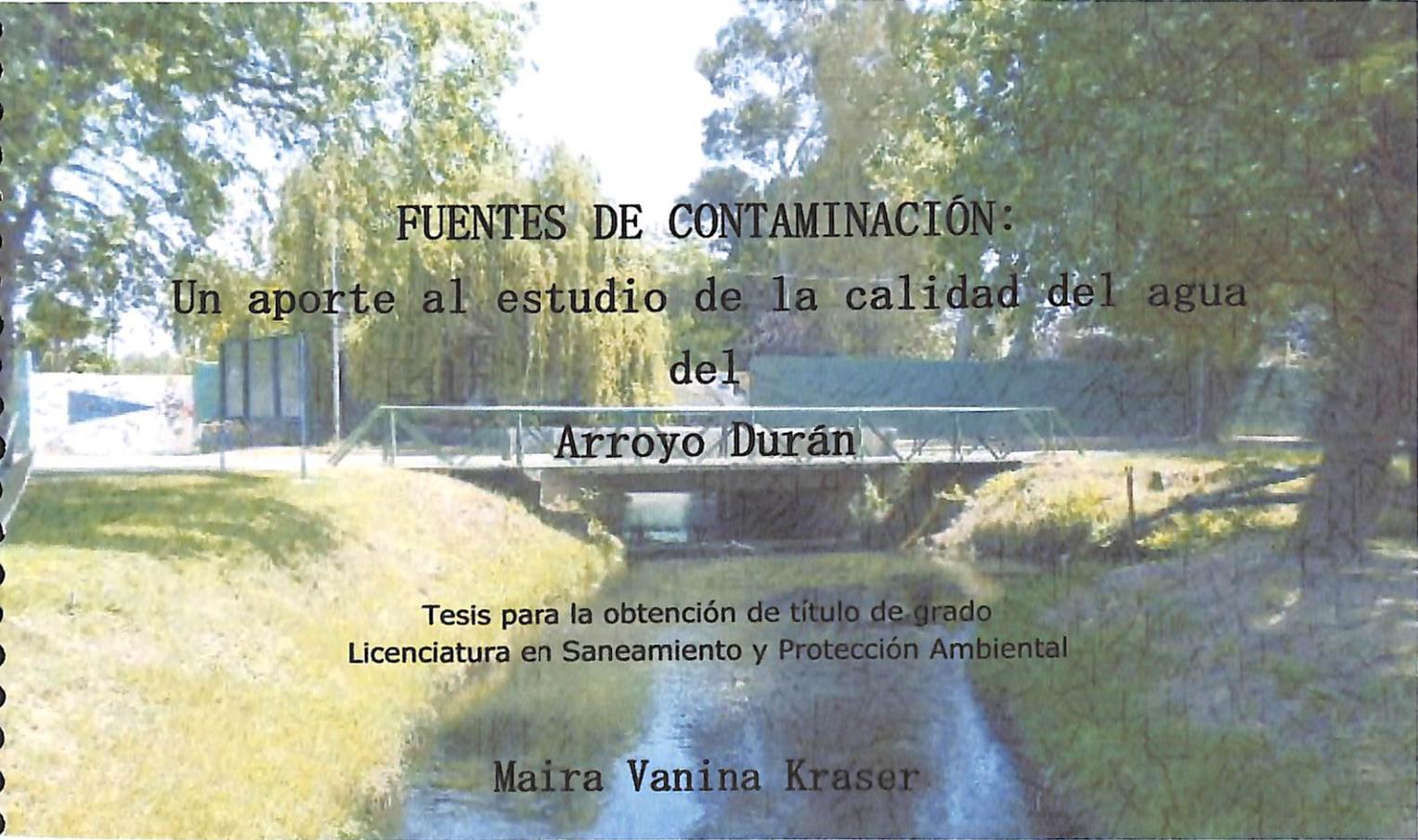




UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE Y LA SALUD



FUENTES DE CONTAMINACIÓN:
Un aporte al estudio de la calidad del agua
del
Arroyo Durán

Tesis para la obtención de título de grado
Licenciatura en Saneamiento y Protección Ambiental

Maira Vanina Kraser

Directora: Dra. Ana Cecilia Dufilho
Co-directora: Lic. M. Cecilia Navarro

NEUQUÉN, AÑO 2016

WJC

Agradecimientos

A la Universidad Nacional del Comahue y la Facultad de Ciencias del Ambiente y la Salud por los conocimientos que me han otorgado a lo largo de estos años.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi directora de tesis Ana Cecilia Dufilho por haberme acompañado en esta etapa, por su compromiso, asesoramiento, colaboración y tiempo dedicado.

A mi co-directora Cecilia Navarro por su colaboración y asesoramiento.

A mi amor Alejandro por ser el compañero de mi vida, por estar conmigo en aquellos momentos en que el estudio y el trabajo ocuparon mi tiempo y esfuerzo.

A mis soles Zoe, Jano y Ema por la paciencia que han tenido, ustedes son mi principal motivación.

A mis padres Segundo y Matilde que siempre me incentivaron a estudiar.

A mis hermanos Miguel y Jonatan, que fueron niños incondicionales de mis hijos en épocas de estudio, no podría haber realizado esta carrera sin su ayuda.

A mi hermana Micaela por sus buenos deseos en esta etapa.

A todas aquellas personas que han colaborado de una u otra manera para que pueda cursar mis estudios: Norma, Bety, Yoli, Liliana, Fernanda y muchos más.

A mis amigas Andrea, Alejandra, Lorena, Lola, Agos, Noelia y Vicky por los buenos momentos compartidos, por haberlas conocido.

Y a los que ya no están..... sé que estarían orgullosos de este logro obtenido.

ÍNDICE

Contenido

RESUMEN.....	5
ABSTRACT	5
1 INTRODUCCIÓN	6
1.1 Objetivos.....	8
2 ANTECEDENTES.....	9
2.1 Estudios previos.....	9
2.2 Estudios realizados en el Arroyo Durán.....	11
2.3 Marco legal	12
3 AREA DE ESTUDIO.....	15
3.1 Ubicación geográfica	15
3.2 Caracterización física	15
3.3 Caracterización socioeconómica-cultural.....	16
3.4 El Arroyo Durán	17
3.4.1 Red de monitoreo actual.....	23
4 METODOLOGÍA.....	25
4.1 Definición de actividades, fuentes y sustancias en el área del estudio	25
4.1.1 Actividades	25
4.1.2 Fuentes de contaminación	27
4.1.3 Parámetros físico químicos y biológicos indicadores de contaminación del agua.....	31
4.2 Técnica de Evaluación Rápida de Fuentes de Contaminación Ambiental (ERFCA)	33
4.3 Diseño del programa de monitoreo	35
5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
5.1 Caracterización de las fuentes por método ERFCA	37
5.2 Programa de monitoreo	44
6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
BIBLIOGRAFÍA	53
ANEXOS.....	57
Anexo I: Auditoría años 2004-2010	58
Anexo II: Auditoría año 2014.....	63
Anexo III: Ley Nacional 24051- Anexo II- CATEGORIAS DE RESIDUOS.....	66

Fuentes de contaminación: un aporte al estudio de la calidad del agua del arroyo Durán

Anexo IV: Parámetros y sus límites máximos permisibles (resolución 181/2000 epas)	68
ANEXO V: Valores provisorios propuestos como niveles guía de calidad de agua superficial en función de los diferentes usos del recurso (AIC, marzo 1996)	70
ANEXO VI: Decreto Reglamentario de la Ley 24.051 sobre régimen de desechos peligrosos, Niveles guía de calidad de agua para protección de vida acuática. Agua dulce superficial.	71

RESUMEN

Los problemas de contaminación en los cursos de agua localizados en áreas urbanas se deben al ingreso de residuos contaminantes provenientes de fuentes puntuales y difusas. En el presente trabajo se identificaron y caracterizaron las fuentes de contaminación que impactan sobre la calidad del agua del arroyo Durán, ubicado en la ciudad de Neuquén.

Se adaptó la Técnica de Evaluación Rápida de Fuentes de Contaminación Ambiental (ERFCA) tomando como base de datos las auditorías realizadas a empresas por la Subsecretaría de Servicios Ambientales de la Municipalidad de la Ciudad de Neuquén entre los años 2004-2010 y 2014.

Como resultado del presente estudio, se determina que las empresas auditadas entre los años 2004 y 2010 que generaban algún tipo de residuo según ley 24051, ninguna realizó la disposición final en el arroyo ni en los canales afluentes. En cambio del análisis de las auditorías realizadas en el año 2014 se desprende que dos empresas tienen impacto directo sobre el arroyo Durán.

La identificación y categorización de las fuentes de contaminación presentes en el área de estudio permitieron proponer mejoras al plan actual de monitoreo ambiental del Arroyo Durán.

ABSTRACT

Pollution problems on water courses located in urban areas are owing to the introduction of pollutants coming from both point and nonpoint sources. In this paper, pollution sources that impact on the water quality of Durán Stream, located in Neuquén City, are identified and characterized.

The technique of rapid assessment of sources of air, water and land pollution has been used taking as a starting point the data from audits carried out at companies during the years 2004-2010 and 2014 by the Undersecretary for Environmental Services of Neuquén City Municipality.

As a result of this study, it is determined that non of the companies generating some kind of waste according to Act 24051, which were audited in 2004 and 2010, used the stream or any of the affluent canals for final disposal. On the contrary, the analysis of the audits carried out in 2014 shows that two companies have a direct impact on Durán Stream

The identification and categorization of pollution sources present in the study area have allowed us to propose suggestions for improvement to the current environmental monitoring plan for Durán Stream.

1 INTRODUCCIÓN

La contaminación del agua constituye uno de los problemas más serios que provoca el desarrollo de la actividad humana (Calcagno y Bereciartua, 2002). La degradación de los recursos hídricos es una constante que presentan todos los países de América del Sur: ríos contaminados, procesos de eutrofización en lagos y embalses y ecosistemas de agua dulce fuertemente afectados por la actividad antrópica (Jáuregui y Planas, 2000).

Como señalan Calcagno *et al.* (2000) *"en Argentina existe una amenaza creciente a la sostenibilidad de las fuentes de agua superficial y subterránea por alteración antrópica del uso del suelo"*. Actividades como prácticas agrícolas no conservacionistas, deforestación, uso de agroquímicos, las explotaciones vinculadas a los hidrocarburos y las urbanizaciones, entre otras, son las principales causas de la pérdida de calidad de las fuentes de agua. Ejemplo de estas situaciones son: el cordón industrial del Paraná – Río de la Plata desde la ciudad de Rosario hasta ciudad de La Plata; las grandes zonas de riego de Mendoza Norte y lagos como el San Roque, Nahuel Huapi y Embalse Río Hondo.

La contaminación de las aguas superficiales y subterráneas más extendida es la provocada por el vertido de las aguas residuales domésticas sin depurar a los ríos y lagos, y a la infiltración de aguas residuales provenientes de fosas sépticas y redes de alcantarillado mal mantenidas (Jáuregui y Planas, 2000). A nivel de cuenca, la escorrentía superficial y subterránea resultante de prácticas agrícolas incorrectas favorecen la erosión de los suelos y la aplicación indiscriminada de fertilizantes y plaguicidas, derivan en una mayor carga de sedimentos, nutrientes y sustancias tóxicas que llegan a ríos y arroyos (Tisdell y Clowes, 2008). La actividad industrial también es altamente contaminante por la descarga de materia orgánica y de sustancias tóxicas originadas en los procesos físicos y químicos que ella desarrolla. Los residuos orgánicos descargados por los frigoríficos, los derrames de petróleo y aceites de la actividad petrolera, los metales pesados eliminados con los efluentes de curtiembres y galvanoplastias, constituyen agentes de deterioro de los ecosistemas acuáticos (Calcagno y Bereciartua, 2002).

Según Frers (2004) no existe en la actualidad información completa sobre las descargas de contaminantes a los cursos de agua, la información existente se refiere a unas pocas sustancias contaminantes y está en manos de distintos organismos a nivel nacional, provincial o municipal, que en general no tienen comunicación entre sí. Los datos disponibles son insuficientes y no permiten obtener información sobre la evolución y las tendencias de los vertidos. Además es habitual que las propias industrias desconozcan qué compuestos y en qué cantidades están eliminando.

Las fuentes de contaminación del agua son ampliamente agrupadas en fuentes puntuales y fuentes difusas. Las fuentes puntuales de contaminación son sitios específicos e identificables de descarga de contaminantes, posibles de cuantificar y controlar. Los vertidos de efluentes cloacales son en general las fuentes de contaminación puntual más importantes en los espacios urbanos. En cambio, la contaminación proveniente de fuentes difusas no tiene un único punto de ingreso a los cuerpos de agua, siendo la escorrentía agrícola una de las causas principales de este tipo de contaminación, la cual se incrementa a medida que se intensifica el uso de la tierra. El control de las mismas es a través de la implementación de acciones a nivel de cuenca (CHIN, 2006).

Strobla y Robillardb (2008) establecen que la degradación de los recursos hídricos ha aumentado la necesidad de determinar el estado ambiental de la calidad del agua, con el fin de proporcionar información acerca de los cambios inducidos por actividades antropogénicas. La realización de monitoreos periódicos que permitan determinar la calidad del agua es la base sobre la que se basa la gestión de la calidad del agua. Los monitoreos proporcionan la información que permitirá tomar decisiones a corto, mediano y largo plazo.

La Organización Internacional de Normalización (ISO) define al monitoreo como: "el proceso programado de muestreo, medición y registro o la señalización posterior, o ambos, de distintas características del agua, a menudo con el objetivo de evaluar la conformidad con los objetivos especificados". Establece también que para cumplir estas funciones debe existir algún trabajo de investigación preliminar que proporcione el conocimiento básico de las condiciones de calidad de agua existentes. Los esfuerzos de monitoreo posteriores identificarán los problemas y las áreas problemáticas, las tendencias a corto y largo plazo y las posibles causas de los problemas (Bartram y Ballance, 1996).

La ciudad de Neuquén tiene un acentuado crecimiento poblacional desde hace ya varios años, situación que afecta la salud de los ecosistemas presentes. Uno de los más afectados es el Arroyo Durán, antiguo brazo del río Limay.

El Arroyo Durán tiene un recorrido de aproximadamente 10 km, atravesando la ciudad de Neuquén de oeste a este hasta desembocar en el río Limay; funciona como colector de los drenajes de las tierras bajo riego y de diversos canales pluvioaluvionales entre los que se encuentran los canales Necochea, V, Bejarano, Saavedra y Leguizamón.

La calidad del agua del Arroyo ha sido motivo de preocupación por parte de la población, de las autoridades municipales y provinciales. A lo largo de su recorrido se puede apreciar la disposición de residuos domiciliarios, restos de electrodomésticos, de construcción y de poda. También se han registrado denuncias por olores nauseabundos y conexiones clandestinas. En este contexto se realizaron

Fuentes de contaminación: un aporte al estudio de la calidad del agua del arroyo Durán

diversos trabajos de investigación, así como también numerosos muestreos en el arroyo y en los canales y limpiezas periódicas de residuos sólidos.

La identificación y categorización de las fuentes de contaminación permitirá completar el escenario de la cuenca y proponer mejoras al programa de monitoreo actual del arroyo.

1.1 **Objetivos**

Objetivo General:

Categorizar y evaluar las fuentes de contaminación que impactan sobre la calidad del agua del Arroyo Durán.

Objetivos Específicos:

- Clasificar las actividades registradas en la cuenca del Arroyo Durán de acuerdo a las categorías establecidas por ley.
- Valorar las fuentes puntuales y difusas según la característica del vertido.
- Proponer lineamientos de monitoreo en función de la caracterización de las fuentes de contaminación.

2 ANTECEDENTES

2.1 Estudios previos

Los problemas de contaminación de los cursos de agua tienen una larga historia pero el inventario y categorización de las fuentes y vertidos comenzó en diversos países en las últimas décadas.

Canadá y Estados Unidos iniciaron en los años setenta un amplio programa de identificación de fuentes puntuales y difusas en la cuenca de los Grandes Lagos, donde el estado de hipertrofia del lago Erie y eutrofia del lago Ontario, tenían como origen principal el aporte de fósforo procedente de fuentes puntuales y difusas. A través de una comisión bilateral, establecieron los grupos de referencia sobre la contaminación debida a actividades asociadas al uso del suelo, que sirvieron como base para un estudio decenal de las fuentes de contaminación de toda la cuenca de los Grandes Lagos, y que produjo importantes cambios en el control de las fuentes tanto puntuales como difusas. El estudio fue también consecuencia de un progreso sin precedentes en la comprensión científica de la influencia de las formas de explotación de la tierra en la calidad del agua (Ongley, 1997).

Desde los años setenta se observó también en Europa una preocupación creciente por el aumento de los residuos de nitrógeno, fósforo y plaguicidas en las aguas superficiales y subterráneas. Ongley (1997) indica que en el estudio realizado por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en 1996, se comparan las fuentes de contaminación de origen doméstico, industrial y agrícola en la zona costera de los países mediterráneos, comprobando que la agricultura era la principal fuente de compuestos de fósforo y sedimentos.

A nivel latinoamericano se han realizado diferentes trabajos que tienen como objetivo la identificación de fuentes puntuales y difusas.

En el Golfo de México se realizó un inventario de fuentes en base digital, que contiene información sobre el lugar, el momento y magnitud de los vertidos puntuales y no puntuales a los ríos, arroyos, lagos y aguas estuarinas y costeras del área de drenaje del Golfo de México. Esta base digital ofrece estimaciones de fuentes puntuales para un período base de 1991 y estimaciones de fuentes no puntuales para 1989-1995. El inventario fue la caracterización más completa de descargas de contaminantes que se desarrollaron para la región del Golfo de México, y sirvió como una herramienta de evaluación nueva y valiosa para la gestión interjurisdiccional. Proporcionó a los gestores de recursos en el Golfo una visión general de los tipos y cantidades de contaminantes vertidos generados por actividades realizadas en tierra y les permitió estimar las contribuciones relativas de las fuentes puntuales y no puntuales de contaminantes vertidos dentro de las cuencas hidrográficas. Las estimaciones en el Golfo de México fueron útiles para el

establecimiento de prioridades en cuanto a la forma de gestionar y proteger ríos y estuarios de la zona de estudio, y contribuir a una mejor comprensión del impacto de las fuentes puntuales y no puntuales vertidas sobre la calidad del agua (Pacheco, s.f.).

Saldaña Fabela y Gómez Balandra (2006) determinaron la calidad del agua de las fuentes puntuales de contaminación que son aportadas al río Atoyac (Puebla, México) y su cumplimiento con las normativas vigentes. Realizaron muestreos de las descargas industriales para identificar aquellos parámetros que sobrepasaran los límites permitidos, incluyendo el análisis de toxicidad con *Vibrio fischeri* para evaluar la mezcla de contaminantes de la descarga y contar con información de un parámetro que integra los probables efectos adversos que se presenten en el cuerpo receptor. Los resultados mostraron que las industrias estaban teniendo bajas eficiencias de remoción de contaminantes, lo que provocaba un deterioro en la calidad del agua del río.

Cabrera Cruz *et al.* (2003) realizaron un inventario de contaminación emitida al suelo, agua y aire en 14 Municipios del Estado de Hidalgo utilizando la Técnica de Evaluación Rápida de Fuentes de Contaminación Ambiental (ERFCA). Esta técnica les permitió evaluar las principales fuentes en diferentes zonas de contaminación, utilizando coeficientes y cálculos de aportes contaminantes basados en datos de producción industrial e información estadística. Los resultados obtenidos fueron agrupados de acuerdo con la clase de fuente de contaminación por municipio, sector generador y tipo de contaminante, lo que permitió la jerarquización de la problemática ambiental de Hidalgo.

En Puerto Rico, Ocasio (2008) identificó las posibles fuentes de contaminación de un segmento del río Piedras. Analizó la calidad del agua y las posibles fuentes de contaminación difusas y puntuales. Los resultados obtenidos indicaron que en algunas estaciones de muestreo, parámetros tales como coliformes fecales, coliformes totales, aceites y grasas, arsénico y manganeso no cumplen con la norma de validación de la Environmental Protection Agency de EU (USEPA). Los datos señalan que los estacionamientos y las zonas urbanas aportan una gran cantidad de materiales contaminantes al río.

En el año 2002 Norat *et al.*, realizaron un estudio sobre la calidad del agua del Río la Plata (Puerto Rico) para relacionar la contaminación a los usos del suelo. Pudieron establecer la localización y extensión de las fuentes difusas de contaminación de agua más importantes utilizando un Sistema de Información Geográfica (SIG) y asociarlas con la calidad del agua en estaciones de muestreo de agua superficial. Además acoplaron los datos digitales a modelos matemáticos predictivos de contaminación de agua por fuentes dispersas.

En Guatemala, Saravia Célis *et al.* (2009) estimaron la carga de contaminantes vertidas al lago Atitlán por desechos líquidos. Identificaron los municipios que

descargan aguas residuales al lago y luego por medio del método de Evaluación Rápida de Fuentes de Contaminantes, obtuvieron las cargas contaminantes que la población vierte al lago a través de sus aguas residuales.

En nuestro país, la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación y la Autoridad de Cuenca Matanza Riachuelo (ACUMAR), en el marco de la Evaluación Ambiental del Proyecto de Desarrollo Sustentable de la Cuenca Hídrica Matanza-Riachuelo, llevaron a cabo un Programa de Monitoreo Integrado (PMI) de calidad de agua superficial y sedimentos de la Cuenca Matanza-Riachuelo y del Río de la Plata. Sostienen que el grado de contaminación de los mismos está en relación directa con el lugar de vertido y la carga másica de sustancias contaminantes de origen domiciliario e industrial con y sin tratamiento que se vierte a los mismos y la capacidad de asimilación de los cuerpos receptores que depende de sus condiciones hidrodinámicas y del caudal. Identificaron las principales fuentes de contaminación: vertidos de efluentes industriales con insuficiente o nulo tratamiento; vertidos de líquidos cloacales insuficientemente tratados, así como la descarga de barros provenientes de tanques sépticos y de desagües cloacales clandestinos conectados a conductos pluviales y cursos superficiales tributarios de la Cuenca, sin depuración previa; fuentes cloacales difusas de origen domiciliario de viviendas que no están conectadas a la red de cloacas y utilizan cámaras sépticas y pozos de infiltración; líquidos lixiviados provenientes de la disposición de residuos sólidos urbanos y/o peligrosos no controlados sanitariamente. Estas fuentes perjudican la calidad de las aguas subterráneas y superficiales en épocas de lluvia e inundación, además con eventuales aportes de residuos sólidos dispuestos en las riberas.

2.2 Estudios realizados en el Arroyo Durán

Numerosos estudios se han realizado en el Arroyo Durán a lo largo de estos últimos años. La Dirección Provincial de Recursos Hídricos (DPRH) realizó monitoreos periódicos para determinar la calidad del agua del arroyo entre los años 2001 y 2006. Además delegó a la consultora Proa S.R.L la elaboración del proyecto de Reactivación, Sistematización y Saneamiento del Arroyo Durán. El Proyecto, realizado en el año 2013, incluye el diseño de las obras de infraestructura vinculadas al escurrimiento de agua superficial, las obras de control y mejoramiento de la calidad del agua.

Asimismo la Defensoría del Pueblo de la ciudad de Neuquén, efectuó muestreos en diferentes oportunidades en el arroyo como consecuencia de las denuncias de contaminación efectuadas por los vecinos.

La empresa Halcrow (2002) elaboró el Plan Maestro de Saneamiento Pluvioaluvial que tuvo entre sus objetivos la definición del conjunto de obras necesarias para reducir y/o eliminar los daños que se producen como consecuencia de las lluvias de

alta intensidad en la ciudad en el cual se incluye la sistematización necesaria en los arroyos Villa María y Durán.

La Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los ríos Limay, Neuquén y Negro (AIC, 2009), elaboró un informe con el resultado de los muestreos realizados en el año 2008 en los ríos mencionados y en los sitios de medición del programa de monitoreo actual del arroyo Durán.

Asimismo se realizaron diversos trabajos de tesis de Licenciatura en la Facultad de Ciencias del Ambiente y la salud (FACIAS), relacionadas con el Arroyo Durán:

- "Presencia de microorganismos indicadores de contaminación fecal en suelos de calles de ripio de la ciudad de Neuquén", (Cuadro, 2005).
- "Persistencia de microorganismos coliformes en suelos urbanos con contaminación antrópica discontinua", (Pezzullo, 2007).
- "Evaluación preliminar de la presencia de hidrocarburos alifáticos e hidrocarburos aromáticos policíclicos en los Arroyos Durán y Villa María y costa del Río Limay de la ciudad de Neuquén", (Hadad, 2009).
- "Análisis de la composición microbiológica indicadora de contaminación fecal del Arroyo Durán en las 4 estación climáticas", (Araujo, 2011).
- "Niveles de contaminación por metales pesados en sedimentos y aguas intersticiales del Arroyo Durán", (Bocci, 2011).
- "Análisis de riesgo por contaminación fisicoquímica y biológica del Arroyo Durán en base a Índices de calidad del Agua e Índices socioeconómicos", (Scarpatti, 2012).
- "Efecto de la degradación de la calidad del agua sobre el ensamble de macroinvertebrados bentónicos en el Arroyo Durán", (Mora, 2013).
- "Calidad del agua del Arroyo Durán y su relación con la comunidad de hidrófitos", (Arévalo, 2014).

Los trabajos mencionados analizan la calidad del agua del A° Durán en todo su recorrido, en base a variables físico-químicas, microbiológicas, biológicas y metales pesados. Resulta necesario poder establecer de donde provienen estos contaminantes, a través de la identificación y caracterización de las fuentes de contaminación para poder monitorearlos y controlarlos convenientemente.

2.3 Marco legal

Leyes nacionales y provinciales regulan la protección del recurso agua. La Constitución Nacional en su artículo N° 41 establece que *"Todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo. El daño ambiental generará prioritariamente la obligación de recomponer, según lo establezca la ley. 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 aquellas alteren las jurisdicciones locales."

La ley Nacional 25.675 Ley General del Ambiente, en su artículo N° 1 establece los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable.

La ley Nacional 25.688, Régimen de Gestión Ambiental de Aguas, establece los presupuestos mínimos ambientales para la preservación de las aguas, su aprovechamiento y uso racional. El artículo N° 7 manifiesta que la autoridad nacional de aplicación deberá:

- a) Determinar los límites máximos de contaminación aceptables para las aguas de acuerdo a los distintos usos;
- b) Definir las directrices para la recarga y protección de los acuíferos;
- c) Fijar los parámetros y estándares ambientales de calidad de las aguas;
- d) Elaborar y actualizar el Plan Nacional para la preservación, aprovechamiento y uso racional de las aguas, que deberá, como sus actualizaciones ser aprobado por ley del Congreso de la Nación.

Dicho plan contendrá como mínimo las medidas necesarias para la coordinación de las acciones de las diferentes cuencas hídricas.

La ley Nacional 24.051 de Residuos Peligrosos enuncia que será considerado peligroso todo residuo que pueda causar daño, directa o indirectamente, a seres vivos o contaminar el suelo, el agua, la atmósfera o el ambiente en general. En particular considera peligrosos los residuos indicados en el Anexo I o que posean alguna de las características enumeradas en el Anexo II de esta ley. También incluye a aquellos residuos peligrosos que pudieren constituirse en insumos para otros procesos industriales y excluye a los residuos domiciliarios, los radiactivos y los derivados de las operaciones normales de los buques.

La ley Provincial 1875 en su artículo N° 4 expone que la autoridad de aplicación, con los demás organismos competentes de la Provincia, establecerá criterios de uso y manejo de los cuerpos de agua que forman los recursos hídricos de la Provincia y sus espacios terrestres adyacentes, teniendo en cuenta la aptitud de ellos y los valores del ambiente. Manifiesta en su artículo N° 5 que no se podrán incorporar o volcar efluentes en los cuerpos de agua que constituyen los recursos hídricos de la Provincia, cuando ellos contengan agentes físicos, químicos o biológicos, o la combinación de todos en cantidades tales que afecten negativamente a la flora, la fauna, la salud humana y los bienes; y formula en su artículo N° 6 que cuando los cuerpos de agua se hayan alterado en el uso fijado para ello, la autoridad de aplicación adoptará en coordinación con los demás organismos competentes de la

Fuentes de contaminación: un aporte al estudio de la calidad del agua del arroyo
Durán

Provincia, las medidas correctivas necesarias para poder retrotraer la situación a la aptitud para la cual se fijó su uso.

3 ÁREA DE ESTUDIO

3.1 Ubicación geográfica

El A° Durán, se encuentra en la ciudad de Neuquén, capital de la provincia homónima (Fig. 1). La ciudad de Neuquén, se localiza en el Departamento Confluencia, del que es cabecera, y ocupa la franja adyacente a la confluencia del río Neuquén y el río Limay que dan origen al Río Negro. Tiene una población de 231.780 habitantes (INDEC, 2010), asentada en un ejido de 63 km² que ocupa la planicie de inundación de los ríos mencionados y la meseta.

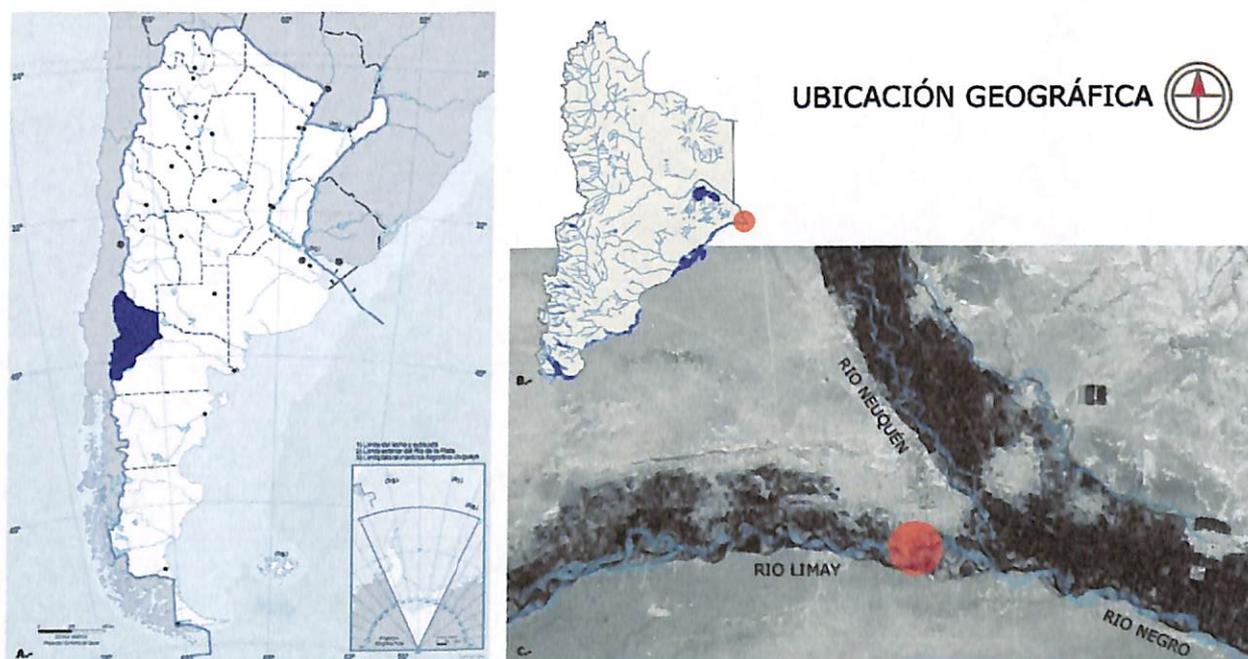


Figura 1-Ubicación del área de estudio.

(FUENTES: 1a. <http://www.educ.arsitioseducarrecursosverid=86950>; 1b. COPADE; 1c. Elaboración propia en base a imagen de Google Earth, 2014).

3.2 Caracterización física

La región en cuestión presenta una temperatura media anual de 10 a 14°C, con una amplitud térmica de 16°C, y un déficit hídrico anual de 550mm (Burkart *et al.* 1999).

Las precipitaciones varían entre 80 y 200mm anuales, concentradas en la época invernal. Las lluvias de verano son torrenciales y de corta duración, mientras que

las de invierno son el resultado del ingreso de masas húmedas provenientes del Atlántico, por lo que son de mayor duración y menor intensidad.

Los suelos característicos de la ciudad según Ferrer *et al.* (1990) son los entisoles y aridisoles. Los aridisoles son suelos de regiones áridas frías o cálidas, que no disponen durante largos períodos de agua suficiente para el crecimiento de cultivos o pasturas polifíticas. Los entisoles son suelos de formación incipiente, tienen escaso desarrollo de horizontes pedogenéticos (Conti, 2000).

3.3 Caracterización socioeconómica-cultural

La mayor parte de los flujos migratorios de la provincia de Neuquén entre los años 1960 y 1990 fueron absorbidos por el departamento de Confluencia, siendo el primero en cantidad de población. Según datos censales en 1960 albergaba el 46.3 % de la población provincial, en 1970 el 58.2 %, en 1980 el 64 %, y en 1991 el 68 % (CREDAL-ARCI, 1995). En este período de treinta años la población de la ciudad de Neuquén se sextuplicó, porcentaje de crecimiento que no se dio en ninguna otra ciudad de nuestro país (PUA, 2013).

Según datos publicados en la página web del Gobierno de la provincia del Neuquén, desde 1991 la población del departamento Confluencia habría crecido menos que en décadas anteriores, observándose los mayores crecimientos poblacionales en los departamentos Pehuenches y Añelo [1]. No obstante, el departamento Confluencia es el más importante desde el punto de vista demográfico y económico. Debido al desarrollo de importantes emprendimientos hidroeléctricos y con la expansión de la explotación de hidrocarburos, el departamento se transformó en un área de atracción tanto para empresas industriales, de servicios y comerciales como para dependencias del gobierno nacional y provincial que se localizaron preferentemente en la ciudad de Neuquén, esto produjo una fuerte concentración de población en la ciudad, según datos del censo 2010 residen en ella 231.780 habitantes, el 42.3 % de la población de la provincia.

La componente migratoria en la ciudad ha tenido un peso fundamental, dándole un ritmo vertiginoso y con la característica de población joven. El crecimiento urbano explosivo provocó que la ciudad, no consolide en forma paulatina y armónica a grandes sectores de la nueva población. En efecto cada década marcó un nuevo límite periférico en la ciudad, el cual expande los niveles de carencia, degradación y marginalidad urbana y periurbana, en un círculo creciente de infrahabitabilidad. Si bien el cambio de condiciones económicas y de empleo desalienta la fuerte migración producida en décadas pasadas, el crecimiento poblacional sigue siendo significativo por el peso actual de la población joven, en edades reproductivas, que forma nuevos hogares y busca su propia vivienda (PUA, 2013).

En base a la estructura urbana definida en PUA (1996) y teniendo en cuenta la dinámica urbana de los últimos años, se pueden definir los siguientes sectores en la ciudad:

- Sector noreste, predominantemente residencial. Sin presencia de conjuntos habitacionales del estado.
- Sector noroeste, predominantemente residencial con fuertes interrupciones de la trama producto de los conjuntos habitacionales construidos por el estado y gran presencia de asentamientos de origen ilegal.
- Sector área central, compuesto por dos claros subsectores, el alto y el bajo, con predominio de usos comerciales, administrativos y recreativos.
- Sector corredor este-oeste de servicios industriales, petroleros urbanos y de ruta.
- Sector sudoeste, de uso residencial y agrícola con una trama discontinua producto del gran vacío urbano generado por las chacras del ejército. La actividad agrícola en la ciudad se encuentra en retroceso debido a la crisis económica que sufre el sector, además del valor inmobiliario que han adquirido las tierras en el sector rural que ha hecho que muchas chacras de Valentina Sur Rural y Valentina Norte sean loteadas para el desarrollo de barrios públicos y privados, con la consiguiente pérdida de tierras productivas.
- Sector sudeste, de uso residencial y agrícola.
- Sector norte industrial definido por el Parque Industrial y el Área de Servicios. Actualmente, de las 150 empresas censadas que existen en el PIN, se estima que unas 125 están en plena actividad. En forma paralela, existen otras 60 empresas que pertenecen a un sector de servicios que, por ahora, no están incorporadas al Consorcio de Administración del Parque Industrial de Neuquén (CAPIN) pero que podrían sumarse [2].
- Sectores residenciales fuera de la planta urbana conformado por una sumatoria de conjuntos habitacionales construidos al norte, sobre la planicie o meseta, y divididos por la ruta provincial N° 7, al noreste sobre la planicie de inundación del Río Neuquén y al sudoeste sobre las terrazas fluviales donde se encuentran las áreas de producción agrícola.
- Sectores recreativos: las actividades recreativas en la ciudad están concentradas en la costa del río Limay y en la zona de bardas denominada Parque Norte y Parque Universitario Provincia del Monte.

3.4 El Arroyo Durán

El Arroyo Durán es un brazo del río Limay cuyo nacimiento fue cerrado conforme la urbanización avanzó hacia la zona ribereña.

La cuenca del río Limay tiene una superficie de 61597 km², la mayor parte del caudal del río se origina en las precipitaciones invernales que se producen en la alta cuenca, principalmente en forma de lluvia y nieve. Esta cuenca posee un alto grado

de regulación natural debido a la presencia de vegetación boscosa y numerosos lagos de cabecera en la zona cordillerana. También el régimen natural del río es regulado por la importante cadena de embalses aguas arriba (Alicurá, Piedra del Águila, Pichi Picún Leufú, Exequiel Ramos Mexía y Arroyito (AIC, 2008)).

El cegamiento de los aportes desde el río Limay al Arroyo Durán no responde a un proyecto estudiado especialmente sino a cierres parciales efectuados en situación de emergencia ante la ocurrencia de crecidas del curso principal. Por este motivo en situaciones de crecidas mayores a las registradas en los últimos años se puede reactivar el aporte desde el río Limay conforme se indica en los planos de inundación elaborados por la Autoridad Interjurisdiccional de Cuencas (Recursos Hídricos de Neuquén, 2009).

En condiciones de ocurrencia de tormentas intensas sobre las cuencas aluvionales del sector oeste de la ciudad de Neuquén, cuyo drenaje natural es hacia el Río Limay, la escorrentía fue modificada por la acción antrópica con el avance de la urbanización, concentrando los aportes de todas las cuencas del oeste hacia el arroyo Durán, los cuales deben ser conducidos por su cauce (Recursos Hídricos de Neuquén, 2009). El drenaje natural del sector oeste de la ciudad hacia el río Limay fue modificado por el avance de la urbanización, canalizando los aportes de las cuencas hacia el A. Durán.

El área drenada en la actualidad por este arroyo alcanza los 40 km², siendo su caudal base en época de riego $Q = 2$ a $4 \text{ m}^3/\text{s}$, con una pendiente media de 0.0007 m/m (Halcrow, 2002).

En la Fig. 2 puede visualizarse la cuenca del Arroyo Durán, reconociéndose la concentración de toda el área de aporte en el Arroyo Durán y su descarga en el brazo del Río Limay, al norte de la Isla 132.

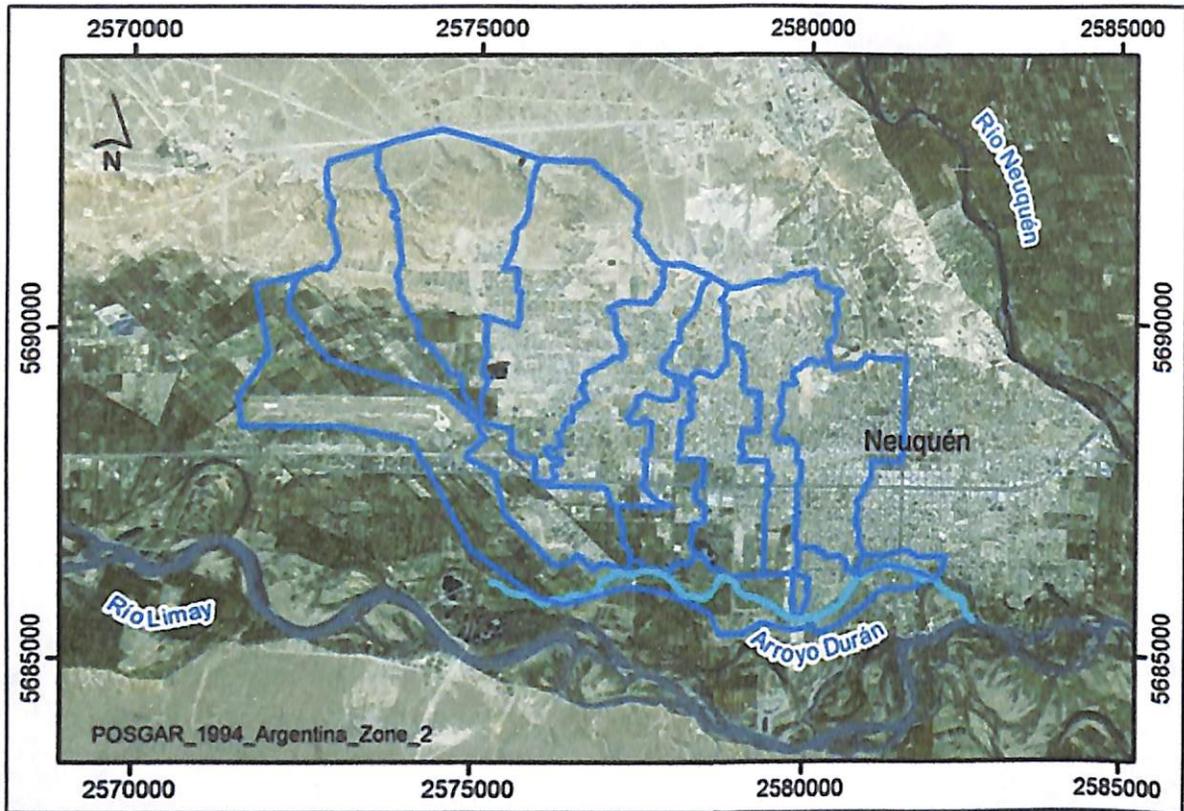


Figura 2- Cuenca de drenaje del Arroyo Durán (elaboración propia a partir de Halcrow (2002)).

El Arroyo Durán descarga al río Limay a través de un sistema de sifón que cruza debajo del brazo del río hasta la Isla 132 y desde allí en canal a cielo abierto hasta el río propiamente dicho. En la cámara de inicio del sifón se presenta una compuerta que permite descargar al brazo del Limay directamente los excedentes en crecidas. El objetivo del sifón es evitar que la descarga contamine al balneario Municipal ubicado aguas abajo, sobre todo en época estival (Halcrow, 2002).

Tiene la característica de ser un canal natural de amplia sección en el sector rural ubicado en sus inicios, comenzando a tener restricciones al escurrimiento por presencia de alcantarillas y disminución de sección al ingresar a las zonas más densamente pobladas. Además de las alcantarillas se presentan cruces de diferentes ductos de servicios (Halcrow, 2002).

Teniendo en cuenta lo expresado, sin que se registren precipitaciones en la cuenca de aporte, el arroyo solo conduce el aporte directo del drenaje agrícola de una importante zona bajo riego, el remanente del sistema de riego en los momentos que disminuye la demanda y el drenaje de la napa freática de los aportes del sector oeste de la ciudad de Neuquén.

El arroyo tiene dos condiciones extremas de escurrimiento:

- De caudal mínimo: períodos mayo-setiembre en que el sistema de riego del Río Limay no funciona y cuando no se producen precipitaciones.

- Otra de caudales máximos probables de crecida provocadas por dos situaciones distintas:
 - El drenaje del escurrimiento aluvional de todo el sector oeste de la ciudad de Neuquén
 - Incremento de caudales del río Limay por encima de los caudales de operación normal de los embalses.

Es de destacar que es poco probable la ocurrencia de ambos fenómenos simultáneamente ya que las tormentas intensas que provocan las crecidas aluvionales en esta zona son de origen convectivo las que se dan más intensamente en otoño y las situaciones de fenómenos extremos en la cuenca de aporte del río Limay provocado por tormentas frontales de mayor duración en la zona cordillerana se dan en invierno (lluvia) o primavera (lluvia más el deshielo).

Debido a las modificaciones realizadas, el arroyo recibe el aporte de cuatro canales pluvioaluvionales: Canal V, Canal Bejarano, Canal Saavedra y Canal Leguizamón (Fig. 3)

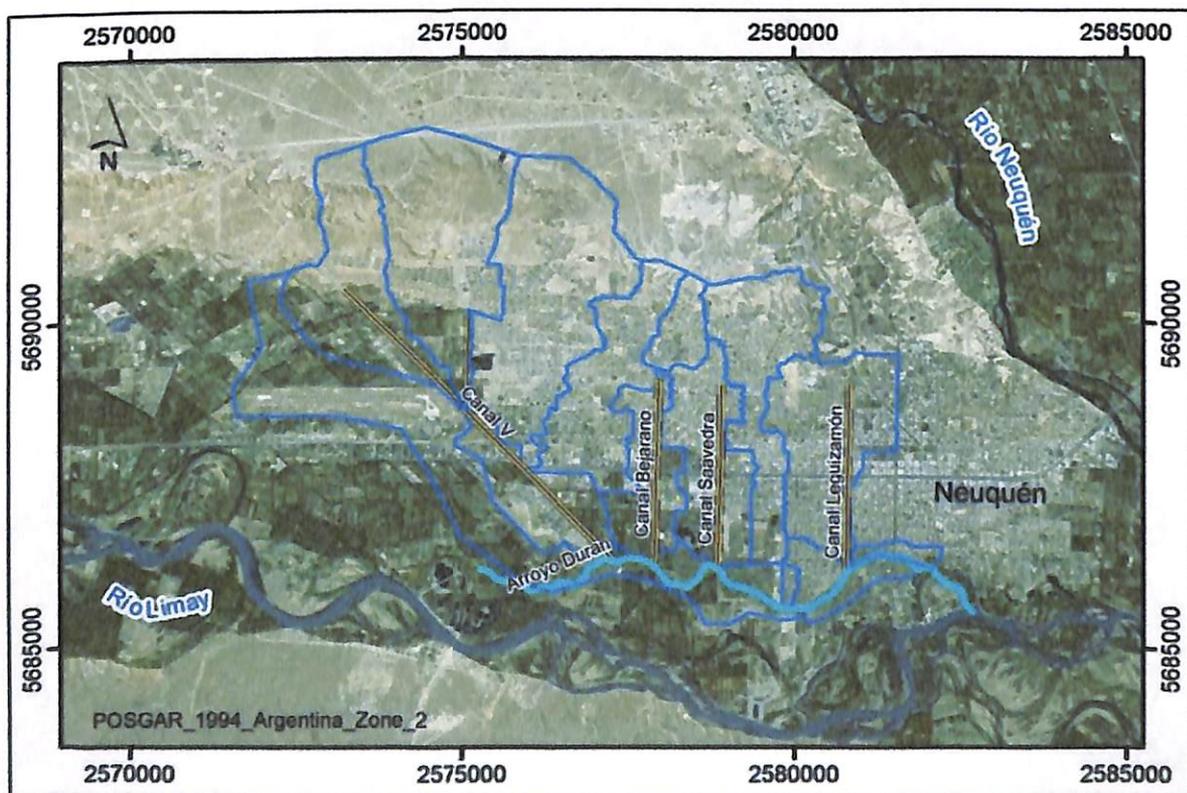


Figura 3- Arroyo Durán y canales pluvioaluvionales

Canal V se presenta a cielo abierto en todo su recorrido, nace en el sector noroeste de la ciudad, conduce principalmente el excedente de riego y acompaña

paralelamente las calles Capitán Emilio Crouzeilles (Fig. 4) en su tramo norte y la calle Teniente Eduardo O`Connor en su tramo sur (Fig. 5), desembocando en el Arroyo Durán en el sector que recorre el barrio Valentina Sur Rural. Este Canal recibe los aportes del Canal Necochea.



Figura 4- Canal V- Calle Crouzeilles

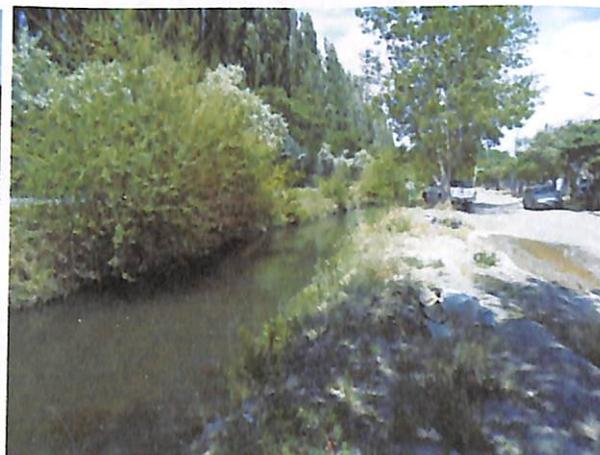


Figura 5- Canal V- Calle O`Connor

El Canal Necochea, ubicado a escasos metros del barrio Héroes de Malvinas y del futuro Parque del Oeste, cuenta con una extensión de 600 metros a cielo abierto (Fig. 6 y 7). Dicho canal recibe en ocasiones el aporte de efluentes cloacales arrojados por el Ente Provincial de Agua y Saneamiento (EPAS). En enero del año 2015 se realizó una audiencia de conciliación de la que participaron el subsecretario de Mantenimiento Vial del municipio, representantes del EPAS y de la Defensoría del Pueblo. Se pudo constatar que se producen derrames en el tramo que va desde Doctor Ramón hasta República de Italia. En ese sector hay cuatro bocas de registro desde las cuales los efluentes cloacales son conducidos al interior del canal [3].



Figura 6- Canal Necochea



Figura 7- C. Necochea- Barrio Héroes de Malvinas

El Canal Bejarano recibe el aporte del Canal Huiliches y se encuentra a cielo abierto en el tramo que comprende la ruta 22 y su desembocadura en el arroyo (Fig. 8 y 9). En enero de 2010 la empresa PROECO SRL realizó tareas de inspección y limpieza de canales a cielo abierto y entubados. En este canal identificaron, caracterizaron y georreferenciaron 7 descargas y se tomaron 5 muestras de fangos en alguno de los puntos donde se encontraron las descargas mencionadas, para su determinación microbiológica.



Figura 8- Canal Bejarano y ruta 22



Figura 9- Canal Bejarano- CS

El canal Saavedra recorre la ciudad de norte a sur y solo se encuentra a cielo abierto desde la calle Lanín hacia el sur hasta unirse con el arroyo Durán (Fig. 10). Olores molestos y nauseabundos debido al vuelco de efluentes cloacales por parte del supermercado Jumbo, fueron motivo de numerosas denuncias por parte de los vecinos.

El Canal Leguizamón se encuentra entubado en todo su recorrido.



Figura 10- Canal Saavedra

3.4.1 Red de monitoreo actual

El programa de monitoreo actual del arroyo a cargo de la Dirección Provincial de Recursos Hídricos consta de 14 puntos de muestreo, de los cuales 5 están ubicados en el arroyo Durán y los 9 restantes en los canales afluentes a éste. La descripción y ubicación de los puntos de muestreo se detallan en la Tabla 1 y se pueden apreciar en la Fig. 11. Cabe destacar que la red de monitoreo cuenta también con 4 puntos de muestreo en la cuenca del Arroyo Villa María, los mismos no serán analizados en el presente trabajo tesis.

Los monitoreos se realizaron entre los años 2001-2006, los parámetros analizados en las distintas estaciones de muestreo corresponden a: sólidos sedimentables 10', sólidos sedimentables 2h, amonio, fósforo total, nitrógeno total, DBO (Demanda biológica de oxígeno), DQO (Demanda química de oxígeno), fenoles, detergentes, HTP (Hidrocarburo total de petróleo), grasas y aceites, pH, fósforo reactivo soluble, clorofila A, feopigmentos, conductividad, turbidez, oxígeno disuelto, temperatura, salinidad, coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli*, plaguicidas.

Los muestreos no se llevaron a cabo de manera sistemática, así como tampoco se analizaron siempre todos los parámetros mencionados. A excepción de un solo muestreo, todos fueron realizados en el período de riego.

Tabla 1: Estaciones de muestreo A° Durán y canales- Red actual de Monitoreo DPRH

ESTACIONES DE MUESTREO			
Coordenadas Superficie			
Referencia	Descripción	Coordenadas Geográficas	
		Latitud	Longitud
1	Calles Olavarría y Chascomús	38°55'58.94"S	68°11'50.86"O
2	Calle Trenque Lauquen	38°56'6.42"S	68°11'29.19"O
3	Calles Olavarría y Tuyú	38°56'27.08"S	68°11'15.61"O
4	Calle Pergamino (Ex. Av. Bambi)	38°56'26.54"S	68° 9'50.55"O
5	Calles Crouzeilles y Zeballos	38°57'9.63"S	68° 7'56.39"O
6	Ruta 22 y Calle O'Connors	38°57'40.94"S	68° 7'16.27"O
7	Chacra Orbanich	38°58'29.12"S	68° 7'3.90"O
8	Calle Sgto Bejarano	38°58'18.32"S	68° 6'4.24"O
9	Alfonsina Storni (Chacra Rivas)	38°58'20.57"S	68° 6'2.80"O
10	Jumbo	38°57'43.30"S	68° 5'28.61"O
11	Calle Saavedra	38°58'18.82"S	68° 5'24.28"O
12	Calle Gob. Anaya (Puente de chapa)	38°58'31.99"S	68° 4'59.86"O
13	Av. Olascoaga (Tenis Club)	38°58'13.65"S	68° 3'33.03"O
14	Club Biguá (4to puente)	38°58'18.41"S	68° 3'20.13"O

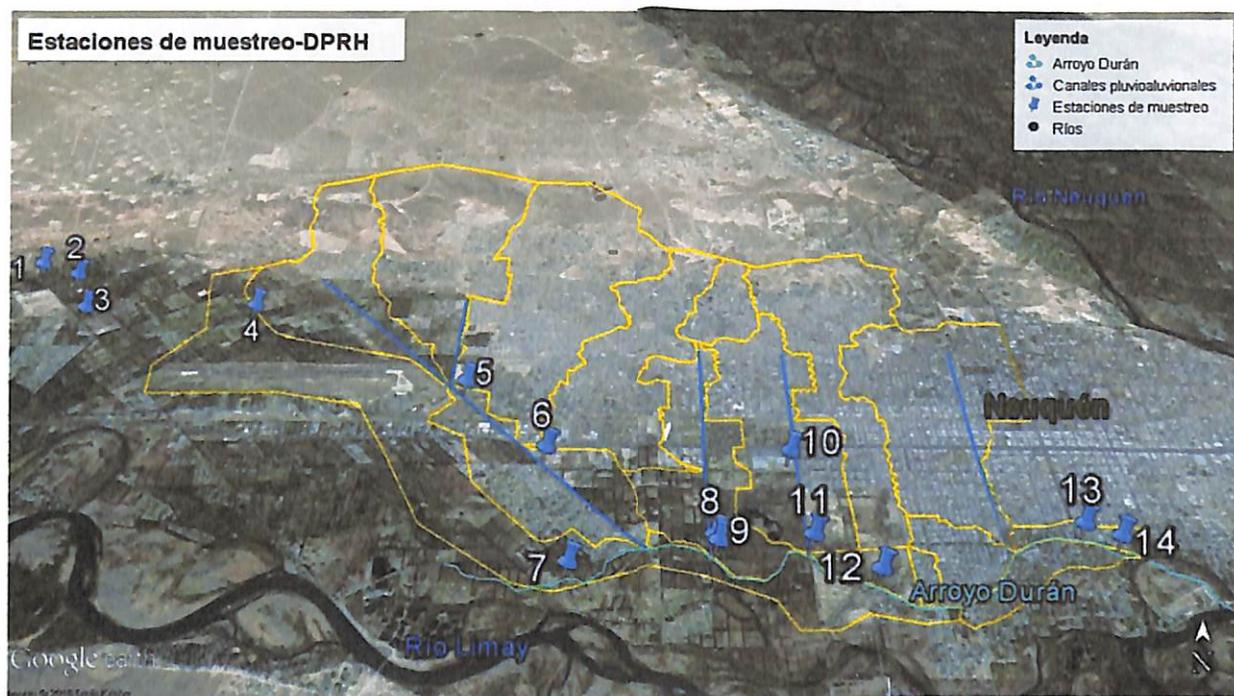


Figura 11- Red de monitoreo actual del Arroyo Durán y sus afluentes

4 MARCO TEÓRICO-METODOLOGICO

4.1 Definición de actividades, fuentes y sustancias en el área del estudio

Dado que las actividades, fuentes y sustancias contaminantes posibles son muy numerosas y variadas, se ha hecho un recorte a las que se han identificado en el área de estudio.

4.1.1 Actividades

En el área urbana y periurbana de la ciudad se desarrollan diversas actividades entre las que podemos destacar:

- Actividades urbanas: Se engloban bajo esta definición aquellas actividades que se desarrollan dentro del sector urbano como por ejemplo comercios, talleres pequeños, entidades públicas administrativas, hospitales, centros educativos, frigoríficos, lavaderos de autos, entre otras. Estas actividades generan un número importante y heterogéneo de residuos, que pueden ser sólidos o líquidos, dentro de los cuales las aguas residuales cobran importancia dado su volumen.

Según Barrenetxea *et al.* (2003) las **aguas residuales** las podemos clasificar en:

Aguas pluviales, de escorrentía y drenaje (aguas blancas): Se caracterizan por su carácter intermitente de caudal y por una contaminación importante en los primeros minutos de producción (15-30 minutos) debido al arrastre de sustancias, entre las que podemos señalar: deposición de contaminantes atmosféricos, arrastre de residuos y restos de basuras de calles, contaminantes derivados del tráfico (hidrocarburos, plomo) contaminantes de zonas parquizadas (plaguicidas, fertilizantes) y contaminantes de las aguas de drenaje (fugas de alcantarillado, sales).

Aguas de uso doméstico (aguas negras): Se caracterizan por un caudal y contaminación mucho más regulares que las aguas blancas. Predominan los componentes de las aguas fecales y aguas de limpieza y uso alimentario. Entre las sustancias presentes se destacan los compuestos orgánicos naturales (proteínas, azúcares, urea, grasas, ácido acético y láctico, aceites vegetales y animales, etc.), sales (hidrogenocarbonatos, sulfatos, cloruros, nitratos, etc.), gases provenientes de la descomposición de la materia orgánica (metano, ácido sulfhídrico, etc.), bionutrientes (compuestos de nitrógeno y de fósforo, este último proveniente en buena medida, de detergentes), microorganismos (coliformes totales y fecales,

estreptococos, virus, etc.), materia en suspensión y trazas de elementos tóxicos, en general metales pesados.

Los **residuos sólidos** urbanos engloban distintos productos o materiales de diferente naturaleza: orgánicos, inorgánicos, fermentables, inertes, metálicos, peligrosos, combustibles y sanitarios. Los componentes más habituales que se pueden encontrar son: restos de comidas, papel, cartón, plásticos, vidrios, metales, tetrabricks, pilas, cenizas, textiles, medicamentos vencidos, fluorescentes, entre otros.

- Actividades agropecuarias: Se encierra bajo este término la agricultura y la ganadería. El cultivo de la tierra para la producción de frutas y verduras y la cría y reproducción de animales para la obtención de carne y lana forman parte de las actividades agropecuarias desarrolladas en la región.

Las aguas utilizadas para riego, las aguas utilizadas en operaciones de limpieza y los residuos líquidos del ganado son fuentes de contaminación del medio. Las características más destacadas de las aguas agropecuarias son:

- Sales disueltas a causa de los fertilizantes y plaguicidas en las de origen agrícola.
- Materias en suspensión, desinfectantes y detergentes en las de origen ganadero.
- Materia orgánica y nutriente, tanto en las ganaderas como en las de riego.

En los valles irrigados de Río Negro y Neuquén la producción frutícola es la principal actividad agropecuaria, se genera el 80 % de la producción nacional de manzanas y peras, y aproximadamente el 90 % del volumen exportado por el país [4].

- Actividades industriales: Las industrias se encargan de transformar la materia prima en un tipo de producto que se conoce como manufactura. En las etapas de los procesos de producción se generan desechos contaminantes que son específicos según el tipo de industria y el método de producción correspondiente. Los diferentes usos del agua en la industria, originan una gran variedad de vertidos, incluso dentro de cada industria en particular, además tienen un componente urbano o doméstico.

Las aguas residuales industriales pueden contener sustancias orgánicas sintéticas de carácter no biodegradable, gran diversidad de compuestos químicos, materia en suspensión, los valores de pH suelen ser muy variables y no contienen prácticamente bacterias ni virus, es posible que presenten carencia de nutrientes, temperatura elevada, elementos tóxicos disueltos de naturaleza orgánica e inorgánica (fenoles, metales pesados, disolventes, organoclorados, cianuros, pesticidas), radiactividad.

A pesar de que las industrias han mejorado los procesos de producción tanto para consumir menos agua como para contaminarla menos, la actividad industrial es, quizás, la más contaminante de las aguas, no solo por las aguas residuales generadas, sino porque también se pueden producir derrames accidentales

contaminándose ríos, mares y lagos, situación que ocasiona graves problemas al ambiente. En la cuenca del A. Durán la actividad industrial no está desarrollada.

- Actividades recreativas: Fotografía, contemplación de la naturaleza, senderismo, ciclismo, canotaje y pesca entre otras, forman parte de las actividades que se realizan al aire libre en los espacios naturales, resultando beneficiosas y agradables para las personas. No obstante estos espacios naturales se vuelven vulnerables frente a este tipo de actividades, dado que para su realización se modifica y destruye el paisaje, se contamina por el vertido de residuos, se altera la vegetación para el acondicionamiento de calles y la construcción de instalaciones y se modifican los cursos de agua.

4.1.2 Fuentes de contaminación

La contaminación de las aguas procedente de fuentes no localizadas, conocidas con el nombre de contaminación "difusa", es resultado de un amplio grupo de actividades humanas en las que los contaminantes no tienen un punto claro de ingreso en los cursos de agua que los reciben. Por el contrario, la contaminación procedente de fuentes localizadas, conocidas con el nombre de contaminación "puntual", está asociada a las actividades en que el agua residual va a parar directamente a las masas de agua receptoras, por ejemplo, mediante cañerías de descarga, las que se pueden fácilmente cuantificar y controlar. La contaminación difusa es mucho más difícil de identificar, medir y controlar (Ongley, 1997).

La contaminación de fuente puntual es una concentración de varias descargas de aguas residuales (Wang *et al.* 2015), comprenden principalmente a los vertidos contaminantes localizados en puntos discretos del sistema fluvial, asociados a desagües y drenajes, colectoras cloacales y pluviales, descargas industriales, etc. Se caracterizan por el caudal, concentración y masa de contaminantes, régimen y valores medios y extremos, vertidos en períodos definidos de tiempo. Su manejo es principalmente un problema técnico, asociado a la implementación de tecnologías de control de tipo "extremo de caño" (end of pipe) y generalmente más simple que el de las fuentes difusas (Calcagno y Bereciartua, 2002).

La contaminación difusa incluye nutrientes, sedimentos, sustancias tóxicas y patógenos liberados en los cursos de agua que se generan a partir de muchas fuentes a través de amplias áreas de las cuencas (Gunningham y Sinclair, 2005). Esta comúnmente ligada a las actividades humanas, como la urbanización, la deforestación y la agricultura (Macleod *et al.*, 2007) y son menos predecibles temporal y espacialmente que las fuentes puntuales (Tisdell y Clowes, 2008). La contaminación del agua a través de fuentes difusas en las cuencas es un problema serio que amenaza la calidad del agua, la seguridad del agua, la salud del ecosistema y la biodiversidad, y por lo tanto la prestación de servicios de los ecosistemas (Patterson *et al.*, 2013).

El control de las fuentes puntuales en los países que tienen programas eficaces se lleva a cabo mediante el tratamiento de efluentes de acuerdo con los reglamentos aprobados, por lo general, en el marco de un sistema de permisos de descarga. Por el contrario, para el control de las fuentes difusas, en particular en la agricultura, se recurre ante todo a iniciativas de educación, promoción de prácticas adecuadas de ordenación y modificación del aprovechamiento de la tierra (Ongley, 1997).

Calcagno y Bereciartua (2002) señalan que la consideración de una fuente de contaminación como difusa o como puntual depende de la escala de los objetivos del estudio. Fuentes puntuales no medidas o no identificables pueden ser tratadas como fuentes difusas.

La legislación vigente no cuenta con una definición de fuente puntual o difusa. La ley 1875, en el Anexo I hace referencia a los términos Descarga/Emisión y Vertido/Volcado. El primero indica una situación en la que las sustancias (sólidas, líquidas o gaseosas) previamente tratadas y por tanto cumpliendo con las condiciones límites de descarga puedan ingresar directamente al ambiente, dado que por sus nuevas características y/o composición no implican un riesgo de contaminación mientras que el segundo término indica situaciones intencionales en las cuales sustancias o residuos peligrosos son puestos directamente en contacto con el medio, pudiendo derivar esto en una afectación a la salud y/o al ambiente.

A continuación se listan las **fuentes difusas** esperables en el área de estudio, adaptado de Peirce *et al.* (1998).

* **Escorrentía superficial:** Corresponde al agua que no se infiltra en ningún momento, producto de una mayor intensidad de precipitación con respecto a la capacidad de infiltración del suelo, y que alcanza la red de drenaje moviéndose por la superficie del terreno bajo la acción de la gravedad. Puede arrastrar contaminantes antropogénicos del suelo como grasas, aceites, plaguicidas, herbicidas e hidrocarburos (Martinez de Azagra, 1996).

La parte de los sedimentos constituida por limo y arcilla (< 63 μ m) es transmisora de productos químicos adsorbidos, especialmente fósforo, plaguicidas clorados y la mayor parte de los metales, que son transportados por los sedimentos al sistema acuático (Ongley, 1997).

* **Construcción:** Se trata de residuos básicamente inertes, constituidos por tierras y áridos mezclados, piedras, restos de hormigón, materiales refractarios, ladrillos, vidrios, plásticos, yesos, maderas, hierros y, en general, todos los desechos que se producen por el movimiento de tierras y construcción de edificaciones nuevas y obras de infraestructura, así como los generados por la demolición o reparación de edificaciones antiguas.

* **Modificación del cauce hidrológico:** Las acciones directas en los cauces debido a los procesos de urbanización, cambios en el uso del suelo, embalses, derivaciones entre otros afectan la dinámica fluvial de los cursos de agua. Esto provoca la alteración del régimen hidrológico aguas abajo y la modificación de los procesos de erosión, transporte y sedimentación.

* **Producción de cultivos con riego:** Causa escorrentía que provoca la contaminación del agua superficial y subterránea. El agua procedente del riego contiene sales, nutrientes y plaguicidas. Los nutrientes, especialmente fósforo, da lugar a la eutrofización del agua con su consecuente disminución de oxígeno.

La escorrentía de sales produce la salinización de las aguas superficiales; la escorrentía de plaguicidas provoca bioacumulación en especies ícticas comestibles (Ongley, 1997).

* **Producción animal:** Produce escorrentía o infiltración originadas en la cría y aprovechamiento de animales criados en feedlot, sobre todo en operaciones de limpieza que puedan arrastrar estiércol. Las aguas superficiales se contaminan con organismos patógenos (virus y bacterias) y con metales contenidos en la orina y heces fecales de los animales, lo que genera problemas crónicos en la salud de la población (Ongley, 1997).

* **Deposición atmosférica húmeda:** Se produce cuando los contaminantes que pueden encontrarse dentro de las gotas de nubes, lluvia, niebla o nieve impactan sobre el suelo (Figueroa y Dávila, 2004).

* **Deposición atmosférica seca:** Se produce cuando los contaminantes en fase gas pueden llegar al suelo debido a la turbulencia atmosférica y/o acción de la gravedad y ser absorbidos o adsorbidos por los diversos compartimentos sobre los que inciden: suelo, agua, biota. Se considera fuente importante de plaguicidas, nutrientes y metales. (Ongley, 1997).

La contaminación atmosférica tiene una fuerte contribución de humo producido en las chacras en la época de heladas, de las actividades industriales, el uso de automóviles y otros medios de transporte, la combustión de la basura y la quema de cubiertas en las manifestaciones públicas.

* **Fondo natural:** Concentración de elementos debida a las condiciones naturales del terreno.

* **Extracción de hidrocarburos:** La contaminación por hidrocarburos se produce por su liberación accidental o intencionada en el ambiente. La contaminación comprende todas las operaciones relacionadas con la exploración, explotación y transporte de hidrocarburos, que conducen al deterioro gradual del ambiente. Afecta en forma directa al suelo, agua, aire y a la fauna y la flora. Las zonas

ocupadas por pozos, baterías, playas de maniobra, piletas de purga, ductos y red caminera comprometen una gran superficie del terreno que resulta degradada. En las aguas superficiales el vertido de petróleo u otros desechos produce disminución del contenido de oxígeno, aporte de sólidos y de sustancias orgánicas e inorgánicas. En las aguas subterráneas el mayor deterioro se manifiesta en un aumento de la salinidad, por contaminación de las napas con el agua de producción de petróleo de alto contenido salino [5].

* **Transporte:** Las rutas, ferrocarriles y pasillos hidroeléctricos son fuentes de nutrientes, sedimentos, metales, contaminantes orgánicos y plaguicidas, en particular herbicidas (Ongley, 1997).

El tráfico automovilístico es responsable de la deposición de cantidades sustanciales de contaminantes, incluyendo hidrocarburos tóxicos, metales, asbesto y aceites. La pérdida vehicular de aceite en rutas y estacionamientos ha resultado ser una fuente importante de hidrocarburos aromáticos policíclicos (Chin, 2006).

* **Pozos sépticos:** Los efluentes que se envían a los pozos sépticos normalmente contienen además de materia orgánica y líquidos acuosos, grasas, aceites, emulsionantes y otras sustancias provenientes de la preparación de alimentos, de jabones, detergentes y productos cosméticos.

Como esperables **fuentes puntuales** podemos mencionar:

* **Vertido de efluentes cloacales:** Constituye una de las causas más graves de contaminación de las aguas cuando son vertidos a los cursos de agua sin previo tratamiento o con tratamiento deficiente debido al elevado contenido de materia orgánica y microorganismos patógenos. Es una práctica habitual en aquellas viviendas asentadas en las márgenes de ríos y arroyos volcar los efluentes cloacales a través de sistemas precarios de tuberías. Por otro lado, las plantas de tratamiento de efluentes pueden producir vertidos sin tratamiento previo.

* **Descargas de colectores pluviales:** Es el agua procedente del sistema de alcantarillado que ingresa a los cursos de agua sin previo tratamiento. Las aguas de lluvia arrastran los elementos contaminantes presentes en la atmósfera y especialmente sustancias minerales y residuos de origen animal y vegetal acumulados en los techos, patios, veredas y calles.

* **Vertidos de origen industrial:** La particularidad de estos vertidos es la gran variedad de residuos producidos según el tipo de industria. Estos vertidos ingresan a los cursos de agua de manera clandestina a través de cañerías o tuberías de descarga.

* **Vertidos eventuales líquidos:** Vertidos eventuales accidentales o clandestinos procedentes de comercios, talleres, lubricentros que pueden aportar una gran

variedad de contaminantes dependiendo del origen. Los derrames y escapes accidentales o intencionales pueden ocurrir de diferentes maneras.

* **Dragado:** Las operaciones de dragado pueden producir grandes cantidades de sedimentos en suspensión elevando de esta manera los niveles de turbidez, removilizando los contaminantes presentes en los sedimentos y provocando cambios en la morfología de canales y arroyos.

* **Vertido de residuos sólidos urbanos:** Contaminación de las aguas superficiales, subterráneas y suelo por la producción de lixiviados y gases provenientes de residuos sólidos arrojados a los cursos de agua, entre los que podemos mencionar restos de comida, animales muertos, restos vegetales, electrodomésticos, papel, cartón, vidrio, plásticos, escombros, entre otros.

* **Limpieza de vegetación:** La limpieza de la vegetación de las riberas se traduce en alteración del funcionamiento geomorfológico de ríos y arroyos, dado que la función principal de la misma es la de filtro de los procesos fluviales, favorecer la sedimentación diferencial, estabilizar las orillas y disminuir la velocidad de la corriente.

4.1.3 Parámetros físico químicos y biológicos indicadores de contaminación del agua

Los parámetros indicadores más relevantes son (Barrenetxea *et al.*, 2003):

* **Sólidos Suspendidos y Sedimentables:** La materia en suspensión es responsable de los siguientes efectos: produce color aparente en el agua, disminuye el paso de energía solar, por lo que es responsable de una menor actividad fotosintética, ocasiona depósitos sobre las plantas acuáticas y las branquias de los peces, ocasiona depósitos por sedimentación, lo que favorece la aparición de condiciones anaeróbicas y dificulta la alimentación de los seres vivos acuáticos.

* **Demanda Biológica de Oxígeno en 5 días DBO 5:** Es el parámetro que indica la concentración de materia orgánica biodegradable; se calcula midiendo la disminución en la concentración de oxígeno disuelto del agua después de incubar una muestra durante 5 días a 20 °C. Valores elevado de DBO, indican una alta concentración de materia orgánica biodegradable.

* **Nutrientes:** La contaminación por bionutrientes se utiliza para referirse a compuestos que contienen nitrógeno y/o fósforo. Puede tratarse de compuestos inorgánicos que contienen nitrógeno en cualquiera de sus posibles formas más o menos oxidadas -compuestos amoniacales, nitritos y nitratos-, o de compuestos orgánicos en cuya constitución exista el nitrógeno, por ejemplo aminoácidos y

proteínas. Unos y otros son susceptibles de sufrir oxidación química o biológica y transformarse en nitratos, que son los verdaderos causantes de los problemas de eutrofización de las aguas. Los compuestos de fósforo también pueden tener naturaleza inorgánica –fosfatos principalmente- u orgánica –organofosforados.

* **Metales tóxicos:** Su presencia en las aguas puede deberse a fenómenos de disolución, con lo que aparecerán en cantidades traza, o bien a su existencia en forma de partículas en suspensión, que pueden acabar sedimentándose y acumulándose en los lechos o re disolviéndose por cambio de las condiciones del agua o por transformación biológica.

La persistencia en el ambiente de los metales ocasiona una problemática especial. A diferencia de los contaminantes orgánicos, los metales no pueden degradarse ni biológica ni químicamente en la naturaleza. Los compuestos que contienen metales pueden alterarse, pero los elementos metálicos indeseables aún permanecen. En algunos casos tales alteraciones desembocan en especies que contienen el metal y son más tóxicas aún que las iniciales.

* **Plaguicidas:** Bajo la denominación de plaguicidas se engloban los productos químicos empleados para combatir las plagas de los cultivos, del ganado, de los animales domésticos y del hombre y su ambiente en general. Hay tres aspectos esenciales desde el punto de vista de la contaminación ocasionada por los pesticidas: toxicidad, persistencia y bioacumulación en el ambiente. Estas propiedades pueden originar a su vez efectos secundarios en los ecosistemas, tales como desequilibrios ecológicos y mutaciones en las poblaciones de las especies a las que se pretende combatir.

* **Patógenos:** Los microorganismos más importantes que podemos encontrar en las aguas son: bacterias, virus y distintos tipos de algas. La contaminación de tipo bacteriológico es debida fundamentalmente a los desechos humanos y animales, ya que los agentes patógenos- bacterias y virus- se encuentran en las heces, orina y sangre, y son de origen de muchas enfermedades y epidemias. Aproximadamente el 95% del grupo de los coliformes presentes en las heces están formados por *E. coli* y ciertas especies de *Klebsiella* (Ávila de Navia y Torres Estupiñán, 2009). También se incluirán en este trabajo dentro de los patógenos a los antibióticos o metabolitos de los antibióticos utilizados en la producción animal y en la salud de las personas.

* **Salinidad/TDS:** Representa el contenido iónico total del agua. Es un parámetro utilizado habitualmente en las aguas salobres. Los niveles elevados de salinidad causan problemas en sistemas de riego y en la vida acuática, además de convertir las aguas en no aptas para beber.

A causa de las diferentes formas en que pueden encontrarse las sustancias en el agua, se miden diversos parámetros que hacen referencia a las mismas, así

distinguiremos entre otros a TDS o total de sólidos disueltos, que es una medida global de todo tipo de sustancias disueltas y coloidales y con un punto de ebullición inferior a 105 °C y a la conductividad eléctrica.

* **Acidez:** Es debida a la presencia de dióxido de carbono libre, ácidos minerales y orgánicos y sales con cationes que sufran hidrólisis ácida. Corresponde a una disminución en el valor del pH de un agua, provocada por la entrada de ácidos más o menos fuertes que pueden anular la capacidad reguladora de los pares amortiguadores presentes en la misma, como el par carbonato/hidrogenocarbonato.

* **Temperatura:** La temperatura es una variable física que influye notablemente en la calidad del agua. La influencia más interesante va a ser la disminución de la solubilidad del oxígeno al aumentar la temperatura y la aceleración de los procesos de putrefacción.

* **Hidrocarburos totales de petróleo:** Bajo este término se engloba a cualquiera de las sustancias presentes en el petróleo o derivadas del mismo, aunque en su composición se encuentren otros átomos distintos a carbono e hidrógeno. Son compuestos orgánicos que requieren consumo de oxígeno para su degradación, por lo que disminuyen considerablemente las concentraciones de oxígeno disuelto de las aguas, sus componentes pueden ocasionar efectos tóxicos tanto a la vida vegetal como a la animal, forman una película superficial que disminuye la transmisión de luz y la difusión de oxígeno molecular.

* **Grasas y aceites:** Son todas aquellas sustancias de naturaleza lipídica, que al ser inmiscibles con el agua, permanecerán en la superficie dando lugar a la aparición de natas y espumas. Interfieren en el intercambio de gases entre el agua y la atmósfera. No permiten el libre paso del oxígeno hacia el agua, ni la salida del CO₂ del agua hacia la atmósfera; en casos extremos pueden llegar a producir la acidificación del agua junto con bajos niveles del oxígeno disuelto, además de interferir con la penetración de la luz solar.

* **Detergentes:** Los surfactantes presentes en los detergentes son los responsables en mayor medida de los principales problemas de contaminación del agua ocasionando la formación de espumas, pueden inducir toxicidad en el agua y son agentes contaminantes con requerimiento de oxígeno

4.2 Técnica de Evaluación Rápida de Fuentes de Contaminación Ambiental (ERFCA)

El método de Evaluación Rápida de Fuentes de Contaminación Ambiental (ERFCA) desarrollado por PNUMA/CPPS/ECO-CEPIS (OPS), (1986) diseñado principalmente

para uso en áreas urbanas e industriales, permite hacer una evaluación rápida de la cantidad de contaminantes de aire, agua y suelo producidos en una región o país.

Un estudio de evaluación ambiental requiere:

- 1- fácil acceso a todas las fuentes de información
- 2- habilidad para cribar grandes cantidades de datos.

El procedimiento de evaluación rápida está diseñado para utilizar datos disponibles fácilmente en la mayoría de los países y en general no es necesario realizar muestreos extensos en fábricas u otras fuentes de contaminación, que involucren niveles altos de competencia técnica y grandes gastos.

A nivel local o municipal, estos inventarios han sido usados efectivamente en la formulación de programas de monitoreo ambiental de un modo más económico. En estos programas los inventarios facilitan la selección de sitios de muestreo y frecuencias de medición de las emisiones así como la evaluación de los efectos ambientales de las emisiones.

Otros usos de los inventarios incluyen la identificación de niveles de emisión de compuestos peligrosos, que pueden ser controlados rápidamente. Cuando se sabe que los inventarios son confiables, es posible establecer vínculos entre varios contaminantes y enfermedades y proponer restricciones a contaminantes específicos con el objeto de mejorar el ambiente y la salud de la población.

La elaboración de inventarios de emisiones debe considerarse como un ejercicio continuo, que produce mejores estimaciones a medida que se adquieren y analizan datos adicionales. Por lo tanto, aun cuando no existen datos disponibles inmediatos, pueden realizarse estudios de evaluación rápida y ser revisados y modificados posteriormente al recabarse más información detallada.

A continuación se detalla el procedimiento para llevar a cabo la ERFCA adaptado para la realización del presente trabajo:

- 1- Definición del área de estudio:** la definición del área de estudio se basa en la selección de las fronteras más adecuadas. Estas fronteras pueden ser físicas (tales como cuencas hidrológicas o barrancas), políticas (como límites de una ciudad o de un estado o provincia o aún fronteras internacionales) o económicas (como en el caso de zonas industriales o áreas de planeación o desarrollo económico).
- 2- Recolección de datos:**
 - 2.1- El primer paso es establecer qué dependencias gubernamentales tienen los datos requeridos para poder identificar las fuentes de contaminación.

Fuentes de contaminación: un aporte al estudio de la calidad del agua del arroyo Durán

- 2.2- Una vez que los datos han sido recolectados se debe verificar tanto como sea posible su exactitud.
 - 2.3- Luego se determinan los tipos y magnitudes de las fuentes de desechos y contaminación presentes en el área de estudio.
- 3- Elaboración de los cuadros de trabajo: con la información obtenida se elaboran y completan los cuadros de trabajo.
 - 4- Evaluación del problema general de los desechos y contaminación en el área de estudio: una vez que los cuadros han sido terminados se realiza una interpretación del impacto ambiental de las actividades halladas en relación a datos suplementarios de tipo geográfico, meteorológico, hidráulico y de calidad ambiental recolectados. También se realiza una evaluación aproximada del impacto de las emisiones principales sobre la población y sobre los recursos naturales valiosos.

Siguiendo los pasos descritos anteriormente, puede obtenerse un sumario integral de las fuentes importantes de contaminación en el área de estudio y realizar una evaluación de la efectividad de los programas existentes para el control de la contaminación.

4.3 Diseño del programa de monitoreo

De manera de optimizar los muestreos del arroyo se esbozaron los lineamientos de un programa de monitoreo tomando como base el Programa de monitoreo de la calidad del agua de Water Quality Monitoring elaborado por Bartram y Ballance, (1996).

Los principales elementos de un buen programa de monitoreo de la calidad del agua son las mediciones in situ, la recolección y el análisis de muestras de agua, el estudio y la evaluación de los resultados analíticos y la presentación de los informes correspondientes.

A continuación se detallan las etapas de un programa de monitoreo:

1- Establecer el propósito del monitoreo

El programa de monitoreo debe comenzar con una declaración clara de los objetivos y una descripción completa de la zona en la que se llevará a cabo la vigilancia. Deben estar establecidos los usos actuales y previstos del agua e identificadas las fuentes de contaminación y se debe garantizar que las actividades de seguimiento planificadas sean viables.

2- Plantear los objetivos del monitoreo

Fuentes de contaminación: un aporte al estudio de la calidad del agua del arroyo Durán

Es importante que los objetivos de un programa de monitoreo de la calidad del agua se indiquen claramente. Son también importantes cuando el programa se evalúa para determinar si se están o no cumpliendo los objetivos.

3- Descripción de la zona de vigilancia

La descripción de un área de monitoreo debe considerar, como mínimo:

- definición de la extensión de la zona,
- un resumen de las condiciones ambientales y los procesos (incluyendo las actividades humanas), que puede afectar a la calidad del agua,
- La información meteorológica e hidrológica,
- una descripción de los cuerpos de agua, y
- un resumen de los usos actuales y potenciales de agua.

4- Selección de los sitios de muestreo

La selección de los sitios de muestreo requiere la consideración de los objetivos del monitoreo y un cierto conocimiento de la geografía del curso de agua, así como de los usos del agua y de las descargas de desechos en ella. El lugar exacto en el que se toma la muestra es comúnmente conocido como estación de muestreo.

5- Selección de las estaciones de muestreo

Estos autores indican que el muestreo en tres a cinco puntos es por lo general suficiente y se necesitan menos puntos para los flujos estrechos y poco profundos.

6- Selección de los parámetros

La calidad del agua puede ser descrita por un solo parámetro o por cualquier combinación de más de 100 parámetros. Para la mayoría de los propósitos, sin embargo, la calidad del agua puede ser descrita adecuadamente por menos de 20 características físicas, químicas y biológicas. Los parámetros seleccionados en un programa de seguimiento dependerán de los objetivos del programa, de los usos actuales y previstos del agua y de las fuentes de contaminación presentes en el área de estudio.

7- Periodicidad y fechas de muestreo

El intervalo de tiempo entre la toma de muestras depende de la masa de agua y su características específicas.

5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Caracterización de las fuentes por método ERFCA

- Definición del área de estudio

La definición de las fronteras del área de estudio se estableció en función de la cuenca de drenaje del Arroyo Durán (ver Fig. 3), la misma comprende casi la totalidad del ejido urbano de la ciudad de Neuquén, quedando excluidos los barrios Provincias Unidas, Sapere, Mariano Moreno, Confluencia Urbana y Confluencia Rural, ubicados al noreste y sureste de la ciudad; y el Parque Industrial Neuquén.

- Recolección de datos

El control y habilitación de empresas se realiza en el área de Medio Ambiente de la Municipalidad de Neuquén. Se dispone de datos de relevamiento de las empresas auditadas en la ciudad de Neuquén entre el año 2004-2010 (Anexo I) y el año 2014 (Anexo II), los cuales fueron utilizados para la realización del presente trabajo.

Además se adaptó una tabla elaborada por Peirce *et al.* (1998), en la cual se relacionan diferentes fuentes de contaminación difusa con el aporte esperado de contaminantes. Del mismo modo se confeccionó una tabla con fuentes de contaminación puntual y el aporte esperado de contaminantes.

- Elaboración de los cuadros de trabajo

En las Tablas 2, 3 y 4 se muestran los resultados de las auditorías realizadas a 60 empresas entre el año 2004-2010 por la municipalidad de Neuquén en el sector urbano. Se encuentran empresas con diversas actividades tales como: empresas de servicios petroleros, talleres mecánicos, lavaderos de ómnibus y ropa hospitalaria, metalúrgicas, planta de elaboración de hormigón, comercios, confiterías, instituto de educación, estaciones de servicios, alquiler de baños químicos, supermercado, distribuidora de productos alimenticios, arenado y reparación de pinturas y estructuras, entre otros.

Del total de las empresas, solo una no cumple con la auditoría solicitada. De las restantes, 45 generan algún tipo de residuo determinado según ley 24051, 7 no generan residuos especiales y de 7 empresas no se tienen datos sobre los residuos que producen.

Referente a las categorías de residuos sometidas a control según Ley 24051, Anexo III (Anexo III) se observa que los más generados son los correspondientes a Y7, Y 8, Y 11, Y 17 y Q4. La Tabla 2 muestra las características de cada una de las categorías nombradas.

Tabla 2. Categorías de residuos- Ley 24051

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
Y7	Desechos de aceites minerales no aptos para el uso al que estaban destinados
Y8	Mezclas y emulsiones de desecho de aceite y agua o de hidrocarburos y agua
Y11	Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pintura, lacas o barnices
Y17	Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales
Q4	Materiales contaminados o ensuciados como resultados de acciones realizadas voluntariamente (ej: desechos de limpieza, materiales de empaque, contenedores descartables, etc.)

El 15,55 % de las empresas realiza un tratamiento in situ de sus residuos, el 13,33 % no realiza tratamiento alguno de los residuos, el 31,11 % contrata a un tratador habilitado y del 40 % restante no se tienen datos sobre el tratamiento realizado (Tabla 3).

Tabla 3- Tratamiento de los residuos generados por las empresas

Total de empresas	Tratador Habilitado	Tratamiento in situ	Sin tratamiento	Sin dato
45	14	7	6	18

De las 45 empresas que generan algún tipo de residuo, 13 generan un solo tipo de residuo, 18 generan 2 tipos de residuos, 6 generan 3 tipos de residuos, 3 generan 4 tipos de residuos, 1 genera 5 tipos diferentes de residuos y 2 generan 6 tipos de residuos.

A su vez aquellas empresas que realizan tratamiento in situ de sus residuos y aquellas que no realizan ningún tipo de tratamiento, tienen diferentes tipos de disposición final de los mismos (Tabla 4).

Tabla 4: Disposición final de los residuos generados por las empresas

Tratamiento y disposición final de residuos										
CÓDIGO LEY 24051	Nº DE EMPRESAS	TRAT. EX SITU	TRAT. IN SITU			SIN TRATAMIENTO				S/DATO
		TH	RC	Reut.	Canal	PA	RC	CA	LO	
Y1	1						1			
Y2	1	1								
Y3	1								1	
Y4	1								1	
Y5	3	2							1	
Y7	28*	8	1	2	1	1	2	1	2	10
Y8	20	10	1	2	1		2		1	3
Y11	16	5	1	1	1					8
Y16	1	1								
Y17	13	4	2	1			1	1	1	3
Y33	1	1								
Y41	1	1								
Q4	8	2	2	1						3
Q8	3	2		1						
Q9	1	1								
S/D	7*		1							5
No generan	7									

Nota: PA: pozo absorbente, RC: red cloacal, CA: camión atmosférico, LO: laguna de oxidación, TH: tratador habilitado, Reut: reutilizado.

El 62,22 % de las empresas genera Y7 como resultado de sus procesos de producción. Tres empresas generan Y7 de manera eventual.

Del 35,71 % de las mismas no se cuenta con datos sobre el tratamiento y disposición final del residuo, el 28,57 % realiza un tratamiento ex situ a través de un tratador habilitado, el 14,28 % realiza tratamiento in situ y el 21,42 % no realiza ningún tipo de tratamiento y vuelcan sus efluentes a pozo absorbente, a red cloacal y a laguna de oxidación.

De las 20 empresas que generan Y8, el 50 % contrata un tratador habilitado, el 20 % trata en el lugar los residuos, y del resto, la mitad no realiza tratamiento de los

residuos y de la otra mitad no se tienen datos. De las 3 empresas que no realizan tratamiento alguno, 2 vuelcan sus efluentes a la red cloacal y 1 envía los efluentes a la laguna de oxidación.

El 31,25 % de la categoría de residuo Y11 (16 empresas) es tratado por empresa habilitada, el 18,75 % trata in situ este residuo y del 50 % no se tienen datos de su tratamiento y disposición final.

La categoría de residuo Y17 es generada por el 28,88 % de las empresas, de los cuales el 30,76 % es tratado con tratador habilitado, del 69,24 % restante, 1/3 es tratado en el lugar, 1/3 no recibe tratamiento y de 1/3 no se tienen datos. De las 3 empresas que no realizan tratamiento del efluente, uno es volcado a red cloacal, uno es retirado por camión atmosférico y uno es llevado a laguna de oxidación.

La categoría Q4 solo es producida por 8 empresas, de las cuales 2 trata el residuo con tratador habilitado, 3 realizan tratamiento in situ del residuo y 3 no se tienen datos.

De las 7 empresas que no se tienen datos sobre la categoría de residuos que generan, 1 trata el mismo en el lugar y lo vuelca a la red cloacal, otra también realiza tratamiento del residuo en lugar pero el mismo es retirado. De las 5 restantes no se tienen datos del tratamiento y la disposición final de los residuos.

Podemos observar que el tipo de información existente no permite conocer cuál es el contaminante generado, dado que las categorías de residuos establecidas por la ley 24051 son muy genéricas. Resulta necesario avanzar en la recolección de datos para confeccionar cuadros con información más detallada de los contaminantes emitidos, que permita aproximarnos a los propuestos por ERFCA, como el caso de Cabrera Cruz *et al.* (2003) que elaboró diferentes cuadros como los planteados por ERFCA, según el contaminante sea liberado al agua, al aire o al suelo, en 14 municipios del Estado de Hidalgo (México). Asimismo, clasificó la contaminación emitida al agua según su origen sea industrial -emitida al agua por giro manufacturero y emitido al agua por municipio- o doméstico. Cada cuadro de trabajo cuenta con datos tales como volumen de desecho ($10 \times 3 \text{ m}^3/\text{año}$), DBO_5 , DQO, SS (sólidos suspendidos), aceite, alcalinidad, N (nitrógeno), COT (carbono orgánico total), fenoles, P (fósforo) (expresados en ton/año), entre otros, aportados por los diferentes sectores manufactureros.

Los cuadros de trabajo elaborados por Gordillo Martínez *et al.* (2010) en la Huasteca Hidalguense (México) están divididos por municipio en contaminación de efluentes industriales y en efluentes domésticos que se emiten a los cursos de agua. La cantidad de parámetros de origen industrial analizados son menores que en el estudio de Cabrera Cruz *et al.* (2003), pero se puede obtener por municipio datos relevantes como el volumen de desecho en miles de metros cúbicos anuales ($10 \times 3 \text{ m}^3/\text{año}$), la DBO_5 , SS y aceite en t/año. El volumen de desechos (10×3

m³/año), DBO₅, DQO, SS, N y P son los parámetros volcados en los cuadros de trabajo al momento de analizar la contaminación por efluentes domésticos.

En Tabla 5 se muestra el relevamiento realizado por la Municipalidad durante el año 2014 a las empresas que generan efluentes líquidos en la ciudad. Las categorías de residuos generadas corresponden a Y7 e Y8.

Tabla 5. Empresas que generan efluentes líquidos (año 2014)

Origen de los efluentes	Cantidad	Suministro de Agua			Pretratamiento de los efluentes						Disposición final de los efluentes						
		Red	Subterránea	S/dato	Sist. cámara	Ninguno	Sist. recirculación	Sist. Cerrado	Planta modular	S/dato	Red cloacal	Pozo absorbente	Laguna oxid	Tratador RE	C. Bejarano	C. Saavedra	S/dato
Lavadero de autos	53	50	2	1	51					2	52						1
Lavadero de ropas	13	10	3		12	1					11	1					1
Lavadero industrial	14	9	4	1	7		1	5	1		5			7			2
Baños Químicos	1		1			1							1				
B. omnibus y/o camiones	7	5	2		7						6				1**		
Carnicería	1	1			1						1						
Cloacal	1*	1															1

*Dato correspondiente a la empresa Jumbo (J)

**Dato correspondiente a la empresa Cono Sur (CS)

En la actualidad los lavaderos de ropa están en proceso de análisis en cuanto a la categoría de residuos que generan, dado que se debe analizar con detalle el tipo de producto que utilizan para lavar y si originan algún tipo de contaminante además de los detergentes.

Del análisis de la tabla 5 se desprende que solo 2 empresas (CS y J) tienen impacto directo sobre el arroyo Durán. La empresa CS vuelca sus residuos (Y7, Y8, Y11) con previo tratamiento (sistema de cámaras) al canal Bejarano y la empresa J vuelca los efluentes cloacales tratados en su propia planta al canal Saavedra.

Los muestreos realizados por la Dirección Provincial de Recursos Hídricos (DPRH) revelan para las dos estaciones relacionadas con estas empresas (estación 8 y 11, respectivamente) un importante deterioro de la calidad del agua.

Es necesario realizar un análisis periódico de los efluentes volcados por estas empresas que permita establecer si los mismos se encuentran dentro de los límites establecidos por la Resolución 181/2000 del Ente Provincial de Agua y Saneamiento (EPAS) (Anexo IV).

A diferencia de los datos recolectados por el Municipio entre el año 2004-2010, los últimos relevamientos incluyen el suministro de agua como parte de la información, dato que no es menor si se tiene en cuenta que del total de lavaderos, el 84,44 % utiliza agua de red, el 13,33 % utiliza agua subterránea y el 2,22 % no se tienen datos. Promover el uso de perforaciones para la captación de agua subterránea disminuiría el consumo de agua potable para este tipo de actividades, teniendo en cuenta que el volumen utilizado es elevado.

Igualmente se debería completar la información con la descripción del tipo de lavadero, consumo promedio de agua por unidad, no solo para tener una dimensión del consumo de agua de red, sino también una dimensión del volumen de efluentes generados que se vierten a la red cloacal. Esta situación no afecta al arroyo pero sí al río Limay.

Hay que tener en cuenta también que las industrias que tratan sus propios efluentes, generalmente generan desechos sólidos, sobre todo en forma de lodos. Los mismos son, en general, de naturaleza tóxica y su recolección y disposición requieren de especial atención (PNUMA/CPPS/ECO-CEPIS (OPS), (1986)), por lo que sería substancial determinar cuál es el destino final de los lodos originados en las diversas actividades.

Coincidiendo con la opinión de Gordillo Martínez *et al.* (2010), la realización periódica de inventarios de contaminantes cada vez más detallados es una herramienta de gestión que permite construir bases de datos con las cuales se integren índices de calidad que sirvan para la toma informada de decisiones en materia de política pública ambiental, y que permitiría además, mejorar los programas de monitoreo.

En las Tablas 6 y 7 se observa el aporte esperado de contaminantes de cada una de las fuentes puntuales y difusas citadas, respectivamente, lo que permite tener una visión más completa de los contaminantes liberados al ambiente, adaptado de Peirce *et al.* (1998).

Tabla 6. Aporte esperado de contaminantes de fuentes difusas adaptado de Peirce *et al.* (1998)

FUENTES DE CONTAMINACIÓN	CONTAMINANTES											
	S y SS	DBO	Nutrientes	Met. tóxicos	Pesticidas	Patógenos	Salinidad /TDS	Ácidos	Temp	Hidrocarburos	Grasas y Aceites	Detergentes
FUENTES DIFUSAS												
Escorrentía superficial	M-H	L-M	L	H	L	M-H	M	N	N	M-H	M-H	N-L
Construcción	H	N	N	N-L	N	N	N	N	N	N	N	N
Modificación del cauce hidrológico	H	N	N	N-H	N	N	N-H	H	N	N	N	N
Producción de cultivos con riego	H	L-M	H	M	M-H	N	H	N	N	N	N-L	N
Producción animal	M	H	H	N-L	N-L	M-H	N-L	N	N	N	L	N
Deposición atmosférica seca	N	N	M-H	L	L	N-L	N	M-H	N	N	N	N
Deposición atmosférica húmeda	L	L	L	M-H	L-M	N-L	N	L-H	N	N	N	N
Fondo natural	L-M	N	M	N-L	N	N-L	N-H	N	N	N	N	N
Extracción de hidrocarburos	N-L	N	N	H	N	N	H	M-H	N	H	N	N-L
Transporte	M	N	M	H	H	N	N	L	N	H	H	N
Pozos sépticos	N	N	H	L	N	H	L	L	N	N	H	H

N: Despreciable; L: Bajo; M: Moderado; H: Alto

Tabla 7. Aporte esperado de contaminantes de fuentes puntuales

FUENTES DE CONTAMINACIÓN	CONTAMINANTES											
	S y SS	DBO	Nutrientes	Met. tóxicos	Pesticidas	Patógenos	Salinidad /TDS	Ácidos	Temp	Hidrocarburos	Grasas y Aceites	Detergentes
FUENTES PUNTALES												
Descarga de colectores cloacales	H	H	H	M	N	H	N-L	N-L	N	N	L-M	M-H
Descarga de colectores pluviales	M-H	L-M	L-M	M-H	L	M-H	M	N	N	M-H	M-H	L
Descarga de origen industrial	H	N	N	M-H	N	N	M-H	L-H	L-H	N	N	L-H
Vertidos eventuales líquidos	M-H	M-H	M	M-H	N-L	M	M	M	N	M-H	M-H	N
Dragado	H	L	N	H	N	N	L	N	N	N	N	N
Vertidos sólidos	L-M	M-H	M	N-H	N-H	N-H	N	N	N	N-H	N-H	N
Limpieza de vegetación	H	N	N	N	N	N	H	N	N	N	N	N

N: Despreciable; L: Bajo; M: Moderado; H: Alto

Cabe destacar que en el presente trabajo de tesis solo se tienen en cuenta los contaminantes emitidos al agua en el ejido urbano de la ciudad, completar el panorama con los contaminantes emitidos al suelo y al aire sería un aporte importante para tener una visión del estado actual de contaminación de la ciudad.

5.2 Programa de monitoreo

Mejoras al diseño del programa de monitoreo actual

Teniendo en cuenta las fuentes de contaminación halladas se proponen mejoras al programa de monitoreo actual de manera de optimizar los recursos.

A continuación se detallan las etapas:

- 1- Propósito del monitoreo: Contribuir a mejorar el ecosistema hídrico urbano y el bienestar de las personas que habitan en el ejido municipal.
- 2- Objetivos del monitoreo: Evaluar la calidad del agua a efecto de promover acciones para el saneamiento del ecosistema acuático y la preservación de la calidad del agua.
- 3- Descripción de la zona: Se expuso anteriormente los agregados contemplados en este ítem.
- 4- Selección de los sitios de muestreo: Se propone mantener los sitios de muestreos establecidos por Recursos Hídricos, dado que son representativos de las fuentes de contaminación encontradas. Estos sitios de muestreo se ubican en el arroyo y en el Canal V, Canal Bejarano y Canal Saavedra.
- 5- Selección de las estaciones de muestreo: Teniendo en cuenta las indicaciones de Bartram y Ballance (1996) se eligieron 7 de las 14 estaciones de muestreo del programa de monitoreo actual y se plantea una nueva estación de muestreo en el Canal V. De manera de facilitar la lectura de los datos dado que no se han escogido todas las estaciones de muestreo se plantea cambiar los números actuales por letras. Las estaciones que se ubiquen sobre el arroyo se identificarán con la letra A y tendrán un subíndice a medida que avanzamos hacia la desembocadura en el río, las restantes estaciones de muestreo ubicadas en zona de chacra y en los canales serán representadas con las letras B, C, D y E.

En la Tabla 8 se puede observar la denominación actual, la denominación propuesta, descripción y coordenadas de las estaciones de muestreo elegidas para la presente propuesta de monitoreo.

Del total de las estaciones de muestreo escogidas (Fig. 12) , cuatro se sitúan sobre el arroyo. La primera corresponde a la estación de muestreo N° 7-Orbanich, cuya nueva denominación es con la letra A, ubicada en el inicio del arroyo de manera de poder conocer la calidad del agua previo al ingreso del mismo a la trama urbana.

La segunda estación de muestreo se ubica aguas abajo de la intersección con el Canal Bejarano (corresponde a la estación de muestreo N° 9-Rivas, cuya nueva denominación es A-1) que permite observar el comportamiento del arroyo después de recibir las aguas de Canal V y Bejarano, ambos caracterizados por una elevada contaminación microbiológica como consecuencia de la descarga de efluentes cloacales del EPAS al Canal Necochea y del frigorífico, respectivamente.

La tercera estación de muestreo se ubica aguas abajo de la intersección con el canal Saavedra (corresponde a la estación de muestreo N° 12- Anaya, cuya nueva denominación es A-2), refleja el impacto de este canal sobre el arroyo, que presenta una elevada contaminación microbiológica, debido al mal funcionamiento de la planta de tratamiento de efluentes cloacales del supermercado Jumbo que descarga en este canal.

La última estación de muestreo sobre el arroyo se encuentra en el club Biguá (corresponde a la estación de muestreo N° 14-Club Biguá, cuya nueva denominación es A-3), de manera de evaluar la influencia de la descarga del arroyo en el brazo del río Limay ante eventuales aperturas de la compuerta, teniendo en cuenta que el balneario municipal es el que mayor contaminación microbiológica presenta debido a estos episodios (Ugolini, 2006).

Tabla 8- Estaciones de muestreo propuestas

ESTACIONES DE MUESTREO				
Coordenadas Superficie				
Denominación actual	Denominación propuesta	Descripción	Coordenadas Geográficas	
			Latitud	Longitud
Pto 7- Orbanich	A	Inicio del arroyo Durán	38°58'29.12"S	68° 7'3.90"O
Pto 4-Pergamino	B	Zona de chacras	38°56'26.54"S	68° 9'50.55"O
S/D	C	Canal V -100 m antes de intersección con el AD	38°58'15.89"S	68° 6'31.98"O
Pto 8-Bejarano	D	C. Bejarano - antes de la intersección con el AD.	38°58'18.32"S	68° 6'4.24"O
Pto 9-Rivas	A-1	Arroyo Durán- aguas abajo de Canal Bejarano	38°58'20.57"S	68° 6'2.80"O
Pto 11-Saavedra	E	C. Saavedra -antes de la intersección con el AD	38°58'18.82"S	68° 5'24.28"O
Pto 12-Anaya	A-2	Arroyo Durán- aguas abajo de la intersección con el canal Saavedra	38°58'31.99"S	68° 4'59.86"O
Pto 14-Biguá	A-3	Arroyo Durán- antes de las compuertas ubicadas en el Club Biguá	38°58'18.41"S	68° 3'20.13"O

Las restantes cuatro estaciones de muestreo se localizan sobre los canales, que permitirán conocer la calidad del agua de los mismos antes del ingreso al arroyo. Una de ellas se ubica en zona de chacras, antes de la intersección con el canal Necochea, de modo de evaluar la influencia de la zona bajo riego en la calidad del

agua del canal (corresponde a la estación de muestreo N° 4-Pergamino, cuya nueva denominación es B). Otra estación se sitúa en Canal V antes de la intersección con el arroyo (nueva estación de muestreo denominada con la letra C).

Las otras dos estaciones de muestreo se ubican sobre el canal Bejarano (corresponde a la estación de muestreo N°8-Bejarano, cuya nueva denominación es con la letra D) y canal Saavedra (corresponde a la estación de muestreo N° 11-Saavedra, cuya nueva denominación es con la letra E).

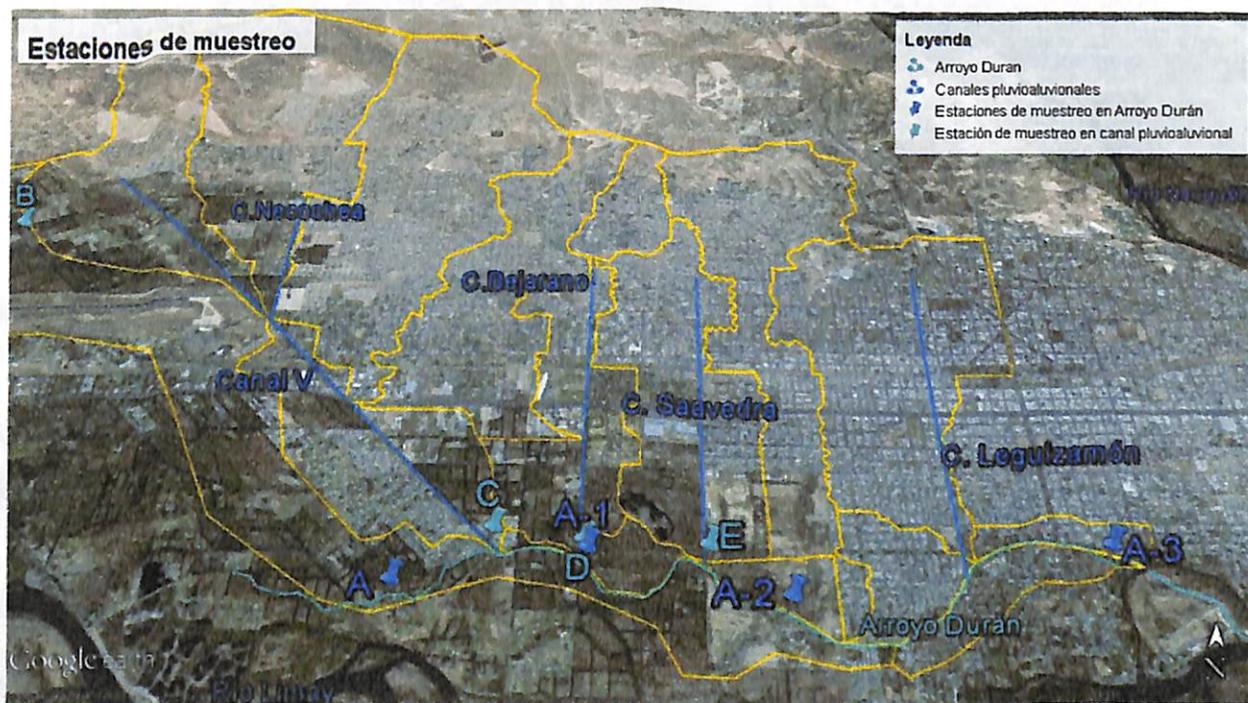


Figura 12- Estaciones de muestreo

6- Selección de los parámetros, periodicidad y fechas de muestreo: El análisis de la información disponible permitió plantear que parámetros resultan necesarios monitorear, en que estaciones de muestreo y con qué frecuencia para cumplir con los objetivos propuestos.

Como valores guías de calidad de agua, se utilizaron los propuestos por la Autoridad Interjurisdiccional de Cuencas (AIC, 1996) (Anexo V), los valores de calidad para agua superficial utilizados en la Resolución 181/2000 del Ente Provincial Agua y Saneamiento (EPAS) (Anexo IV). En cuanto al análisis de metales pesados se utilizaron como valores guías de calidad de agua los propuestos por el Decreto Reglamentario de la Ley 24.051 (Anexo VI) sobre régimen de desechos peligrosos, niveles guía de calidad de agua para protección de vida acuática en agua dulce superficial.

De los catorce muestreos realizados por la Dirección Provincial de Recursos Hídricos en las trece estaciones de muestreo, en diferentes estaciones del año entre 2001-

2006, se observa que han sido muy variables los resultados obtenidos para **coliformes totales** excediéndose el valor propuesto por AIC 1996 para aguas de irrigación (1000 NMP/100 ml) y protección de la vida acuática (1000 NMP/100 ml) en casi la mayoría de las estaciones de muestreo.

Se puede observar un aumento del gradiente de concentraciones en dirección a la desembocadura del arroyo en el río Limay. Cabe aclarar que de las estaciones de muestreo ubicadas en la cabecera de la cuenca (Nº 1, 2, 3, 4 y 5), la Nº5 es la de mayor concentración de coliformes totales coincidiendo con las descargas de efluentes cloacales provenientes del canal Necochea y que las mayores concentraciones se dan en los canales Bejarano y Saavedra llegando a ser en algunos muestreos entre 100, 1000 y 10000 veces superior de lo establecido por la legislación.

En cuanto a los **coliformes fecales** no se realizaron determinaciones en todos los muestreos, pero al igual que para los coliformes totales los mayores valores se encuentran a partir de la estación de muestreo Nº5. Los valores obtenidos para todas las estaciones de muestreo se mantuvieron siempre por encima del límite permitido por AIC 1996 de 100 NMP/100 ml para aguas de irrigación y protección de la vida acuática.

El monitoreo de coliformes totales y fecales debe realizarse en época de riego y en época sin riego en todas las estaciones de muestreo propuestas, prestando especial atención en aquellos sitios en donde se utilizan las aguas para bañarse en época de verano como lo es Canal V. La estación de muestreo A3- Club Biguá también es de interés en época de verano debido a la contaminación que puede sufrir el balneario Municipal cuando se abren las compuertas para evacuar el excedente de agua del arroyo.

La **DBO** debe determinarse en todas las estaciones de muestreo en época de riego y en época sin riego, debido a que los valores obtenidos para DBO tanto en los canales como en el arroyo superan los límites fijados por la legislación en casi la totalidad de los muestreos realizados, registrándose los valores más altos en los años 2005 y 2006, siendo los mayores valores sobre los canales Bejarano y Saavedra.

En relación a los **detergentes y grasas y aceites** la mayoría de los valores obtenidos se encuentran dentro de los límites legales establecidos para todas las estaciones de muestreo, con excepción de la estación de muestreo Nº11 ubicada en el Canal Saavedra, en el cual se obtuvieron valores superiores para ambos parámetros. La estación Nº8 Canal Bejarano también presentó valores superiores a los fijados por la legislación para los detergentes en los muestreos realizados en los años 2005 y 2006. En cuanto a los **hicrocarburos** no se presentaron valores fuera de la legislación para ninguna de las estaciones de muestreo, pero siendo un parámetro importante, es necesario medirlo en todas las estaciones.

Se propone monitorear los detergentes en las estaciones de muestreo D-Canal Bejarano, E- Canal Saavedra y A3-Club Biguá en la época sin riego. Las grasas y aceites en la estación de muestreo E- Canal Saavedra y A3-Club Biguá y los hidrocarburos al comienzo y final del arroyo en las estaciones de muestreo A-Chacra Orbanich y A3- Club Biguá, ambos muestreos en época sin riego.

La determinación de **nutrientes** se propone realizarla en los canales Bejarano y Saavedra en época sin riego, dado que los mismos son los únicos sitios en donde la concentración de Amonio (NH_4^+), Fósforo total y Nitrógeno total exceden los límites permisibles. También resulta importante monitorear estos parámetros en la estación de muestreo B-Zona de chacras y A3-Club Biguá en época sin riego, de manera de poder diferenciar el aporte de estas sustancias en el sector de chacras del sector urbano.

Al igual que la determinación de nutrientes, se propone monitorear los **sólidos sedimentables en 10 minutos y sólidos sedimentables en 2 horas** en los canales Bejarano, Saavedra y en la estación de muestreo ubicada en el club Biguá, en época sin riego, debido a que en los canales estos parámetros exceden los límites permisibles. En cuanto a la estación de muestreo situada en el club Biguá el valor de estos parámetros se encuentran muy cerca del límite permisible.

En cuanto a la **salinidad**, no se ha determinado la conductividad eléctrica de manera sistemática, por lo tanto se propone monitorear este parámetro en la estación de muestreo B-Zona de chacras y A3- Club Biguá en época sin riego.

La determinación de **plaguicidas** ha sido eventual, solo se han determinado en las estaciones de muestreo N° 1 calle Olavarría y Chascomús, N°4 calle Pergamino y N°8 canal Bejarano en primavera-verano del año 2004 y otoño 2005, en las cuales no se han detectado. El Informe "Control adicional de la calidad de agua en los ríos Limay y Neuquén aguas debajo de los compensadores Arroyito y El Chañar y en el río Negro" Año 2009 proporciona datos de un muestreo realizado en el arroyo en la estación de muestreo ubicada en el club Biguá en noviembre de 2008, en el que se determinan organoclorados, metil azinfos, carbamatos y piretroides, excepto los metil azinfos que se encuentran en niveles trazas, el resto no se detectan en aguas del arroyo. Resulta necesario incluir la determinación de plaguicidas dentro del programa de monitoreo, en las estaciones B- Zona de riego y A3- Club Biguá tanto en época sin riego como en época de riego de manera de visualizar el comportamiento de los mismos en dos situaciones que se caracterizan por tener distintos caudales.

La determinación in situ de **OD, pH, caudal y temperatura** son de suma importancia para poder tener una mirada completa de la calidad del agua del arroyo. Los valores de **OD** obtenidos en los muestreos han sido variables, llegándose a una situación crítica de anoxia en los años 2001 y 2002, con valores

bajos en los años 2005 y 2006 y no habiéndose muestreado en los años 2003 y 2004, motivo por el cual se propone monitorear este parámetro en todas las estaciones de muestreo en época de riego y sin riego.

El **pH** se ha mantenido dentro del rango de neutralidad y dentro de los valores establecidos por la legislación vigente. Su determinación en todas las estaciones de muestreo en época sin riego y en época de riego es importante, debido a que una variación del mismo puede movilizar los metales pesados presentes en el área de estudio. La mayoría de los metales están más disponibles a pH ácido, excepto el As, el cual se moviliza a pH básico (Barrenetxea *et al.*, 2003)

Es necesario tomar mediciones de **caudal** en cada uno de los canales, así como en el inicio y final del arroyo tanto en época de riego como en época de monda. Conociendo el caudal vertido es la única manera que se puede estimar el flujo de masa de sustancias presentes y que son vertidos al río Limay.

La **temperatura** del agua de todas las estaciones de muestreo se ha mantenido en concordancia con la variación estacional esperable, no obstante es un parámetro que se debe monitorear en cada muestreo, debido a la importancia del mismo en la regulación de los procesos vitales de los organismos vivos.

En el programa de monitoreo actual no se incluye la determinación de **metales pesados**, los datos que se analizan derivan de los resultados obtenidos por Hugo Bocci en su trabajo de tesis. En dicha investigación se efectuaron muestreos en dos puntos sobre el arroyo, uno ubicado sobre calle Gática y otro en el Club Biguá, y un punto sobre el río Limay tomado como blanco, tanto en sedimentos como en lixiviados, en los meses de enero, abril y setiembre del año 2011. Las concentraciones de metales pesados (arsénico, cadmio, cromo, mercurio y plomo) en sedimentos y lixiviados del arroyo no superaron los valores de referencia impuestos por los límites legales (según el decreto 831/93 de la ley nacional 24.051 de residuos peligrosos para la fase de sedimentos y para la de lixiviados), exceptuando el caso del plomo en lixiviados cuyos valores superaron la legislación en el punto de muestreo ubicado en el club Biguá para todas las fechas de muestreo. Además las concentraciones de metales pesados halladas en el arroyo son superiores a las de la estación de muestreo ubicada en el río Limay, tomada como blanco (Bocci, 2011). En base a estos resultados se propone monitorear los metales pesados al inicio y al final del arroyo correspondiente a las estaciones de muestreo A- Chacra Orbanich y A3-Club Biguá, una vez al año en época sin riego, tanto en sedimentos como en lixiviados.

En la Tabla 9 se resumen los parámetros a determinar, frecuencias y estaciones de muestreo.

Tabla 9- Estaciones de muestreo, parámetros y periodicidad de los muestreos propuestos

Parámetros	Estaciones de muestreo							
	A	A1	A2	A3	B	C	D	E
S y SS				M			M	M
DBO	M-R	M-R	M-R	M-R	M-R	M-R	M-R	M-R
Nutrientes				M			M	M
Met. tóxicos	M*			M*				
Plaguicidas				M-R	M-R			
Patógenos	M-R	M-R	M-R	M-R	M-R	M-R	M-R	M-R
Salinidad/TDS				M	M			
Acidez	M-R	M-R	M-R	M-R	M-R	M-R	M-R	M-R
Temperatura	M-R	M-R	M-R	M-R	M-R	M-R	M-R	M-R
Hidrocarburos	M			M				
Grasas y Aceites				M				M
Detergentes				M			M	M
OD	M-R	M-R	M-R	M-R	M-R	M-R	M-R	M-R
Caudal	M-R	M-R	M-R	M-R	M-R	M-R	M-R	M-R

M- Sin riego

M Y R- Sin riego y Riego

*También en sedimentos

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El uso de técnica ERFCA permitió identificar las fuentes de contaminación que afectan al arroyo, no obstante es necesario enriquecer la base de datos con nuevos y mejores relevamientos que permita obtener información más precisa de los contaminantes emitidos por las diversas actividades.
- Las principales fuentes de contaminación identificadas en el área de estudio son:
 - I. El vertido directo de líquidos cloacales sin tratar a los canales.
 - II. La descarga de efluentes de distintos orígenes con tratamiento deficiente o sin tratar a los canales.
 - III. Los líquidos lixiviados provenientes de la disposición de residuos sólidos urbanos.
 - IV. Cuantiosos aportes de residuos sólidos de todo tipo (pañales, plásticos, lavarropas, heladeras, escombros, restos de poda, carcaza de autos) dispuestos en las riberas.
 - V. Vuelco clandestino de diferentes efluentes líquidos.
 - VI. Aportes de drenaje del área cultivada bajo riego ubicada aguas arriba del arroyo.
- Las fuentes puntuales son escasas pero tienen un impacto negativo importante dado que el arroyo ha dejado de ser un brazo del río Limay y su caudal es bajo, lo que altera su capacidad de dilución. Podemos destacar los reiterados vertidos de efluentes cloacales en el Canal Necochea por parte del EPAS, así como también las descargas de efluentes cloacales con tratamiento deficiente que realiza la empresa SJ en el Canal Saavedra y los aportes que recibe el mismo canal del oeste de la ciudad. También es importante la contaminación sobre el Canal Bejarano como consecuencia de los vertidos de la empresa CS.
- El predominio de las fuentes de contaminación cloacal por sobre las demás fuentes se pone de manifiesto en los valores obtenidos en los muestreos para coliformes totales y fecales, DBO y OD, que excede ampliamente el fijado por la legislación vigente.
- Si bien las fuentes difusas han sido identificadas no han sido cuantificadas dada la dificultad que representa por lo que debería avanzarse en la estimación de las cargas provenientes de estas fuentes.
- Es necesario contar con datos de caudal, así como también de plaguicidas y metales pesados en el cuerpo de agua, dado que los mismos son escasos.

- Los resultados obtenidos permiten proponer un programa de monitoreo de la calidad del agua adecuado a las condiciones ambientales presentes, estableciendo zonas prioritarias de control. Se fijaron los sitios de muestreos, parámetros y frecuencia de medición en función de las fuentes de contaminación presentes en el área de estudio.
- Es necesario asegurar una gestión a nivel de ecosistema del Arroyo Durán preservando un caudal ecológico y una calidad del agua adecuada que permita conservar la dinámica de las comunidades biológicas, para que sea posible el funcionamiento y el desarrollo del sistema de la forma más natural posible teniendo en cuenta las características propias de la cuenca.
- Se sugiere realizar un análisis del funcionamiento del ecosistema acuático para determinar su capacidad de autodepuración y de esta manera establecer límites de vertido.
- Retomar el proyecto paisajístico que contempla la realización de un Parque lineal sobre el arroyo, iniciado en 1996 a partir del proyecto de parque lineal de la Dirección de Ordenamiento Territorial de la provincia y promovido por las vecinales de Limay, Río Grande y Don Bosco II en ordenanza N° 7699, sería favorable para el cuidado del arroyo. La primera etapa de la obra se realizó en el triángulo delimitado por las calles Leguizamón, Martín Fierro y arroyo Durán. Este proyecto ayudaría a revalorizar el sitio y a generar conciencia ambiental en los vecinos.
- Una vez que las organizaciones competentes hayan puesto en marcha el plan de monitoreo, y a medida que se cuente con mayor cantidad de datos confiables, se deberá ajustar de manera continua los objetivos y fundamentaciones del mismo, definiendo nuevamente los sitios de muestreo, la periodicidad así como también los parámetros a medir.
- El problema de la contaminación debe ser resuelto de un modo integral a nivel de cuenca, considerando todas las fuentes y el impacto ambiental generado. Deben trabajar en equipo las autoridades provinciales y municipales, promoviendo la participación ciudadana para la prevención y el control de la contaminación, haciendo énfasis en los sitios más vulnerables.

BIBLIOGRAFÍA

- AIC, 2008. Calidad del agua del Río Negro años 2001 a 2006. 97 pp.
- AIC, 2009. Control adicional de la calidad de agua en los ríos Limay y Neuquén aguas debajo de los compensadores Arroyito y El Chañar y en el río Negro. 163 pp.
- Araujo, M.C., 2011. Análisis de la composición microbiológica indicadora de contaminación fecal del Arroyo Durán en las cuatro estaciones climáticas. Tesis de grado para la Licenciatura en Saneamiento y Protección Ambiental. FaCIAS. Universidad Nacional del Comahue. 60 pp.
- Arévalo, L.E., 2014. Calidad del agua del Arroyo Durán y su relación con la comunidad de hidrófitos. Tesis de grado para la Licenciatura en Saneamiento y Protección Ambiental. FaCIAS. Universidad Nacional del Comahue. 109 pp.
- Ávila de Navia, S. y S. Torres Estupiñán, 2009. Calidad sanitaria del agua de la ciénaga Mata de Palma en el Departamento del Cesar, Colombia. Publicación Científica en Ciencias Biomédicas. Vol.7 N° 11:1-110.
- Barrenetxea, C., A. Pérez, N. Gonzáles, F. Rodríguez y J. Alfayate, 2003. Contaminación ambiental, una visión desde la química. Ed. Thomson, 678 pp.
- Bartram, J. y R. Ballance (Eds), 1996. Water Quality Monitoring - A Practical Guide to the Design and Implementation of Freshwater Quality Studies and Monitoring Programmes. United Nations Environment Programme and the World Health Organization UNEP/WHO. 348 pp.
- Bocci, H.R., 2011. Niveles de contaminación por metales pesados en sedimentos y aguas intersticiales del Arroyo Durán. Tesis de grado para la Licenciatura en Saneamiento y Protección Ambiental. FaCIAS. Universidad Nacional del Comahue. 75 pp.
- Burkart, R., N. Bárbaro, R. Sánchez y D. Gómez, 1999. Ecorregiones de la Argentina, Administración de Parques Nacionales, PRODIA, Buenos Aires. 43 pp.
- Cabrera Cruz, R.B.E., A.J. Gordillo Martínez y A.C. Beltrán, 2003. Inventario de Contaminación emitida a suelo, agua y aire en 14 municipios del Estado de Hidalgo, México. Revista Internacional de Contaminación Ambiental, año/vol. 19, número 004. Universidad Nacional Autónoma de México. Distrito Federal, México. 171 pp.
- Calcagno, A.T. y P.J. Bereciartua, 2002. Gestión Ambiental de Recursos Hídricos. Unidad N°2: Transporte en cursos superficiales. Universidad de Buenos Aires.
- Calcagno, A.T., N. Mendiburo y M. Gaviño Novillo, 2000. Informe sobre la gestión del agua en la República Argentina. 151 pp.
- CHIN D.A., 2006. Water Quality Engineering in Natural Systems. Wiley Interscience. 610p
- Conti, M., 2000. Principios de Edafología con énfasis en suelos argentinos. Editorial Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. 430 pp.
- Cuadros, D., 2005. Presencia de microorganismos indicadores de contaminación fecal en suelos de calles de ripio de la ciudad de Neuquén. Tesis de grado para la Licenciatura en Saneamiento y Protección Ambiental. ESSA. Universidad Nacional del Comahue. Argentina. 62 pp.

- Ferrer, J.A., J.A. Irrisarri y J. M. Mencia. 1990.- Estudio Regional de Suelos de la Provincia del Neuquén. Secretaría de Estado del COPADE, CFI, (v1 - ii y iii), (viii-t1).Bs. As.
- Figueruelo, J. y M. Dávila, 2004. Química física del ambiente y de los procesos medioambientales. Editorial Reverté, S.A. España, Barcelona. 619 pp.
- Frers, C., 2004. Aguas limpias. Segunda parte. Estructplan on-line. <http://www.estrucplan.com.ar/articulos/verarticulo.asp?IDArticulo=872>
- Gordillo Martínez, A.J., R.B.E. Cabrera Cruz, M. Hernández Mariano, E. Galindo, E. Otazo y F. Prieto, 2010. Evaluación regional del impacto antropogénico sobre aire, agua y suelo. caso: Huasteca Hidalguense, México. Rev. Int. Contam. Ambie. 26 (3) 229-251.
- Gunningham, N. y D. Sinclair, 2005. Policy instrument choice and diffuse source pollution. Journal of Environmental Law 17 (1), 51e81.
- Hadad, P., 2009. Evaluación preliminar de la presencia de hidrocarburos alifáticos e hidrocarburos aromáticos policíclicos en los arroyos Durán y Villa María y costa del Río Limay de la ciudad de Neuquén. Tesis de grado para la Licenciatura en Saneamiento y Protección Ambiental. ESSA. Universidad Nacional del Comahue. Argentina. 60 pp.
- HALCROW, 2002. Plan Maestro de Saneamiento Pluvioaluvional de la ciudad de Neuquén. Informe final. 3 Volúmenes.
- Instituto Nacional de Estadística y Censo, 2010. Censo Nacional de Población 2010. Argentina
- Jáuregui, L.U. y A.C. Planas, 2000. Agua para el siglo XXI: de la visión a la acción. Global Water Partnership. 81 pp.
- Macleod, C.J.A., D. Scholefield y P.M. Haygarth, 2007. Integration for sustainable catchment management. Science of the Total Environment 373, 591-602.
- Martínez de Azagra, A., 1996. Hidrología forestal. El ciclo hidrológico. Secretariado de publicaciones. Universidad de Valladolid. España. 286 pp.
- Maurice, N., G. Solinis y A.C. Delavaud, 1995. Estado, espacio y sociedad en el Neuquén. CREDAL-ARCI. 243 pp.
- Mora, F.M., 2013. Efecto de la degradación de la calidad del agua sobre el ensamble de macroinvertebrados bentónicos en el Arroyo Durán. Tesis de grado para la Licenciatura en Saneamiento y Protección Ambiental. FaCiAS. Universidad Nacional del Comahue. 91 pp.
- Norat Ramírez, J.A., H. Mattei, M. Barreto y N.I. Luhring González, 2002. Uso de terrenos y calidad de agua en la cuenca Hidrográfica del Río la Plata en Puerto Rico. XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Cancún, México. 8 pp.
- Ocasio Santiago, F.A., 2008. Evaluación de la calidad del agua y posibles fuentes de contaminación en un segmento del Río Piedras. Título de Maestría en Ciencias en Gerencia Ambiental en Evaluación y Manejo de Riesgo Ambiental. Universidad Metropolitana, San Juan. Puerto Rico. 141 pp.
- Ongley, E.D., 1997. Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos. Estudio FAO Riego y Drenaje. N 55. 116 pp.
- Patterson, J.J., C. Smith y J. Bellamy, 2013. Understanding enabling capacities for managing the 'wicked problem' of nonpoint source water pollution in catchments: A conceptual framework. Journal of Environmental Management 128: 441-452.

- Percy A. Pacheco (Dir.Proyecto), s.f. Gulf of Mexico Land-Based Pollution Sources Inventory. Environmental Assessments Division NOAA, NOS, ORCA Silver Spring. 508 pp.
- Pezzullo, D., 2007. Persistencia de microorganismos coliformes en suelos urbanos con contaminación antrópica discontinua. Tesis de grado para la Licenciatura en Saneamiento y Protección Ambiental. ESSA. Universidad Nacional del Comahue. Argentina. 56 pp.
- Peirce J.J., R.F. Weiner y P.A. Vesilind, 1998. Environmental Pollution and Control, Fourth Edition, Butterworth-Heinemann: Boston. 409 pp.
- Plan Urbano Ambiental (PUA), 1996. "Control Ambiental de las actividades plan urbano ambiental". BLOQUE TEMÁTICO Nº 2, Municipalidad de Neuquén, Neuquén, Argentina.
- Plan Urbano Ambiental (PUA), 2013. "Propuesta de ordenamiento de áreas del periurbano ciudad de NEUQUEN Valentina Sur y Valentina Norte". Documento 2. Municipalidad de Neuquén, Neuquén, Argentina. 103 pp.
- PNUMA/CPPS/ECO-CEPIS (OPS), 1986. Curso taller sobre Evaluación rápida de fuentes de contaminación de agua, aire y suelo en el Pacífico Sudeste. Lima, Perú. 122 pp.
- Proa S.R.L, 2013. Proyecto de Reactivación, Sistematización y Saneamiento del Arroyo Durán. 469 pp.
- Recursos Hídricos Neuquén, 2009. Informe técnico interno. 14pp.
- Saldaña Fabela, P. y M.A. Gómez Balandra, 2006. Caracterización de fuentes puntuales de contaminación en el Río Atoyac, México. Presentado en el XXX Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Punta del Este. Uruguay. 7pp.
- Saravia Celis, P., 2009. Estimación de cargas contaminantes vertidas al lago Atitlán por desechos líquidos. Facultad de Ingeniería. Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 7 pp.
- Scarpatti, C.A., 2012. Análisis de riesgo por contaminación fisicoquímica y biológica del Arroyo Durán en base a Índices de calidad del Agua e Índices socioeconómicos. Tesis de grado para la Licenciatura en Saneamiento y Protección Ambiental. FaCiAS. Universidad Nacional del Comahue. 161 pp.
- Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación y Autoridad de Cuenca Matanza- Riachuelo, 2008. Evaluación ambiental del proyecto de desarrollo sustentable de la cuenca hídrica Matanza-Riachuelo. Resumen ejecutivo. 61 pp.
- Strobla, R.O. y P.D. Robillardb, 2008. Network design for water quality monitoring of surface freshwaters: A review. Journal of Environmental Management 87: 639-648.
- Tisdell, J. y D. Clowes, 2008. The problem of uncertain nonpoint pollution credit production in point and nonpoint emission trading markets. Environmental Economics and Policy Studies 9: 25-42.
- Ugolini, F., 2006. Estudio Bacteriológico de aguas recreacionales de balnearios del rio Limay en la ciudad de Neuquén. Tesis de Licenciatura en Saneamiento y protección Ambiental. Escuela Superior de Salud y Ambiente. Universidad Nacional del Comahue. 92 Pp
- Wang M., W. Cheng, B. Yu y Y. Fang, 2015. Temporal-spatial distribution of non-point source pollution in a drinking water source reservoir watershed based on SWAT. Remote Sensing and GIS for Hydrology and Water Resources 10: 368-448.

[1]<http://w2.neuquen.gov.ar/noticias/1189-censo-2010-neuquen-crecio-un-161-por-ciento-desde-2001>

[2]http://www.lmneuquen.com.ar/noticias/2013/9/2/el-parque-industrial-de-neuquen-con-crecimiento-sostenido_198975

[3]<http://www.rionegro.com.ar/diario/un-juez-constato-que-el-epas-contamina-un-canal-5678464-9862-nota.aspx>

[4] <http://inta.gob.ar/documentos/area-fruticultura/>

[5] <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/ContamPetr.htm>

ANEXOS

ANEXO I: AUDITORÍA AÑOS 2004-2010

EMPRESA	DOMICILIO	NOMENCLATURA CATASTRAL	TIPO DE ACTIVIDAD	RESIDUOS ESPECIALES GENERADOS	DISPOSICION FINAL DE LOS EFUENTES GENERADOS	TRATAMIENTO	DISP. FINAL
ALPHA OIL SERVICE SA	T. PLANAS 4955	09-21-084-8056-0000	Fabricación de mandriles de salida lateral, reguladores de caudal recuperables y de superficies, camisas de circulación, jet pump y una variedad de niples y reducciones. Procesos de fosfatizado	Q4, Y17,Y11	Conexión a red cloacal con plano aprobado por el EPAS del sistema de tratamiento para efluentes Industriales (Fosfatizado).	IN SITU	RED CLOACAL
CRAUCHUK CARLOS	GDOR ANAYA 815	09-20-071-1248-0000	Fabricación y Reparación de Maquinaria y Equipos de la Industria Minera y petrolífera.	Y11,Y8,Q4,Q9	Vierte a red cloacal, los efluentes de lavado son recolectados y tratados.	TRATADOR HABILITADO	
BLANCO HUGO DANIEL	FIGUEROA 2394	09-20-063-2104-0000	Recarga de cartuchos	Y11	Recolección y tratado con empresa habilitada. Los efluentes cloacales se vierten a red.	TRATADOR HABILITADO	
DERUDDER HERMANOS SRL	PRIMERO S POBLADOS Y TRONADOR	09-20-063-2104-0000	Taller de mecánica ligera, lavadero de ómnibus, playa de estacionamiento, despacho de combustible, gomería, oficina para uso propio.	Q4, Y7,Y8	Posee conexión a red cloacal, el lavadero posee planos aprobados por el EPAS.	IN SITU	RED CLOACAL
ARAUCO	INDEPENDENCIA 75	09-20-066-1784-0000	NO CUMPLIMIENTO CON LA AUDITORIA SOLICITADA				
FERNANDEZ JOSE	SAN MARTIN 2755	09-20-069-1630-0000	Metalúrgica	Y11	Los efluentes cloacales son vertidos a la red.	SIN DATO	SIN DATO
STEKLI SARITA (CONFLUENCIA)	L. BELTRAN 4201	09-21-078-1885-0000	Exposición, venta y alquiler de equipos viales, Anexa actividad de elaboración de hormigón	Y7	Los efluentes cloacales son vertidos a pozo absorbente. (Disposición de DPRH N° 0007/10)	SIN DATO	SIN DATO
WEATHERFORD INTERNATIONAL DE ARGENTINA SA	BEJARAN O Y VILLALA ANGOSTURA	09-21-082-5291-0000	Servicios Petroleros (Taller de reparación de tubing).	Y7	Efluentes cloacales derivados a pozo absorbente. Los generados como consecuencia de la limpieza de las piezas son tratados con empresas habilitadas.	TRATADOR HABILITADO	
ATP	SAN LUIS 695	09-20-073-3258-0000	Reparación e Instalación de aire acondicionado y calefacción.		Los Efluentes cloacales se derivan a la red	SIN DATO	SIN DATO
GAS EQUIPMENT SA	F.SAN MARTIN 2240	09-20-063-2551-0000	Venta y colocación de equipos de GNC, cambio de aceites y filtros	Q4, Y7	Los efluentes cloacales se vierten a la red.	SIN DATO	SIN DATO
RETIA SA	LA MERCED 400	09-21-083-7015-0000	Venta de Repuestos hidráulicos.	-		NO GENERA	NO GENERA

Fuentes de contaminación: un aporte al estudio de la calidad del agua del arroyo Durán

NOMBRE	CUBICAJE	DIRECCIÓN	PODEACTIVIDAD	CIA	DE LOS EF	AM	FE
IRISH PUB	DIAGONAL 9 DE JULIO 76	09-20-066-6564-0000	Confitería y Restaurant pub	-	Los efluentes cloacales se vierten a la red.	SIN DATO	SIN DATO
IFES SRL	JJ LASTRA 5600	09-21-078-2137-0000	Instituto de Educación Superior	-	Se solicitó que la empresa presentara factibilidades de conexión a red de cloacas y agua potable, hasta la fecha no ha presentado la documentación.	NO GENERA	NO GENERA
SA IMPORTADORA Y EXPORTADORA DE LA PATAGONIA	ANT. ARG Y CRHESTIA	09-20-057-0630-0000	Estación de servicio	-	Posee conexión a red cloacal para efluentes cloacales	SIN DATO	SIN DATO
WILDCAT COMPANY SA	JJ LASTRA Y PILOTTO	S/D	Taller neumática e hidráulica- aplicación de pintura en gral. como servicio	S/D	S/D	SIN DATO	SIN DATO
QUIVER SRL	GATICA 34	09-20-067-0953-0000	Rectificación de Motores, soldadura y Tornería	Y8,Q8	Los efluentes cloacales se vierten a la red y los que se generan en el proceso son almacenados y retirados por empresas habilitadas	TRATADOR HABILITADO	
BJ SERVICES	JJ LASTRA 3260	09-21-082-4564-0000	Cementación y estimulación de pozos petroleros	Y17, Y8, Y33	Los efluentes cloacales son derivados a pozo absorbente, los efluentes industriales son tratados con empresas habilitadas.	TRATADOR HABILITADO	
DASH SRL	JJ LASTRA 4196	09-083-5633-0000	Fábrica de tanques de Poliuretano y fibra de vidrio, anexo alquiler de baños químicos	Y7,Y17	Los efluentes cloacales son descargados en las lagunas de oxidación de la Municipalidad de Neuquén. Se solicitó autorización de la DPRH para la extracción de agua de pozo y la factibilidad de conexión a red cloacal, sin respuesta alguna	SIN TRATAMIENTO	LAGUNA OXID
INPACO SRL	MARTINICA 80	09-21-077-0890-0000	Fabricación de Aberturas de Aluminio.	-	El efluente cloacal generado es vertido a la red	SIN DATO	SIN DATO
NDT ARGENTINA SA	TINOGASTA 4744	09-21-084-7678-0000	Servicios petroleros, deposito oficinas y taller	Y7, Y8	Los efluentes industriales son transportados y tratados por empresas habilitadas.	TRATADOR HABILITADO	
TUBOS SA	CIPOLLETI 198	09-20-069-3611-0000	Depósito y distribución de caños, perfiles y productos metalúrgicos	Y7 (eventual)	S/D	SIN DATO	SIN DATO
PUBLICIDAD Y CARTELES	EL CHOLAR Y 12 DE SEPTIEMBRE	09-21-083-8981-0000	Metalurgica	Y11	S/D	SIN DATO	SIN DATO
UZABAL MARCELO	LEALES 2171	09-20-063-3143-0000	Herrería	Y11	Los efluentes cloacales son vertidos a la red	SIN DATO	SIN DATO
HALLIBURTON	TINOGASTA 4695	09-21-084-9090-0000	Lavadero y mantenimiento de sus propias unidades	Y7,Y8,Y17	Los efluentes provenientes del lavadero eran vertidos al canal Drury, actualmente se conectaron a red. Los efluentes cloacales se vertían a pozo absorbente. Actualmente son vertidos a red cloacal	SIN TRATAMIENTO	RED CLOACAL

Fuentes de contaminación: un aporte al estudio de la calidad del agua del arroyo Durán

NOMBRE	C.U.D.R.A.	PO DE ACTIVIDAD	C.A.	J DE LOS EF	AM.	E.	
RTS RECTIFICACIONES SRL	TAFI VIEJO 75	09-20-062-2035-0000	Rectificación de motores, armado y puesta en marcha, rectificación y reparación de cabezales de compresores.	Y7,Y8	Se solicitó la presentación de planos del sistema de tratamiento, que no ha presentado a la fecha	IN SITU	SIN DATO
INGYLOG SRL	ALASKA 7205	09-21-086-8907-0000	Manufactura y fabricación de productos para la industria metalúrgica	Y7, Q8,Q4,Y11	Los efluentes cloacales son vertidos a pozo absorbente, mientras que los efluentes industriales son retirados y tratados por empresas habilitadas a tal fin	TRATADOR HABILITADO	
JUMBO RETAIL (SUPER VEA)	LAINEZ Y 12 DE SEPTIEMBRE	09-20-073-9602-0000	Supermercado	-	Vierte a red cloacal	NO GENERA	NO GENERA
OXI-SOLD	ALASKA 7200	09-21-087-9090-0000	Arenado, reparación y pintura de estructuras, piletas y tanques, tornería	Y11,Y7	S/D	SIN DATO	SIN DATO
MOTOMECANICA ARGENTINA SA	TINOGASTA Y LA MERCED	09-21-083-7610-0000	Venta y mantenimiento y/o reparación de válvulas, para la industria hidrocarburífera	Y7,Y8	El efluente cloacal generado es vertido a pozo absorbente. Mientras que el proveniente del lavado de piezas se recolecta en una cámara estanca y luego retira empresa habilitada.	TRATADOR HABILITADO	
CERNA ISIDRO MARCELO	ALASKA 6423	09-21-086-8276-0000	Tornería y metalúrgica	Y7(eventual), Y8	S/D	SIN DATO	SIN DATO
TRANSPORTE CRUZ DEL SUR SA	BEJARANO 765	09-21082-3092-0000	Recepción de mercaderías, depósito y traslado de la misma	Y7 (eventual)	Los efluentes cloacales se vierten a pozo absorbente	SIN DATO	SIN DATO
PRIDE INTERNACIONAL SRL	JJ LASTRA 5400	09-21-078-2150-0000	Servicio de explotación de gas y petróleo	Y7,Y8,Y17	Efluentes industriales retirados por empresas habilitadas para el transporte y disposición final. Los Cloacales son derivados a cámara séptica y pozo absorbente	TRATADOR HABILITADO	
PRAXAIR ARGENTINA SRL	SAN MARTIN 8100		Almacenamiento, envasado, fraccionado y comercialización de Anhídrido Carbónico.	Y7, Q4	El efluente cloacal se vierte a pozo absorbente.	SIN DATO	SIN DATO
LA COLOCADORA NEUQUINA	JJ LASTRA 342		Doblado de caños, soldadura, amolado y pintado.	Y11	El efluente cloacal se vierte a pozo absorbente.	SIN DATO	SIN DATO
ECOPLAST	SANTA CRUZ 1048		Impresión y venta de envases de polietileno	Y11, Q4	Los efluentes cloacales son vertidos a la red. No se generan efluentes industriales.	SIN DATO	SIN DATO
VILU SRL (CONO SUR)	BEJARANO 1005	09-20-090-0221-0000	Empresa dedicada al transporte de pasajeros en mediana y larga distancia. En el predio se realiza mantenimiento, acondicionamiento y reparación de las unidades.	Y7,Y8,Y11	Efluente proveniente del lavado, con sistema de tratamiento y posterior vuelco a canal Bejarano. Se solicitó permiso de vuelco emitido por la DPRH	IN SITU	C. BEJARANO
AIR LIQUIDE ARGENTINA SA	FELIX SAN MARTIN 1490	09-20-068-1487-0000	Industrialización y comercio de gases comprimidos disueltos y licuados al aire	Y17	Efluente cloacal vertido a red. El efluente del laboratorio (Sc. Acida), se diluye y también se vierte a red	IN SITU	RED CLOACAL
WEATHERFORD INTERNACIONAL DE ARGENTINA SA	EL HUECÚ 598		Provisión de tareas complementarias durante las perforaciones. Posee talleres para mantenimiento de herramientas, Lavadero.	Y7, Y8	El efluente que proviene del lavado es recirculado.	IN SITU	REUTILIZADO

Fuentes de contaminación: un aporte al estudio de la calidad del agua del arroyo Durán

EMPRESA	CURP	TELÉFONO	TIPO DE ACTIVIDAD	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN DE LOS EFUENTES	MANEJO	EFECTOS
CIMALCO NEUQUEN SA	SAN MARTIN 2000	09-20-068-1317-0000	Fábrica de premoldeados de hormigón	Y7	Efluente cloacal lo vierten a pozo absorbente.	SIN DATO	SIN DATO
CERVI E HIJOS SA	AGUADO Y OBRERO ARGENTINO	09-20-062-0505-0000	Productora, empaedora y exportadora de frutas frescas	Y7, Y17	Efluente proveniente del lavado de fruta es vertido a la red. Tienen pozo de captación propio para realizar el lavado de frutas. El efluente del lavadero es colectado y almacenado en cámaras hasta el retiro con camiones atmosféricos. Se solicitó que los mismos sean retirados y tratados por empresas habilitadas.	SIN TRATAMIENTO	CAMION ATMOSFÉRICO
SCHLUMBERGER ARGENTINA SA	J.J LASTRA 3350		Servicios petroleros, sus prestaciones comprenden desde sísmica de superficie, registros eléctricos, cementación y estimulación, perforación direccional, etc.	Q4, Q8, Y7, Y17, Y11, Y8	Los efluentes del lavadero pasan por un sistema de tratamiento y luego son reutilizados. Cuando el sistema no se encuentra en funcionamiento, el agua es retirada por camión atmosférico	IN SITU	REUTILIZADO
CAFÉ LA VIRGINIA	CHRESTÍA 65		Distribución de productos alimenticios	-	Efluente cloacal se vuelcan a la red	NO GENERA	NO GENERA
ILOLAY	ALASKA 6457	09-21-086-8281-0000	Planta de depósito y distribución de productos lácteos	-	Los efluentes cloacales se vierten a pozo absorbente	NO GENERA	NO GENERA
FRIGORIFICO SR	BEJARANO Y VILLALA ANGOSTURA	09-21-082-4491-0000	Frigorífico ,consumo de carnes en fresco y chacinados	-	Los efluentes cloacales son vertidos a pozo absorbentes. Poseen un sistema de tratamiento del efluente industrial que luego es retirado del predio	IN SITU	retirado de lugar
HALLIBURTON	LAS LAJAS 3025	09-21-082-4090-0000	Depósito de herramientas y reparación	Y8, Y11, Y16, Y5	Los efluentes cloacales se vierten a pozo absorbente, los efluentes industriales los retira empresa habilitada	TRATADOR HABILITADO	
LACHYBS	MINISTRO GONZALEZ 426	09-20-065-5027-0000	Laboratorio de análisis clínicos y bacteriológicos		Vierte sus efluentes a red cloacal con un pre tratamiento para los efluentes de laboratorio	IN SITU	RED CLOACAL
VILLEGAS ROQUE (DIESEL TRAFUL)	SAN MARTIN 4777	09-21-079-1678-0000	Taller de mecánica diésel	Y7, Y8	Los efluentes industriales son retirados por empresas habilitadas para tal fin.	TRATADOR HABILITADO	
TEMPLE S.R.L.	LEGUIZA MON 363	09-20-72-6897-0000	Venta de hierros a general, cortes a mediad y fabricación de piezas		Los efluentes cloacales son vertidos a red	NO GENERA	NO GENERA
COPGO WOOD GROUP ARG. S.A.	J. J LASTRA 7450		Servicios Petroleros	Y7, Y8	S/D	SIN DATO	SIN DATO
COCA COLA POLAR ARGENTINA	RUTA NACIONAL N°22 Y MOQUEHUE	09-20-076-9132-0000	Fabricación y elaboración de bebidas sin alcohol. Venta y distribución de máquinas expendedoras de bebidas	Y3, Y4, Y5, Y7, Y8	Los efluentes cloacales se vierten a la red y los efluentes industriales se vierten a las lagunas de oxidación	SIN TRATAMIENTO	LAGUNA OXID
CAMERON ARGENTINA SA	ANAYA 614		Oficinas administrativas, deposito	Y7, Y8	Los efluentes cloacales se vierten a la red y los efluentes industriales los retira empresa habilitada	TRATADOR HABILITADO	

Fuentes de contaminación: un aporte al estudio de la calidad del agua del arroyo Durán

M A R E S	C U R S O	D R E A	T I P O D E A C T I V I D A D	C U A	J U R I S D I C C I O N	S I T U A C I O N	T R A T A M I E N T O	T I P O D E R E D
LABORATORIO AUSTRAL S.A.	AV. OLASCOAGA 937	09-20-082-9269-0000	Laboratorio de especialidades medicinales	Y2,Y7,Y8, Y5,Y41, Y17		Los efluentes industriales son retirados por empresas habilitadas. Los cloacales se vierten a red	TRATADOR HABILITADO	
MARBAR	ALASKA 7015	09-21-086-8858-0000	Servicios de fluidos de perforación	Y17,Y11		Los efluentes industriales son retirados y tratados por empresas habilitadas	TRATADOR HABILITADO	
CHEQUEN	LEGUIZA MÓN 665		Lavadero de ropa hospitalaria	Y1		Posee red cloacal para el vertido del efluente generado por la actividad, se solicitó autorización de DPRH para extracción de agua de pozo	SIN TRATAMIENTO	RED CLOACAL
TRASPORTES COCHON	NECOCHA Y AVDA DEL TRABAJADOR		Venta de áridos y alquiler de máquinas y equipos, transporte de media y corta distancia, construcción y movimiento de suelos	Y7, Y17		Posee Pozo Absorbente	SIN DATO	SIN DATO
CACI SRL	S. Torres 520	09-20-075-4857-0000	Empresa de construcción, en el local solo se depositan materiales mínimos			Posee red cloacal, solo para domiciliario	NO GENERA	NO GENERA
G Y G RADIADORES	T. Planas y Bella Vista	09-21-084-7801-0000	Reparacion y carga de Aire Acondicionado, amortiguación, tren delantero y frenos	Y17		Sin datos	SIN DATO	SIN DATO
ALPHA PIPER SERVICES SRL	Lanín 3130	09-21-082-1671-0000	Servicio de inspección por ensayos no destructivos, de líneas de alta presión. Construcción de estructuras metálicas livianas y pesadas, arenado y aplicación de pintura epoxi.	Y17, Y11		Se solicitó autorización de la DPRH para el vertido de efluentes domiciliarios a pozo	SIN DATO	SIN DATO
GRAFICA ALTHABE	Lisandro de la Torre 680	09-20-074-3188-0000	Gráfica	Y11		Posee red cloacal, solo para domiciliario	SIN DATO	SIN DATO
EMEBESUR	JJLA STRA Y O'CONNOR		CONCESIONARIA Y MANTENIMIENTO POST VENTA	Y7, Y8, Q4		POSEE RED CLOACAL, SE SOLICITO CONEXIÓN DE EFLUENTES DEL LAVADERO. LOS RETIRABA TRATADOR HABILITADO.	SIN TRATAMIENTO	RED CLOACAL

ANEXO II: AUDITORÍA AÑO 2014

DOMICILIO COMERCIAL	TIPO LAVADERO	SUMINISTRO	EFLUENTES	
			PRETRATAMIENTO	DISPOSICIÓN FINAL
INDEPENDENCIA 1262	VEHÍCULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
SAN MARTÍN 4280	VEHÍCULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
GODOY 664	VEHÍCULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
LIBERTAD 455	VEHÍCULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
INT CARRO 290	VEHÍCULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
CATRIEL 135	VEHÍCULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
CHOLAR 12 DE SEPTIEMBRE	VEHÍCULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
AGUADO 1810	B. Omnibus y/o Camiones	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
BELGRANO 675	VEHÍCULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
SAN MARTÍN 1456	VEHÍCULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
PROS POBLADORES 2191	VEHÍCULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
SAN MARTÍN 2757	VEHÍCULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
CHOCÓN 1509	VEHÍCULOS	RED		R. Cloacal
ILLIA 500	VEHÍCULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
FAVA 420	VEHÍCULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
LAINES 695	VEHÍCULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
SAN MARTÍN 906	VEHÍCULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
H CUADROS 1984	VEHÍCULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
SAN MARTÍN 546	VEHÍCULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
CHOCÓN 495	VEHÍCULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
LINARES 558	VEHÍCULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
MONTEVIDEO 584	VEHÍCULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
PINAMAR 368	VEHÍCULOS	SUBTERRÁNEA	Sist. de cámaras	R. Cloacal
SANTA CRUZ 678	VEHÍCULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
BELGRANO 3610	VEHÍCULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
ILLIA 721	VEHÍCULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
J B JUSTO 951	VEHÍCULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
BELGRANO 3200	VEHÍCULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
LAS HERAS 65	VEHÍCULOS	RED		R. Cloacal
RECONQUISTA 430	VEHÍCULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
BUENOS AIRES 650	VEHÍCULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
ING TOSELLO y RUTA 7 KM 3,5	VEHÍCULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
BELGRANO 2995	VEHÍCULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
DR RAMON Y BROWN	VEHÍCULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
SAN MARTÍN 605	VEHÍCULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal

Fuentes de contaminación: un aporte al estudio de la calidad del agua del arroyo Durán

DOMICILIO	TIPO LAVADERO	SUMINISTRO	EFLUENTES	
SAN MARTÍN 1791	VEHÍCULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
LAINÉZ 451	VEHÍCULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
BELGRANO 1110	VEHÍCULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
CHANETON 390	VEHÍCULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
COLLÓN CURÁ 75	VEHÍCULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
BAHÍA BLANCA 110	VEHÍCULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
CHACABUCO 276, CASA Nº 180	ROPA	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
JOSE INGENIEROS 1908	ROPA	RED	NINGUNO	R. Cloacal
FL BELTRÁN 1276	ROPA	SUBTERRÁNEA	Sist. de cámaras	R. Cloacal
BEJARANO 1200	ROPA	SUBTERRÁNEA	Sist. de cámaras	P. Absorb
LINARES 98	ROPA	RED		
ASMAR 37	ROPA	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
LEGUIZAMÓN 665	ROPA	SUBTERRÁNEA	Sist. de cámaras	R. Cloacal
BELGRANO 1664	ROPA	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
FAVA 341	ROPA	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
FAVA 431	ROPA	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
ASMAR 25	ROPA			
T PLANAS 4955	INDUSTRIAL	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
PELLEGRINI 2546	INDUSTRIAL	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
JJ LASTRA 4196	B QUÍMICOS	SUBTERRÁNEA	ninguno	Lag. oxidación
SOLALIQUE 440	INDUSTRIAL	SUBTERRÁNEA	Sistema recirculación	Tratador RE
TRABAJADORES DE LA INDUSTRIA 2665	INDUSTRIAL	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
JJ LASTRA 1546	INDUSTRIAL		Sistema cerrado	Tratador RE
JJ LASTRA 7450	INDUSTRIAL	SUBTERRÁNEA	Sistema cerrado	Tratador RE
PERTICONE 1495	INDUSTRIAL	RED	planta modular	
LOTE D1 C PIN OESTE	INDUSTRIAL	SUBTERRÁNEA	Sist. de cámaras	R. Cloacal
SAN MARTIN 2241	INDUSTRIAL	RED	Sistema cerrado	
AGUADO 2555	INDUSTRIAL	RED	Sist. de cámaras	Tratador RE
PELLEGRINI 2665	INDUSTRIAL	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
PELLEGRINI 2775	INDUSTRIAL	RED	Sist. cerrado	Tratador RE
SARMIENTO 931	VEHÍCULOS		Sist. de cámaras	R. Cloacal
PERTICONE 2505	VEHÍCULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
PERTICONE 2085	VEHÍCULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
PERTICONE 851	VEHÍCULOS	SUBTERRÁNEA	Sist. de cámaras	R. Cloacal
F SAN MARTÍN 1650	VEHÍCULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
F SAN MARTÍN 1650	VEHÍCULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
F SAN MARTIN 1680	VEHÍCULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
A. AGUADO 2700	INDUSTRIAL	SUBTERRÁNEA	Sist. de cámaras	Tratador RE

DOMICILIO	TIPO LAVADERO	SUMINISTRO	EFLUENTES	
ROSARIO 15	B. Ómnibus y/o Camiones	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
ING HUERGO 3530	B. Ómnibus y/o Camiones	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
MOQUEHUE 29	B. Ómnibus y/o Camiones	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
BEJARANO 1005	B. Ómnibus y/o Camiones	SUBTERRÁNEA	Sist. de cámaras	Canal Bejarano
TRONADOR 16	B. Ómnibus y/o Camiones	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
FL BELTRAN 3550	B. Ómnibus y/o Camiones	SUBTERRÁNEA	Sist. de cámaras	R. Cloacal
CASILDA 694	VEHICULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
ITTE MANGO 375	ROPA	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
SAN MARTÍN 2546	Carnicería anexo cámara	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
S TORRES 492	VEHÍCULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
EL HUECU 598	INDUSTRIAL	RED	Sist. de cerrado	Tratador RE
MISIONES 975	VEHÍCULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
INT CARRO 290	VEHÍCULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
SANTA FE 244	ROPA	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
ALDERETE 1240	ROPA	RED	Sist. de cámaras	
F SAN MARTÍN 936	VEHÍCULOS	RED	Sist. de cámaras	R. Cloacal
FELIX SAN MARTIN 518	ROPA	RED		
PLANAS2400	CLOACAL	RED	Planta de tratamiento	Canal Saavedra

ANEXO III: LEY NACIONAL 24051- ANEXO II- CATEGORIAS DE RESIDUOS

- Q1 Productos fuera de especificación.
- Q2 Productos con fecha de uso vencida (medicamentos, biocidas etc.).
- Q3 Materiales o sustancias derramadas y/o fugadas, incluyendo equipos, que se han contaminado o alterado como resultado del derrame y/ o fuga
- Q4 Materiales contaminados o ensuciados como resultados de acciones realizadas voluntariamente (Ej. desechos de limpieza, materiales de empaque, contenedores descartables, etc.)
- Q5 Partes no utilizables (Ej. baterías, catalizadores gastados, etc.).
- Q6 Sustancias y/ o productos que no satisfacen más su especificación o capacidad original (Ej. ácidos contaminados, solventes contaminados, etc.)
- Q7 Materiales remanentes de procesos industriales (Ej. escorias, materiales remanentes de fondo de destilación, etc.)
- Q8 Materiales remanentes de procesos de tratamiento de emisiones y desechos (Ej. barros de separadores de efluentes líquidos, polvos de separadores de efluentes gaseosos, filtros gastados, etc.).
- Q9 Materiales remanentes de operaciones de maquinado y pulido (Ej. residuos de torneado, materiales remanentes de molienda, etc.)
- Q10 Materiales remanentes de procesamiento de materias primas (Ej. residuos de minería, derrames de pozos de petróleo, etc.)
- Q11 Materiales adulterados (Ej. aceites contaminados con difenilos policlorados (PCB), etc.)
- Q12 Cualquier material, sustancia o producto cuyo uso ha sido prohibido por ley en el lugar de origen
- Q13 Productos para los que no hay uso remanente (Ej. descartes del hogar, agrícolas, de oficinas, de comercio y servicios.)
- Q14 Materiales, sustancias o productos resultantes de acciones de remediación de terrenos y sedimentos contaminados.
- Q15 Cualquier material, sustancia o producto que el generador declara como desecho y que no está contenido en las categorías anteriores.

Ley Nacional 24051- ANEXO III- CATEGORÍAS SOMETIDAS A CONTROL

Corrientes de desechos

- Y1 Desechos resultantes de la producción y preparación de productos farmacéuticos.
- Y2 Desechos de medicamentos y productos farmacéuticos para la salud humana y animal.
- Y3 Desechos resultantes de la producción, la preparación y utilización de biocidas y productos fitosanitarios.
- Y4 Desechos resultantes de la fabricación, preparación y utilización de productos químicos para la preservación de la madera.
- Y5 Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de disolventes orgánicos.
- Y6 Desechos que contengan cianuros, resultantes del tratamiento térmico y las operaciones de temple.
- Y7 Desechos de aceites minerales no aptos para el uso a que estaban destinados.
- Y8 Mezclas y emulsiones de desecho de aceite y agua o de hidrocarburos y agua.
- Y9 Sustancias y artículos de desechos que contengan o estén contaminados por difenilos policlorados (PCB), trifenilos policlorados (PCT) o difenilos polibromados (PBB).
- Y10 Residuos alquitranados resultantes de la refinación, destilación o cualquier otro tratamiento pirolítico.
- Y11 Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pintura, lacas o barnices.
- Y12 Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de resinas, látex, plastificantes o colas adhesivas.
- Y13 Sustancias químicas de desechos, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozca.
- Y14 Desechos de carácter inflamable o explosivo que no estén sometidos a una legislación diferente.
- Y15 Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de productos químicos y materiales para fines fotográficos.
- Y16 Desechos resultantes del tratamiento de superficies de metales y plásticos.
- Y17 Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales.

Desechos que tengan como constituyente

- Y18 Metales carbonilos.**
- Y19 Berilio, compuesto de berilio.**
- Y20 Compuestos de cromo**
- Y21 Compuestos de cobre.**
- Y22 Compuestos de zinc.**
- Y23 Arsénico, compuesto de arsénico.**
- Y24 Selenio, compuesto de selenio.**
- Y25 Cadmio, compuesto de cadmio.**
- Y26 Antimonio, compuesto de antimonio.**
- Y27 Telurio, compuesto de telurio.**
- Y28 Mercurio, compuesto de mercurio.**
- Y29 Talio, compuesto de talio.**
- Y30 Plomo, compuesto de plomo.**
- Y31 Compuestos inorgánicos de flúor, con exclusión de fluoruro de calcio.**
- Y32 Cianuros inorgánicos.**
- Y33 Soluciones ácidas o ácidos en forma sólida.**
- Y34 Soluciones básicas o bases en forma sólida.**
- Y35 Asbestos (polvo y fibras).**

ANEXO IV: PARÁMETROS Y SUS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES (RESOLUCIÓN 181/2000 EPAS)

Parámetros	Objetivo de calidad de las aguas superficiales	Calidad de los efluentes vertidos en aguas superficiales	Calidad de los efluentes vertidos a red cloacal.
Δ Temperatura °C	T 3°C Máxima 25°C	45°C	45°C
Color	6,0	(a)	(c)
Olor	No se permitirán líquidos con olores acentuados		
PH	6,5 – 9,0	6,5 – 9,0	6,5 – 9,0
Sólidos en suspensión totales mg/l	20	(a)	(d)
Sólidos disueltos totales mg/l	500	(a)	(e)
Sólidos sedimentables en 10" ml/l	Ausencia de formación de fangos	0,5	0,5
Sólidos sedimentables en 2 hs ml/l	Ausencia de formación de fangos	1,0	5,0
Oxígeno disuelto mg/l O ₂	Como mínimo 7,0	(f)	(f)
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO) 5 días 20°C mg/l O ₂	4,0	50 (l)	200(g)
Demanda Química de Oxígeno (DQO) mg/l O ₂	(d)	250	500
Sulfuros mg/l S=	No ha de producir toxicidad	1,0	2,0
Sustancias solubles en frío en éter etílico mg/l	(a)	50	100 (e)
*Grasas polares	(a)	10 (j)	10(e)
* Hidrocarburos y aceites minerales			
Detergentes mg/l SAAM	(h)	1,0	2,0
Fósforo total mg/l P	(i)	0,5 Fósforo eliminado >85%	(d)
Amonio mg/l NH ₄ ⁺	0,05 (i)	3,0 (k)	10
Nitratos mg/ NO ₃ ⁻	10 (i)	(d)	(d)
Nitrógeno Total Kjeldalh mg/l N	(i)	10(i)	30
Fenoles mg/l C ₆ H ₅ OH	0,002	0,05	2,0
Plaguicidas organoclorados mg/l	0,001	0,05	0,5
Plaguicidas fósforados mg/l	0,005	0,1	1,0
Cloro residual libre mg/l	No ha de producir toxicidad	0,5	(e)
Cianuro mg/l CN ⁻	0,07	0,1	0,1
Aluminio mg/l Al	0,2	5,0	(d)
Arsenico mg/l As	0,05	0,5	(d)

Fuentes de contaminación: un aporte al estudio de la calidad del agua del arroyo Durán

Parámetros	Objetivo de calidad de las aguas superficiales	Calidad de los efluentes vertidos en aguas superficiales	Calidad de los efluentes vertidos a red cloacal.
Bario mg/l Ba	0,7	2,0	2,0
Boro mg/l B	0,3	2,0	(d)
Cadmio mg/l Cd	0,003	0,1	0,1
Cromo total mg/l Cr	0,05	0,5	2,0
Cromo 6+ mg/l Cr 6 +	0,05	0,2	0,2
Hiero mg/l Fe	0,3	2,0	(e)
Cobre mg/l Cu	1,0	1,0	(d)
Mercurio mg/l Hg	0,001	0,005	0,005
Níquel mg/l Ni	0,025	2,0	3,0
Plomo mg/l Pb	0,01	0,05	0,5
Cinc mg/l Zn	3,0	5,0	5,0

NOTAS:

- (a) No ha de provocar modificación al medio receptor.
- (b) La indicación de "ausente" es equivalente a menor que el límite de la técnica analítica indicada.
- (c) Los colorantes pueden verterse, a condición de que sean destruidos en la estación de tratamiento.
- (d) Se ha de definir en cada caso. No se adopta valor de referencia.
- (e) No se ha de producir deterioro de la red de vertidos y de la estación de tratamiento, no teniendo lugar tampoco modificaciones de su eficacia.
- (f) No se establece un límite específico. Su valor queda acotado por el parámetro DBO5.
- (g) Se podrá autorizar concentraciones superiores si el sistema colector lo admite. Esta circunstancia se establecerá mediante una disposición de la Autoridad Competente a pedido del interesado.
- (h) No deben producirse espumas ni problemas de sabor ni olor.
- (i) Cantidad tan pequeña como sea posible en las cuencas de los lagos, lagunas o ambientes favorables a procesos de eutroficación. De ser necesario se fijará la carga total diaria en Kg/día de Fósforo Total, Nitrógeno Total y Nitrógeno de Amonio.
- (j) En un radio de descarga menor de 5 Km de una toma de agua para bebida, debe ser menor de 0,01 mg/l.
- (k) En vertidos a cuencas de lagos 0,5 mg/l.
- (l) Sujeto a capacidad del cuerpo receptor.

Dado que el objetivo de esta reglamentación es regular la contaminación atendiendo a pautas para el control de los recursos superficiales de la Provincia, los parámetros a controlar no son excluyentes, considerándose el estudio de otros parámetros cuando la naturaleza del efluente así lo requiera.

Las especificaciones de cuáles de estos parámetros se controlarán se decidirá en base al origen del efluente.

ANEXO V: VALORES PROVISORIOS PROPUESTOS COMO NIVELES GUÍA DE CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL EN FUNCIÓN DE LOS DIFERENTES USOS DEL RECURSO (AIC, MARZO 1996)

USO I: AGUA SUPERFICIAL DESTINADA A CONSUMO HUMANO CON TRATAMIENTO CONVENCIONAL.

USO II: AGUA PARA ACTIVIDADES RECREATIVAS CON CONTACTO DIRECTO.

USO III: AGUA PARA IRRIGACIÓN.

USO IV: PROTECCIÓN DE VIDA ACUÁTICA.

PARAMETROS	UNIDAD	USOS				OBSERVACIONES
		I	II	III	IV	
CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS						
Coliformes totales	NMP/100ml	5000	1250	1000	1000(4)	
Coliformes fecales	NMP/100ml	1000	200	100	200	
MATERIA PARTICULADA						
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	(1)	ausente	450	(1)	
Turbiedad	UNT	(1)	(1)	(1)	(1)	
Transparencia	cm	(1)	(1)	(1)	(1)	
INDICADORES DE POLUCIÓN ORGÁNICA						
Oxígeno Disuelto	mgO ₂ /l	> 5	> 5	> 5	> 4	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBOs - 20°C)	mgO ₂ /l	< 3	< 3	< 3	< 3	
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mgO ₂ /l	(1)	(1)	(1)	(1)	
Fósforo (P ₂ O ₅)	mg/l	(1)	(1)	(1)	(1)	
Clorofila a						
COMPUESTOS NITROGENADOS						
Nitrógeno de Nitratos (NO ₃)	mg NO ₃ /l	10	10	< 5	(1)	
Nitrógeno de Nitritos (NO ₂)	mg NO ₂ /l	1	(1)	(1)	0,06	
Nitrógeno Amoniacal (NH ₄)	mg NH ₄ /l	0,05	(1)	(1)	(2)	
Kjeldahl - N	mg/l	(1)	(1)	(1)	(1)	
SALINIDAD E IONES ESPECÍFICOS						
pH	UpH	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5 - 8,5	
Conductividad eléctrica	µs/cm	(1)	(1)	(1)	(1)	
Sólidos Disueltos totales	mg/l	500	500	500-3500	(1)	
Calcio (Ca)	mg/l	(1)	(1)	(1)	(1)	
Magnesio (Mg)	mg/l	(1)	(1)	(1)	(1)	
Sodio (Na)	mg/l	(1)	(1)	(1)	(1)	
Potasio (K)	mg/l	(1)	(1)	(1)	(1)	
Boro (B)	mg/l	1,0	(1)	0,5	0,75	
Flúor (F)	mg/l	1,5	1,5	1	(1)	
Cloruros (Cl)	mg/l	250	250	250	250	
Sulfatos (SO ₄)	mg/l	200	250	250	(1)	
Bicarbonatos	mg/l	(1)	(1)	1,5	(1)	
Carbonatos	mg/l	(1)	(1)	(1)	(1)	
Dureza	mgCo ₃ /Ca/l	(1)	(1)	500	(1)	

(1) No se adopta valor de referencia.

(2) Nitrógeno Amoniacal depende de pH y Temperatura según Tabla A: "Guías recomendables para Nitrógeno Amoniacal Total".

(4) Aguas muy buenas cuando el 80% del conjunto de muestras obtenidas en cada una de las 5 semanas anteriores no es superior a dichos valores.

ANEXO VI: DECRETO REGLAMENTARIO DE LA LEY 24.051 SOBRE RÉGIMEN DE DESECHOS PELIGROSOS, NIVELES GUÍA DE CALIDAD DE AGUA PARA PROTECCIÓN DE VIDA ACUÁTICA. AGUA DULCE SUPERFICIAL.

Decreto 831/93, Anexo II Tabla 2

Constituyente Peligroso	C A S	Nivel Guía (ug/l)	Referencias		Observ
ACENAFTILENO	208-96-8	2	D	2	
ACRILONITRILO	107-13-1	26	D	2	
ACROLEINA	107-02-8	0.2	D	2	
ALDRIN	309-00-2	0.004	B		
ALUMINIO (TOTAL)	7429-90-5	5	B		2
AMONIO (TOTAL)	7664-41-7	1370	B		1
ANTIMONIO (TOTAL)	7440-36-0	16	D	2	
ARSENICO (TOTAL)	7440-38-2	50	B		
BENCENO	71-43-2	300	B		3
BENCIDINA	92-87-5	2.5	D	2	
BERILIO (TOTAL)	7440-41-7	0.05	D	2	
BHC-ALFA	319-84-6	0.01	B		
BHC-BETA	319-85-7	0.01	B		
BHC-DELTA	319-86-8	0.01	B		
BHC-GAMA (LINDANO)	58-89-9	0.01	B		
BORO (TOTAL)	7440-42-8	750	E		
CADMIO (TOTAL)	7440-43-9	0.2	B		4
CARBARIL	63-25-2	0.02	E		
CIANURO (TOTAL)	57-12-5	5	B		5
CINC (TOTAL)	7440-66-6	30	B		3
CLORDANO	57-74-9	0.006	B		
CLOROBENCENO	108-90-7	15	B		3
CLOROFENOL (2-)	95-57-8	7	B		
CLOROFORMO	67-66-3	12	D	2	
COBRE (TOTAL)	7440-50-8	2	B		6
CROMO (TOTAL)	7440-47-3	2	B		7
DDT	50-29-3	0.001	B		
DICLOROBENCENO (1,2-)	95-50-1	2.5	B		3

Fuentes de contaminación: un aporte al estudio de la calidad del agua del arroyo Durán

Constituyente Peligroso	C A S	Nivel Guía (ug/l)	Referencias		Observ
DICLOROBENCENO (1,3-)	541-73-1	2.5	B		3
DICLOROBENCENO (1,4-)	106-46-7	4	B		3
DICLOROETANO (1,2-)	107-06-2	200	D	2	
DICLOROETILENOS	25323-30-2	12	D	2	
DICLOROFENOL (2,4-)	120-83-2	4	D	2	
DICLOROPROPANOS	26638-19-7	57	D	2	
DICLOROPROPENOS	26952-23-8	2	D	2	
DIENDRIN	60-57-1	0.004	B		
DIFENIL HIDRAZINA (1,2)	122-66-7	0.3	D	2	
DIMETILFENOL (2,4-)	105-67-9	2	D	2	
DINITROTOLUENO	25321-14-6	2	D	2	
ENDOSULFAN-ALFA	959-98-8	0.02	B		
ENDOSULFAN-BETA	33213-65-9	0.02	B		
ENDRIN	72-20-8	0.0023	B		
ESTERES FTALICOS (DBP)		4	B		
ESTERES FTALICOS (DEHP)		0.6	B		
ESTERES FTALICOS (OTROS)		0.2	B		
ETILBENCENO	100-41-4	700	B		3
FENOLES TOTALES	108-95-2	1	B		
FENOXIHERBICIDAS (2,4-D)	94-75-7	4	E		
FLUORANTENO	206-44-0	4	D	2	
HEPTACLORO EPOXIDO+HEPTACLORO	1024-57-3	0.01	B		
HEPTACLORO+HEPTACLORO EPOXIDO	76-44-8	0.01	B		
HEXACLOROBENCENO	118-74-1	0.0065	B		3
HEXACLOROBUTADIENO	87-68-3	0.1	B		
HEXACLOROCICLOHEXANO (ISOMEROS)	608-73-1	0.01	B		
HEXACLOROCICLOPENTADIENO	77-47-4	0.05	D	2	
HEXACLOROETANO	67-72-1	5	D	2	
ISOFORONE	78-59-1	117	D	2	
MALATION	121-75-5	0.1	E		
MANGANESO (TOTAL)	7439-96-5	100	E		
MERCURIO (TOTAL)	7439-97-6	0.1	B		

Constituyente Peligroso	C A S	Nivel Guía (ug/l)	Referencias		Observ
METIL-AZINFOS (GUTION)	86-50-0	0.005	E		
METOXICLORO	72-43-5	0.03	E		
NAFTALENO	91-20-3	6	D	2	
NIQUEL (TOTAL)	7440-02-0	25	B		8
NITRITO		60	B		
NITROBENCENO	98-95-3	27	D	2	
NITROFENOLES		0.2	D	2	
PARATION	56-38-2	0.04	E		
PCB (TOTAL)	1336-36-3	0.001	B		
PENTACLOROBENCENO	608-93-5	0.03	B		3
PENTACLOROETANO	76-01-7	4	D	2	
PENTACLOROFENOLES	87-86-5	0.5	B		3
PLATA (TOTAL)	7440-22-4	0.1	B		
PLOMO (TOTAL)	7439-92-1	1	B		9
P-CLOROMETACRESOL	59-50-7	0.03	D	2	
SELENIO (TOTAL)	7782-49-2	1	B		
T (2,4,5-)	93-76-5	2	B		
TALIO (TOTAL)	7440-28-0	0.4	D	2	
TDE	72-54-8	0.006	D	2	
TETRACLOROBENCENO (1,2,3,4-)	634-66-2	0.1	B		3
TETRACLOROBENCENO (1,2,3,5-)	634-90-2	0.1	B		3
TETRACLOROBENCENO (1,2,4,5-)	95-94-3	0.15	B		3
TETRACLOROETANO (1,1,2,2-)	79-34-5	24	D	2	
TETRACLOROETILENO	127-18-4	260	B		3
TETRACLOROFENOLES	25167-83-3	1	B		
TETRACLORURO DE CARBONO	56-23-5	35	D	2	
TOLUENO	108-88-3	300	B		
TOXAFENO	8001-35-2	0.008	B		
TP (2,4,5-)	93-72-1	10	E		
TRIALATO	2303-17-5	10	E		
TRIBROMOMETANO	75-25-2	11	D	2	
TRICLOROBENCENO (1,2,3-)	87-61-6	0.9	B		3
TRICLOROBENCENO (1,2,4-)	120-82-1	0.5	B		3
TRICLOROBENCENO (1,3,5-)	108-70-3	0.65	B		3

Constituyente Peligroso	C A S	Nivel Guía (ug/ l)	Referencias		Observ
			D	2	
TRICLOROETANO (1,1,1-)	71-55-6	18	D	2	
TRICLOROETANO (1,1,2-)	79-00-5	94	D	2	
TRICLOROETILENO	79-01-6	45	D	2	
TRICLOROFENOLES	88-06-2	18	B		
URANIO (TOTAL)	51218-45-2	20	E		
VANADIO (TOTAL)	7440-62-2	100	E		

OBSERVACIONES:

1- (AMONIO TOTAL) 2.20 mg/ l pH 6.5; Temp. 10°C
 1.37 mg/ l pH 8.0; Temp. 10°C

2- (ALUMINIO) 5.00 ug/ l pH <6.5; [Ca2+] <4.0 mg/ l; COD <2.0 mg/ l
 100.00 ug/ l pH <6.5; [Ca2+] <4.0 mg/ l; COD <2.0 mg/ l

3- CRITERIO TENTATIVO. (Benceno-Cinc-Clorobenzenos-Etilben-ceno- Etilenos Clorados)

4- (CADMIO) 0.2 ug/ l Dureza 0 - 60 mg/ l (CaCO3)
 0.8 ug/ l Dureza 60 - 120 mg/ l (CaCO3)
 1.3 ug/ l Dureza 120 - 180 mg/ l (CaCO3)
 1.8 ug/ l Dureza >180 mg/ l (CaCO3)

5- (CIANURO) Como cianuro libre.

6- (COBRE) 2.0 ug/ l Dureza 0 - 60 mg/ l (CaCO3)
 2.0 ug/ l Dureza 60 - 120 mg/ l (CaCO3)
 3.0 ug/ l Dureza 120 - 180 mg/ l (CaCO3)
 4.0 ug/ l Dureza >180 mg/ l (CaCO3)

7- (CROMO) 20.0 ug/ l Para protección de peces.
 2.0 ug/ l Para protección de vida acuática incluyendo fito y zooplancton.

8- (NIQUEL) 25.0 ug/ l Dureza 0 - 60 mg/ l (CaCO3)
 65.0 ug/ l Dureza 60 - 120 mg/ l (CaCO3)
 110.0 ug/ l Dureza 120 - 180 mg/ l (CaCO3)
 150.0 ug/ l Dureza >180 mg/ l (CaCO3)

9- (PLOMO) 1.0 ug/ l Dureza 0 - 60 mg/ l (CaCO3)
 2.0 ug/ l Dureza 60 - 120 mg/ l (CaCO3)
 4.0 ug/ l Dureza 120 - 180 mg/ l (CaCO3)
 7.0 ug/ l Dureza >180 mg/ l (CaCO3)

Decreto Reglamentario de la Ley 24.051 sobre régimen de desechos peligrosos, Niveles guía de calidad suelos (ug/g peso seco).

Decreto 831/93 Anexo II Tabla 9

Constituyente Peligroso	CAS	Uso Agrícola	Uso Residencial	Uso Industrial	Referencias
ACIDO FTALICO, ESTERES		30			J
ALIFATICOS CLORADOS		0.1	5	50	J
ALIFATICOS NO CLORADOS		0.3			J
ANTIMONIO (TOTAL)	7440-36-0	20	20	40	J
ARSENICO (TOTAL)	7440-38-2	20	30	50	J
BARIO (TOTAL)	7440-39-3	750	500	2000	J
BENCENO	71-43-2	0.05		5	J
BENZO(A) ANTRACENO	56-55-3	0.1	1	10	J
BENZO(A) PIRENO	50-32-8	0.1	1	10	J
BENZO(B) FLUORANTENO	205-99-2	0.1	1	10	J
BENZO(K) FLUORANTANO	207-08-9	0.1	1	10	J
BERILO (TOTAL)	7440-41-7	4	4	8	J
BORO	7440-42-8	2			J
CADMIO (TOTAL)	7440-43-9	3	5	20	J
CIANURO (LIBRE)		0.5	10	100	J
CIANURO (TOTAL)	57-12-5	5	50	500	J
CINC (TOTAL)	7440-66-6	600	500	1500	J
CLOROBENCENO	108-90-7	0.1	1		J
CLOROBENCENOS		0.05	2	10	J
CLOROFENOLES	95-57-8	0.05	0.5	5	J
COBALTO	7440-48-4	40	50	300	J
COBRE (TOTAL)	7440-50-8	150	100	500	J
COMP. FEN. NO CLORADOS		0.1	1	10	J
CROMO (TOTAL)	7440-47-3	750	250	800	J
CROMO (+6)	18540-29-9	8	8		J
DIBENZO(A,H) ANTRACENO	53-70-3	0.1	1	10	J
DICLOROBENCENO (1,2-)	95-50-1	0.1	1	10	J
DICLOROBENCENO (1,3-)	541-73-1	0.1	1	10	J
DICLOROBENCENO (1,4-)	106-46-7	0.1	1	10	J
ESTAÑO	7440-31-5	5	50	300	J
ESTIRENO	100-42-5	0.1	5	50	J
ETILBENCENO	100-41-4	0.1	5	50	J
FENANTRENO	85-01-8	0.1	5	50	J

Constituyente Peligroso	C A S	Uso Agrícola	Uso Residencial	Uso Industrial	Referencias
FLUORURO (TOTAL)	16984-48-8	200	400	2000	J
HEXACLOROBENCENO	118-74-1	0.05	2	10	J
HEXACLOROCICLOHEXANO	608731	0.01			J
INDENO(1,2,3-CD) PIRENO	193-39-5	0.1	1	10	J
MERCURIO (TOTAL)	7439-97-6	0.8	2	20	J
MOLIBDENO	7439-98-7	5	10	40	J
NAFTALENO	91-20-3	0.1	5	50	J
NIQUEL (TOTAL)	7440-02-0	150	100	500	J
PCB's	1336-36-3	0.5	5	50	J
PCDD's Y PCDF's		0.00001	0.001		J
PIRENO	129-00-0	0.1	10	100	J
PLATA (TOTAL)	7440-22-4	20	20	40	J
PLOMO (TOTAL)	7439-92-1	375	500	1000	J
QUINOLEINA	91-22-5	0.1			J
SELENIO (TOTAL)	7782-49-2	2	3	10	J
SULFURO (ELEMENTAL)	18496-25-8	500			J
TALIO (TOTAL)	7440-28-0	1			J
TIOFENO	110-02-1	0.1			J
TOLUENO	108-88-3	0.1	3	30	J
VANADIO	7440-62-2	200	200		J
XILENOS (TOTALES)	1330-20-7	0.1	5	50	J

Decreto Reglamentario de la Ley 24.051 sobre régimen de desechos peligrosos, Referencias de Tablas 1 a

9.

Decreto 831/93, Referencias de Tablas 1 a 9

- A Guías para la Calidad del Agua Potable.
 Organización Mundial de la Salud - 1985 - (Valor Guía).
 Canadian Water Quality Guidelines.
- B Canadian Council of Resource and Environmental Ministers 1987.
 (Concentración máxima aceptable)
- Los datos fueron insuficientes para establecer una concentración máxima aceptable.
 Estos valores fueron obtenidos de datos disponibles relacionados con la salud, pero empleando factores de seguridad adicionales para compensar la incertidumbre involucrada
- EC Drinking Water Directive. List of parameters. Tomado de: Michael Carney, 1991.
- C European Drinking Waters Standards.
 Journal of the American of the American Water Works Association.

Junio 1991, pags. 48-55.

- 1 Nivel Guía.
- 2 Concentración Máxima Admisible

D U.S.E.P.A.

- 1 New USEPA National Primary Drinking Water Regulations.
(Tomado de: World Water Environmental Engineer, 1991, pag. 4)
(Máximo Nivel de Contaminante)

- 2 Environmental Protection Agency. Part V. Water Quality
Criteria Documents. Availability.
Federal Register 45 (231), 79318 - 79379, noviembre, 1980.

Agua Potable:

Los valores fueron calculados teniendo en cuenta la máxima protección para la salud humana a partir del riesgo de incremento de cáncer sobre un período de vida estimado en 10⁻⁵.

Agua Dulce (Protección de vida acuática):
Idem agua dulce.

Los Niveles Guía fueron seleccionados a partir de datos de toxicidad aguda y crónica y aplicando factores de seguridad adicionales para compensar la incertidumbre involucrada.

Agua Salada (Protección de vida acuática):
Idem agua dulce.

E Legislación Federal de Brasil. Res. CONAMA
(Consejo Nacional de Medio Ambiente). Junio, 1986.

Tomado de Coletânea de Legislação Ambiental Federal - Estadual,
Governo do Estado Paraná.

Secretaría de Estado de Desenvolvimento Urbano e do Medio Ambiente, 1991.

Aguas destinadas a:

- Clase 1
 - * abastecimiento doméstico luego de tratamiento simplificado.
 - * protección de comunidades acuáticas.
 - * recreación con contacto directo.
 - * irrigación de hortalizas y frutas que son consumidas crudas.
 - * crianza natural y / o intensiva (acuicultura) de especies comestibles.

Aguas salobres destinadas a:

- Clase 5
 - * recreación con contacto directo.
 - * protección de comunidades acuáticas.
 - * crianza natural y / o intensiva (acuicultura) de especies comestibles.

Aguas salobres destinadas a:

- Clase 7
 - * recreación con contacto directo.
 - * protección de comunidades acuáticas.
 - * crianza natural y / o intensiva (acuicultura) de especies comestibles.

F Analyse des Trinkwassers im Versorgungsgebiet Stadtwerke Düsseldorf AG, 1991.

G Obras Sanitarias de la Nación.

Normas mínimas de Calidad de Agua Producida y Liberada al Servicio.
Metas Futuras (1993 - 198 - 20001).

H Selección de los niveles guía de calidad de agua en función de los diferentes

usos del recurso.

Cuenca del Plata, República Argentina, 1987.

I FAO, 1985 - Máximas concentraciones de elementos trazas en agua de irrigación.

Tomado de: Kandiah,

A. 1987. - Water Quality in Food Production

- Water Quality Bulletin.

- Warer for Agriculture - Part. 1, Vol. 12, pp 3 -8.