peligrosidad

- Muy Baja a Nula
- Baja
- Media
- Alta

Figura n°16: mapa de peligrosidad por inundaciones

Repositorio Digital de Trabajos finales y Tesinas

4.3. Características geológicas y geomorfológicas del área de estudio

Suelo, en este texto, es un cuerpo natural que comprende a sólidos (minerales y materia orgánica), líquidos y gases que ocurren en la superficie de las tierras, que ocupa un espacio y que se caracteriza por uno o ambos de los siguientes: horizontes o capas que se distinguen del material inicial como resultado de adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones de energía y materia o por la habilidad de soportar plantas en un ambiente natural (Sánchez, 2014). El mal uso del suelo puede generar inundaciones recurrentes y ocasiona un aumento de la preocupación de las personas debido a que no solo afecta la calidad de vida de las mismas, en su salud y en su economía, sino también al medio físico (Pereyra, 2004).

El área de estudio se encuentra ubicada en la denominada Pampa Ondulada, la formación Pampa o El Pampeano conforman el sustrato principal de la Ciudad de Buenos Aires y parte del área metropolitana. El área metropolitana tiene como factor central a considerar las capas de diversos grados de compactación, como es propio de ambientes de planicies loésicas. Las planicies loésicas cuentan con relieves planos o con ondulaciones no muy marcadas. El suelo generalmente

se encuentra dividido por horizontes. Generalmente la variabilidad vertical se materializa por la presencia de horizontes edáficos enterrados correspondientes a paleosuelos usualmente antiguos Bt (horizontes argílicos) y niveles de tosca, que representan a horizontes petrocálcicos enterrados y calcretes poligenéticos. Tanto unos como otros suelen limitar severamente la capacidad de infiltración de los materiales; los limos y arenas finas inorgánicas son la unidad dominante e incluyen a los sedimentos loésicos pampeanos (Pereyra, 2004).

Las arcillas y limos orgánicos e inorgánicos poseen importante representación areal, disponiéndose por debajo de los 6 m s.n.m., ocupando los valles fluviales principales y la planicie del Río de la Plata. Estos sedimentos presentan grandes inconvenientes para las cimentaciones, incluyendo proporciones variables de arcillas expansibles y decididamente malas condiciones de permeabilidad. Estos materiales aparecen principalmente en la zona norte y la zona sur de la Ciudad de Buenos Aires. Los suelos de la Pampa Ondulada son suelos altamente desarrollados (debido a procesos de pedogénesis dominantes y morfogénesis subordinada), formados por sedimentos loésicos, son profundos, poseen texturas franco – limosas (salvo excepciones de horizontes argílicos donde predomina la presencia de arcilla expansiva) y contienen alto porcentaje de materia orgánica. En cercanías a cursos fluviales, suelen aparecer rasgos hidromórficos como lo son la presencia de moteados y colores gley como los entisoles, de muy poco desarrollo pedogenético (Pereyra, 2004)

Trabajos finales y tesis

4.4. Caracterización sociocultural

El ambiente, el desarrollo humano y la calidad de vida se encuentran unidos en torno al protagonista que es el ser humano en el aspecto individual y social así como del futuro del planeta. Según la Comisión de Desarrollo y Medio Ambiente de América latina y el Caribe (PNUMA) la calidad de vida es un concepto central de la problemática del medio ambiente y el desarrollo sustentable y representa algo más que un “nivel de vida” privado. Exige, entre otros elementos, la máxima disponibilidad de infraestructura social y pública para actuar en beneficio del bien común y mantener el medio ambiente sin mayores deterioros. Pero calidad de vida exige también un sin número de factores relativos, la mayor parte de ellos no cuantificables, que contribuyan a la satisfacción de los deseos y aspiraciones, además de a las “necesidades humanas”.

La OMS considera como calidad de vida a la percepción que un individuo tiene de su lugar de existencia, en el contexto de la cultura y del sistema de valores en los que vive y en relación a sus objetivos, sus expectativas, sus normas, sus inquietudes. Se trata de un concepto muy amplio que está influido de modo complejo por la salud física del sujeto, su estado psicológico, su nivel de

independencia, sus relaciones sociales, así como su relación con los elementos esenciales de su entorno (Organización Mundial de la Salud, 2023)

En el curso de agua que atraviesa al municipio de sur a norte se concentra en sus márgenes a una parte importante de los barrios populares de Quilmes (23 de los 72 existentes en el municipio). Zapata y Brun Tropiano (2024) resumen datos oficiales aportados por el ReNaBaP (2023) que revelan que en los 23 barrios populares asentados sobre el arroyo Las Piedras, hay unas 10.185 viviendas en las que habitan unas 11.205 familias. El 52,17% de estos barrios populares son asentamientos, mientras que el 47,83% remite a villas. El 100% de las familias de estos barrios, no cuenta con el título de propiedad de las tierras que ocupan, aunque se encuentran amparados por la Ley 27.453 que otorga seguridad en latencia. El 30,43% de estos barrios se creó en la década del '80, pero casi el 43% se consolidó con posterioridad a la crisis del 2001. En relación al acceso a los servicios básicos, se revelan profundos niveles de precariedad. La conexión a servicios es mayoritariamente irregular, tanto a red de agua (73,91%) como a energía eléctrica (65,22%) con las consecuencias que esto trae a la calidad y seguridad del servicio (las conexiones informales suelen concretarse vía pinchaduras). El 82,61% de los desagües cloacales se realizan directamente en tierra. Además, esta precariedad en las condiciones de vida repercute en los gastos del hogar, ya que el 60,87% de las viviendas debe calefaccionarse con energía eléctrica, y el 100% cocina con gas a garrafa.

A la hora de desarrollar las características socio-ambientales del lugar, se debe nombrar a las ferias, donde la mayoría de los vecinos llevan a cabo ventas informales de gran cantidad y variedad de artículos como indumentaria, herramientas, alimentos, entre otros. Esto resulta relevante debido a que los vecinos toman como opción la puesta en marcha de puestos en la feria como oportunidad económica; la falta de organización, infraestructura y planificación desembocan en el deterioro progresivo del ambiente. A lo largo del relevamiento visual realizado para este trabajo, se advirtió que los residuos generados tanto de los descartes de la feria, como de aquellos generados por consumo (entre los que se pueden encontrar aceite, indumentaria, herramientas, restos de alimentos, entre otros) son arrojados al arroyo o se acumulan en micro basurales a la vera del mismo. La exclusión o carencia en servicios de agua potable exponen a la población a contraer enfermedades peligrosas y hasta mortales modificando su calidad de vida.

En el recorrido hecho durante el desarrollo de este trabajo, se detectaron actividades de recuperadores informales en los basurales a la vera del arroyo. Muchos de los basurales se convierten en la fuente de trabajo de una gran cantidad de recuperadores informales, quienes realizan tareas sin ningún tipo de elemento de protección personal, ni cuentan con agua potable para su hidratación y correcta higiene.

Cabe destacar que las viviendas a la vera del arroyo que además de estar localizadas informalmente se puede observar que no se cumple con lo establecido por el denominado “Camino de Sirga”. El “camino de sirga” es un instituto de la legislación civil que se impuso como restricción al dominio de los particulares en los fundos ribereños con el afán de favorecer un sistema de tráfico fluvial para impulsar el comercio, a fines del siglo XIX. Deriva de una vieja modalidad de navegación consistente en traccionar las embarcaciones desde la orilla a través de una cuerda gruesa llamada “sirga” y ya regía en nuestro país con antelación a la sanción del Código Civil en 1.869.). Dalmacio Vélez Sarsfield, estableció que los propietarios debían dejar una franja de treinta y cinco metros hasta la orilla del río o canal, sin derecho a indemnización alguna. En ese espacio no se podían hacer construcciones ni reparar las antiguas que existieran, ni alterar el terreno en forma alguna. Para delimitar esa franja debía considerarse la línea de ribera u orilla del curso de agua, que es el límite concreto entre el dominio público (las aguas de uso general y el espacio que las contiene) y el dominio privado de los propietarios ribereños. Desde esa línea comenzaban a contarse los treinta y cinco metros (Hermann, 2014). La nueva actualización del artículo 1974 del Código Civil y Comercial (CCC) establece: *“El dueño de un inmueble colindante con cualquiera de las orillas de los cauces o sus riberas, aptos para el transporte por agua, debe dejar libre una franja de terreno de quince metros de ancho en toda la extensión del curso, en la que no puede hacer ningún acto que menoscabe aquella actividad. Todo perjudicado puede pedir que se remuevan los efectos de los actos violatorios de este artículo”*.

4.5. Arroyo Las Piedras: características, proyectos y políticas de saneamiento

El Arroyo Las Piedras, no es excluido a la hora de hablar de proyectos y obras de saneamiento, sin embargo, cabe destacar que en la actualidad varias obras se encuentran paralizadas.

El gobierno de la provincia de Buenos Aires, licitó obras de entubamiento para el arroyo las piedras del tramo de la confluencia del arroyo Las Piedras y San Francisco, incluyendo la bifurcación y el brazo aguas abajo de la misma, que se desarrolla por la calle Bermejo, hasta la calle Victorica.

Por otro lado, desde la Subsecretaría de Recursos Hídricos se licitaron obras de “Desagües pluviales en la cuenca San Francisco- Las Piedras” cuyo objetivo es el de recomponer el sistema de desagües y restaurar las secciones hidráulicas existentes.

Desde el Ministerio de Infraestructura y Servicios Públicos de la provincia de Buenos Aires, se están llevando a cabo en el barrio de La Matera y Sayonara las obras de integración urbana y puesta en valor de espacios públicos en la localidad de San Francisco Solano, Quilmes. El proyecto incluye 43 cuadras de asfalto, cordón y veredas; la apertura y ensanche de calles; el mejoramiento de puentes

peatonales; la creación de espacios para deportes y recreación; el tendido de alumbrado público; y la eliminación de microbasurales. Además, se prevé la restauración del borde del arroyo Las Piedras y la construcción de un parque lineal sobre su costa

A lo largo del arroyo se encuentran ubicadas estaciones de bombeo, cuya finalidad es bombear el agua de los sumideros y de los desagües pluviales al arroyo. Una de las estaciones de bombeo se encuentra ubicada sobre la calle República del Líbano, la cual coincide con uno de los puntos de toma de muestra del presente trabajo final

Bajo el plan de obras de infraestructura durante la gestión actual del Municipio de Quilmes, el cual sigue en vigencia al momento de la elaboración de este trabajo, se enmarcan un conjunto de intervenciones que incluyen obras para la construcción y mantenimiento de 22 puentes que conectan barrios que atraviesan los arroyos Las Piedras y San Francisco con el fin de brindar seguridad de los vecinos.

Además, se puede observar en la página web del municipio de Quilmes que se realizó la limpieza de los arroyos San Francisco y Las Piedras con el principal objetivo de incrementar la capacidad de escurrimiento y drenaje para mitigar los riesgos de crecida, mejorar la calidad de vida de la población de las inmediaciones de los mismos y generar acciones tendientes a la sostenibilidad del ambiente. “Tras años de abandono, los cauces de los arroyos San Francisco y Las Piedras exponen acumulaciones de basura y de sedimentos propios del suelo que implican enormes riesgos en términos de salud pública, de prevención de emergencias relacionadas a inundaciones y principalmente, de contaminación ambiental. Para ello, hemos llevado a cabo la adecuación, limpieza y extracción de residuos sólidos y sedimentos de sus vías en un total de 16.050 metros lineales, como también la provisión y colocación de 15 barreras flotantes y el acondicionamiento de las desembocaduras de los conductos principales que desembocan en los arroyos” (5 días periodismo del sur, 2022)

5. Metodología

5.1. Definición de actividades, fuentes y sustancias peligrosas

Para comenzar con el desarrollo de la investigación se debe conocer el contexto sociocultural y las realidades tales como la ausencia o no de recursos sanitarios, de políticas ambientales y las características propias del sitio en estudio. Para esto, se realizó el reconocimiento del área de estudio mediante la utilización de programas como Google Earth, Google Maps, relevamiento visual, registro fotográfico donde posteriormente se fijaron los puntos de toma de muestra. Paralelamente se realizó la búsqueda exhaustiva de información de diversas fuentes bibliográficas acerca del impacto social y/o preocupación de este sitio, fuentes de contaminación, actividades, infraestructura, características y efectos en la salud.

Para una correcta evaluación de la problemática ambiental del arroyo Las Piedras, en primer lugar fue necesario definir las actividades potencialmente contaminantes, las fuentes de ingreso de contaminantes y las sustancias que resultan peligrosas por su toxicidad.

5.1.1. Actividades

El problema más grave de contaminación del agua en el arroyo Las Piedras son los desechos sin tratamiento que recibe de industrias alimenticias, curtiembres, destilerías, frigoríficos, químicas y papeleras. Asimismo, existen empresas que sin ser colindantes con el arroyo inoculan sus desechos sin previo tratamiento por medio de camiones.

Como extracto de la nota realizada por Vaamonde (2022) en la revista "Crítica "Democracia Ambiental Activa" vecinos declaran y expresan su preocupación con respecto a la contaminación que de las fábricas se desprenden:

*"En el barrio hay cinco casos de cáncer, es demasiado, y anda a saber cuántos más hay sin confirmar. Porque acá es común enfermarte. **Muchos no creen que sea por la contaminación y otros no dicen nada porque trabajan en estas fábricas que contaminan** y tienen miedo de decir algo que los deje sin trabajo. En mi caso hubo una temporada en la que mi hija no podía respirar, el médico me dijo que me mudé, pero yo no podía mudarme, así que tuvo que ir a vivir un tiempo con mi suegra, y recién ahí mi hija mejoró. Ahora tampoco puedo mudarme, me gustaría pero no. Yo tengo cuatro trabajos y aun así no llego a fin de mes", comenta Carmen Britos, vecina del barrio, sobre la fábrica **Lipidar, que se dedica a derretir y cocinar "la garra" (una mezcla de cueros y distintas partes de animales, junto con químicos), después arrojan ese desecho químico en el barrio, esto además de ser tóxico tiene un olor desagradable"** (Revista Crítica, 2022)*

En la nota periodística realizada a González, quien en su momento fue titular de la fiscalía federal de medio ambiente respecto a la empresa “Emporio del Tanque” se detallo que en el suelo se habría detectado plomo, cromo, zinc y petróleo por encima de los valores permitidos. Asimismo, González se refirió a una gran cantidad de tanques que se encuentran depositados en el inmenso predio de 26 hectáreas. Se trata de tanques oxidados que fueron utilizados para contener hidrocarburos y que son calificados como residuos peligrosos si no reciben el tratamiento correspondiente. La fiscalía realizó, además, una encuesta entre los habitantes del lugar para conocer el estado de salud de los vecinos. Del informe se desprendió que de las 77 casas relevadas, en 25 sus residentes presentaban problemas respiratorios; en 16 tenían problemas dermatológicos; en 10 tenían afecciones oftalmológicas; en tres padecían trastornos digestivos; en ocho otras afecciones; mientras que en las 15 restantes no se mencionaron inconvenientes (Diario popular, 2011).

Además de las industrias, las actividades domésticas generan aguas residuales que son fuentes de contaminación por bionutrientes como el nitrógeno y el fósforo a causa del uso de detergentes.

El agua contaminada con heces humanas procedentes, por ejemplo, de aguas residuales, fosas sépticas o letrinas, es particularmente peligrosa. Las heces de animales también contienen microorganismos capaces de ocasionar enfermedades diarreicas (Organización Mundial de la Salud, 2024). La deficiencia en sistemas de tratamiento sugiere la presencia de coliformes totales. Sin embargo, resulta dificultosa la identificación del origen de los coliformes, ya que pueden provenir del suelo, agua o de organismos.

Escherichiacoli (*E. coli*) es una bacteria gram-negativo y es un tipo de coliforme fecal que se encuentran comúnmente en los intestinos de los animales y los seres humanos. Estos microorganismos se eliminan en el material fecal, o las heces, y la ruta de transmisión es “fecal-oral”. Los alimentos y agua contaminada son las formas más comunes de ser expuestos a *E. coli*. Hay tipos específicos (también llamadas “cepas”) (CollegeofAgriculture, 2014).

5.1.2. Fuentes de contaminación

Las Naciones Unidas define en el año 1961 "un agua está contaminada cuando se ve alterada en su composición o estado, directa o indirectamente, como consecuencia de la actividad humana, de tal modo que quede menos apta para uno o todos los usos a que va destinada, para los que sería apta en su calidad natural". La contaminación del agua puede provenir de distintas fuentes, ya sean puntuales como las descargas industriales, o de fuentes difusas por escorrentía, tanto urbana como rural, como también a través de deposición atmosférica (Andrinolo; Apartin, 2018)

Se entiende por residuo cualquier producto en estado sólido, líquido o gaseoso, proveniente de un proceso de extracción, transformación o utilización, que carente de valor para su propietario, éste decide abandonar o tiene la intención de hacerlo. Para la clasificación de residuos se deben considerar diversos criterios: según su estado físico en sólidos, líquidos, gaseosos; según su origen en industriales, agrícolas, sanitarios, residuos sólidos urbanos; y según su peligrosidad se clasifican en residuos tóxicos y peligrosos, radiactivos, inertes, patogénicos (Municipalidad de Florencio Varela, 2008).

Los **residuos sólidos urbanos (RSU)** son análogos a los denominados domiciliarios y pueden ser de origen residencial, urbano, comercial, asistencial, sanitario, industrial o institucional, con excepción de aquellos que se encuentren regulados por normas específicas. (Ministerio del Interior).

Los RSU pueden estar compuestos por materiales como restos orgánicos, vidrios, papel y cartón, envases plásticos, textiles, metales como aluminio u hojalata o mercurio de termómetros, maderas, escombros, aceites del tipo alimenticio y del tipo mineral procedentes de vehículos o baterías, residuos electrónicos, electrodomésticos que pueden contener gas refrigerante como el CFC (cloro flúor carbono) medicamentos, productos químicos como pinturas, disolventes, aguarrás, ceras, lámparas fluorescentes y bombitas de luz, baterías, pilas (las cuales pueden contener metales peligrosos como mercurio, cadmio, zinc, plomo, níquel y litio), tetrapacks, productos de limpieza, cauchos, aerosoles, entre otros. Los cuales se ven reflejados en contaminación visual, olfativa, del suelo y agua.

El **lixiviado** es un líquido que se produce cuando los residuos sufren el proceso de descomposición, y el agua (de las lluvias, el drenaje de la superficie o las aguas subterráneas) se percola a través de los residuos sólidos en estado de descomposición. Este líquido contiene materiales disueltos y suspendidos que, si no son controlados de forma adecuada, pueden pasar a través del piso de base y contaminar fuentes de agua potable o aguas superficiales

5.1.3. Sustancias peligrosas

Los metales pesados son unos de los contaminantes ambientales más peligrosos debido a que no son biodegradables y a su potencial de bioacumulación en los organismos vivos. El vertido de aguas residuales de determinadas industrias sidero-metalúrgicas, tratamientos de superficies, curtido, etc. son ejemplos clásicos de contaminación por metales pesados. En el transcurso de su vida útil los metales están sujetos a corrosión y desgaste, lo que produce pérdidas al ambiente. En algunos casos la utilización de algunos productos implica la liberación directa de los metales por ejemplo

fungicidas, aditivos de la gasolina, etc. Los metales no pueden degradarse ni biológica ni químicamente en la naturaleza. Estos pueden alterarse desembocando en especies más tóxicas (Berrenetxea y col. 2002).

Enumerar las actividades que se desarrollan en el área de estudio permite tener una primera aproximación acerca de los contaminantes que se pueden encontrar en un área debido a que están asociados con las actividades que se lleven a cabo. Los vertidos industriales constituyen el mayor aporte de contaminación al agua. Las principales industrias contaminantes son las siderúrgicas, curtiembres, frigoríficas, petroquímicas y celulósicas. Aportan, predominantemente, sales, alcalinizantes o acidificantes, metales pesados como cadmio, cromo, plomo, cobre, hierro, mercurio, aluminio, arsénico, selenio, etc (Tabla 2). Además, los residuos cloacales o efluentes domiciliarios, son también uno de los causantes de la contaminación de aguas subterráneas y superficiales por sus mezclas orgánicas inorgánicas y microbiológicas que puedan aportar. El aporte de sustancias orgánicas procede fundamentalmente de las industrias alimenticias y del papel.

La mayoría de los metales como resultado de actividades industriales y domésticas son liberados en forma líquida, o al aire que por acción de lluvias son devueltos a la superficie. Contribuyendo a las concentraciones de metales en aguas naturales.

Otro tipo de contaminación es la derivada de los detergentes, que se pueden sintetizar como:

a- surfactantes o agentes tensoactivos: ocasionan la formación de espumas, pueden inducir toxicidad en el agua y son agentes contaminantes con requerimiento de oxígeno.

b- Coadyuvantes: los polifosfatos son los más empleados, y son agentes implicados en la eutrofización de las aguas.

c- Otros agentes: incluyen compuestos que completan la formulación de los detergentes. Los detergentes son combinaciones de agentes tensos activos o surfactantes y complementos. Los surfactantes o agentes tensoactivos son compuestos orgánicos que rebajan la tensión superficial del agua, lo que permite que esta penetre en el tejido textil, formando puentes entre las partículas de la suciedad y el agua. Los problemas de contaminación se dan ya que los surfactantes o agentes tensoactivos producen la formación de espumas, posible toxicidad el agua y contaminación por su requerimiento de oxígeno. Los coadyuvantes son los implicados en la eutrofización de aguas (Barrenetxea y col. 2002).

La presencia de materia vegetal, la producción de clorofila y la transparencia son aspectos que van de la mano a la hora de hablar de eutrofización, debido a que a medida que aumenta la eutrofización de las aguas, aumenta el fósforo en agua, y la producción de clorofila que es inversamente

proporcional a la transparencia del agua por la presencia de fitoplancton. En relación a los parámetros físico-químicos, hay que señalar como indicadores de eutrofia, junto al incremento del nivel medio de bionutrientes (N y P), la disminución de oxígeno disuelto (agotamiento total en verano en el hipolimnion, por ejemplo), la alteración del color, el aumento de la turbidez o el aumento de la concentración de especies reducidas en las zonas más profundas- sulfuro de hidrogeno, ion amonio, hierro, manganeso y materia orgánica no mineralizada.

Elemento	Origen	Efectos tóxicos
Antimonio (Sb)	Industria esmaltes y tipografía	Patología cardíaca
Arsénico (As)	Minería; Pesticidas; Industria química	Tóxico en piel y sistema nervioso. Posible cancerígeno
Bario (Ba)	Minería; Industria pinturas	Sistema circulatorio
Berilio (Be)	Carbón; Industria nuclear y espacial	Tóxico, afecciones pulmonares. Posible cancerígeno
Cadmio (Cd)	Carbón; Minería; Tratamiento de metales	Afecciones renales, cardiovasculares. Hipertensión. Reemplaza bioquímicamente al Zn
Cobalto (Co)	Aleaciones; Tintes y pinturas, cerámicas, medicina nuclear	A altas dosis puede ser tóxico. Tóxico en peces a alta concentración
Cobre (Cu)	Recubrimiento de metales; Minería; Corrosión	Tóxico en algas y plantas. No muy tóxico en animales; sistema digestivo
Cromo (Cr)	Recubrimiento de metales; Industria textil y de curtido	Daños al sistema digestivo, riñón e hígado. Posible cancerígeno como Cr(VI)
Hierro (Fe)	Minería; Erosión, lixiviación de rocas y suelos; Fundición; Galvanotecnia; Corrosión	No tóxico. Problemas de sabor y turbidez. Daños a plantas a alta concentración



Manganeso (Mn)	Minería; Aleaciones; Lixiviado rocas y suelos. Industria química	No muy tóxico. A altas concentraciones daños al sistema nervioso, neumonía
Mercurio (Hg)	Minería; Carbón; Industria química; Fungicidas	Tóxico agudo y crónico. Daños al sistema nervioso y riñón
Níquel (Ni)	Recubrimiento de Metales; Aleaciones; Baterías; Catalizadores; Pigmentos	Cancerígeno en alta dosis, dermatitis, náuseas
Plata (Ag)	Galvanoplastia; Fotografía; Moneda	Daños riñón, hígado, piel y mucosas
Plomo (Pb)	Minería; Carburantes; Pinturas; Corrosión	Muy tóxico en niños y mujeres embarazadas. Daños al sistema nervioso, riñón. Anemia
Selenio (Se)	Carbón y petróleo; Minería del cobre	Afecta sistema nervioso a altas concentraciones. Hemorragias
Vanadio (V)	Carbón y petróleo; Erosión natural; Aleaciones, catalizador, tintes y pinturas	Altas dosis produce problemas gastrointestinales y de respiración
Zinc (Zn)	Recubrimiento de metales; Aleaciones, pigmentos, pinturas, catalizador	Fitotóxico a altas concentraciones

Tabla n°2: Fuentes orígenes y efectos de algunos metales y semimetales presentes en el agua (Barrenetxea, 2002)

5.2. Parámetros fisicoquímicos indicadores de contaminación de agua

La tabla 3 muestra los principales indicadores físico químicos de la contaminación del agua. En resumen, se pueden nombrar los siguientes parámetros y sus principales características:

Turbidez:

La materia presente en el agua se puede encontrar disuelta, en suspensión (particulada) o coloidal. La turbidez es un parámetro usado habitualmente en aguas naturales como indicador de la presencia de sólidos, especialmente coloidales. Para obtener los valores de este indicador se mide la extensión con la que un rayo de luz es reflejado en su paso por el agua con un ángulo de 90°. Esta reflexión se produce debido al efecto Tyndall que caracteriza a los sistemas coloidales (Fernández, Cirelli y Volpedo, 2020).

Por lo tanto, cuando el agua presenta una elevada turbidez, es indicativo de gran presencia de sólidos suspendidos, posibilidad de presencia de contaminantes y microorganismos. Los cuales pueden ser resultado de escorrentías que muchas veces transportan residuos orgánicos, aguas residuales, heces entre otras. Cuanto mayor sea la cantidad de estos, mayor será la dispersión de la luz y la posibilidad de exposición a infecciones y enfermedades.



Sólidos en suspensión:

Son partículas de tamaño variable que se mantienen en suspensión en el agua. Es un valor utilizado como indicador de la calidad del agua. Para su determinación, se filtra un volumen de agua y se pesan los sólidos en suspensión retenidos en el filtro. La cantidad se expresa por el peso seco del material sólido contenido en la unidad de volumen de agua. (Fernandéz; Volpedo, 2020).

Los altos niveles de sólidos totales en suspensión pueden afectar a la turbidez, aumentar la temperatura del agua y disminuir los niveles de oxígeno disuelto (OD). Esto puede hacer que el agua se caliente más rápidamente porque las partículas en suspensión absorben más calor y agotan el oxígeno, lo que puede afectar negativamente a los organismos acuáticos. Un mayor nivel de sólidos también ralentiza la fotosíntesis de las plantas acuáticas al reducir la transferencia de luz.

Los sólidos totales disueltos:

En el agua son los residuos sólidos filtrables a través de una membrana con poros de 2.0 μm o menor. Su presencia en el agua puede afectar seriamente su palatabilidad y provocar reacciones fisiológicas adversas en el consumidor. Por esta razón su límite se establece en 500 ppm (mg/ L). Se calcula a partir de la conductividad del agua. Los sólidos disueltos pueden provenir de distintos vertidos, por disolución del lecho rocoso, por percolación de suelos, etc. (Menéndez, 2017d)

Oxígeno disuelto en el agua:

Su concentración depende de la difusión en el agua del aire del entorno, la aireación del agua debida a saltos o agitación, y como subproducto de la fotosíntesis. Su concentración también varía con la temperatura, disminuyendo a medida que esta aumenta. La superpoblación bacteriana disminuye el oxígeno disuelto, lo mismo que la eutrofización de los cursos de agua. El oxígeno afecta a otros indicadores, no solo los bioquímicos, sino también estéticos como el olor, claridad del agua y sabor. Los niveles altos de oxígeno disuelto aumentan la velocidad de corrosión en las tuberías de agua (Cattaneo, 2013).

Es uno de los indicadores más utilizados en sistemas lóticos ya que participa en un gran número de procesos que tienen lugar en el medio acuático. Es utilizado por los microorganismos en los procesos

de oxidación de la materia orgánica e inorgánica y en los de respiración. Por otro lado, el oxígeno también puede expresarse como porcentaje de saturación. En ecosistemas acuáticos impactados por las descargas de efluentes no tratados, con alta carga de materia orgánica (por ejemplos frigoríficos o industrias alimentarias), los valores de oxígeno disuelto disminuyen bruscamente producto de la descomposición de la materia orgánica, por lo que el monitoreo de este parámetro es muy útil. (Giorgi, 2022).

La cantidad de oxígeno que puede disolverse en el agua (OD) es dependiente de la temperatura a la que se encuentre. Por lo tanto, a menor temperatura del agua mayor es la capacidad de guardar oxígeno.

En síntesis, los factores que afectan la cantidad de oxígeno disuelto son, la temperatura ya que a medida que aumenta la temperatura disminuye la capacidad de retener oxígeno, la salinidad, a mayor salinidad menor la concentración de oxígeno disuelto en el agua, la movilidad del agua ya que a mayor movimiento mayor intercambio de oxígeno y la presencia de materia orgánica que demanda mayor cantidad de oxígeno.

Demanda Bioquímica de Oxígeno: La Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO, es una de las pruebas más importantes para medir los efectos contaminantes de un agua residual, pero también es un parámetro de importancia en aguas potables. La DBO es definida como la cantidad de oxígeno requerida por las bacterias, para estabilizar la materia orgánica biodegradable, bajo condiciones aerobias. Por materia biodegradable se entiende o se interpreta como la materia orgánica que sirve como alimento a los microorganismos y que proporciona energía como resultado de su oxidación. La DBO es ampliamente utilizada para determinar el grado de contaminación en materia orgánica biodegradable, en aguas residuales domésticas e industriales. Para esta prueba se mide la cantidad de oxígeno que requieren las bacterias aerobias cuando consumen la materia orgánica biodegradable presente en el agua residual que se analiza. Para esto se inocula con bacterias aerobias la muestra de agua a analizar, y después de cinco días se mide la concentración de oxígeno residual. La cantidad de oxígeno consumido se determina midiendo el oxígeno disuelto al inicio y al término de la prueba (Ingeniería de Tratamiento y Acondicionamiento de Aguas)

Color:

La presencia de color indica la existencia de sustancias extrañas que pueden deberse en parte a materia en suspensión o a la presencia de sustancias disueltas. Estas sustancias pueden ser compuestos orgánicos de origen natural (taninos, ácidos húmicos, etc.) o artificial (aportados por vertidos de industrias). Se determina por métodos espectrofotométricos, analizando el color de la luz

que atraviesa una muestra de agua previamente filtrada para poder determinar el color verdadero. (Fernández y Volpedo, 2020).

Olor y sabor:

Las aguas naturales pueden contener disueltos compuestos que les confieren olor y sabor. Estos parámetros son muy sensibles a las apreciaciones personales y es difícil sistematizar estas medidas.

Temperatura:

Afecta la mayoría de los procesos fisicoquímicos y biológicos que tienen lugar en los ecosistemas acuáticos como, por ejemplo, la solubilidad de los gases en agua. Las variaciones de temperatura del agua se producen debido a los cambios de la temperatura ambiente originadas en el ciclo natural de las estaciones o bien en la diferencia térmica entre la noche y el día. El impacto antropogénico más importante es por ejemplo en el vertido de agua caliente utilizada como refrigerante en centrales térmicas y eléctricas. Las variaciones de este parámetro pueden causar diferentes impactos en los ecosistemas acuáticos ya que la temperatura influencia la disolución de los gases en el agua, cuya solubilidad disminuye a temperaturas altas. Algunos de los efectos ecológicos que tiene el aumento de la temperatura son la disminución de la biodiversidad (Giorgi, 2020).

Conductividad:

Es la capacidad que presenta el agua para conducir la electricidad. Se debe a las sales que lleva disueltas. No es un parámetro específico de una especie concreta, sino que engloba al conjunto de sales disueltas. Debido a esto es que existe una relación entre la conductividad y la salinidad de una muestra de agua. La conductividad es afectada por la geología del terreno que atraviesa el agua, y por la presencia o no de vertidos de aguas residuales, ya que las sales que contienen no son eliminadas por los procesos de depuración naturales. Este parámetro sirve para determinar la existencia de algunos vertidos y la posibilidad de reutilización del agua para riego. Las medidas se realizan mediante un conductímetro.

La conductividad es la capacidad que posee una solución acuosa de conducir la corriente eléctrica, dicha habilidad depende de la concentración total de iones, de la movilidad y valencia de los mismos, así como también de la temperatura a la que se realiza la medida (Caceres Choque, 2013).

pH:

Es una medida de la concentración de iones hidrógeno ($\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$). La concentración de iones hidrógeno ($[\text{H}^+]$) interviene en los equilibrios de diferentes sustancias que pueden encontrarse en diferentes formas de acuerdo a la acidez, por ejemplo, en la solubilidad de los metales. Este parámetro es importante, ya que, si en el ambiente acuático hay presencia en los sedimentos contaminados, por ejemplo, con metales pesados, al disminuir el pH del cuerpo de agua se produce el transporte a la columna de agua haciéndolos disponibles, y pueden luego ser incorporados por los organismos por diferentes vías (Fernández Cirelli y Volpedo, 2020)

El pH se define como el logaritmo de la inversa de la actividad de los iones hidrógeno:

$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$ $[\text{H}^+] =$ actividad de los iones hidrógeno en mol/L

El pH o la actividad del ión hidrógeno indican a una temperatura dada, la intensidad de las características ácidas o básicas del agua (Menéndez M., 2017a)

Un pH igual a 7 indica un medio neutro, menor a 7, un medio ácido y por encima de 7 un medio básico. Valores de pH en el agua entre 6 y 9 son los más aptos para el desarrollo de la vida acuática. A valores por debajo de 4 o por encima de 11 se observa mortandad de peces. El pH de las aguas puede variar según los distintos tipos de vertidos que reciban las mismas. El desarrollo de algas en un curso de agua consume CO_2 y eleva el pH. En el agua dulce, un aumento de la temperatura puede provocar una disminución del pH (Cattaneo, 2013).

Dureza:

La dureza de las aguas naturales es producida sobre todo por las sales de calcio y magnesio. También llamada grado hidrotimétrico, la dureza corresponde a la suma de las concentraciones de cationes metálicos excepto los metales alcalinos y el ion hidrógeno. En la mayoría de los casos se debe principalmente a la presencia de iones calcio y magnesio, y algunas veces otros cationes divalentes también contribuyen a la dureza como son, estroncio, hierro y manganeso, pero en menor grado ya que generalmente están contenidos en pequeñas cantidades (Rodríguez, 2010).

Materia orgánica:

Es un conjunto de compuestos de composición y estructura química bastante diferente pero que presentan una característica común: su capacidad para reaccionar con el oxígeno en un proceso de oxidación. Las determinaciones de materia orgánica se realizan por: a) oxidación por parte de microorganismos, que se denomina demanda bioquímica de oxígeno (DBO); b) oxidación por medio de un oxidante químico estandarizado, que puede ser dicromato de potasio: en cuyo caso se

denomina demanda química de oxígeno (DQO). c) oxidación total de la materia orgánica: carbono orgánico total (COT).

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) es el más aproximado a los procesos de consumo de oxígeno que tienen lugar en el medio acuático. Se asume que en la muestra hay microorganismos que pueden facilitar la oxidación de la materia orgánica en presencia del oxígeno disuelto en el agua. La cantidad de oxígeno consumido en este proceso, que es lo que se mide (mg de oxígeno/L), depende del tiempo transcurrido. Por eso, la determinación se realiza a los 5 días (DBO5) a una temperatura de referencia de 20° donde el valor de saturación de oxígeno es 9 mg/L y en oscuridad. La materia orgánica disuelta en agua tiene un papel fundamental en la adsorción e inmovilización de muchas sustancias orgánicas contaminantes y metales pesados y en el contenido de oxígeno disuelto (OD) (Fernández Cirelli y Volpedo, 2020).

La materia orgánica presente en un curso de agua es biodegradada por los microorganismos aeróbicos (que trabajan en presencia de oxígeno). La demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) es una técnica usada para establecer los requerimientos de oxígeno necesario para la degradación bioquímica de la materia orgánica presente en el agua (Cattaneo y López Sardi, 2013).

Grasas y aceites:

Aceites y grasas se considera a cualquier material recuperado de la muestra acidificada, como una sustancia soluble en hexano y no volatilizable durante el ensayo. Incluye además de aceites y grasas, otros materiales extraíbles por el solvente. Los aceites y las grasas viscosas presentes, así como los sólidos, son separados por filtración de la muestra líquida acidificada, mientras que los jabones metálicos son hidrolizados por la acidificación. Los aceites y grasas que quedan retenidos en el filtro, se extraen con hexano en un equipo Soxhlet, durante 4 horas con una frecuencia de reflujo de 20 ciclos por hora. La ganancia de peso en el frasco de extracción luego de evaporado el solvente corresponde al contenido de aceites y grasas presentes en las muestras (Menéndez M., 2017b)

Nutrientes:

El agua que cae sobre la tierra fluye sobre la superficie y se mueve a través del suelo para entrar en los manantiales, arroyos y lagos. El agua transporta consigo limo y nutrientes disueltos. Las actividades humanas, incluyendo la construcción de carreteras, la tala de bosques, minería, construcción y agricultura, agregan otra gran carga al limo y a los nutrientes, especialmente nitrógeno, fósforo y materia orgánica. Estos aportes enriquecen los sistemas acuáticos, proceso llamado eutrofización. El término eutrofia, hace referencia a una condición de riqueza de nutrientes.

Una abundancia de nutrientes, especialmente de nitrógeno y fósforo, que fluyen hacia el lago estimulan un fuerte crecimiento de algas y otras plantas acuáticas. El aumento de la producción fotosintética conduce el aumento de reciclado de nutrientes y compuestos orgánicos, estimulando aun más el crecimiento (Smith; Smith, 2007).

Metales:

Los metales utilizados en las actividades antrópicas incrementan los potenciales riesgos sobre la salud y el ambiente mediante dos vías principales: i) alterando el transporte ambiental, es decir, por medio de emisiones antropogénicas al aire, al agua, al suelo y al alimento; ii) alterando la especiación química o bioquímica del elemento. La biodisponibilidad es la medida en que un contaminante presente en el ambiente puede ser absorbido por un organismo. La química del agua afecta la biodisponibilidad de los metales cambiando las especies químicas presentes y el funcionamiento de los sitios de captación. Además, la biodisponibilidad de un metal disuelto o de un metaloide también puede verse afectada por la especiación química. Los cationes metálicos compiten con otros cationes por ligandos disueltos, es decir, aniones o moléculas que forman compuestos de coordinación y complejos con metales. Los ligandos que forman complejos con metales incluyen compuestos orgánicos disueltos y especies inorgánicas. Algunos factores ambientales como la salinidad y el pH afectan en los organismos su tasa de captación de metales trazas particulares (Fernández, Volpedo, 2020).

Indicadores Físicos	Indicadores Químicos	Indicadores Biológicos
Turbidez	pH	Métodos ecológicos
Sólidos en suspensión	Dureza	Métodos microbiológicos
Color	Oxígeno disuelto	Métodos fisiológicos y bioquímicos
Olor y sabor	Indicadores de Materia Orgánica (DBO, DQO, COT)	Métodos ecotoxicológicos
Temperatura	Nutrientes	
Conductividad	Plaguicidas	
	Metales pesados	

Tabla n°3: Indicadores de calidad de agua.

Referencias:

COT: Carbono Orgánico Total

DBO: Demanda Bioquímica de Oxígeno

DQO: Demanda Química de Oxígeno

5.3. Análisis de laboratorio y toma de muestras

5.3.1 Toma y Recolección de muestras

Se realizaron muestreos de agua superficial en cinco puntos con el fin de cubrir la mayor área posible del arroyo "Las Piedras" (Tabla n°4). Estos muestreos se llevaron a cabo el día 8 de septiembre del año 2023, bajo las condiciones meteorológicas de una temperatura de 18 °C, parcialmente nublado con momentos de claridad y humedad de 49 % (Figuras n°18 a 23).

Muestra n°	Coordenada Geográfica	Hora
1-Avenida Montevideo interseccion con Arroyo las Piedras	-34,724497 -58,314551	17:23
2-Republica del Libano interseccion con Arroyo las Piedras	-34,738073 -58,309390	17:36
3-Avenida Camino General Belgrano inetrseccion con Arroyo las Piedras.	-34,746745 -58,310720	17:40
4-Avenida San Martrin interseccion con Arroyo las Piedras.	-34,762515 -58,304487	17:55
5-Avenida Monteverde interseccion con Arroyo las Piedras.	-34,783423 -58,298672	18:20hs

Tabla n°4: Coordenadas geográficas mediante la utilización de servicios de Google Earth y Google Maps



Figura n° 18: Muestras embotelladas

Repositorio Digital de



Figura n° 19: Sitio de Muestreo n°1 (Avenida Montevideo intersección con el arroyo Las Piedras)



Figura n°20: Sitio de muestreo n°2 (*República del Líbano intersección con el arroyo Las Piedras*)

Repositorio Digital de Trabajos finales y Tesinas

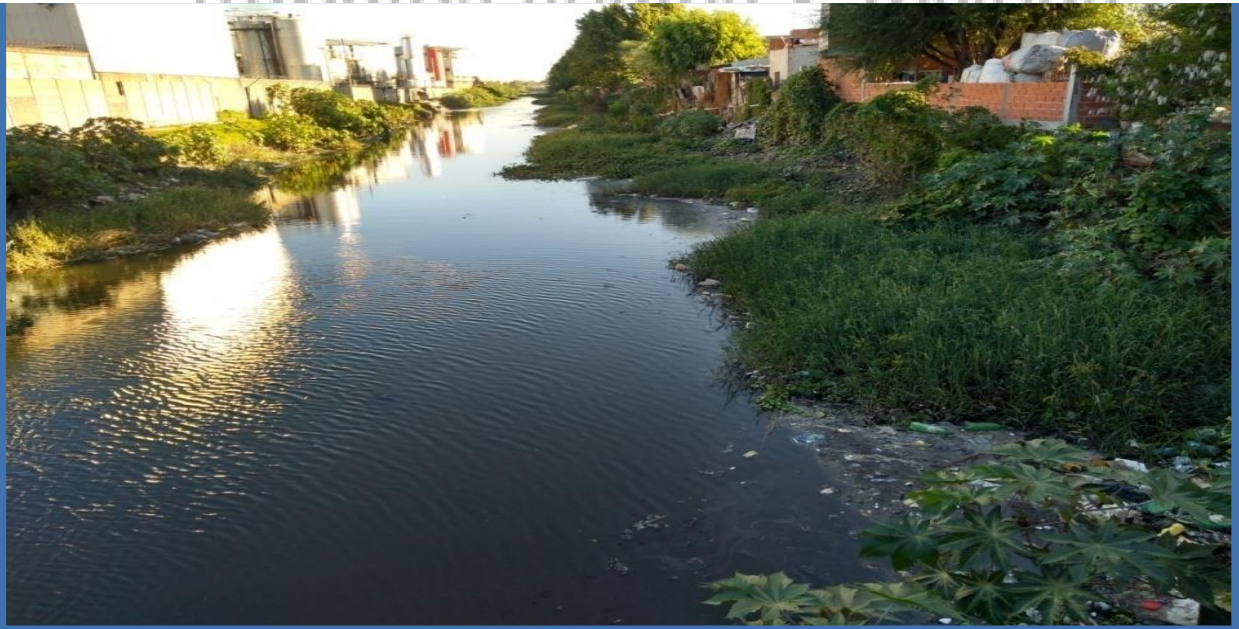


Figura n°21: Sitio de muestreo n°3 (*Camino General Belgrano intersección con el arroyo Las Piedras*)



Figura n°22: Sitio de muestreo n°4 (San Martín *intersección con el arroyo Las Piedras*)

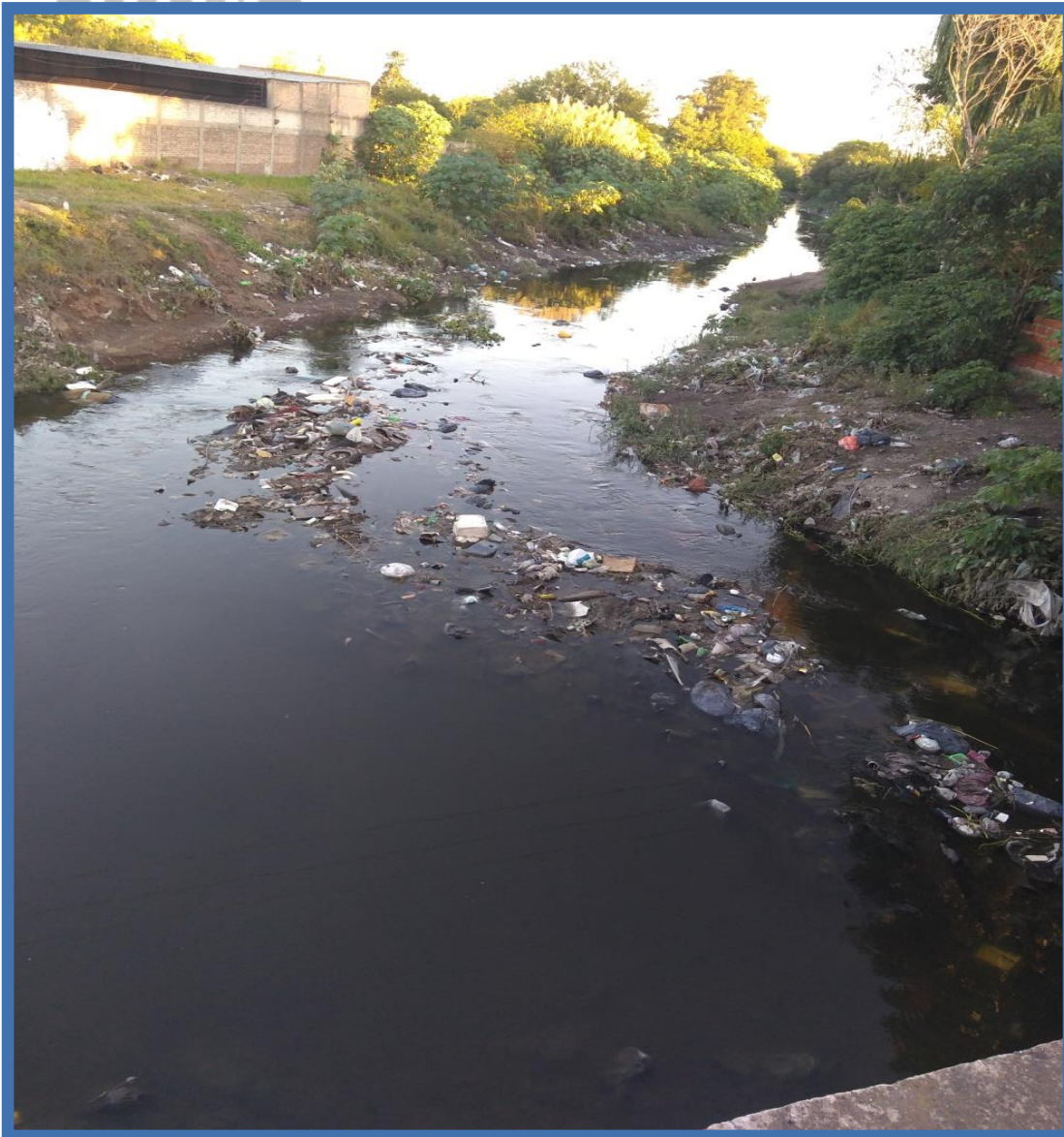


Figura n°23: Sitio de muestreo n°5 (Av. Monteverde *intersección con el arroyo Las Piedras*)

En las Figuras 24 y 25 se pueden observar los puntos de muestra referenciados según el orden en el cual fueron recolectados (Figura n°24) y el nombre de las calles (Figura n°25).

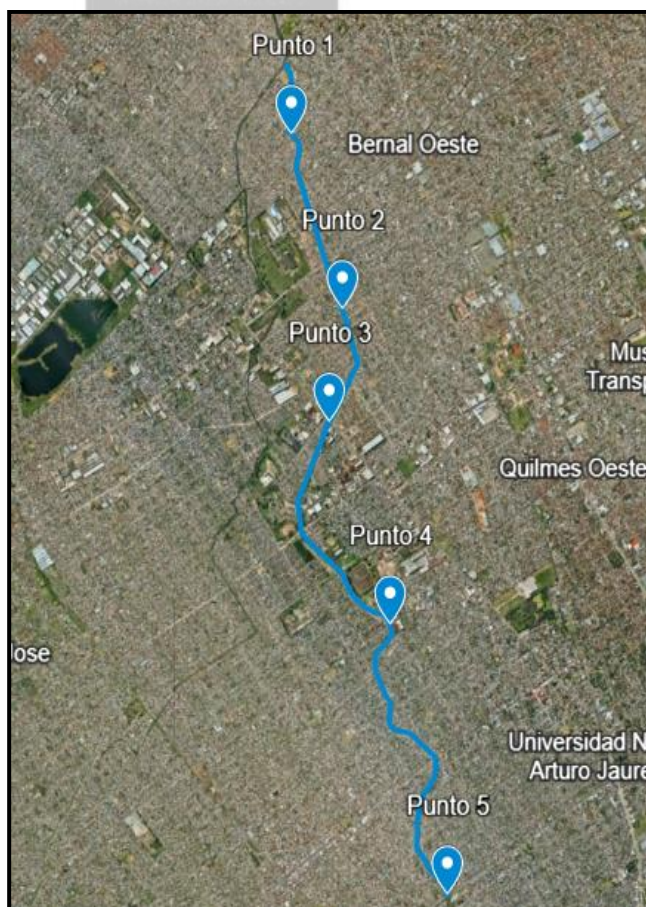


Figura n°24: Ubicación de puntos de toma de muestras indicando el orden en el que fueron recolectadas. (Google myMaps)

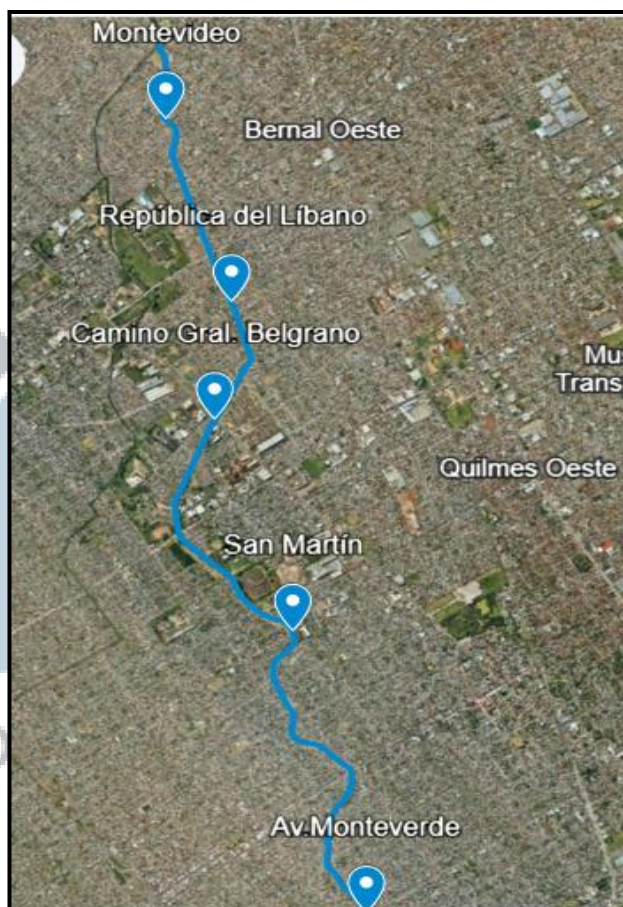


Figura n°25: Ubicación de puntos de toma de muestra referenciados según el nombre de las calles (Google MyMaps)



5.3.2 Análisis de Laboratorio

En este trabajo se midieron los parámetros de CONDUCTIVIDAD, DBO, GRASAS Y ACEITES, PH, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS VOLATILES y SÓLIDOS FIJOS. Considerando los Procedimientos o métodos adoptados por La Asociación Estadounidense de Salud Pública, Obras Hidráulicas y Federación Ambiental del Agua, plasmados en los "*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*" (APHA)

Conductividad

Método *conductimétrico* consiste en la medida directa de la conductividad, utilizando una celda, previamente estandarizada con una solución de conductividad conocida. Luego de enjuagar la celda de conductividad, se ubicó la misma en la muestra y se realizó el análisis con una lectura compensada a los 25°C otorgando resultados expresados en $\mu\text{S}/\text{cm}$ (microsiemens por cm)

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (D.B.O.5)

El método *respirométrico* simula las condiciones reales para que se produzca la degradación, midiendo continuamente el consumo de oxígeno permitiendo la inmediata identificación de cualquier irregularidad además de obtener un entendimiento más profundo de lo que sucede en la muestra. Para poder realizarlo, las muestras se colocaron en una botella de 500 ml de vidrio en las cuales se localiza una cámara de aire; en su parte superior poseen un vaso de caucho con pastillas de hidróxido de sodio y un sensor electrónico de presión dentro de los cabezales de medición. Las muestras se las incubó por un periodo de cinco días a una temperatura de 20°C.

Mediante la agitación, el oxígeno de la botella se disuelve en el líquido, a su vez los microorganismos por medio de la degradación de materia orgánica (demanda carbonosa), consumen oxígeno y producen dióxido de carbono (CO_2) y agua (H_2O). Dicho CO_2 , reacciona con las pastillas de hidróxido de sodio transformándose en carbonato de sodio, consumiendo gases y produciendo un vacío en la botella. Esto produce una variación en la presión la cual es medida por el sensor ubicado en los cabezales de medición.



Figura n°26: Instrumento de medición de DBO

GRASAS Y ACEITES

Se utilizaron frascos de vidrio de boca ancha previamente lavado con agua y jabón y posteriormente enjuagados con hexano. Se recolectaron 100 ml de muestra que se acidificaron a un pH <2 con HCl. Se colocó la muestra en un embudo de separación con 50 ml de hexano, se agitó la mezcla, y se dejó en reposo hasta lograr observar las fases bien definidas, luego se evacuó el agua por la boca del embudo. Dejando las grasas y aceites en emulsión con el hexano (peso inicial). Esta emulsión se colocó a baño maría hasta evaporar el hexano, se llevó a desecación y se pesó nuevamente (peso final). Esa diferencia entre peso inicial y peso final nos indica la cantidad de grasas y aceites presentes en la muestra.

pH

Método *potenciométrico*: Se tomaron 250 ml de muestra que fueron colocadas en un recipiente de plástico. Para la calibración se utilizaron soluciones buffer comerciales de pH 4,7 y 10

SOLIDOS TOTALES, FIJOS Y VOLATILES

El término **sólidos totales**, se aplica a los residuos de material que quedan en un recipiente después de la evaporación en estufa a 103 - 105 °C. Los **sólidos fijos** corresponden a los residuos sólidos remanentes del calentamiento a 550 °C y los **sólidos volátiles** corresponden a los compuestos perdidos durante la calcinación a 550 °C. El método *gravimétrico*, consiste en la evaporación de 50 ml de la muestra en una capsula previamente pesada. Se la colocó la muestra en una estufa el tiempo que le demandó lograr un peso constante a 103- 105 °C, seguidamente se colocó la capsula en un desecador y una vez alcanzada la temperatura ambiente, se peso, el aumento de peso de la capsula, indicaría los sólidos totales de la muestra. Luego se calentó la muestra en mufla a 550°C hasta lograr un peso constante. Se colocó nuevamente en el desecador y al alcanzar la temperatura ambiente se volvió a pesar y de este modo se calcularon los sólidos totales fijos y los sólidos totales volátiles (Menéndez, 2017d).



Figura n° 27: Medición de Sólidos Totales

5.4. Índice de Calidad de Agua (ICA):

El concepto de calidad de aguas está íntimamente relacionado con los usos a los que se destina un recurso hídrico, de manera que distintos usos admiten distintas calidades de aguas. Particularmente, los niveles de referencia para la protección de la vida acuática definidos legalmente en cada país, tienen un alcance limitado, ya que las características naturales propias de las aguas continentales son muy variables, tanto espacial como temporalmente y muchas de las formas de vida que sustentan se encuentran adaptadas a éstas. Una forma de resolver este problema, consiste en el desarrollo de Índices de Calidad de Aguas (ICAs) adaptados a las características locales o regionales de los cuerpos de agua (Basílico y col. 2015). Por medio del ICA se puede realizar un análisis general de la calidad del agua en diferentes niveles, y determinar la vulnerabilidad del cuerpo frente a amenazas potenciales (Soni y Thomas, 2014).

El índice de calidad del agua es una herramienta que nos permite transmitir información representada por un número, un rango, una descripción verbal, un símbolo o un color. Resulta una herramienta de gran utilidad y de sencilla interpretación. En la actualidad existen diversas metodologías para la evaluación de la calidad de un cuerpo de agua dependiendo de la forma en que se calcula y parámetros utilizados. La comparación entre distintas muestras de agua para conocer su calidad impulsó el desarrollo de indicadores que unifican diversos parámetros para traducirlos en un valor numérico. Por lo cual existen varias formas de calcular el ICA, en el presente trabajo se trabajará con la metodología del National Sanitation Foundation (N.S.F.).

El índice ICA desarrollado a partir de la metodología del NSF se caracteriza por ser multiparámetro, fue desarrollado en Estados Unidos en el año 1970, considera al Oxígeno Disuelto, Coliformes Fecales, pH, Demanda Biológica de Oxígeno (DBO_5), Nitratos, Fosfatos, Temperatura, Turbidez y Sólidos Totales, Sólidos Fijos y Sólidos Volátiles.

El valor del ICA se traduce en un valor numérico dentro del rango numérico del 1 al 100, una clasificación de calidad que va desde excelente a muy mala y un rango de colores que incluyen al rojo, naranja, amarillo, verde y azul.

Las aguas clasificadas como excelentes y buenas pueden soportar una alta diversidad de vida acuática y son apropiadas para todo tipo de recreación y para la toma de agua para potabilización. Las de características medias o promedio generalmente poseen menos diversidad de organismos acuáticos y frecuentemente manifiestan un crecimiento anormal de algas. Aquellas aguas que caen dentro de la clasificación de regular pueden soportar una baja diversidad de vida acuática y probablemente experimenten problemas de contaminación. Las aguas dentro de la categoría de

pobre solo pueden soportar un número limitado de organismos acuáticos, pudiendo esperarse que tengan grandes problemas de calidad. Normalmente no se consideran aceptables para actividades que involucren el contacto directo con el agua (Rojas y col., 2008)

ICA-BROWN:

El índice de calidad de agua propuesto por la NSF se fundamenta en un procedimiento que tiene en cuenta el promedio aritmético ponderado de nueve variables, y se determina a través de la ecuación:

$$ICA = \sum Q_i W_i$$

Referencias:

W_i : Representa el peso específico de cada parámetro

Q_i : Representa el valor obtenido para cada parámetro

i : Representa la variable o parámetro considerado

El nombre del método, basado en el oráculo de Delfos, nos habla de una metodología de investigación multidisciplinar para la realización de pronósticos y predicciones. Así, un conjunto de 142 expertos analizó la pertinencia de 35 variables asociadas a la calidad del agua, calificando a cada una según consideraban que debía ser “incluida”, “no incluida” o estaban “indecisos”. Las variables seleccionadas debían ser calificadas de 1 a 5 (siendo 1 el valor más importante). Los resultados del sondeo se redistribuyeron entre los expertos, quienes debieron volver a elegir los parámetros, hasta que la lista quedó reducida a nueve de ellos, cada uno con su propio peso específico sobre el valor total (Cattaneo y López Sardi , 2013) (Tabla n°5).

i	Parámetros Qi	W i
1	Coliformes fecales	0,16
2	pH	0,12
3	DBO5	0,10
4	Nitratos	0.10
5	Fosfatos	0.10
6	Temperatura	0.10
7	Turbidez	0,08
8	Sólidos disueltos totales	0,07
9	Oxígeno Disuelto	0,17

Tabla n°5: Parámetros del ICA y sus respectivos pesos específicos

Para la obtención de los Q_i se debe partir de los análisis realizados en laboratorio de cada parámetro y en consideración de las siguientes ecuaciones (Tabla n°6).

pH	$x < 2$	$Q = 2$	$W_2 = 0,12$
	$2 \leq x < 7$	$Q = 0,4565 \cdot e^{0,7705x}$	
	$7 \leq x < 8$	$Q = -2x^2 + 29,2x - 15,4$	
	$8 \leq x \leq 12$	$Q = 5,1786x^2 - 123,58x + 740,14$	
	$x > 12$	$Q = 3$	
DBO5	$x > 30$	$Q = 2$	$W_3 = 0,1$
	$x \leq 30$	$Q = 94,941e^{-0,1041x}$	
Temperatura	$-5 \leq x < 0$	$Q = -0,4x^2 + 6,6x + 93$	$W = 0,10$
	$0 \leq x < 15$	$Q = 0,4114x^2 - 11,714x + 94,143$	
	$x \geq 15$	$Q = 9$	
Turbidez	$x > 100$	$Q = 5$	$W = 0,08$
	$x \leq 100$	$Q = 89,367e^{-0,0167x}$	
Sólidos Totales	$0 < x \leq 50$	$Q = -0,0022 \cdot x^2 + 0,2793x + 79,994$	$W_8 = 0,08$
	$50 < x \leq 500$	$Q = 2E^{-07}x^3 - 0,0003x^2 - 0,035x + 90,589$	
	$x > 500$	$Q = 32$	
Oxígeno Disuelto	%sat. ≤ 100	$Q = -2E^{-06}x^4 + 0,0003x^3 - 0,0047x^2 + 0,5114x + 2,0516$	$W = 0,17$
	$100 < \% \text{ sat.} \leq 140$	$Q = -0,0036x^2 + 0,3071x + 104,89$	
	%sat. > 140	$Q = 47$	

Tabla n°6: Ecuaciones para la obtención de Q_i

Clasificación del ICA – NSF propuesta por Brown:

Escala de colores de calidad	Rango de clasificación ICA - NSF
Excelente	91-100
Buena	71 - 90
Media	51 - 70
Mala	26 - 50
Muy mala	0 - 25

Tabla n°7: Clasificación de colores en base a la calidad y rango de Clasificación ICA-NSF

Repositorio Digital de
Trabajos finales y Tesinas



6. Resultados y Discusión

En el transcurso del relevamiento del área de estudio, se divisaron microbasurales, residuos tanto en el arroyo como en los márgenes, sumideros tapados, tal como puede observarse en los registros fotográficos. A lo largo de las tomas de muestras, los vecinos del lugar expresaron su preocupación y malestar por la contaminación del arroyo. En cuanto a las empresas consideradas contaminantes por los habitantes de la cuenca se encuentran: Celulosa Massuh, Refinerías de Grasas Sudamericana, Emporio del Tanque, Hydra, Frigorífico Finexcor y Frigorífico Penta. También se incluyen a las curtiembres por ser, en su mayoría, clandestinas. Mediante la simple observación del aspecto del agua de los arroyos San Francisco y las Piedras, se puede detectar que los parámetros de calidad visual no son satisfactorios debido a que se distinguen aguas negras, con fermentaciones y olores. En ninguna de las áreas del cauce de estos arroyos se aprecian aguas claras sin aparente contaminación, aguas débilmente coloreadas con espuma y ligera turbiedad o aguas con apariencia de contaminación y color. Es decir, en la zona se aprecia el peor de los parámetros considerados en cuanto a la calidad visual del agua.

Además, existen siete basurales clandestinos a cielo abierto emplazados en las inmediaciones de San Sebastián I y II, Arroyito, Kilómetro 13, Instituciones Unidas o Emporio del Tanque, La Sarita, 9 de Agosto y La Matera, muy próximos a los barrios Novack y La Odisea. Según los nombran en el lugar estos son: Carbometal ubicado en calles 812 y 883 en Quilmes Oeste, aldeaño al arroyo San Francisco; La Piri situado entre calles Zapiola, 171 y 172 en Bernal Oeste, contiguo al arroyo Las Piedras; Penta situado en calle Lamadrid entre Camino General Belgrano y arroyo San Francisco en Bernal Oeste; Doña Cata enclavado entre el arroyo Las Piedras y las calles 882 y 816 en Quilmes Oeste; Doña Teresa ubicado en calle 812 entre 882 y 882 bis de Quilmes Oeste, lindante con el arroyo Las Piedras; Emporio del Tanque localizado en calle Rodolfo López entre Camino General Belgrano y arroyo Las Piedras en Quilmes Oeste contiguo al arroyo Las Piedras; Rodolfo López emplazado entre las calles 806, 807 y 881 de Quilmes Oeste adyacente al arroyo San Francisco. En todos estos basurales hay 'cirujeo' y tolerancia desde la comuna, aunque se procura mantener despejados los más visibles. Su antigüedad fluctúa entre los 7-15 años y contienen residuos domiciliarios, patógenos, industriales, cueros con cromo y restos de poda. (Masciadri, 2009).

Como se ha dicho previamente, el área que rodea al arroyo es un área industrial, a lo largo de nuestro recorrido, y lindantes a los puntos muestreados, se encuentran industrias donde se desarrollan diversas actividades entre las que se puede nombrar:

- ✚ “Refinería Sudamericana” ubicada en Camino General Belgrano n°1879, Quilmes Oeste. Industria Alimentaria dedicada a la producción y comercialización de margarinas y otros productos derivados de subproductos agrícolas y ganaderos. Sus productos son margarinas (vegetal y animal) grasas y aceites vegetales interesterificados, compuestos grasos/alimentos grasos, oleomargarinas y grasas refinadas.
- ✚ “Sidymetal S.A.” ubicada en calle 812 n°1469. Industria dedicada a la producción de carbón de coque y re carburantes. Sus productos son carbón de coque, escorificantes, recarburantes y cal.
- ✚ “Neolin S.A.” ubicada en calle 882 y calle 815. Industria dedicada a la producción de productos químicos. Entre sus productos encontramos, dentro de la producción y perforación petrolera: Triazina(secuestrante de sulfhídrico), lubricantes de perforación de extrema presión, antiespumantes siliconados y no siliconados, inhibidores de corrosión, dispersantes de parafina. Dentro de los productos para tratamiento de aguas: coagulantes, floculantes, alguicidas, biocidas, reguladores de pH. Dentro de los productos para limpieza: detergentes, suavizantes, quitamanchas/sarro.
- ✚ “Lipidar S.R.L.” ubicada en calle 880 n°1996. Industria dedicada a la elaboración de aceites y grasas vegetales y animales sin refinar.
- ✚ “Marbel S.A.” ubicada en calle 815. Industria dedicada a la fabricación de grasas y aceites de origen animal.
- ✚ “Alumasa S.A.”(ex Alumax) ubicada en calle 816 n°1001. Empresa dedicada a la extrusión de aluminio
- ✚ “Pavisur S.A.” ubicada en calle 816n° 709. Industria dedicada a la producción de materiales de construcción, elaboración de hormigón, fabricación de productos minerales no metálicos.



- ✚ “Stampin Marek” ubicada en calle 821 n°1251. Empresa que se especializa en la fabricación, comercialización, distribución y exportación de tejados metálicos, parrillas, salamandras, estufas, duomos, fogoneros, ahumadores.
- ✚ “CartocorQuilmes”, ubicada en Camino General Belgrano km 14.700. industria especializada en la producción de cartón corrugado
- ✚ “Molisur SRL”, ubicada en calle 815 n°1250. Industria dedicada a la elaboración de alimentos preparados para animales.
- ✚ “El Emporio del Tanque S.A.” ubicada en Camino General Belgrano y Tomas Flores. Empresa dedicada a la limpieza de tanques de hidrocarburos y productos químicos. Fabricación de tanques y equipos industriales.

Industrias como las recientemente mencionadas fueron objetivo de investigaciones, evaluaciones, cuestionamientos, incumplimientos, clausuras, denuncias por ser parte de la problemática ambiental, informes periódicos, quejas, en donde valores guías fueron ampliamente superados y sus efluentes arrojados al arroyo, afectando a los vecinos y ambiente.

6.1. Parámetros Físico-Químicos

PARÁMETRO	MUESTRA N°1	MUESTRA N°2	MUESTRA N°3	MUESTRA N°4	MUESTRA N°5
SÓLIDOS TOTALES(mg/l)	885	795	990	885	762,5
SÓLIDOS FIJOS (mg/l)	650	600	702,5	692,5	630
SÓLIDOS VOLÁTILES (mg/l)	235	195	287,5	192,5	132,5
DBO (mg/l)	23	70	21	21	10
PH	8,1	8	7,6	7,5	7,7
CONDUCTIVIDAD(uS/cm)	1076	1115	1271	1125	997
GRASAS Y ACEITES (mg/l)	5	19	27,45	12,6	15,75

Tabla 8 resultados obtenidos del análisis de las muestras

En cuanto a los valores de pH, resultaron todos alcalinos con un rango que osciló entre 7,5 a 8,1 (Figura 28), comparable a los niveles basados los tributarios del Rio de la Plata. Por otro lado, existe una leve tendencia a disminuir aguas arriba (muestras 3, 4 y 5).

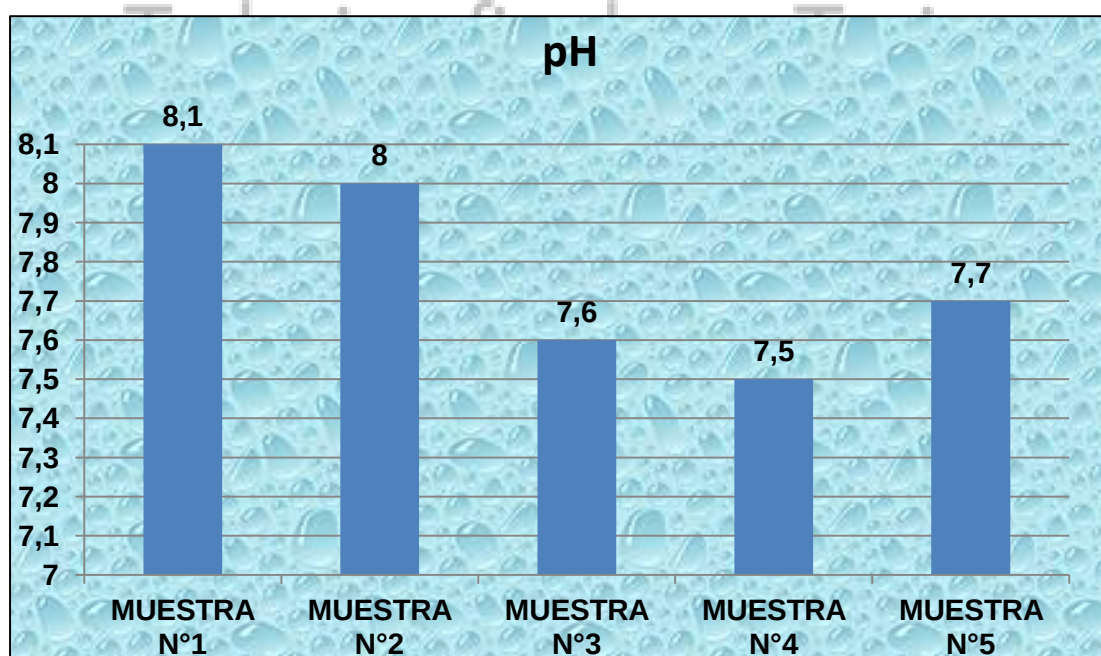


Figura n°28: pH de las muestras

Los sólidos totales oscilaron entre 763 y 990 mg/l, de los cuales un 70-80% corresponde a sólidos fijos (600-703 mg/l) y en menor porcentaje a los sólidos volátiles (132-287 mg/l). Todos los sólidos mostraron su valor máximo en la muestra 3, en la intersección del arroyo con el Camino General Belgrano, coincidiendo con el área de mayor concentración de la actividad industrial (Figura n°29).

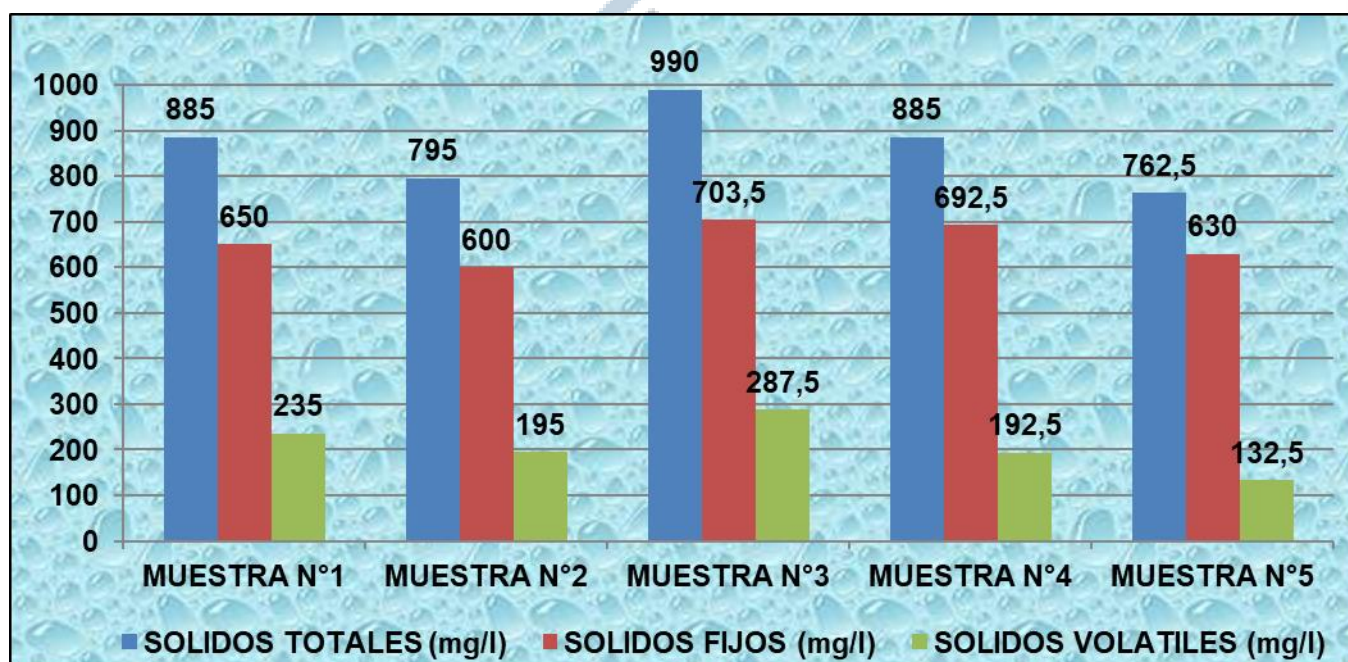


Figura n°29: Sólidos totales, fijos y volátiles de las muestras

Respecto a la conductividad, los valores oscilaron entre 997 y 1270 uS/cm, coincidiendo con la literatura (Basilico y col., 2015; Iglesias y Basílico, 2022). La tendencia muestra un aumento hacia la muestra 3, al igual que lo observado por los sólidos como se indicó previamente. (Figura n°30)

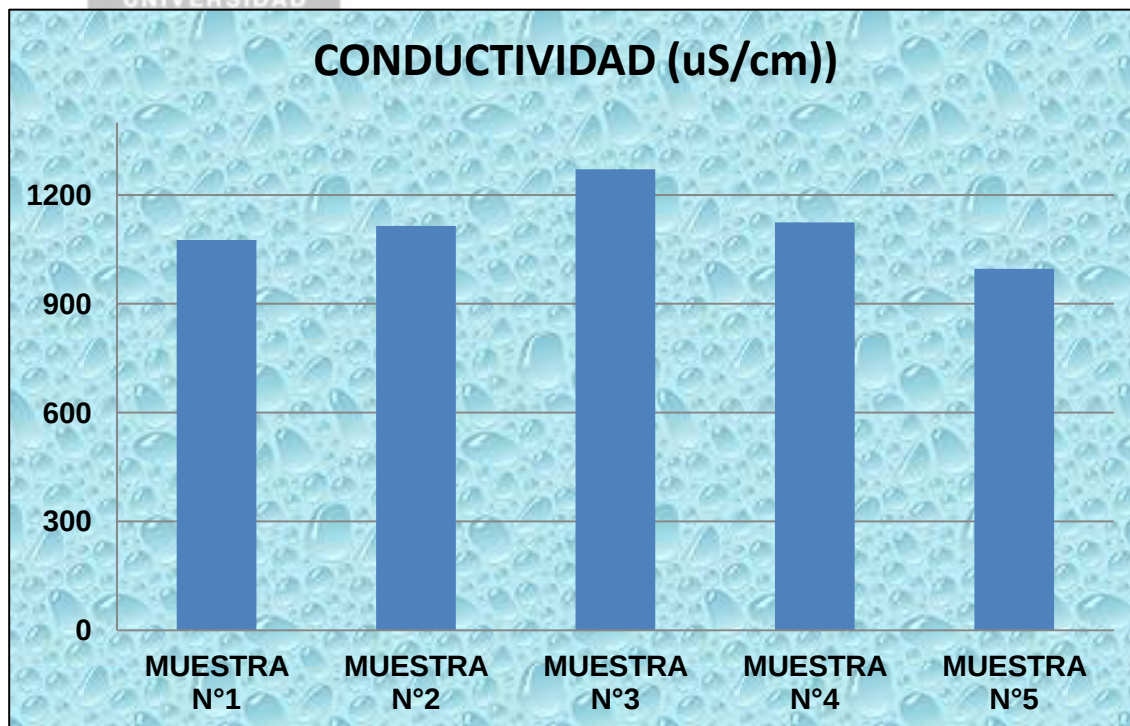


Figura n°30: Conductividad eléctrica de las muestras medida en uS/cm

La DBO osciló entre 10 y 20 mg/l, en la mayoría de las muestras, excepto la muestra 2, donde se observó el máximo de 70 mg/l. (Figura n°31)

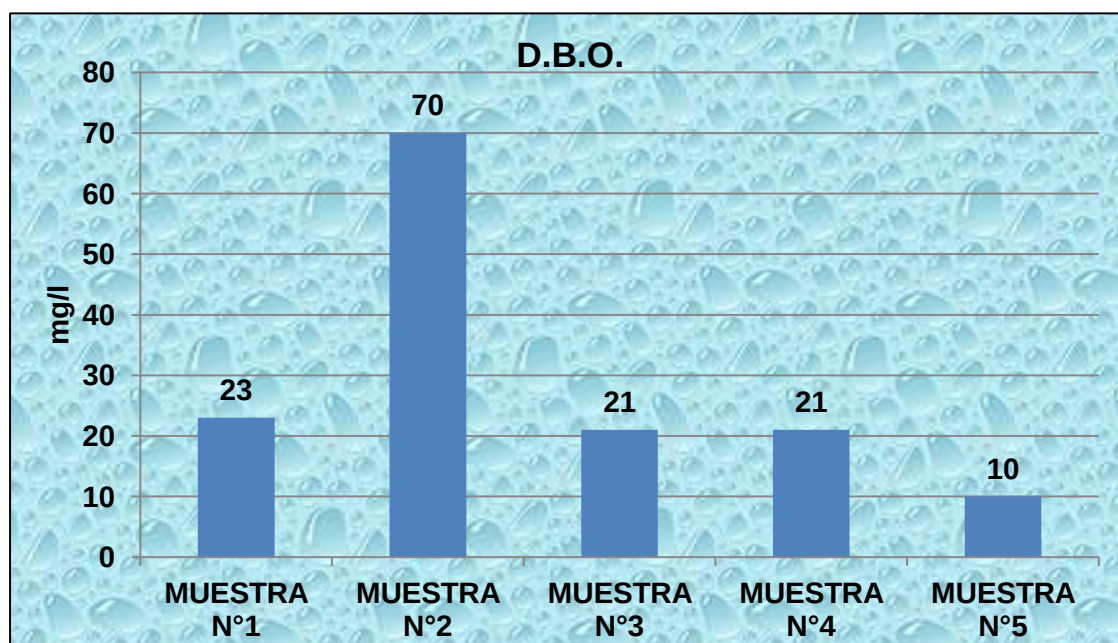


Figura n°31: Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)

Respecto a las grasas y aceites, los valores oscilaron entre 5 y 27mg/l. La tendencia muestra un aumento hacia la muestra 3, al igual que lo observado por los sólidos y la conductividad, como se indicó previamente (Figura n°32)

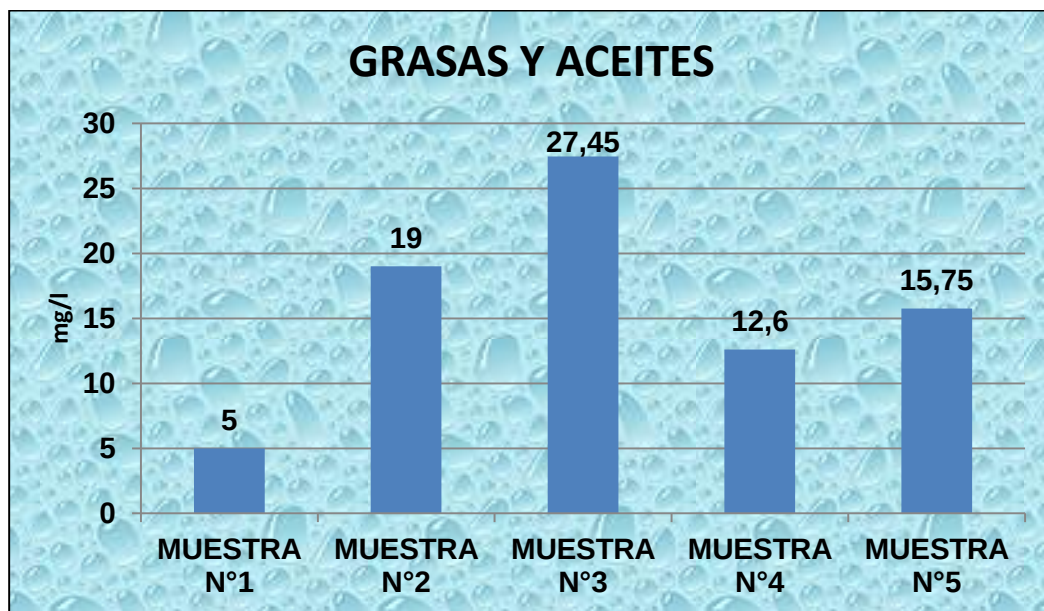


Figura n°32: Contenido de grasas y aceites

Trabajos finales y Tesinas

6.2. Índices de Calidad del Agua

En la tabla n°9 se encuentran plasmados los ICA para cada sitio, en base a los 3 parámetros que se consideran para su cálculo. Vale aclarar, que no todos los parámetros son incorporados al ICA, ya que algunos no poseen Q_i o W_i .

i	MUESTRA	PARAMETRO	VALOR	Q_i	W_i	RESULTADO	ICA	Categoría a ICA	Referencia
3	MUESTRA N°1	DBO	23 mg/l	8,66	0,10	0,86	12,88		MUY MALA
2		PH	8,1upH	78,90	0,12	9,46			
8		SOLIDOS TOTALES	885 mg/l	32	0,08	2,56			
3	MUESTRA N°2	DBO	70 mg/l	2	0,10	0,2	12,71		MUY MALA
2		PH	8 upH	82,93	0,12	9,95			
8		SOLIDOS TOTALES	795 mg/l	32	0,08	2,56			
3	MUESTRA N°3	DBO	21 mg/l	10,66	0,10	1,06	14,54		MUY MALA
2		PH	7,6 upH	91	0,12	10,92			
8		SOLIDOS TOTALES	990 mg/l	32	0,08	2,56			
3	MUESTRA N°4	DBO	21 mg/l	10,66	0,10	1,06	14,55		MUY MALA
2		PH	7,5 upH	91,1	0,12	10,93			
8		SOLIDOS TOTALES	885 mg/l	32	0,08	2,56			
3	MUESTRA N°5	DBO	10 mg/l	33,52	0,10	3,35	16,81		MUY MALA
2		PH	7,7 upH	90,86	0,12	10,90			
8		SOLIDOS TOTALES	762,5mg/l	32	0,08	2,56			



Uso como Agua Potable

- 90-100 - No requiere purificación para consumo.
- 80-90 - Purificación menor requerida.
- 70-80 - Dudoso su consumo sin purificación.
- 50-70 - Tratamiento potabilizador necesario.
- 40-50 - Dudosa para consumo.
- 0-40 - Inaceptable para consumo.

Uso en Agricultura

- 90-100 - No requiere purificación para riego.
- 70-90 - Purificación menor para cultivos que requieran de alta calidad de agua.
- 50-70 - Utilizable en mayoría de cultivos.
- 30-50 - Tratamiento requerido para la mayoría de los cultivos.
- 20-30 - Uso solo en cultivos muy resistentes.
- 0-20 - Inaceptable para riego.

Uso en Pesca y Vida Acuática

- 70-100 - Pesca y vida acuática abundante.
- 60-70 - Límite para peces muy sensitivos.
- 50-60 - Dudosa la pesca sin riesgos de salud.
- 40-50 - Vida acuática limitada a especies muy resistentes.
- 30-40 - Inaceptable para actividad pesquera.
- 0-30 - Inaceptable para vida acuática.

Uso Industrial

- 90-100 - No se requiere purificación.
- 70-90 - Purificación menor para industrias que requieran alta calidad de agua para operación.
- 50-70 - No requiere tratamiento para mayoría de industrias de operación normal.
- 30-50 - Tratamiento para mayoría de usos.
- 20-30 - Uso restringido en actividades burdas.
- 0-20 - Inaceptable para cualquier industria.

Uso Recreativo

- 70-100 - Cualquier tipo de deporte acuático.
- 50-70 - Restringir los deportes de inmersión, precaución si se ingiere 40-50 LC- Dudosa para contacto con el agua.
- 30-40 - Evitar contacto, sólo con lanchas.
- 20-30 - Contaminación visible, evitar cercanía
- 0-20 - Inaceptable para recreación.

Tabla n°10: Usos del Agua sobre la base del valor del ICA calculado (Cattaneo, 2013)



Tabla n°11: usos de agua según ICA

Muestras	Valor Obtenido	Uso AguaPotable	Uso Industrial	Uso Recreativo
Muestra n°1	12,88	Inaceptable	Inaceptable	Inaceptable
Muestra n°2	12,71	Inaceptable	Inaceptable	Inaceptable
Muestra n°3	14,54	Inaceptable	Inaceptable	Inaceptable
Muestra n°4	14,55	Inaceptable	Inaceptable	Inaceptable
Muestra n°5	16,81	Inaceptable	Inaceptable	Inaceptable

Como podemos observar del análisis realizado, la totalidad de los valores obtenidos se encuentran dentro del rango 0-25 y tal como lo evidencia la referencia del color designado para tales valores, Rojo, nos indica que la calidad de agua es Muy Mala. Por otro lado, a modo de demostración comparamos los valores obtenidos con las categorías de usos del agua correspondiente a: **“Uso agua potable”, “Uso industrial” y “Uso recreativo”**, ya que, para las restantes categorías estos valores no aplican y como era de esperarse en todos los casos el resultado fue **“INACEPTABLE”**.

6.3. Comparación con Normativa

Teniendo como referencia la resolución de la Autoridad del Agua n° 336/03, anexo II (tabla 12) en donde se tabulan límites admisibles para las descargas hacia los diferentes sistemas, se realizó la comparación de los resultados obtenidos con los límites de descargas a cuerpos de agua superficial. Los resultados se ven reflejados en la tabla n°11. El único parámetro fuera de los límites es el de DBO para la muestra 2

Tabla n° 12: Límites admisibles para descargas

GRUPO	PARAMETRO	UNIDAD	CODIGO TECNICA ANALITICA	LIMITE PARA DESCARGAR A:			
				Colectora Cloacal	Cond. Pluv. o cuerpo de agua superficial	Absorción por el suelo (h)	Mar Abierto
I	Temperatura	°C	2550 B	≤45	≤45	≤45	≤45
	pH	upH	4500 H+ B	7,0-10	6,5-10	6,5-10	6,5-10
	Sólidos Sedim 10 Min (2)	ml/l	Cono Imhoff	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
	Sólidos Sedimen 2 Horas (2)	ml/l	Cono Imhoff	≤5,0	≤1,0	≤5,0	≤5,0
	Sulfuros	mg/l	4500 S-D	≤2,0	≤1,0	≤5,0	NE (c)
	S.S.E.E. (1)	mg/l	5520 B (1)	≤100	≤50	≤50	≤50
	Cianuros	mg/l	4500 CN C y E	≤0,1	≤0,1	Ausente	≤0,1
	Hidrocarburos Totales	mg/l	EPA 418.1 ó ASTM3921-85	≤30	≤30	Ausente	≤30
	Cloro Libre	mg/l	4500 Cl G (DPD)	NE	≤0,5	Ausente	≤0,5
	Coliformes Fecales (f)	NMP/100ml	9223 A	≤20000	≤2000	≤2000	≤20000

II	D.B.O.	mg/l	5210 B	≤200	≤50	≤200	≤200
	D.Q.O.	mg/l	5220 D	≤700	≤250	≤500	≤500
	S.A.A.M.	mg/l	5540 C	≤10	≤2,0	≤2,0	≤5,0
	Sustancias fenolicas	mg/l	5530 C	≤2,0	≤0,5	≤0,1	≤2,0
	Sulfatos	mg/l	4500 SO4 E	≤1000	NE	≤1000	NE
	Carbono orgánico total	mg/l	5310 B	NE	NE	NE	NE
	Hierro (soluble)	mg/l	3500 Fe D	≤10	≤2,0	≤0,1	≤10
	Manganeso (soluble)	mg/l	3500 Mn D	≤1,0	≤0,5	≤0,1	≤10

III	Cinc	mg/l	3111 B y C	$\leq 5,0$	$\leq 2,0$	$\leq 1,0$	$\leq 5,0$
	Niquel	mg/l	3111 B y C	$\leq 3,0$	$\leq 2,0$	$\leq 1,0$	$\leq 2,0$
	Cromo Total	mg/l	3111 B y C	$\leq 2,0$	$\leq 2,0$	Ausente	NE
	Cromo Hexavalente	mg/l	3500 Cr D	$\leq 0,2$	$\leq 0,2$	Ausente	NE
	Cadmio	mg/l	3111 B y C	$\leq 0,5$	$\leq 0,1$	Ausente	$\leq 0,1$
	Mercurio	mg/l	3500 Hg B	$\leq 0,02$	$\leq 0,005$	Ausente	$\leq 0,005$
	Cobre	mg/l	3500 Cu D ó 3111 B y C	$\leq 2,0$	$\leq 1,0$	Ausente	$\leq 2,0$
	Aluminio	mg/l	3500 Al D ó 3111 B y C	$\leq 5,0$	$\leq 2,0$	$\leq 1,0$	$\leq 5,0$
	Arsénico	mg/l	3500 As C	$\leq 0,5$	$\leq 0,5$	$\leq 0,1$	$\leq 0,5$
	Bario	mg/l	3111 B	$\leq 2,0$	$\leq 2,0$	$\leq 1,0$	$\leq 2,0$
	Boro	mg/l	4500 B B	$\leq 2,0$	$\leq 2,0$	$\leq 1,0$	$\leq 2,0$
	Cobalto	mg/l	3111 B y C	$\leq 2,0$	$\leq 2,0$	$\leq 1,0$	$\leq 2,0$
	Selenio	mg/l	3114 C	$\leq 0,1$	$\leq 0,1$	Ausente	$\leq 0,1$
	Plomo	mg/l	3111 B y C	$\leq 1,0$	$\leq 0,1$	Ausente	$\leq 0,1$
	Plaguicidas Organoclorados (g)	mg/l	6630 B	$\leq 0,5$	$\leq 0,05$	Ausente	$\leq 0,05$
	Plaguicidas Organofosforados (g)	mg/l	6630 B	$\leq 1,0$	$\leq 0,1$	Ausente	$\leq 0,1$

IV	Nitrógeno total (d)	mg/l	4500 N org B (NTK)	≤ 105	≤ 35	≤ 105	≤ 105
	Nitrógeno Amoniacal (d)	mg/l	4500 NH ₃ +F	≤ 75	≤ 25	≤ 75	≤ 75
	Nitrógeno Orgánico (d)	mg/l	4500 N org B	≤ 30	≤ 10	≤ 30	≤ 30
	Fósforo Total (d)	mg/l	4500 PC	≤ 10	$\leq 1,0$	≤ 10	≤ 10

Tabla n° 13: Parámetros evaluados comparados con la resolución 336/03

Parámetro	Unidad	Resolución 336/03- Valores admisibles- Descarga en cuerpos de agua superficial	Muestra n°1	Muestra n°2	Muestra n°3	Muestra n°4	Muestra n°5
pH	upH	6,5-10	8,1	8	7,6	7,5	7,7
SSEE*	mg/l	≤50	5	19	27,45	12,6	15,75
D.B.O.	mg/l	≤50	23	70	21	21	10

*SSEE, Sustancias Solubles en Éter Etílico, comparada con las grasas y aceites de este trabajo

A continuación, se compararán los valores obtenidos de las muestras con los valores establecidos por Autoridad Cuenca Matanza Riachuelo (A.C.U.M.A.R.), donde se proponen Límites de Vertido de Efluentes Líquidos y Usos y Objetivos de la Calidad de Agua (Anexo III).

Parámetro	Unidad		Muestra n°1	Muestra n°2	Muestra n°3	Muestra n°4	Muestra n°5
pH	upH	6,5-9,0	8,1	8	7,6	7,5	7,7
USO ACUMAR		I a IV	I a IV	I a IV	I a IV	I a IV	I a IV
SSEE	Mg/l	≤50	5	19	27,45	12,6	15,75
D.B.O. ₅	Mg/L	≤30	23	70	21	21	10
USO ACUMAR		Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno

Referencias:

DBO₅: Demanda Biológica de Oxígeno (a 5 días y a 20° C)

SST: Sólidos Suspendidos Totales

USOS:

I a. Apta para protección de biota y uso recreativo/contacto directo;

I b. Apta para protección de biota;

II. Apta para actividades recreativas c/contacto directo;

III. Apta para actividades recreativas s/contacto directo;

IV. Apta para actividades recreativas pasivas.

Aclaraciones:

Al no existir valores admisibles locales para los parámetros conductividad y sólidos totales, no se pudieron realizar comparaciones sobre ellos.

Se debe considerar que el análisis del área y de las muestras realizadas tal como se especificó anteriormente, sólo contempla un tramo del arroyo las piedras. Por otro lado, para obtener un análisis más detallado y preciso resulta primordial el estudio de ambos arroyos y localidades vecinas.

Ante la falta de variables como recursos y elementos necesarios no fue posible la evaluación de parámetros como metales, índice de contaminación (ICOMO). Para un índice de calidad de agua (ICA) más completo se sigue analizando los parámetros faltantes en esta investigación.

Con respecto a la comparativa de los resultados obtenidos con la resolución de ACUMAR:

- Para DBO: la muestra número 2 supera los valores para todo tipo de uso.

Cabe destacar que ACUMAR es un organismo el cual considera su resolución de acuerdo con lo relacionado con Cuenca Matanza Riachuelo, por lo que en el presente trabajo se utilizó dicha resolución como respaldo a la hora de comparar valores.

La comparativa de las muestras con los valores establecidos por la resolución 336/03, nos otorgó:

- Para pH: todas las muestras se ubican dentro del rango permisible.

- Para DBO: las muestras n°1, n°3, n°4 y n°5 se encuentran dentro de lo establecido. A excepción de la muestra n°2 que se ubica fuera del rango establecido como permisible.
- Para Grasas y aceites: ninguna de las muestras supera los valores establecidos como permisibles para SSEE.

Del análisis de las muestras se desprende que el agua del arroyo cuenta con una gran carga de materia biodegradable que principalmente en la muestra 2 eleva los niveles de DBO por encima de lo permisible, e impide su total uso.

Se puede observar en base a lo evaluado que la fuente principal de contaminación no es química sino más bien física en cuanto a residuos. Siempre basándonos en los parámetros evaluados. Se debe considerar que los valores comparados refieren a valores establecidos por la legislación a valores permisibles para vuelco.

7. Conclusión:

Los inconvenientes relacionados con la contaminación del arroyo Las Piedras datan de años por ello los vecinos expresen su malestar y molestia. Si bien las autoridades municipales llevan a cabo la remoción de los residuos más groseros durante los operativos de limpieza con el objetivo de mitigar el impacto que suponen, estas medidas resultan insuficientes.

Principalmente se observa un deficiente manejo de obras públicas ya que no se cuenta con una adecuada red de cloacas, red de agua potable y sistema de gestión y recolección de residuos. La falta de funcionamiento y de control de plantas de tratamientos, y la ausencia de sensibilidad y educación ambiental de los diferentes actores sociales, contribuyen sustancialmente con la contaminación de este recurso, que no sólo es visual o superficial, sino que también subterránea, del suelo y de la atmósfera. Esto aumenta considerablemente riesgos a los que la población se expone, pudiendo contraer enfermedades relacionadas con la ingesta y/o contacto con agua o suelo contaminado provocando enfermedades.

En el área de estudio se han podido describir las diversas fuentes u origen de contaminación. Entre estas se reconocen: de origen doméstico causadas por sustancias o residuos provenientes de actividades humanas (por ejemplo el vuelco de residuos cloacales y de residuos sólidos urbanos); de origen pluvial, generada por el transporte y por arrastre de la suciedad por actividad de la lluvia; y de origen industrial, por vuelco de efluentes de industrias.

La gestión de residuos es también es un problema relevante a considerar en lo que respecta al estudio del área. Con el paso de los años la cantidad en continuo ascenso de habitantes y viviendas,

ha generado un aumento del volumen de residuos que, en este caso, terminan arrojados en el arroyo.

Las etapas que comprenden esta gestión integral de RSU, son la generación; la recolección y transporte; tratamiento y disposición final. En el área de estudio la recolección se realiza solo en las calles principales; el difícil acceso a los barrios por ausencia de calles bien delimitadas y pavimentadas impide la recolección particular por lo que los vecinos deben acercarse hasta donde se encuentren los contenedores y arrojar sus residuos. Sin embargo, existen zonas donde dichos contenedores se encuentran distantes o no cuentan con las suficientes unidades lo que nos genera un abanico de escenarios entre ellos la tracción a sangre de caballos los cuales son utilizados como un sistema de recolección interna del barrio y el incremento de micro-basurales o basurales clandestinos que acumulan residuos que fermentan, causan olor desagradable y gases tóxicos, además de la lixiviación de sus líquidos contaminantes y proliferación de vectores. En ocasiones, estos residuos son quemados generando humos tóxicos y perjudiciales para las personas y el ambiente. En otros casos, los residuos son arrojados directamente al arroyo, convirtiéndolo en el cesto más cercano.

En cuanto a los resultados de las muestras, al aplicar el ICA-NSF propuesto por Brown, en cada punto muestreado se detectó que la calidad del agua del arroyo se ubica dentro de la categoría **MUY MALA** otorgando valores del ICA entre 0-25, correspondiente al color rojo.

Paralelamente se realizó la comparación de los valores obtenidos con los diferentes usos (uso industrial, recreativo y para agua potable); las cinco muestras se ubicaron dentro del rango de 0-20 lo que significa **INACEPTABLE**.

Según la evaluación efectuada es posible afirmar que de los parámetros relevados solo el valor para DBO de la muestra dos no cumplen con lo establecido por la resolución 336/2003 de la Autoridad del Agua (Autoridad del Agua, 2003) Paralelamente, los valores fueron comparados con los valores establecidos por ACUMAR lo que arrojó los mismos resultados.

Los valores obtenidos del ICA son representativos del estado en el que se encuentra el arroyo Las Piedras. El análisis realizado en el área permite caracterizar el estado de contaminación del arroyo a nivel visual y físico-químico.

Teniendo en cuenta las actividades y fuentes de contaminación que se han relevado resulta imperiosa la mejora en la gestión de residuos, involucrando a autoridades y ciudadanos lo que sin duda beneficiará al ambiente y la salud de los ciudadanos.

Con fundamento en lo investigado y los valores obtenidos del análisis de calidad de agua se sugiere la evaluación de los parámetros faltantes del ICA realizado (oxígeno disuelto, coliformes fecales, nitratos, fosfatos, desviación de temperatura, y turbidez), metales pesados, hidrocarburos e índices de contaminación (ICOMO), para que nos permita obtener mayor información y un panorama más claro respecto al estado en el que se encuentra el arroyo Las Piedras que debido a la ausencia de factores como tiempo, materiales y presupuesto no se han podido medir en el presente trabajo final. A pesar de ello, el ICA resultante constituye una importante línea base para futuros trabajos de investigación.



Repositorio Digital de Trabajos finales y Tesinas

BIBLIOGRAFIA:

- Andradre, M. I. (1986). *"Factores de deterioro ambiental"*. Instituto de Geografía Universidad de Buenos Aires. Facultad de Filosofía y Letras.
- Andrinolo, D.; Apartin C. (2018). *"Estudio de la calidad de aguas superficiales en los arroyos afluentes al Río de La Plata y aportes a la red hidrometeorológica"*. Conservación de humedales urbanos como reservorios ambientales. Inundaciones por lluvia en el sur de la Región Metropolitana de Buenos Aires. Riesgos y estrategias en La Plata, Berisso y Ensenada. p. 159 – 186. CONICET.

- Autoridad del Agua (2003). 336/03. *"Parámetros de calidad de las descargas límite admisibles"*. Anexo II
- Autoridad del Agua.(2016). *"Descripción de Gis ADA"*. Gobierno de la Provincia de Buenos Aires.
- Barrenetxea Orozco C.; Serrano Pérez A.; González Delgado M. N.; Rodríguez Vidal F. J.; Alfayate Blanco J. M. (2002). *"Contaminación Ambiental, una visión desde la química"*. Paraninfo.
- Basílico, G.O.; De Cabo, L.I.; Faggi A.M. (2015). *"Adaptación de índices de calidad de agua y de riberas para la evaluación ambiental en dos arroyos de la llanura pampeana"*. Revista Museo Argentino de Ciencias Naturales. 17 (2), 119-134.
- Caceres Choque F.L.(2013). *"Determinación de conductividad en aguas y efluentes industriales, procedimiento operativo estandar"*. Ed. 0001.
- Campins, M. (2016). *"Revisión de índices de calidad e índices de contaminación aplicados en cuerpos de agua"*. Trabajo final integrador (Especialización en Ingeniería Ambiental), Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe.
- Cattaneo M. P.; López Sardi E. M. (2013). *"Evolución de la calidad del agua de la cuenca Matanza-Riachuelo"*. Ciencia y Tecnología, 13, 2013, pp. 251-278 ISSN 1850-0870. Universidad de Palermo, Facultad de Ingeniería.
- COMIREC. *"La Cuenca del Río Reconquista"*. Gobierno de la Provincia de Buenos Aires.
- Constitución Nacional Argentina (1994). *Artículo n°41*
- Cuenca Matanza Riachuelo. *"Características de la Cuenca Matanza Riachuelo"*.
- Elordi M.L.; Orte M.; Colman Lerner E.; Porta Atilio A. (2017). *"Metales, hidrocarburos totales del petróleo e hidrocarburos aromáticos policíclicos en agua y sedimento de arroyos urbanos de la provincia de Buenos Aires"*. Congreso Internacional Científico y Tecnológico CONCYT
- Elordi María Lucila, Colman Lerner Jorge Esteban y Porta Andrés. (2016). *"Evaluación del impacto antrópico sobre la calidad del agua del arroyo Las Piedras, Quilmes, Buenos Aires, Argentina"*. CONICET Y CIC. Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana.
- FAO (2013). *"Captación y almacenamiento de agua de lluvia: opciones técnicas para la agricultura familiar en América atina y el Caribe"*
- Fernández Cirelli, A.; Volpedo, A. (2020). *"Indicadores físico-químicos: ¿qué, cómo y cuánto reflejan la calidad del agua?"*; Eudeba; 2020; 10-21 ISBN: 978-950-23-3005-1.
- González Ávila M. E. (2021). *"Estudio de la percepción ambiental geográfica de la contaminación de un arroyo urbano, Tonalá, Chiapas"*. Revista Región y sociedad, 33.

- Hermann Güttner, C. (2014). *"El camino de Sirga en el nuevo Código Civil y Comercial de la Nación"*.
- Hurtado S.; Robledo F.; Canneva J.; Moreira D.; Hernández V.; Vera C. (2017). *"Un análisis desde la co-producción de conocimiento. Jornada Interdisciplinaria sobre Cambio Climático"*. CONICET
- Iglesias, G.; Basílico, G. (2022). *"Uso del suelo y calidad del agua en la cuenca del Arroyo las Piedras, RMBA"*. Ingeniería sostenible, energía, gestión ambiental y cc. año 10 - vol 20. issn 2314-0925
- INDEC. (2022). *"Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas en Argentina"*.
- Ingeniería de Tratamiento y Acondicionamiento de Aguas. *"Demanda Bioquímica de Oxígeno"*. Parámetros y características de las aguas naturales.
- Lacertua E. A.; Kazimierski L. D.; Mariano Re; Badano N. D.; Menéndez A.N. (2014). *"Modelación hidrológica - hidráulica de la cuenca Sarandí - Santo Domingo ante un evento de precipitación extrema"*. Programa de Hidráulica Computacional, Laboratorio de Hidráulica, Instituto Nacional del Agua.
- Ley General del Ambiente (2002). *Ley n°25675*.
- Martins Barriga, A. (2019). *"Análisis de contaminantes en agua y sedimentos del Río de La Plata"*. Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Materiales (CITEMA). Universidad Tecnológica Nacional , Facultad Regional de La Plata (UTN FRLP).
- Masciadri V. (2009). *"Ciudadanía y salud ambiental en la población de Quilmas residente en la cuenca de los arroyos San Francisco y Las Piedras"*. X Jornadas Argentinas de Estudios de Población. Asociación de Estudios de Población de la Argentina, San Fernando del Valle de Catamarca.
- Menéndez M. (2017a). *"Determinación de pH en aguas naturales y efluentes líquidos"*. Manual de procedimientos analíticos para muestras ambientales 2017. Departamento laboratorio ambiental. DINAMA.
- Menéndez M. (2017b). *"Determinación de aceites y grasas en aguas naturales y en efluentes líquidos industriales"*. Manual de procedimientos analíticos para muestras ambientales 2017. Departamento laboratorio ambiental. DINAMA.
- Menéndez, M. (2017c). *"Determinación de conductividad en aguas y efluentes industriales"*. Manual de procedimientos analíticos para muestras ambientales 2017. Departamento laboratorio ambiental. DINAMA.

- Menéndez, M. (2017d). *"Determinación de sólidos totales, fijos y volátiles en aguas naturales, y efluentes líquidos"*. Manual de procedimientos analíticos para muestras ambientales 2017. Departamento laboratorio ambiental. DINAMA.
- Ministerio de Ambiente. *"Generadores Especiales de Residuos Sólidos Urbanos"*. Gobierno de la Provincia de Buenos Aires.
- Ministerio de infraestructura y Servicios Públicos. (2018). *"Desagües pluviales en la cuenca San Francisco Las Piedras entubamiento canal Cordero – readecuación canal Bermejo y canal Confluencia"*. Gobierno de la provincia de Buenos Aires.
- Ministerio Público Fiscal. (2018). *"El derecho a un ambiente sano"*. Colección de dictámenes sobre derechos humanos. Vol.10. Procuración General de la nación. República Argentina.
- Organización Meteorológica Mundial. (2014). *"El Niño/Oscilación Sur"*.
- Organización Mundial de la Salud (2024). *"Enfermedades Diarreicas"*.
- Organización Mundial de la Salud. (2023). *"Agua para consumo Humano"*.
- Ossana, N. A. (2011). *"Biomarcadores de contaminación acuática: estudios en los ríos Luján y Reconquista"*. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.
- Pereyra F.X. (2004). *"Geología urbana del área metropolitana bonaerense y su influencia en la problemática ambiental"*. Revista de la Asociación Geológica Argentina. Vol. 59.n3.ISSN 0004-4822.
- Pereyra F.X. (2014). *"Inundaciones en el Área Metropolitana Bonaerense (AMBA) y Gran La Plata (GLP): causas, evaluación del riesgo y ordenamiento territorial."* Universidad Nacional de la Plata.
- Pistone G. y Capandeguy. M. (2017). *"Determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en efluentes líquidos domésticos e industriales, aguas contaminadas y naturales"*. Manual de procedimientos analíticos para muestras ambientales 2017. Departamento laboratorio ambiental. DINAMA.
- Plot B.N. (2015). *"Políticas Públicas. Consolidación de zonas de riesgo: Municipio de Quilmes"*. Memoria Académica. Facultad de humanidades y ciencias de la educación. Universidad Nacional de La Plata.
- Rodríguez, D.R. (2010). *"Dureza del agua"*. Universidad Tecnológica Nacional.
- Rojas Valcarcel L.; Macías Alberro N.; Fonseca Frías D.(2008). *"El índice de Calidad de Agua como herramienta para la gestión de los recursos hídricos"*. Medio ambiente y Desarrollo; Revista electrónica de la Agencia de Medio Ambiente Año 10, No. 18, 2008 ISSN: 1683-8904
- Sánchez, G.C. (2014). *"Funcionamiento y sostenibilidad del suelo"*. ODEPA. Ministerio de agricultura. Gobierno de Chile.

- Secretaría de Ambiente y Desarrollo sustentable. (2008). *"Residuos Sólidos Urbanos"*. Municipalidad de Florencio Varela.
- Servicio Meteorológico Nacional. *"Valores medios de temperatura y precipitación"*. Estación Aeroparque.
- Smith Thomas M.; Smith Robert Leo. (2007). *"Sucedan variaciones irregulares en el clima a escala global"*. Ecología 6ta edición. Pearson Educación, S.A. Cap 3. (61-63)
- Soni, H. B. & Thomas, S. (2014). *"Assessment of surface water quality in relation to water quality index of tropical lentic environment, Central Gujarat, India"*. International journal of environment, 3(1), 168-176.
- Vaamonde B.(2022). *"Quilmes: tierra contaminada"*. Revista critica <<https://revistacitrica.com/quilmes-fabricas-que-contaminan-el-rio-basurales-a-cielo-abierto-y-casos-de-cancer>>
- Yacaruso, F. (2018). *"La problemática de la cuenca del Río Reconquista"*. Centro Argentino de Ingenieros.
- Zapata, MC& Brun Tropiano A 2024 Condiciones de vida y políticas públicas urbano-ambientales en arroyos urbanos y sus márgenes: El caso del Arroyo Las Piedras en el Municipio de Quilmes. *Estudios del Hábitat*, 22(2) ISSN: 2422-6483
- 5dias periodismo del sur. (2022). *"Los trabajos de limpieza de los arroyos San Francisco y Las Piedras en Bernal Oeste alcanzaron el 65% de la obra"*. <<https://diario5dias.com.ar/noticia/Trabajos-adeacuaci%C3%B3n-limpieza-arroyo-Bernal-Oeste>>