



Universidad Nacional del Comahue  
Facultad de Ciencias del Ambiente y Salud

Licenciatura en Saneamiento y Protección Ambiental

***“Evaluación de la calidad ambiental del agua  
de los balnearios habilitados del río Limay, a  
través de la presencia del grupo  
Enterococcus”***



**Tesis de grado enmarcada en el Proyecto de Investigación: *“Indicadores Ambientales Sustentables y servicios ecosistémicos en el periurbano neuquino”*- 04/U017- Ciudad de Neuquén**

**Ciudad de Neuquén - Provincia de Neuquén - Año 2017**

**Carla Lilén Gomez - Legajo Nº 124957**

**Directora: Lic. Desirée Pezzullo. FACIAS. UNCo.**

**Co directora: Esp. Angelina Illescas. FACIAS. UNCo.**

## 1. CONTENIDO

---

1. CONTENIDO .....	2
2. ÍNDICE DE FIGURAS .....	4
3. ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	5
4. ÍNDICE DE TABLAS .....	5
5. AGRADECIMIENTOS .....	7
6. RESUMEN .....	8
7. ABSTRACT .....	10
8. INTRODUCCIÓN .....	12
9. OBJETIVOS .....	15
9.1. General .....	15
9.2. Específicos .....	15
10. ANTECEDENTES .....	16
11. MARCO TEÓRICO .....	20
11.1. Calidad ambiental .....	20
11.2. Calidad Higiénica del agua .....	20
11.3. Microorganismos Indicadores de Calidad del Agua .....	21
11.4. <i>Enterococcus</i> .....	23
11.4.1. Características de <i>Enterococcus</i> .....	24
11.5. Marco Legal .....	24
12. DISEÑO METODOLÓGICO .....	27
12.1. Área de Estudio .....	27
12.1.1. La Ciudad de Neuquén .....	27
12.1.2. El Río Limay .....	28
12.2. Sitios de Muestreo .....	29
12.3. Descripción de los Sitios de Muestreo .....	30
12.3.1. Sitio A: Río Grande .....	30
12.3.2. Sitio B: Albino Cotro .....	31
12.3.3. Sitio C: Sandra Canale .....	32
12.3.4. Sitio D: Valentina Sur .....	33
12.3.5. Sitio E: Arroyo Durán .....	34

12.4.	Diseño de Muestreo .....	35
12.5.	Análisis Microbiológicos .....	37
12.5.1.	Prueba Presuntiva .....	37
12.5.2.	Prueba Confirmatoria.....	38
12.5.3.	Prueba Complementaria de Verificación.....	39
12.5.4.	Prueba de Doble Confirmación .....	40
12.6.	Análisis de Riesgo.....	41
13.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	42
13.1.	Parámetros Fisicoquímicos .....	42
13.2.	Pruebas de Laboratorio.....	47
13.2.1.	Prueba Presuntiva y Confirmatoria .....	47
13.2.2.	Prueba de Verificación.....	49
13.3.	Análisis de Riesgo.....	51
14.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	55
15.	BIBLIOGRAFÍA .....	58
16.	ANEXOS .....	63
16.1.	Anexo I: Parámetros Estándar de Control de Balnearios en Neuquén .....	63
16.2.	Anexo II: Noticia del Diario La Mañana de Neuquén: Contaminación del Arroyo Durán.....	63
16.3.	Anexo III: Tabla con Datos de Muestreo In Situ.....	65
16.4.	Anexo IV: Tabla del Numero Más Probable.....	66
16.5.	Anexo V: Noticia del Diario La Mañana de Neuquén: situación de la Planta Tronador .....	67

## 2. ÍNDICE DE FIGURAS

---

FIGURA 1: MAPA DE UBICACION DE LOS BALNEARIOS DE LA CIUDAD DE NEUQUÉN.....	29
FIGURA 2: IMAGEN SATELITAL BALNEARIO RIO GRANDE .....	31
FIGURA 3: BALNEARIO RIO GRANDE .....	31
FIGURA 4: IMAGEN SATELITAL BALNEARIO ALBINO COTRO .....	32
FIGURA 5: BALNEARIO ALBINO COTRO .....	32
FIGURA 6: IMAGEN SATELITAL DEL BALNEARIO SANDRA CANALE .....	33
FIGURA 7: BALNEARIO SANDRA CANALE .....	33
FIGURA 8. IMAGEN SATELITAL BALNEARIO VALENTINA SUR .....	34
FIGURA 9: BALNEARIO VALENTINA SUR .....	34
FIGURA 10: IMAGEN PANORÁMICA DEL BALNEARIO VALENTINA SUR DESDE EL PUENTE A Balsa de las Perlas.....	34
FIGURA 11: IMAGEN DEL ARROYO DURÁN DESDE EL PUENTE DE CALLE LEGUIZAMÓN Y STORNI.....	35
FIGURA 12: CONSERVACIÓN DE LA MUESTRA EN RECIPIENTES DE TELGOPOR Y HIELO SECO .....	36
FIGURA 13: TOMA DE MUESTRA DEL ARROYO DURÁN .....	36
FIGURA 14: TOMA DE MUESTRA DEL BALNEARIO ALBINO COTRO.....	36
FIGURA 15: TOMA DE MUESTRA DEL BALNEARIO VALENTINA SUR .....	36
FIGURA 16: INSTRUMENTAL UTILIZADO EN EL MUESTREO.....	37
FIGURA 17: TUBO CON Y SIN RÁPIDO CRECIMIENTO EN AZIDA DEXTROSA .....	38
FIGURA 18: CALDO ENCÉFALO CORAZÓN CON CLORURO DE SODIO CON TURBIDEZ.....	38
FIGURA 19: SIEMBRA EN PLACAS CON AGAR ENCEFALO CORAZÓN .....	39
FIGURA 20: COLONIAS TÍPICAS DE ENTEROCOCCUS .....	39
FIGURA 21: PREPARACIÓN DE AGAR ENCÉFALO CORAZÓN EN PLACAS Y EN TUBOS EN PICO DE FLAUTA.....	39
FIGURA 22: TUBOS EN PICO DE FLAUTA CON DESARROLLO DE MICROORGANISMOS.....	40
FIGURA 23: PORTAOBJETOS CON PEROXIDO DE HIDROGENO .....	40
FIGURA 24: PORTAOBJETOS CON EXTENDIDO DE MUESTRA Y TINCIÓN DE GRAM .....	40
FIGURA 25: PREPARACIÓN EN EL LABORATORIO DE PORTAS LIMPIOS PARA LA REALIZACIÓN DE EXTENDIDO .....	49
FIGURA 26: EXTENDIDO DE LA MUESTRA B QUE PRESENTÓ FORMACIÓN DE BURBUJAS	50
FIGURA 27: EXTENDIDO DE LA MUESTRA C (1ML) QUE PRESENTÓ FORMACIÓN DE BURBUJAS.....	50

FIGURA 28: VISUALIZACIÓN AL MICROSCOPIO DE <i>ENTEROCOCCUS</i> , DISPUESTOS EN PARES O CADENAS CORTAS (MARCADAS EN ROJO).....	50
FIGURA 29: SE PUEDE OBSERVAR LA FORMACIÓN DE CADENAS DE <i>ENTEROCOCCUS</i> AL MICROSCOPIO.....	51

### 3. ÍNDICE DE GRÁFICOS

---

GRAFICO 1: VARIACIÓN DEL PH EN LOS DISTINTOS BALNEARIOS A LO LARGO DE TODA LA CAMPAÑA DE MUESTREO DE AGOSTO, SEPTIEMBRE Y OCTUBRE .....	42
GRAFICO 2: VARIACIÓN DE CONDUCTIVIDAD (EN $\mu\text{S}/\text{CM}$ ) EN EL TRANSCURSO DE LOS MESES MUESTREADOS, EN LOS DIFERENTES BALNEARIOS.....	43
GRAFICO 3: VARIACIÓN DE SÓLIDOS DISUELTOS (EN PPM). .....	44
GRAFICO 4: VARIACIÓN DE TEMPERATURA AMBIENTAL (EN $^{\circ}\text{C}$ ) EN LOS DISTINTOS MESES DE MUESTREO CORRESPONDIENTES A CADA SITIO MUESTREADO.....	45
GRAFICO 5: VARIACIÓN DE CAUDALES DURANTE LOS DIFERENTES DÍAS DE MUESTREO.....	46
GRAFICO 6: VARIABILIDAD ESPACIAL Y TEMPORAL DE <i>ENTEROCOCCUS</i> EN LOS DISTINTOS SITIOS, EN LOS DIFERENTES MESES DE MUESTREO. EN ROJO, LA VARIACIÓN DE CAUDAL .....	48

### 4. ÍNDICE DE TABLAS

---

TABLA 1: GUÍAS PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS CON SUS PARÁMETROS ASOCIADOS .....	41
TABLA 2: RESULTADOS EN NMP DE <i>ENTEROCOCCUS</i> POR 100 ML DE MUESTRA.....	47
TABLA 3: RESULTADOS DEL PRIMER MUESTREO CON LOS RIESGOS ASOCIADOS SEGÚN LAS NORMATIVAS VIGENTES.....	52
TABLA 4: RESULTADOS DEL SEGUNDO MUESTREO CON LOS RIESGOS ASOCIADOS SEGÚN LAS NORMATIVAS VIGENTES.....	53
TABLA 5: RESULTADOS DEL TERCER MUESTREO CON LOS RIESGOS ASOCIADOS SEGÚN LAS NORMATIVAS VIGENTES.....	53
TABLA 6: PARÁMETROS QUE SE UTILIZAN EN NEUQUÉN PARA LA DETERMINACIÓN MICROBIOLÓGICA DE LOS BALNEARIOS. FUENTE: PROPORCIONADA POR EL LIC. MARTIN HERRERA DESMIT, GERENTE CONTROL DE CALIDAD.EPAS, 2017.....	63
TABLA 7: DATOS DE CAMPO DEL PRIMER MUESTREO REALIZADO EN AGOSTO.....	65



TABLA 8: DATOS DE CAMPO CORRESPONDIENTES AL SEGUNDO MUESTREO EN SEPTIEMBRE .....	66
TABLA 9: DATOS DE CAMPO DEL TERCER MUESTREO EN OCTUBRE .....	66
TABLA 10: ÍNDICE DE NMP PARA DISTINTAS COMBINACIONES DE RESULTADOS POSITIVOS, PARA 3 DILUCIONES.....	67

## 5. AGRADECIMIENTOS

---

A mi familia, por la educación que me brindaron, por su apoyo incondicional durante todo este tiempo, por enseñarme el valor y la importancia de estudiar, por enseñarme que un tropezón no es caída y que siempre hay que ir para adelante sin bajar los brazos. Son las mejores personas del mundo entero y estoy orgullosa de tenerlos en mi vida, gracias a ellos hoy llegué hasta acá, los amo mucho Edgardo, Mimi, Eluney y Melina.

A Desi y Angie, mis directoras, por adoptarme como su tesista, por su constante apoyo y compromiso conmigo y mi investigación, por enseñarme, por meterse en este trabajo novedoso y aprender conmigo constantemente. Son dos excelentes personas y profesionales, las mejores profesoras que me tocaron durante la carrera sin dudas, y que, desinteresadamente siempre ayudan a que el alumno aprenda, avance, crezca. Sacan y potencian lo mejor de uno. Gracias por ser parte de mi vida, de mis días, por nunca dejarme sola, son un ejemplo a seguir. Las quiero mucho.

A Ger y a Marce, que sin su apoyo en el laboratorio nada de esto hubiese sido posible. Siempre predispuestos a ayudar y atentos a todo lo que iba necesitando. Gracias a ustedes, son unas excelentes personas.

## 6. RESUMEN

---

La calidad ambiental, asimismo como la calidad higiénica del agua destinada para uso recreativo, es un problema mundial, en auge en la actualidad en la Ciudad de Neuquén. En dicha ciudad, se encuentra el río Limay que es un lugar de encuentro y recreación entre los pobladores locales y una zona de atractivo turístico en época estival. Cada año, la Municipalidad de Neuquén en conjunto con la Provincia, realizan estudios microbiológicos y fisicoquímicos a los balnearios del río para habilitarlos como uso recreativo, determinados fundamentalmente por la presencia de la bacteria indicadora *Escherichia coli*.

La utilización de diversas bacterias indicadoras de contaminación fecal, proporcionan mucha información acerca del estado microbiológico del agua, ya que asociadas a éstas se encuentran patógenos que pueden ocasionar diversas enfermedades en la población. Se ha demostrado que el mejor indicador tanto para aguas dulces como saladas es el género *Enterococcus*, ya que además de proporcionar el origen de la contaminación, data la edad de la misma, debido a su resistencia a las diferentes condiciones ambientales y a su capacidad de adaptación en el medio.

La metodología de este trabajo consistió en determinar *Enterococcus spp.* mediante la técnica del Número más Probable, en muestras de agua de los balnearios de Neuquén, y adicionalmente del Arroyo Durán como foco y fuente de contaminación potencial de río Limay, en los meses de agosto, septiembre y octubre. Asimismo se tomaron parámetros ambientales y fisicoquímicos in situ y se evaluó el riesgo que tiene asociado la presencia de ésta bacteria, comparándolo con parámetros normativos Internacionales, Nacionales y Locales.

Los resultados arrojaron que de un total de 60 aislamientos, 52 resultaron positivos a la presencia de *Enterococcus*, valores que expresan un 86,66%, los cuales variaron en lugar y época de muestreo. Se determinó, además, que los parámetros climáticos y fisicoquímicos no son un condicionante para la presencia de bacterias del género *Enterococcus*, ya que se encontraron aún en condiciones extremas de pH, sólidos disueltos, conductividad, y temperatura. Al comparar con las normativas actuales, el





riesgo arrojó probabilidades altas, por sobre el 70% en los tres meses de muestreo, pudiendo generar riesgo en la salud y el ambiente. A su vez, se dejó en evidencia que la implementación de normativas creadas con estudios de otros países, conlleva a cometer sesgos, y no son representativos de cada lugar.

Palabras Clave: calidad ambiental, problemática ambiental, aguas de recreación, *Enterococcus*, riesgo.

## 7. ABSTRACT

---

The environmental quality, as well as the hygienic quality of the water destined for recreational use, is a worldwide problem, currently booming in Neuquén City. In this city, there is the Limay river, a place of meeting and recreation among local people and an area of tourist attraction in the summer, as well. Each year, authorities from the Municipality and the Province carries out microbiological and physicochemical studies of the river's waters to enable them for recreational use, decision that is determined mainly by the presence of *Escherichia coli*.

The use of various faecal contamination indicator bacterias provide a lot of information about the microbiological status of water, because there are associated with pathogens that can cause various diseases in the population. It has been demonstrated that the best indicator for both fresh and saltwater is the genus *Enterococcus*, because it not only provides the source of contamination, but also the age of it, due to its resistance to different environmental conditions and its ability to adapt to the environment.

The methodology of this work was to determine *Enterococcus spp.* by means of the technique of the most probable number, in water samples from the spas of Neuquén, and additionally from the Arroyo Durán as a source and source of potential contamination of Limay river, in the months of August, September and October. Environmental and physicochemical parameters were also taken in situ and the risk associated with the presence of this bacterium was evaluated, comparing it with international, national and local normative parameters.

The results showed that out of a total of 60 isolates, 52 were positive to the presence of *Enterococcus*, values that express 86.66%, which varied according to the places and the season in which they were taken. It was also determined that the climatic and physicochemical parameters are not a determinant of the presence of bacteria of the *Enterococcus* genus, since they were found even in extreme conditions of pH, dissolved solids, conductivity, and temperature. When compared the results with current regulations, the risk of infection showed high probabilities, over 70% in the three months of sampling, generating risk in health and the environment. At the same time, it was made evident that



the implementation of regulations created from foreign studies leads to committing biases, and and they turn out not to be representative of each place.

Keywords: environmental quality, environmental problems, recreational waters, *Enterococcus*, risk.

## 8. INTRODUCCIÓN

---

Los espacios naturales además de desempeñar importantes funciones ambientales, presentan un importante potencial recreativo que la sociedad aprovecha cada vez en mayor medida (Bengochea A., 2003). Por tal motivo, la calidad ambiental y la calidad higiénica del agua son muy importantes para la sociedad. En este sentido, el control bacteriológico eficiente de la misma es esencial para complementar un buen manejo de este recurso vital (Folabella, A., Escalante, A., Deza, A., Pérez Guzzi, J., Zamora, S., 2006).

La ciudad de Neuquén cuenta con cuatro balnearios, a los cuales cada año se le realizan estudios microbiológicos y fisicoquímicos para habilitarlos con la finalidad de que estén aptos para realizar actividades de tipo recreativo. Estos son Río Grande, Albino Cotro (ex Municipal), Sandra Canale y Valentina Sur; donde se desarrollan múltiples actividades, tanto de contacto primario (por ejemplo, natación) y secundario (como por ejemplo canotaje, pesca, etc).

En su mayoría los desechos que se producen en la tierra, especialmente por el desarrollo humano, son vertidos al medio acuático más cercano. Es por esto que la degradación de la calidad de las aguas ribereñas, puede tener diversas causas, aunque la principal es el tratamiento inadecuado de aguas residuales (urbanas, industriales y agrícolas) vertidas a través de descargas subterráneas y desembocaduras de ríos. La contaminación de las zonas ribereñas representa en la actualidad un grave problema ambiental, ya que ocasiona daños económicos y turísticos y disminuye su calidad sanitaria.

Cuando las personas entran en contacto primario con este tipo de agua, es fundamental conocer el estado sanitario de las mismas a fin de evitar la transmisión de enfermedades de origen hídrico. Se torna más importante aún, monitorear aguas recreativas que están afectadas por descargas de efluentes cloacales y/o industriales, y que pueden tener un alto riesgo de contaminación a través de bacterias patógenas y de metabolitos tóxicos, producto de floraciones algales en cuerpos eutrofizados.

Asociados a estos vertidos se encuentran una gran cantidad de contaminantes inorgánicos, orgánicos y microorganismos patógenos, cuya presencia en el medio receptor es un hecho conocido. Para poder medir el grado de contaminación

microbiológica, existen indicadores de calidad de agua, los cuales son organismos cuyas densidades o concentraciones pueden ser cualitativamente relacionadas con el riesgo para la salud que implica el uso de esta.

Díaz Pérez, M., Rodríguez Martínez, C., & Zhurbenko, (2010) sostienen que, el género *Enterococcus* suele considerarse buen indicador debido a que presenta mayor resistencia que los coliformes en condiciones adversas como congelación, desecación y como resultado de esto, sobreviven más; son más persistentes en ambientes acuáticos y en suelos contaminados que *Escherichia coli*, y resultan importantes en situaciones donde se sabe que existe contaminación fecal y no se detectan coliformes, como ocurre en los casos donde las descargas son intermitentes o más antiguas.

Asimismo, *Enterococcus* puede ser utilizado como buen indicador de la calidad microbiológica del agua para consumo humano y en el monitoreo de la eficacia de los tratamientos de desinfección utilizados para garantizar la potabilidad. Debido a su resistencia ante condiciones ambientales adversas, se los considera como los principales microorganismos indicadores en aguas recreacionales dulces y marinas (Aracel R. & Méndez V., 2004).

Ciertas especies de *Enterococcus* se encuentran formando parte de la microbiota del tracto gastrointestinal del hombre y de los animales de sangre caliente; son excretadas en sus heces, y de ahí que su presencia en el ambiente indica contaminación de origen fecal y el riesgo de aparición de gérmenes patógenos. Tienen poco potencial patogénico en el huésped normal; sin embargo, en el anciano y en el paciente inmunocomprometido, estos microorganismos se constituyen como patógenos oportunistas; pueden provocar una variedad de síndromes infecciosos graves y de difícil tratamiento en el ser humano.

Las especies más comunes que se pueden encontrar son *Enterococcus faecium*, *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus avium* y *Enterococcus gallinarum*, siendo las dos primeras de suma relevancia tanto para la salud, como para el ambiente, ya que, además éste género posee alta resistencia natural a múltiples antimicrobianos y posee capacidad de adquirir resistencia a otros (American Public Health Association [APHA], 1992).

Cuando se aplican estándares internacionales para la evaluación de riesgos, se debe tener en cuenta que la relación entre los microorganismos patógenos y los indicadores propuestos puede ser muy variable de una región a otra. Entre los factores ambientales

que inciden en esta variabilidad, pueden mencionarse: la salud general de la población que es portadora de enfermedades gastrointestinales y factores que influyen en la persistencia de los microorganismos en el medio ambiente. Además, el criterio aplicado al microorganismo indicador no debería ser el mismo para todas las estaciones del año ni para todos los países. Por lo tanto, debería tenerse en cuenta el peligro que implica el uso universal de los distintos indicadores en relación con niveles de riesgo sanitario.

La presente investigación contribuirá a aportar información acerca de la presencia de microorganismos pertenecientes al grupo *Enterococcus*, evaluando la calidad ambiental, mediante ensayos microbiológicos que permitirán inducir los riesgos asociados a estos en los balnearios de la ciudad de Neuquén. De esta manera se podrá estimar la necesidad en la implementación de programas de monitoreo y vigilancia locales.

En éste contexto, partiendo de la premisa de que el ambiente acuático del río Limay puede ser un reservorio de bacterias del género *Enterococcus*, los cuales son indicadores de contaminación de origen fecal, surgen los siguientes interrogantes: ¿En qué cantidades se encuentra el género *Enterococcus*? ¿Cuál es el riesgo que produce la presencia de *Enterococcus* en la salud de las personas y el ambiente? ¿Qué legislaciones a nivel Internacional, Nacional, Provincial y Municipal están en vigencia actualmente para la determinación de estándares microbiológicos de calidad del agua?

## 9. OBJETIVOS

---

### 9.1. GENERAL

---

- Evaluar la calidad ambiental del agua de los balnearios habilitados del río Limay, a través de la identificación de *Enterococcus*.

### 9.2. ESPECÍFICOS

---

- Cuantificar *Enterococcus* totales en muestras de agua de balnearios habilitados de la ciudad de Neuquén.
- Evaluar el potencial riesgo ambiental y sanitario producto de la presencia de *Enterococcus*.
- Determinar parámetros meteorológicos y fisicoquímicos del agua durante la estación de muestreo.
- Comparar los resultados obtenidos con la legislación internacional, nacional, provincial y municipal vigente.

## 10. ANTECEDENTES

---

A continuación se describen los antecedentes a nivel Internacional, Nacional y Locales que se tuvieron en cuenta para la presente investigación:

➤ A nivel Internacional:

- ❖ Cabelli, V. (1983). *Health Effects Criteria for Marine Recreational Waters*. U.S. Environmental Protection Agency Report (EPA):

El objetivo dicho trabajo fue buscar el mejor indicador que se correlacione con los síntomas gastrointestinales de personas que se sometían a la natación de aguas marinas destinadas a uso recreativo. La metodología adoptada consistió en evaluar durante tres años la correlación lineal de la densidad media de enterococos/100ml asociada a los síntomas gastrointestinales con la natación de 1000 personas en playas de Nueva York.

Se concluyó que *Enterococcus* era el mejor organismo indicador superando a coliformes totales, fecales o *Escherichia coli*. A su vez, el autor planteó que resulta inadecuado adoptar estándares microbiológicos sin una revisión cuidadosa teniendo en cuenta circunstancias económicas y locales de cada lugar.

➤ A nivel Nacional:

- ❖ Folabella, A., Escalante, A., Deza, A., Pérez Guzzi, J., Zamora, S., (2006). *Indicadores bacterianos de calidad de agua recreacional en la Laguna de los Padres (Buenos Aires, Argentina)*. I Congreso Internacional sobre Gestión y Tratamiento Integral del Agua, Córdoba Argentina.

El objetivo de ésta investigación fue realizar estudios diagnóstico que permitan evaluar la calidad de aguas recreacionales en diferentes centros turísticos del país. Para ello, se realizó durante tres años un muestreo mensual en seis estaciones de la Laguna de los Padres, en la ciudad de Buenos Aires. Los resultados reflejaron que el porcentaje de muestras que superó a lo establecido por la EPA aumentó durante el tercer año de muestreo. A su vez, en cuatro de las estaciones muestreadas no se superaron los límites de más de 200 coliformes fecales/100ml. Sobre 49 muestras analizadas, los



estreptococos fecales (EF), superaron los límites (>33 EF/100ml) en más oportunidades que los coliformes fecales.

Finalmente, los autores recomiendan extraer muestras más frecuentemente y utilizar coliformes fecales y estreptococos fecales como indicadores.

➤ A nivel Local:

- ❖ Cuadros, D., (2005). *Presencia de Microorganismos indicadores de contaminación fecal en suelos de calles de ripio de la ciudad de Neuquén*. Neuquén Capital, Universidad Nacional del Comahue, Escuela Superior de Salud y Ambiente.

El objetivo que persigue dicho trabajo busca una reflexión sobre los riesgos para la salud y el ambiente, ocasionados por la contaminación microbiológica de suelos.

La recopilación de datos se obtuvo de muestras de suelos tomadas durante el verano, en distintos momentos del día. Posteriormente fueron cultivadas y se realizaron los recuentos de coliformes y heterótrofos aerobios mesófilos totales, aislamientos, tipificación y antibiograma de germen.

Los resultados fueron positivos en un 100% para coliformes totales y un 71% para coliformes fecales, para el total de las muestras. Encontrándose Enterobacterias y otros bacilos Gram (-) Negativos no exigentes, determinando que la presencia de las mismas en las calles se debe al riego con agua del Arroyo Durán.

- ❖ Ugolini, F., (2006). *Estudio bacteriológico de aguas recreacionales de balnearios del río Limay en la ciudad de Neuquén*. Neuquén Capital. Universidad Nacional del Comahue, Escuela de Medicina, Cátedra de Microbiología y Parasitología.

El objetivo del presente trabajo es evaluar la posible contaminación bacteriana y físico-química de aguas recreacionales del río Limay.

A partir de los resultados obtenidos, se concluyó que la calidad físico-química del agua del período estudiado fue muy buena. Se encontró la presencia de bacterias indicadoras de contaminación fecal de cantidad variable de acuerdo a las condiciones del ambiente y variables durante el verano, superando el límite de 200 NMP/ml en el Balneario Municipal,

siendo el causante de dicha contaminación, el Arroyo Durán ya que descarga a pocos metros del mismo.

- ❖ Pezzullo, S., (2007). *Persistencia de microorganismos coliformes en suelos urbanos con contaminación antrópica discontinua*. Neuquén Capital, Universidad Nacional del Comahue, Escuela Superior de Salud y Ambiente.

El objetivo del trabajo es investigar la persistencia en suelos urbanos de la ciudad de Neuquén, de microorganismos coliformes, en épocas del año en que las calles no son expuestas al riego y determinar el potencial riesgo ambiental y para la salud de las poblaciones cercanas al sitio de estudio.

Los resultados arrojados dieron positiva la presencia de bacterias mesófilas heterótrofas aerobias totales, coliformes totales y coliformes fecales, pertenecientes a la familia de las Enterobacteriaceae. Entre los aislamientos se encontraron *Escherichia coli*, *Enterobacter*, *Klebsiellaspp*, *Ptroteus*, *Salmonella*, y *Shigella*.

Existe una correlación entre los parámetros fisicoquímicos encontrados, los registros climáticos de la época y la presencia de éstas bacterias, siendo la zona que se riega con agua del Arroyo Durán, la que contiene bacterias de origen fecal generando un riesgo para la salud y el ambiente.

- ❖ Schlenker, M., (2013). *Estudio de resistencia a antibióticos en enterobacterias en aguas recreativas de balnearios del río Limay en la ciudad de Neuquén*. Neuquén Capital, Universidad Nacional del Comahue, Facultad de Ciencias del Ambiente y la Salud.

El objetivo de la investigación es estudiar la presencia de enterobacterias productoras de enzimas carbapenemasas en el ambiente acuático del río Limay, en sitios utilizados con fines recreativos en la época estival.

Se tomaron muestras en balnearios que pertenecen al río Limay y además un balneario neuquino ubicado sobre el río Neuquén.

Dentro de las enterobacterias se identificaron los siguientes géneros y especies: *Escherichia coli*, *Enterobacter agglomerans*, *Enterobacter cloacae*, presunta *Salmonella*,

*Klebsiella oxytoca* y *Enterobacter* ssp. Además, no enterobacterias como *Aeromonas* ssp., presunto *Vibrio* y *Pseudomonas* ssp.

Se encontraron especialmente *E. coli* y *Salmonella* en los dos sitios relacionados con la descarga del Arroyo Durán, Linares y el balneario Albino Cotro.

Se concluye en el trabajo que la identificación de las mismas representaría una evidencia de contaminación de origen fecal.

## 11. MARCO TEÓRICO

---

### 11.1. CALIDAD AMBIENTAL

---

Se denomina calidad ambiental al conjunto de características (ambientales, sociales, culturales y económicas) que califican el estado, disponibilidad y acceso a componentes de la naturaleza y la presencia de posibles alteraciones en el ambiente, que estén afectando sus derechos o puedan alterar sus condiciones y los de la población de una determinada zona o región (Osorio, J., & Valencia, B., 2016).

La calidad del agua de los ríos, se ve disminuida progresivamente, como consecuencia del rápido desarrollo humano y económico y del uso inadecuado que se le ha hecho a ella como medio de eliminación de aguas residuales, ocasionando en muchos países un problema ambiental grave (Barceló, D., & López, M. J., 2008). La medición de la calidad ambiental del agua de los ríos se ha realizado tradicionalmente a través de parámetros físico-químicos y microbiológicos, los cuales son muy precisos (Sermeño Chicas, J., Serrano-Cervantes, L., Springer, M., Paniagua Cienfuegos, M. R., Pérez, D., Rivas Flores, A., & Milton, J., 2010).

### 11.2. CALIDAD HIGIÉNICA DEL AGUA

---

La Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (SSRH, 2003) define a aguas recreativas como aquellos cuerpos superficiales que se utilizan principalmente para baño y actividades deportivas. Por lo tanto, al estar el usuario en contacto primario con este tipo de agua, es fundamental conocer el estado sanitario de las mismas a fin de evitar la transmisión de enfermedades de origen hídrico. Se torna más importante aún monitorear aguas recreativas que están afectadas por descargas directas o difusas de efluentes cloacales y/o industriales, y que pueden tener un alto riesgo de contaminación a través de bacterias patógenas y de metabolitos tóxicos producto de floraciones algales en cuerpos eutrofizados (Nadal F., Ruiz, M., Rodríguez, M. I., Halac, S., & Olivera, P., 2010).

Un criterio de calidad de agua para uso recreativo, se define como una relación cuantificable de exposición-efecto basada en evidencias científicas entre el nivel de algún indicador de la calidad del agua en cuestión y los riesgos potenciales para la salud

asociados con el uso del agua con fines recreativos (Salas H., 2000), debido a que el agua contaminada, constituye un vehículo de transmisión de enfermedades infecciosas (Díaz Pérez M. et al, 2010).

La contaminación de las zonas ribereñas representa en la actualidad un grave problema ambiental, ya que ocasiona daños económicos y turísticos y disminuye su calidad sanitaria (Rodríguez Cuitiva D., 2012). La calidad del agua está afectada por diversos factores como los usos del suelo, la producción industrial y agrícola, el tratamiento que se le da al agua residual antes de ser vertida nuevamente a los cuerpos de agua, y a la cantidad misma del agua de los ríos y lagos, ya que de ésta depende su capacidad de purificación (Hakanson L., Parparov, A., Ostapenia, A., & Boulion, V., 2008).

La población microbiana normal de un curso fluvial sin contaminación y con bajo contenido de nutrientes está constituida por una variedad de especies con un número relativamente escaso de individuos pertenecientes a cada una (Grant W. & P. Long, 1989). Determinar el tipo de microorganismos presentes en el agua y su concentración proporciona herramientas indispensables para conocer la calidad de la misma y para la toma de decisiones en relación al control de vertidos, tratamiento de aguas y conservación de ecosistemas, evitando así el riesgo de contaminación para las personas y el ambiente (Pulido M., De Navia, S., Torres, S., & Prieto, A., 2005).

No obstante, existe una gran dificultad para determinar la presencia de todos los microorganismos patógenos implicados en los procesos de contaminación ambiental. Dicha determinación implica costos elevados, tiempo, y laboratorios especializados. Frente a estas dificultades y a la necesidad de hacer una evaluación rápida y fiable de la presencia de patógenos en el agua, se ha planteado la necesidad de trabajar con determinados grupos indicadores (Campos, C., 1999).

### 11.3. MICROORGANISMOS INDICADORES DE CALIDAD DEL AGUA

---

Los microorganismos indicadores de calidad del agua, son organismos cuyas densidades o concentraciones en el agua pueden ser cualitativamente relacionadas con el riesgo a la salud que implica el uso de ésta (Rodríguez Cuitiva, D., 2012), tienen un comportamiento similar a los patógenos, concentración y reacción frente a factores ambientales, pero son más fáciles, rápidos y económicos de identificar (Pulido, M., et al., 2005).

Según Fernández A. (2001), un microorganismo indicador de contaminación fecal debe reunir las siguientes características:

- Ser un constituyente normal de la flora intestinal de individuos sanos.
- Estar presente, de forma exclusiva, en las heces de animales homeotérmicos.
- Estar presente cuando los microorganismos patógenos intestinales lo están.
- Presentarse en número elevado, facilitando su aislamiento e identificación.
- Debe ser incapaz de reproducirse fuera del intestino de los animales homeotérmicos.
- Su tiempo de supervivencia debe ser igual o un poco superior al de las bacterias patógenas y su resistencia a los factores ambientales debe ser igual o superior al de los patógenos de origen fecal.
- Debe ser fácil de aislar y cuantificar.
- No debe ser patógeno.

El género *Enterococcus*, además de lo expuesto anteriormente, es considerado un buen indicador ya que es muy resistente a condiciones adversas como congelación, desecación y como resultado sobreviven más que los coliformes. Además, Aracel R. & Méndez V. (2004) postulan que pueden ser utilizados como buenos indicadores de la calidad microbiológica de agua para consumo humano y el monitoreo de la eficacia de los tratamientos de desinfección utilizados para garantizar la potabilidad. Estas bacterias no se multiplican en el medio ambiente, y a diferencia de *Escherichia coli*, son más persistentes en ambientes acuáticos y en suelos contaminados.

La identificación de *Enterococcus* es importante en situaciones donde se sabe que hay contaminación fecal producto de descargas residuales intermitentes o antiguas; de modo que mueren bacterias coliformes fecales y *Escherichia coli*, y permanecen los *Enterococcus* producto de su resistencia ante condiciones ambientales adversas. Baños Cruz, L. (2012), sostiene que el grupo de coliformes totales no constituye una fuente confiable de información, como el contenido de contaminación o la condición de una fuente de agua. Es por ésta razón, que al género *Enterococcus* se los considera como los principales microorganismos indicadores en aguas recreacionales dulces y marinas, presentando ciertas ventajas como lo son (Aracel, R. et al 2004):

- se encuentran en grandes cantidades en excretas de humanos y animales de sangre caliente,

- se han aislado en aguas de desecho y con alto grado de contaminación,
- no se han encontrado en aguas limpias, suelos y ambientes sin contacto de vida humana o animal,
- son persistentes sin multiplicarse en el ambiente,
- su aislamiento y cultivo es fácil de realizar,
- pueden ser utilizados para conocer el origen de la contaminación.

Desde el año 1983 existen criterios para la evaluación de aguas con fines recreativos, basados en concentraciones tanto de coliformes fecales como de *Enterococcus*, estableciendo límites para éstos últimos de 33 colonias/100 ml (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA], y la Organización Mundial Para la Salud [OMS]). Estos estudios también demostraron que la sintomatología gastrointestinal asociada con la natación en aguas con alta carga de éste microorganismo era mucho más predominante entre niños, de 10 años de edad o menores, por contar con sistemas inmunológicos menos desarrollados que entre adultos (Cabelli V., 1983). Estos factores implican que se debe tener precaución al aplicar directamente las relaciones desarrolladas en otras áreas al contexto latinoamericano.

#### 11.4. ENTEROCOCCUS

---

El uso de *Enterococcus* como un indicador de contaminación fecal en aguas recreacionales, nace entre los años 1973 y 1975 debido a un estudio llevado a cabo en las playas de Nueva York, donde Cabelli V. (1983) llegó a la conclusión de que *Enterococcus* como organismo indicador da la mejor correlación con síntomas gastrointestinales (vómitos, diarreas, náuseas o dolor de estómago) atribuidos a la natación en aguas contaminadas. Otros indicadores evaluados incluían coliformes totales y sus géneros componentes (*Escherichia*, *Kebsiella*, *Citrobacter-Enterobacter*), coliformes fecales, *Escherichia coli* (E. coli), *Pseudomonas aeruginosas*, etc. (Salas H., 2000).

Con los resultados de los estudios realizados, se confirmó la superioridad de *Enterococcus* como un organismo indicador debido a que Cabelli V. (1983) desarrolló una relación lineal entre la densidad media de *Enterococcus*/100 ml y los síntomas gastrointestinales asociados con la natación en 1000 personas, concluyendo que éste género es un indicador superior que coliformes totales, fecales o *Escherichia coli*.

Posteriormente, en 1984, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) presentó por primera vez la recomendación de que los Estados tomen a *Enterococcus* como los principales organismos indicadores para áreas de recreación en lugar de los indicadores aplicados en ese momento (principalmente coliformes totales y fecales).

---

#### 11.4.1. CARACTERÍSTICAS DE *ENTEROCOCCUS*

---

El grupo de Enterococos (ó *Enterococcus*) es un subgrupo de estreptococos fecales, formado específicamente por *S. faecalis*, *S. faecium*, *S. avium* y *S. gallinarum* (APHA, 1992). *Enterococcus* son cocos Gram positivos, Catalasa negativa, inmóviles, anaerobios facultativos y no forman endosporas ni cápsulas. Entre las características fisiológicas que distinguen a éste género se encuentra la habilidad para crecer en presencia de 6,5 % de NaCl; entre 10 ° C y 45 °C y pH 9,6 (Suárez Pita M., 2002).

Se encuentran formando parte de la flora intestinal del tracto gastrointestinal del hombre y en los animales de sangre caliente; son excretados en sus heces, por lo que su presencia en el ambiente indica contaminación de origen fecal y el riesgo de aparición de gérmenes patógenos pudiendo provocar enfermedades muy graves como la bacteriemia y la endocarditis, las cuales pueden ser transmitidas de persona a persona o por consumo de agua o alimentos contaminados. *Enterococcus* presenta poco potencial patogénico en el huésped normal; sin embargo, en el anciano y en el paciente inmunocomprometido, estos microorganismos constituyen patógenos oportunistas (Díaz Pérez M., 2010).

Entre las especies de mayor importancia clínica se destacan, *Enterococcus faecalis* que constituye el 85-90 % de los aislamientos en la mayoría de los laboratorios y *Enterococcus faecium* del 5-10 % de las cepas detectadas clínicamente (Suárez Pita M., 2002).

---

#### 11.5. MARCO LEGAL

---

La Organización Mundial de la Salud (OMS) formula normas internacionales bajo la forma de guías sobre el uso de las aguas recreativas y la salud. Estos niveles guía fueron establecidos para coliformes totales, termotolerantes, *Escherichia coli* y *Enterococcus* por



diversos organismos y países (Salas H, 2000; World Health Organization [WHO], 2003; Consejo de la Comunidad Europea [CEE], 2006).

Para poder evaluar el estado sanitario de las aguas destinadas a uso recreativo, es necesario contar con éstos niveles guías basados en estudios epidemiológicos (Nadal F. et al, 2010). Los mismos deberían ser interpretados o modificados en función de factores regionales o locales, como la naturaleza y severidad de enfermedades endémicas locales, el comportamiento de la población, la forma de exposición y los aspectos socioculturales, económicos, ambientales y técnicos (WHO, 2003).

Salas H. (2000), destaca que, la mayoría de los países que han promulgado estándares nacionales los han adaptado directamente, con mínimas modificaciones de aquéllos aplicados en los Estados Unidos antes de 1986, tal vez dándoles consideraciones mínimas a sus realidades económicas y prioridades de desarrollo.

Los países en desarrollo de América Latina difieren de las naciones industrializadas (donde se lleva a cabo la mayor parte de las investigaciones), en que los países en desarrollo deben destinar sus limitados recursos económicos a un número mayor de obras públicas de primera necesidad y de proyectos de desarrollo económico.

En Argentina aún no se han establecido límites para la presencia de ningún grupo de indicadores de contaminación en aguas recreacionales, únicamente se utilizan niveles guía internacionales (Folabella A. et al., 2006). La Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (SSRH) sugiere adoptar lo establecido por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, 1986) en lo que respecta a *Escherichia coli* y *Enterococcus*, estableciendo niveles para contacto directo en agua dulce correspondientes a 33 colonias/100 ml para *Enterococcus* y 126 colonias/100 ml para *Escherichia coli*.

En la Provincia de Neuquén, el Ente Provincial de Aguas y Saneamiento (EPAS) en el marco del Programa de Control Bacteriológico de Balnearios realiza estudios de aptitud del agua para uso recreativo en conjunto con la Dirección Provincial de Recursos Hídricos, la Secretaría de Estado de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Provincia de Neuquén y la Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los ríos Limay, Neuquén y Negro realizando recuentos de coliformes totales y *Escherichia coli* (*E coli*), estableciendo para uso recreativo, que no se supere la media geométrica de 200 NMP/100 ml de *E.coli*, siguiendo lo pautado por la Guía Canadiense de Calidad del Agua (ver Anexo I).

El cálculo de la concentración media geométrica debe basarse en un mínimo de cinco muestras, recogidas en los momentos y épocas adecuados, con el fin de proporcionar información representativa sobre la calidad del agua. A su vez, la guía postula que deberían iniciarse otras acciones si se sobrepasa cualquiera de estos valores de la directriz, donde la acción mínima debe consistir en un re-muestreo inmediato del sitio; además, si la autoridad responsable determina que el área no es adecuada para el uso recreativo, puede suspender su uso.

Se aconseja que las áreas recreativas de agua utilizadas habitualmente para la recreación de contacto primario sean monitoreadas al menos una vez a la semana, con un monitoreo mayor recomendado para aquellas zonas que son altamente frecuentadas o se sabe que experimentan altas densidades de usuarios (Guidelines for Canadian Recreational Water Quality, 2012).

*Enterococcus* también se reconoce como un indicador adecuado de la contaminación fecal en aguas recreativas dulces (Pruss A., 1998). En éste caso, para determinar la contaminación de un curso de agua dulce, pueden adoptarse los límites máximos de *Enterococcus* para las aguas marinas, es decir, tomando en cuenta una concentración máxima de una muestra menor o igual a 70 *Enterococcus*/100 ml (Guidelines for Canadian Recreational Water Quality, 2012).

Actualmente, en la ciudad de Neuquén, se encuentra vigente la Ordenanza N° 8320/98, sobre el Control Ambiental de las Actividades, la cual describe los parámetros a muestrear con la finalidad de que el agua de uso recreativo se encuentre apta para baño, pesca y navegación deportiva. La misma postula que la aptitud del agua depende de lo establecido por la Guía Canadiense en relación a *Escherichia coli*, y además, no debe haber presencia de: *Pseudomonas*, *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Legionella*, *Coxsackie A* y *B* y Hepatitis A.

## 12. DISEÑO METODOLÓGICO

---

### 12.1. ÁREA DE ESTUDIO

---

#### 12.1.1. LA CIUDAD DE NEUQUÉN

---

En la zona del Alto Valle de Río Negro y Neuquén, predominan las mesetas patagónicas y, en dirección Oeste-Este, se encuentran los valles fluviales de entre 5 y 15 km de ancho producto de la acción erosiva de los grandes ríos locales, como el Neuquén y el Limay. La ciudad está ubicada en la confluencia de los ríos Limay y Neuquén que dan origen al río Negro (Navarro, F., & Nicoletti, M., 2001).

La ciudad de Neuquén tuvo una gran expansión poblacional en un corto período de tiempo. Este crecimiento fue notable a partir de los años '70, donde se produjeron importantes cambios económicos en el Alto Valle aprovechando el impulso dado por el gobierno nacional a la utilización de las fuentes de energía. Como consecuencia, se licitaron amplias zonas para la explotación de los hidrocarburos y se inició la construcción de grandes represas hidroeléctricas (Grasso, O., 1998).

Estas actividades generaron expectativas y posibilidades de trabajo, provocando un importante movimiento migratorio hacia localidades del área. Los aportes migratorios, compuestos en su mayoría por jóvenes, especialmente familias recientemente constituidas, generaron a su vez una demanda tal de terrenos y viviendas que superaron con creces las posibilidades de la oferta (Grasso, O., 1998).

En este contexto se produjo un explosivo crecimiento poblacional con los consecuentes problemas ambientales que ello implica. La ciudad de Neuquén, capital de la provincia homónima, es la que recibió el mayor impacto en este sentido. Creció a un ritmo inusual en el país, de 43.000 habitantes en 1970 pasa a 167.078 en 1991 (equivalente al 43% de la población provincial).

En esta ciudad, que cuenta hoy en día con 231.780 habitantes (INDEC, 2010) aproximadamente, se concentra el accionar administrativo, político y económico de la provincia del mismo nombre (Navarro, F. et al, 2001).

Es en la actualidad el gran centro urbano, que abastece comercialmente y con servicios al Alto Valle, y es la ciudad más importante del norte de la Patagonia (Albers, C, 1996).

---

## 12.1.2. EL RÍO LIMAY

---

### 12.1.2.1. LA CUENCA

---

La cuenca del río Limay comprende el sector sur de la provincia del Neuquén y el sector norte de la provincia de Río Negro. El río Limay es uno de los principales afluentes del río Negro y drena una superficie aproximada de 56.000 km<sup>2</sup>. El río Limay, se extiende a lo largo de 430 Km de noroeste a sudeste, tiene su nacimiento en el lago Nahuel Huapi y fluye hasta la unión con el río Neuquén, para dar nacimiento al Río Negro. Tiene un caudal promedio anual 560 m<sup>3</sup>/s (Ministerio del Interior, 2011).

Como afluentes más importantes tiene ríos como el Traful y el Collón Curá. Es considerado un ambiente lótico ya que posee un flujo unidireccional desde relieves más altos a aquellos más bajos en términos relativos respecto del nivel del mar. El lago Nahuel Huapi, que es de origen glaciario y recibe aguas de los arroyos de cabecera, drena sus aguas a través del río Limay y es considerado oligotrófico que significa con bajo contenido de nutrientes.

---

### 12.1.2.2. RÉGIMEN HIDROLÓGICO

---

El régimen hidrológico natural se caracteriza por tres períodos y una doble onda de crecida. La primera desde mayo a agosto, cuando ocurre la mayoría de las lluvias sobre la cuenca, se registran caudales altos e irregulares. Las precipitaciones níveas se acumulan hasta fines de la primavera, cuando se origina el deshielo provocando la segunda onda de crecida de septiembre a diciembre. En este período se observan caudales altos y más regulares, favorecidos por la acumulación de agua en los lagos de la cuenca. El período enero-abril está regido por los volúmenes almacenados en los lagos que mantienen los caudales medios regulares en forma decreciente. Los estiajes son habituales hacia fines del verano y se extienden hasta el comienzo de las lluvias otoñales. El curso natural del río Limay ha sido modificado considerablemente por los sucesivos complejos hidroeléctricos construidos desde la década de 1970, que se han convertido en motor

fundamental del desarrollo regional (Consejo de Planificación y Acción para el Desarrollo [COPADEV], 2006).

### 12.1.2.3. CLIMA

El clima de Neuquén es continental y árido por lo que la zona se caracteriza por veranos cálidos, con una temperatura media de 24 °C. Según datos suministrados por el Servicio Meteorológico Nacional para febrero, marzo y abril de 2017, las temperaturas máximas en el norte de la Patagonia, serían superiores a lo normal, con precipitaciones normales que rondan los 300 ml anuales (Servicio Meteorológico Nacional [SMN], 2017). Las temperaturas de Agosto, rondaron un promedio de 8 °C, de Septiembre 11 °C y Octubre 14,2 °C, siendo muy variables motivo de las diferencias estacionales.

## 12.2. SITIOS DE MUESTREO

Para la realización de ésta investigación referente a la presencia de *Enterococcus* en el río Limay, se seleccionaron distintos puntos de muestreo, en los balnearios Sandra Canale, Río Grande, Albino Cotro y Valentina Sur (figura 1). Estos sitios son de uso masivo en la época estival y se encuentran habilitados por el municipio neuquino. Asimismo, se realizó un muestreo en el Arroyo Durán, fuente y foco de contaminación de los balnearios antes mencionados.



FUENTE: GOOGLE MAPS

FIGURA 1: MAPA DE UBICACION DE LOS BALNEARIOS DE LA CIUDAD DE NEUQUÉN

La habilitación municipal está determinada por varios aspectos, entre los que se encuentran: calidad microbiológica del agua de recreación, disponibilidad de infraestructura en la costa del río (parrillas, mesas, banquetas, baños públicos, cestos para los residuos, iluminación, sombra, entre otros), servicio de guardavidas y seguridad policial las 24 hs, según lo indica la Ordenanza 8927/00 de la Ciudad de Neuquén.

El Operativo de Seguridad Balnearia que se plantea desde el municipio de la Ciudad de Neuquén generalmente es desde el 1 de diciembre de un año, hasta el 15 de marzo del año siguiente. Este año se dispuso de más de 280 personas en los operativos entre guardavidas, personal de limpieza, mantenimiento, salud, y policías.

---

### 12.3. DESCRIPCIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO

---

---

#### 12.3.1. SITIO A: RIO GRANDE

---

El sitio A, se georreferencia bajo las coordenadas geográficas: S 38° 58' 48.9"; WO 68°03' 32.4". Se encuentra al sur de la ciudad, en Avenida Olascoaga al 2500 sobre las aguas del río Limay. Recientemente renovado, presenta una arquitectura urbana muy moderna y atractiva que convoca a miles de recreacionistas durante todo el año, que se acercan para disfrutar de caminatas, encuentro con amigos, tomar sol, etc. y se puede disfrutar tanto de día como de noche. Cuenta con restaurantes, vestuarios, baños, servicio de guardavidas, cestos de basura y servicio de limpieza. A continuación se muestran las imágenes correspondientes a la vista satelital del balneario (figura 2) y otra del balneario propiamente dicho (figura 3).



FUENTE: GOOGLE EARTH

FIGURA 2: IMAGEN SATELITAL BALNEARIO RIO GRANDE



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA 3: BALNEARIO RIO GRANDE

---

### 12.3.2. SITIO B: ALBINO COTRO

---

El sitio B, Albino Cotro se georreferencia bajo las coordenadas geográficas: S 38° 58' 47.2"; WO 68° 02' 72.5". Cuenta con vestuarios, duchas y quiosco, además hay un camping organizado y personal destinado para el Operativo de Seguridad Balnearia (bañeros, policía, defensa civil, servicio de limpieza). Hay instalados cestos para residuos. En la figura 4 se muestra la imagen satelital de la ubicación del Balneario, y en la figura 5, una imagen del mismo, lugar donde la población disfruta en el verano del río.



FUENTE: GOOGLE EARTH

FIGURA 4: IMAGEN SATELITAL BALNEARIO ALBINO COTRO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA 5: BALNEARIO ALBINO COTRO

---

### 12.3.3. SITIO C: SANDRA CANALE

---

El sitio C se encuentra georreferenciado bajo las coordenadas geográficas:  $38^{\circ} 59' 16.7''$ ;  $WO 68^{\circ} 04' 27.8''$ . Este balneario posee las playas más amplias y extensas sobre un brazo del río Limay. Se encuentra a 3000 m de la Ruta Nacional 22, se accede por calle Gatica, y está emplazado en un marco de tipo agreste. Ofrece servicios de parrillas, estacionamiento para autos, juegos para niños, baños y sectores con sombra. Al igual que los demás balnearios municipales habilitados, cuenta con el servicio de guardavidas durante la temporada estival y presencia policial todo el año. A continuación se muestra la figura 6 con la imagen satelital del balneario, y la figura 7 con una imagen tomada de la orilla del balneario.





FUENTE: GOOGLE EARTH

FIGURA 6: IMAGEN SATELITAL DEL BALNEARIO SANDRA CANALE



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA 7: BALNEARIO SANDRA CANALE

---

#### 12.3.4. SITIO D: VALENTINA SUR

---

El sitio D está georreferenciado bajo las coordenadas geográficas: S 38° 58' 58.4"; WO 68° 07' 58.0". Fue inaugurado el 01 de Diciembre del 2014, tiene 300 metros de costa, un cuerpo de 12 guardavidas, un sector para enfermería y otro más para la policía, estacionamiento para 210 autos, 40 parrillas, bancos, iluminación, baños, rampa para personas con movilidad reducida. Además, posee un parque acuático denominado "La Perla", ubicado en la zona de lagunas artificiales próximas al puente de Balsa Las Perlas. Se muestran en las siguientes figuras, la imagen satelital del balneario (figura 9), la imagen del balneario desde la orilla (figura 8), y adicionalmente una panorámica que visualiza toda la costa desde el puente Balsa de las Perlas (figura 10).



FUENTE: GOOGLE EARTH

FIGURA 8. IMAGEN SATELITAL BALNEARIO VALENTINA SUR



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA 9: BALNEARIO VALENTINA SUR



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA 10: IMAGEN PANORÁMICA DEL BALNEARIO VALENTINA SUR DESDE EL PUENTE A Balsa DE LAS PERLAS

---

### 12.3.5. SITIO E: ARROYO DURÁN

---

El Arroyo Durán, sitio E de muestreo, se encuentra georreferenciado por las coordenadas S 38° 58' 49.3" y WO 68° 24' 13.1". Comienza en el barrio Valentina Sur, sigue en Don Bosco II, luego pasa por el barrio Limay, atravesando de Oeste a Este a la ciudad de Neuquén y es un receptor pluvial. Es conocido en la Ciudad por recibir residuos cloacales a través de conexiones clandestinas, y la Provincia de Neuquén pretende en la actualidad poder sanearlo, debido a las diversas quejas de los vecinos por los olores que emana, y la consecuente contaminación de los ríos donde descarga. En la figura 11 se observa el Arroyo desde la calle Leguizamón y Storni.



FUENTE: DIARIO RIO NEGRO, 13/06/2017. EN: WWW.RIONEGRO.COM.AR

FIGURA 11: IMAGEN DEL ARROYO DURÁN DESDE EL PUENTE DE CALLE LEGUIZAMÓN Y STORNI

## 12.4. DISEÑO DE MUESTREO

Para el estudio microbiológico se procedió a tomar muestras de agua en los cuatro puntos de muestreo previamente indicados. El muestreo se realizó en los meses de Agosto, Septiembre, y Octubre, y se tomaron tres muestras por balneario, conformando una muestra integrada de cada uno.

Adicionalmente se tomo una muestra más del arroyo Durán, dado que el mismo se considera como fuente de contaminación del balneario Albino Cotro (Ugolini F., 2006), no habilitado en la temporada pasada (ver Anexo II).

Las muestras fueron recogidas a 1,5 centímetros de profundidad de la cota superficial, a contra corriente y a una distancia que varía de 1 a 3 metros de la orilla, para evitar el contacto con el material sólido de la orilla o del lecho del río. Las muestras se colectaron en recipientes estériles de 125 mililitros (habitualmente utilizados para urocultivos) y fueron debidamente identificadas y rotuladas. El procedimiento de toma de muestra se realizó acorde con la metodología de Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales (American Public Health Association [APHA], 1992).

A continuación se muestran las imágenes correspondientes a la toma de muestra (figuras 13, 14, 15) y conservación de las mismas (figura 12) del primer, segundo y tercer muestreo.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA 12: CONSERVACIÓN DE LA MUESTRA EN RECIPIENTES DE TELGOPOR Y HIELO SECO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA 13: TOMA DE MUESTRA DEL ARROYO DURÁN



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA 14: TOMA DE MUESTRA DEL BALNEARIO ALBINO COTRO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA 15: TOMA DE MUESTRA DEL BALNEARIO VALENTINA SUR

Los parámetros fisicoquímicos *in situ* que se tomaron fueron: temperatura, pH, oxígeno disuelto y sólidos en suspensión con el instrumental de la Facultad de Ciencias del Ambiente y la Salud, como lo muestra la figura 16. Además se relevaron las condiciones climáticas para los periodos de muestreo seleccionados.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA 16: INSTRUMENTAL UTILIZADO EN EL MUESTREO

## 12.5. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Los análisis microbiológicos se realizaron acorde con la metodología de Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales (American Public Health Association [APHA], American Water Works Association & Water Pollution Control Federation [WPCF], 1992), establecidos para recuento y aislamiento de *Enterococcus* en muestra de agua a través de la técnica del Número Más Probable (NMP).

### 12.5.1. PRUEBA PRESUNTIVA

Se llevó a cabo mediante la Técnica del Número Más Probable a través de la inoculación de una serie de tubos con medio de cultivo líquido Azida Dextrosa (APHA, 1992). Se incubaron los tubos inoculados en estufa durante 24-48 hs, a 35°C. Luego de la incubación se observaron los tubos verificando la presencia de turbidez en los mismos, resultado que se considera positivo según la técnica realizada, como lo muestra la figura 17. Los valores se expresaron en NMP/100ml.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

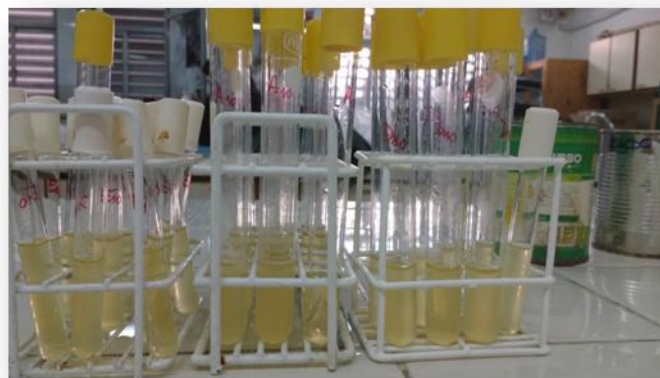
FIGURA 17: TUBO CON Y SIN RÁPIDO CRECIMIENTO EN AZIDA DEXTROSA

---

### 12.5.2. PRUEBA CONFIRMATORIA

---

Solo aquellos tubos que fueron positivos en la Prueba Presuntiva, fueron sometidos a ésta determinación, la cual se realizó con medio líquido Encéfalo Corazón Infusión, adicionando 6,5% de ClNa para la selectividad de colonias de *Enterococcus*. Los mismos se incubaron a 35°C en estufa por un tiempo de 24-48 hs. La presencia de turbidez es confirmación de que son *Enterococcus*, tal como se muestra en la figura 18. Estos resultados se expresan como NMP/ml según el Standard Methods.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

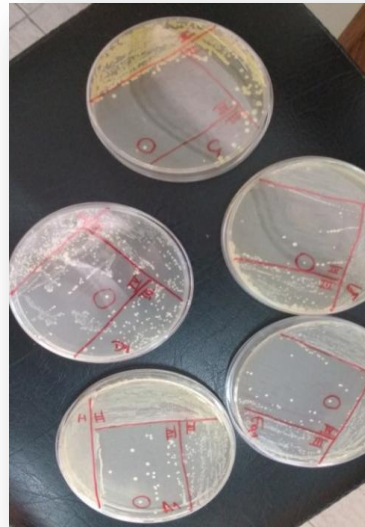
FIGURA 18: CALDO ENCÉFALO CORAZÓN CON CLORURO DE SODIO CON TURBIDEZ

### 12.5.3. PRUEBA COMPLEMENTARIA DE VERIFICACIÓN

Como prueba de verificación, se sembró en Agar Encéfalo Corazón cada uno de los tubos positivos de la prueba confirmatoria (figura 19). Las placas fueron incubadas en estufa a 35 °C por 24 hs. Luego de la incubación se pudo observar el desarrollo de colonias típicas (figura 20) y de esta manera realizar los posteriores aislamientos.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA  
FIGURA 20: SIEMBRA EN PLACAS CON AGAR ENCEFALO CORAZÓN



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA  
FIGURA 19: COLONIAS TÍPICAS DE ENTEROCOCCUS

Los aislamientos de las colonias típicas se realizaron en tubos con Agar Encéfalo Corazón en pico de flauta como se muestra en las figuras 21 Y 22. Los mismos se incubaron a 35°C por 24 hs.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA  
FIGURA 21: PREPARACIÓN DE AGAR ENCEFALO CORAZÓN EN PLACAS Y EN TUBOS EN PICO DE FLAUTA



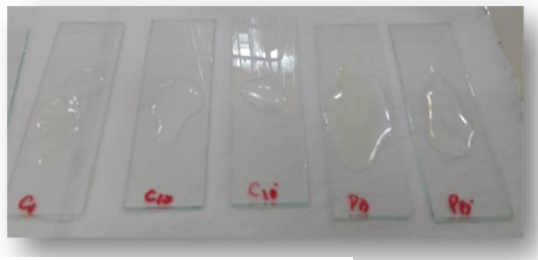
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA 22: TUBOS EN PICO DE FLAUTA CON DESARROLLO DE MICROORGANISMOS

#### 12.5.4. PRUEBA DE DOBLE CONFIRMACIÓN

Se realizó una doble confirmación según las normas APHA 1992, la cual consistió en transferir con ansa una porción de inóculo obtenido de los aislamientos antes mencionados a dos portas limpios, donde a uno de ellos se le adiciono unas gotas de peróxido de hidrógeno al 3% como se muestra en la figura 23. La aparición de burbujas constituye una prueba de catalasa positiva e indica que la colonia no pertenece al grupo de *Enterococcus*.

Si la prueba de catalasa era negativa, es decir, si no aparecían burbujas, se le realizaba al segundo porta una Tinción de Gram como se muestra en la figura 24 y se observó al microscopio para visualizar las cadenas cortas o pares de cocos Gram positivos, característicos de *Enterococcus* (APHA, 1992).



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA 23: PORTAOBJETOS CON PEROXIDO DE HIDROGENO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA 24: PORTAOBJETOS CON EXTENDIDO DE MUESTRA Y TINCIÓN DE GRAM



## 12.6. ANÁLISIS DE RIESGO

Henry Salas (1989) postula que, el criterio de calidad del agua para uso recreativo se define como una relación cuantificable de exposición y efecto, basada en pruebas científicas, entre el nivel de algún indicador de calidad del agua y los riesgos potenciales para la salud asociados con su uso. Una guía de calidad del agua derivada de este criterio es la concentración máxima sugerida del indicador en el agua, que está asociada con riesgos inaceptables para la salud. Por ello, para el análisis de riesgo se tomaron en cuenta tres criterios, los cuales son: riesgo alto, riesgo medio y riesgo bajo según las diferentes normativas vigentes. A continuación se muestra la Tabla 1 con los criterios adoptados.

TABLA 1: GUÍAS PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS CON SUS PARÁMETROS ASOCIADOS

		Tipos de Riesgo		
		RIESGO BAJO	RIESGO MEDIO	RIESGO ALTO
G u í a  V i g e n t e s	Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación	MENOR a 33 NMP/ 100 ml de agua	IGUAL a 33 NMP/ 100 ml de agua	MAYOR a 33 NMP/ 100 ml de agua
	Guía Canadiense para la Calidad del Agua	MENOR a 70 NMP/ 100 ml de agua	IGUAL a 70 NMP/ 100 ml de agua	MAYOR a 70 NMP/ 100 ml de agua
	Ordenanza 8320/98 de la Ciudad de Neuquén	Sin presencia de <i>Enterococcus</i>	No aplica	Con presencia de <i>Enterococcus</i>

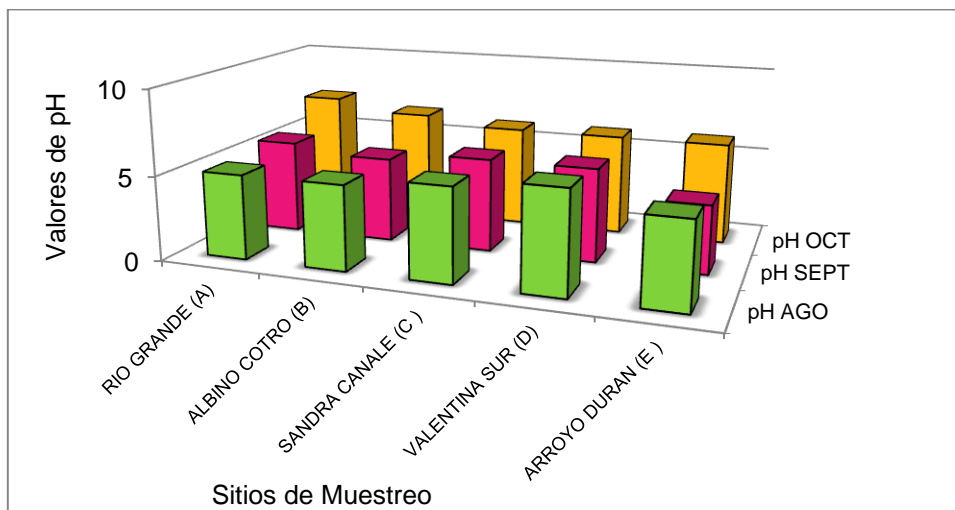
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

## 13. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 13.1. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS

Los datos determinados in situ son importantes ya que permiten entender bajo qué parámetros se desarrollan las bacterias. A continuación se reflejan dichos resultados, y, en el Anexo III se encuentra la tabla con cada valor obtenido:

- **pH:** A continuación se muestra el gráfico con resultados obtenidos de pH:



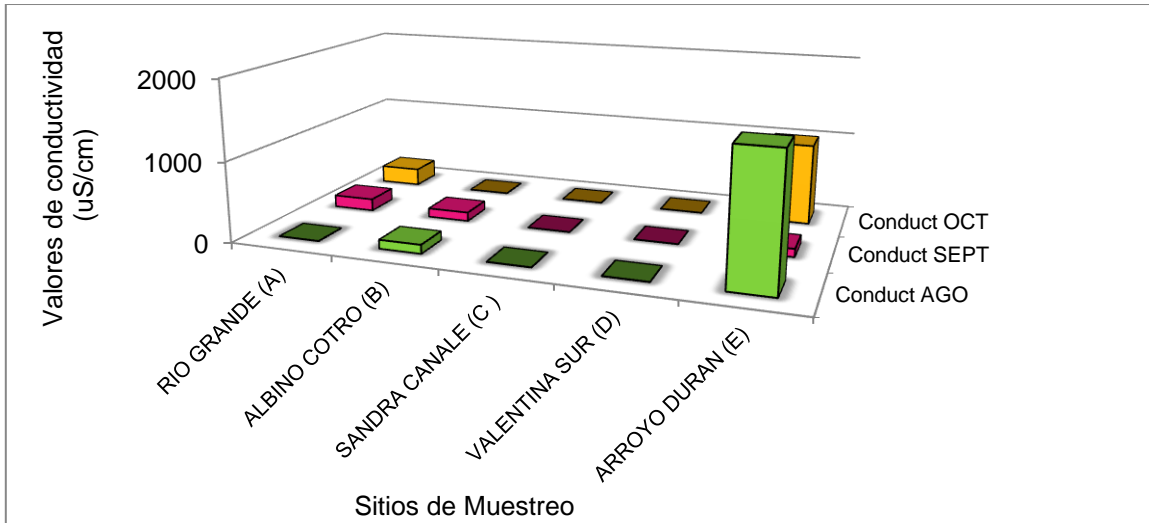
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

GRAFICO 1: VARIACIÓN DEL PH EN LOS DISTINTOS BALNEARIOS A LO LARGO DE TODA LA CAMPAÑA DE MUESTREO DE AGOSTO, SEPTIEMBRE Y OCTUBRE

Se puede observar que el pH de las muestras para agosto y septiembre es levemente ácido ubicándose en un rango que va de los 4 a los 5,5. En el mes de octubre, hubo un aumento del pH, llegando a valores más cercanos a la neutralidad, siendo un parámetro normal en cuerpos de agua dulce.

Norma Malaver, Rodríguez, M., Montero, R., Aguilar, V., & Salas, M. (2014) postulan que, los valores de pH menores a 7 pueden estar relacionados con procesos de descomposición de materia orgánica, la cual conlleva a la liberación de ácidos. También a la presencia del CO<sub>2</sub> disuelto en el agua proveniente de la descomposición o del aporte atmosférico.

- **Conductividad:** Los parámetros de conductividad detectados durante toda la campaña de muestreo se muestran en el gráfico 2:



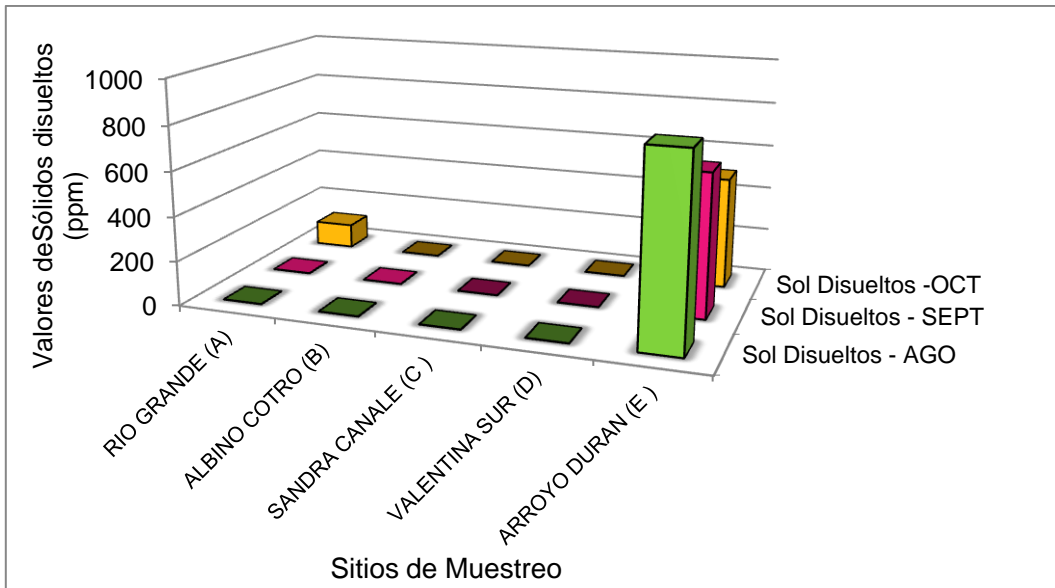
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

GRAFICO 2: VARIACIÓN DE CONDUCTIVIDAD (EN  $\mu\text{S}/\text{CM}$ ) EN EL TRANCURSO DE LOS MESES MUESTREADOS, EN LOS DIFERENTES BALNEARIOS

En relación a la conductividad, los valores fueron muy dispersos entre balnearios en el mismo día de muestreo, y en relación a los diferentes meses muestreados, donde el Arroyo Durán presenta los valores de conductividad más elevados a diferencia del resto de los balnearios.

En esta investigación, se pueden atribuir las diferencias de conductividad, debido a descargas de aguas residuales y contaminantes clandestinas interrumpidas durante los diferentes momentos del día, lo que ocasionarían las fluctuaciones en las distintas mediciones generadas (Araujo, M., 2011).

- **Sólidos Disueltos:** En el gráfico 3 se muestra la variación de sólidos disueltos (en ppm) en los diferentes sitios, durante toda la campaña de muestreo:



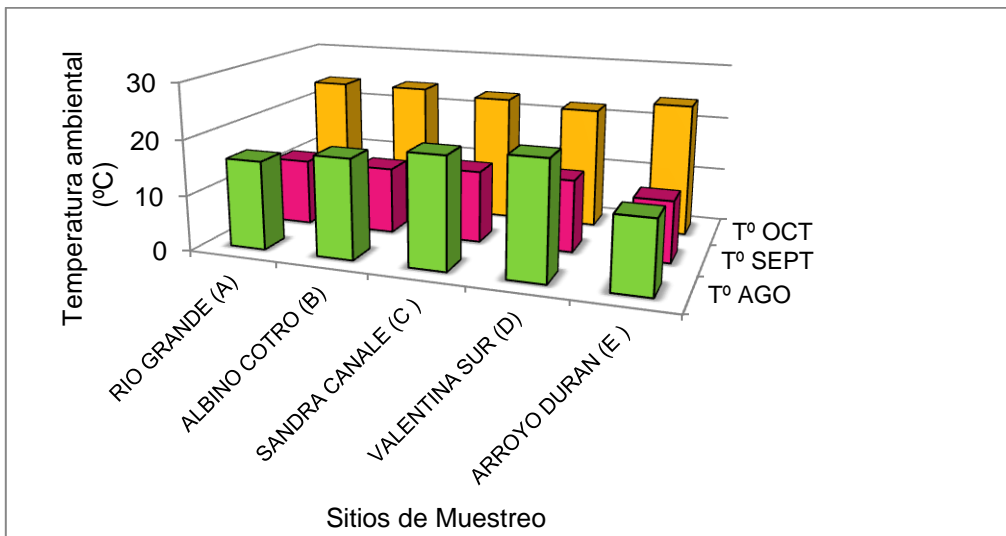
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

GRAFICO 3: VARIACIÓN DE SÓLIDOS DISUELTOS (EN PPM).

En relación al parámetro Sólidos Disueltos, los valores obtenidos marcan un notable incremento en el sitio E (Arroyo Durán), resultado esperable, dado que al ser un arroyo, posee mayor cantidad de vegetación debido al contenido de materia orgánica, menos corriente de agua y por lo tanto, mayor estancamiento.

Los sedimentos suspendidos son un elemento importante, debido a que altas concentraciones de los mismos, provocan una reducción en la penetración de luz, afectando la actividad microbiológica y vegetal. Se atribuye el incremento de sólidos a los aportes clandestinos de aguas residuales arrojados al Arroyo Durán (Araujo, M., 2011).

- **Temperatura ambiental:** La temperatura ambiental registrada durante los distintos meses de muestreo se reflejan en el gráfico 4:



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

GRAFICO 4: VARIACIÓN DE TEMPERATURA AMBIENTAL (EN °C) EN LOS DISTINTOS MESES DE MUESTREO CORRESPONDIENTES A CADA SITIO MUESTREADO

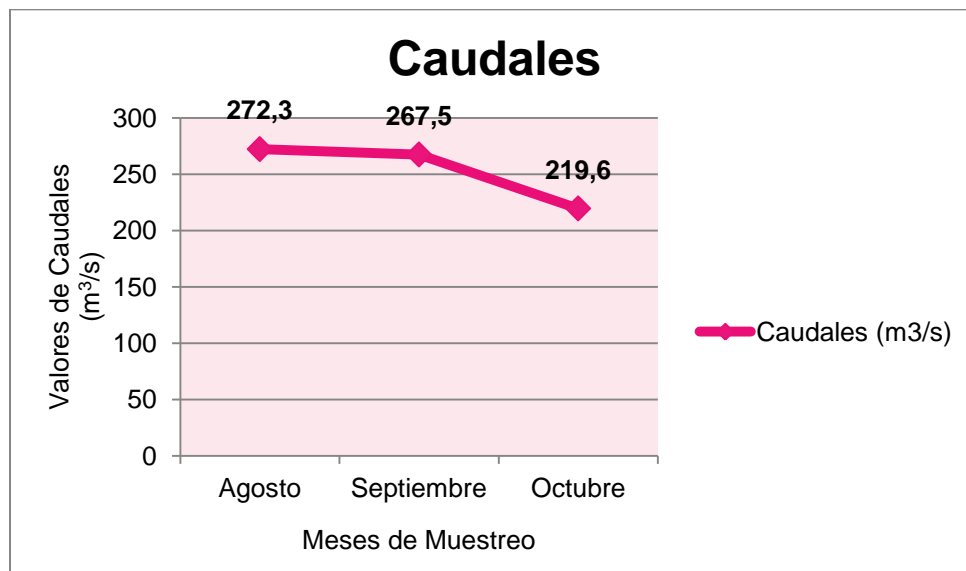
La temperatura registró variaciones debido a las diferentes horas de muestreo y durante los períodos muestreados, la mayor heterogeneidad en las variaciones de temperatura se evidenció en agosto registrándose una mínima de 13°C y una máxima de 21°C y, con menores variaciones en septiembre, donde se registró una mínima de 11°C y una máxima de 13°C. Finalmente, durante octubre, la temperatura fue más homogénea durante el día sin registrarse mucha amplitud, variando de 22°C a 24°C, siendo la temperatura más alta registrada en la campaña de muestreo.

Este parámetro influye sobre las comunidades acuáticas, debido a que la actividad de los organismos depende de un óptimo de temperatura del agua, que es directamente proporcional a la temperatura ambiental, la cual influye en la variación de las reacciones enzimáticas, particularmente en la actividad de los organismos descomponedores (Malaver N., et. al 2014).

• **Caudales:** Los valores de caudales, para los días de muestreo, fueron proporcionados por la Autoridad Interjurisdiccional de Cuencas (AIC), los mismos se citan a continuación:

- 21/08/2017: 272,3 m<sup>3</sup>/s.
- 05/09/2017: 267,5 m<sup>3</sup>/s.
- 17/10/2017: 219,6 m<sup>3</sup>/s

A continuación, en el gráfico 5, se refleja la variación:



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

GRAFICO 5: VARIACIÓN DE CAUDALES DURANTE LOS DIFERENTES DÍAS DE MUESTREO

Como se puede observar, el mayor caudal se refleja en agosto, se mantiene casi constante en septiembre, y disminuye hacia el mes de octubre.

La variabilidad del caudal en los diferentes meses muestreados, se debe a la influencia que posee la Planta de Aguas Pesadas de Arroyito ubicada aguas arriba, la cual condiciona el aporte de agua en los balnearios de la Ciudad de Neuquén.

## 13.2. PRUEBAS DE LABORATORIO

### 13.2.1. PRUEBA PRESUNTIVA Y CONFIRMATORIA

A continuación se muestran los resultados obtenidos para la prueba presuntiva y confirmatoria, los mismos surgen de la utilización de la Tabla para el cálculo del Número Más Probable (ver Anexo IV), para tres tubos por dilución (10 ml, 1 ml y 0,1 ml) [APHA, 1992]. Se debe tener en cuenta que los sitios de muestreo fueron identificados como A: Rio Grande; B: Albino Cotro; C: Sandra Canale; D: Valentina Sur y E Arroyo Durán.

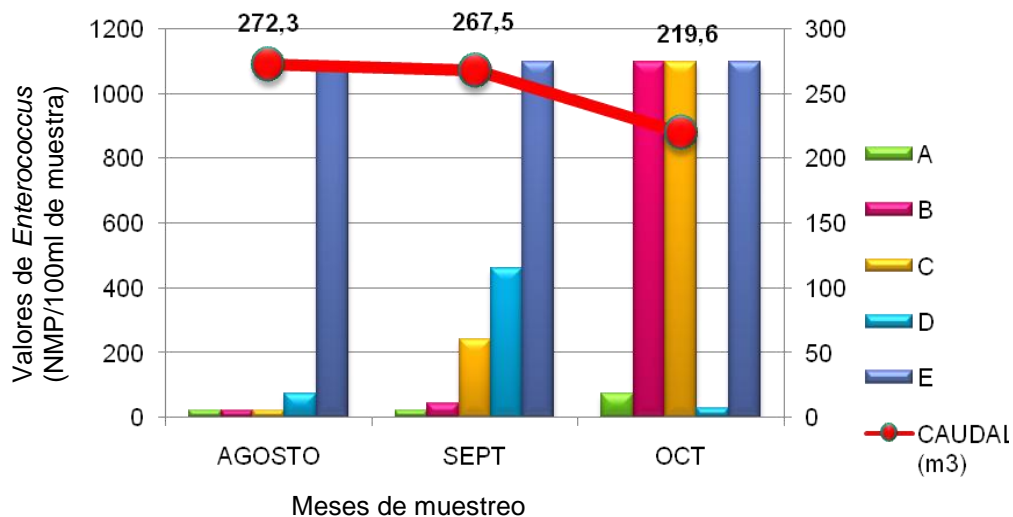
TABLA 2: RESULTADOS EN NMP DE *ENTEROCOCCUS* POR 100 ML DE MUESTRA

PRIMER MUESTREO					
PRUEBA PRESUNTIVA (resultados en NPM/100 ml de muestra)					
CALDO AZIDA DEXTROSA	A	B	C	D	E
	23	23	23	75	>1100
PRUEBA CONFIRMATORIA (resultados en NPM/100 ml de muestra)					
CALDO ENCÉFALO CORAZÓN CON NaCl	23	23	23	75	>1100
SEGUNDO MUESTREO					
PRUEBA PRESUNTIVA (resultados en NPM/100 ml de muestra)					
CALDO AZIDA DEXTROSA	A	B	C	D	E
	21	43	240	460	>1100
PRUEBA CONFIRMATORIA (resultados en NPM/100 ml de muestra)					
CALDO ENCÉFALO CORAZÓN CON NaCl	21	43	240	460	>1100
TERCER MUESTREO					
PRUEBA PRESUNTIVA (resultados en NPM/100 ml de muestra)					
CALDO AZIDA DEXTROSA	A	B	C	D	E
	75	1100	>1100	29	>1100
PRUEBA CONFIRMATORIA (resultados en NPM/100 ml de muestra)					
CALDO ENCÉFALO CORAZÓN CON NaCl	75	1100	>1100	29	>1100

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Las características fisiológicas que distinguen al género *Enterococcus* son la habilidad para crecer en presencia de 6,5% de cloruro de sodio; a temperaturas entre 10 °C y 45 °C y rango de pH entre 4,6 y 9,6 (Pucciarelli, A., Tessari, A., & Von Specht., M., 2014).

A continuación se muestra en el gráfico 6, la variabilidad espacial y temporal de bacterias a lo largo de las campañas de muestreo:



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

GRAFICO 6: VARIABILIDAD ESPACIAL Y TEMPORAL DE *ENTEROCOCCUS* EN LOS DISTINTOS SITIOS, EN LOS DIFERENTES MESES DE MUESTREO. EN ROJO, LA VARIACIÓN DE CAUDAL

Como se puede observar, se encontraron diferencias significativas de la cantidad de *Enterococcus* entre los periodos de muestreo. Su presencia, variación y abundancia de estos indicadores en los diferentes sectores de los balnearios, durante los muestreos, son atribuibles a que este grupo posee una mayor resistencia ante factores de estrés ambiental, tales como temperatura, pH, salinidad, luz solar, etc., que los caracterizan como mejores indicadores con respecto a las bacterias coliformes fecales (Malaver, N. et al, 2014).

En concordancia con lo planteado por Malaver, N., (2014), Trujillo, J. (2014), y Rodriguez Cuitiva, D., (2012), este estudio permitió confirmar la heterogeneidad espacial y temporal a través de bacterias bioindicadoras de la calidad del agua, con niveles de *Enterococcus* superiores a los límites permisibles por la OMS, lo que ha constituido un riesgo para la salud humana. Ésta heterogeneidad, puede deberse a que el recuento bacteriano es una



medida variable de la calidad del agua, ya que fluctúa en varios órdenes de magnitud, incluso en un mismo periodo de muestreo y puede deberse a descargas discontinuas en diferentes momentos del día, o al aporte continuo de aguas residuales sin tratar (ver Anexo V).

El comportamiento de la distribución bacteriológica en los balnearios podría asociarse a la hidrodinámica de la zona, ya que la circulación de las aguas del río Limay está determinada por las variaciones de caudal, las cuales son modificadas por las represas ubicadas río arriba, como la Planta Industrial de Agua Pesada de Arroyito.

---

### 13.2.2. PRUEBA DE VERIFICACIÓN

---

A continuación en la Figura 25, se muestra la preparación en el laboratorio para proceder a las pruebas de verificación:



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA 25: PREPARACIÓN EN EL LABORATORIO DE PORTAS LIMPIOS PARA LA REALIZACIÓN DE EXTENDIDO

De un total de 60 aislamientos, 52 dieron negativos a la prueba Catalasa no presentando burbujas al adicionar peróxido de hidrogeno; es decir, el 86,66% son *Enterococcus*. En las Figuras 26 y 27 se muestran aquellos asilamientos que dieron Catalasa positiva, por lo que no son *Enterococcus*:



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

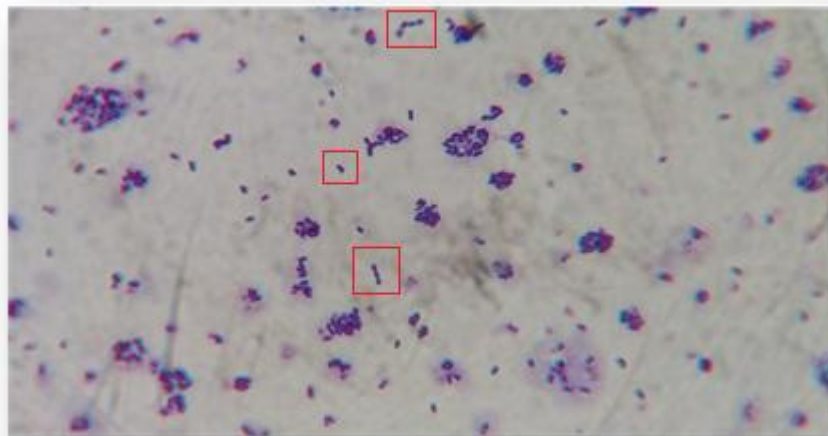


FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA 26: EXTENDIDO DE LA MUESTRA B QUE PRESENTÓ FORMACIÓN DE BURBUJAS

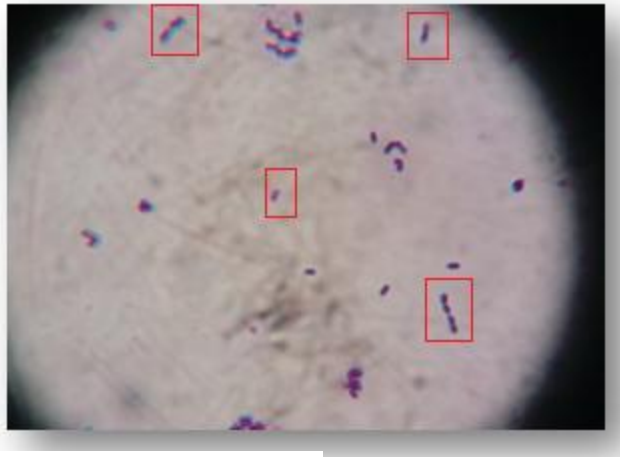
FIGURA 27: EXTENDIDO DE LA MUESTRA C (1ML) QUE PRESENTÓ FORMACIÓN DE BURBUJAS.

Para continuar con la verificación, se realiza la Tinción de Gram y posterior observación en microscopio. *Enterococcus* son células esféricas u ovoides, de tamaño  $0,6-2,0 \times 0,6-2,5 \mu\text{m.}$ , son cocos Gram positivos, no formadores de endosporas. Se presentan en forma de pares o de cadenas cortas (Díaz Pérez M. et. al. 2010). A continuación se visualizan las imágenes de dichos resultados, en las figuras 28 y 29:



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA 28: VISUALIZACIÓN AL MICROSCOPIO DE *ENTEROCOCCUS*, DISPUESTOS EN PARES O CADENAS CORTAS (MARCADAS EN ROJO)



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA 29: SE PUEDE OBSERVAR LA FORMACIÓN DE CADENAS DE *ENTEROCOCCUS* AL MICROSCOPIO

### 13.3. ANÁLISIS DE RIESGO

---

A continuación se diferenciarán los resultados de riesgo por muestreo realizado:

- Primer muestreo:

En cuanto a los resultados en el mes de agosto, los balnearios Río Grande, Albino Cotro y Sandra Canale, poseen un riesgo bajo según lo estipulado por La Secretaría de Recursos Hídricos de la Nación, y por la Guía Canadiense de Calidad del Agua para usos recreacionales. En relación al Balneario Valentina Sur y el Arroyo Durán el riesgo para la Salud y el Ambiente son altos según las tres normas. Todos los balnearios dan riesgo alto si se tiene en cuenta la Ordenanza 8320/98 de la Ciudad de Neuquén, ya que con la presencia de *Enterococcus*, los balnearios no deberían estar habilitados. A continuación se muestra la Tabla 3 reflejando los resultados referentes a los riesgos:

TABLA 3: RESULTADOS DEL PRIMER MUESTREO CON LOS RIESGOS ASOCIADOS SEGÚN LAS NORMATIVAS VIGENTES

M P U R E I S M T E R E O	Sitios de Muestreo	NMP Enterococcus/ 100 ml	Secretaria de Recursos Hídricos de la Nación	Guia Canadiense para la calidad del Agua	Ordenanza 8320/98 de la Ciudad de Neuquén
	A	23	BAJO	BAJO	ALTO
	B	23	BAJO	BAJO	ALTO
	C	23	BAJO	BAJO	ALTO
	D	75	ALTO	ALTO	ALTO
	E	> 1100	ALTO	ALTO	ALTO

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- Segundo muestreo:

Si tenemos en cuenta los resultados de septiembre podemos observar que el balneario Río Grande, se posiciona por debajo de los límites de la Guía Canadiense de Calidad del Agua y de lo adoptado por la Secretaria de Recursos Hídricos de la Nación, arrojando un riesgo bajo. El balneario Albino Cotro, supera lo establecido por la Secretaria de Recursos Hídricos de la Nación, pero no supera lo establecido por la Guía Canadiense, siendo en este caso un riesgo bajo. Si observamos los balnearios Sandra Canale, Valentina Sur y el Arroyo Durán, superaron ampliamente lo estipulados por las normas, lo cual significa riesgo alto para la población y el medio ambiente. A su vez, todas las muestras dieron presencia de *Enterococcus*, por lo que también se incumple la Ordenanza de la Ciudad de Neuquén. Esto se refleja en la Tabla 4:

TABLA 4: RESULTADOS DEL SEGUNDO MUESTREO CON LOS RIESGOS ASOCIADOS SEGÚN LAS NORMATIVAS VIGENTES

M S E G U N D O	Sitios de Muestreo	NMP Enterococcus/ 100 ml	Secretaría de Recursos Hídricos de la Nación	Guía Canadiense para la calidad del Agua	Ordenanza 8320/98 de la Ciudad de Neuquén
	A	21	BAJO	BAJO	ALTO
	B	43	ALTO	BAJO	ALTO
	C	240	ALTO	ALTO	ALTO
	D	460	ALTO	ALTO	ALTO
	E	> 1100	ALTO	ALTO	ALTO

FUENTE. ELABORACIÓN PROPIA

- Tercer muestreo:

En relación al muestreo del mes de Octubre, los balnearios Río Grande, Albino Cotro, Sandra Canale y el Arroyo Durán presentan riesgo alto según todas las normativas, y el balneario Valentina Sur, solo presentó riesgo bajo según la Guía Canadiense. Teniendo en cuenta este último caso, el riesgo es bajo, pero se podría adoptar que el balneario tiene riesgo medio, ya que si bien límite es de 70 NMP/100 ml, el resultado arrojó 53 NMP/100 ml, siendo un valor numérico no tan bajo. Esto se refleja en la tabla 5:

TABLA 5: RESULTADOS DEL TERCER MUESTREO CON LOS RIESGOS ASOCIADOS SEGÚN LAS NORMATIVAS VIGENTES

M T E R C E R O	Sitios de Muestreo	NMP Enterococcus/ 100 ml	Secretaría de Recursos Hídricos de la Nación	Guía Canadiense para la calidad del Agua	Ordenanza 8320/98 de la Ciudad de Neuquén
	A	75	ALTO	ALTO	ALTO
	B	1100	ALTO	ALTO	ALTO
	C	> 1100	ALTO	ALTO	ALTO
	D	53	ALTO	BAJO	ALTO
	E	> 1100	ALTO	ALTO	ALTO

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Si observamos los resultados de toda la campaña de muestreo, el riesgo de contraer enfermedades es superior al 70 % en los meses de agosto, septiembre y octubre. Según



lo que plantea Barrantes K., Chacón, L., Solano, M., & Achí, R., (2012), la población que habita y frecuenta mayormente los lugares destinados a la recreación, presentan mayor riesgo de contraer enfermedades infecciosas como diarreas y gastroenteritis. En el caso de la transmisión por contacto, el riesgo de infección con patógenos presentes en las aguas contaminadas aumenta de acuerdo al grado de exposición. En actividades como la natación o el buceo, hay un alto riesgo de transmisión de microorganismos patógenos por medio del contacto con la piel y membranas mucosas, además de probabilidad de inhalar accidentalmente e incluso, ingerir agua.

## 14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

---

La evaluación fisicoquímica y bacteriológica presenta actualmente una condición crítica en la calidad del agua de los balnearios de la Ciudad de Neuquén, y esto es producto del problema en la eliminación de sus residuos cloacales debido a su gran desarrollo urbano y poblacional, lo que resulta de un continuo aporte de materiales de desechos a los canales de desagüe, generando un aumento de la contaminación de los mismos y, por lo tanto del río Limay. Asimismo, los aportes adicionales de aguas residuales no tratadas provenientes de fuentes continuas de contaminación como por ejemplo la planta de tratamiento en la Ciudad de Plottier, explican por qué los muestreos podrían reflejar variaciones tan grandes en fechas muy cercanas.

El río Limay se comporta como un mosaico de microambientes con características específicas en cada balneario y las condiciones ambientales tales como la temperatura ambiental, pH, sólidos disueltos en el agua y conductividad, pueden afectar la actividad microbiana, por lo que es necesario monitorearlos continuamente bajo un programa establecido para mantener su control.

Los aislamientos e identificación de bacterias típicas a partir de las muestras de estudio en los diferentes balnearios indicaron que de un total de 60 aislamientos, 52 resultaron positivos a la presencia de *Enterococcus*, representado por un 86,66%, valor que fue muy variable en tiempo y espacio. Esto proporciona un dato no menor, si tenemos en cuenta que actualmente, no se está llevando a cabo la determinación de ésta bacteria en conjunto con *Escherichia coli*, ya que como se mencionó en el presente trabajo, ambas especies son las mejores indicadoras de contaminación fecal. Por lo expuesto, no debería descartarse su análisis en conjunto para la habilitación de balnearios de la Ciudad de Neuquén.

Es válido aclarar que el Arroyo Durán no es un balneario, sino que se trata de un cauce pluvioaluvional que posee importancia en la presente investigación, debido a que sus aguas se emplean para riego de calles urbanas, riego de espacios verdes y, que desemboca en un brazo del río Limay utilizado para recreación. El arroyo, es un sitio muy valioso para la determinación de *Enterococcus*, ya que el curso de agua posee numerosas descargas clandestinas de efluentes cloacales, y es un foco de contaminación

potencial, tanto para la población que lo rodea como para el balneario Albino Cotro, dado que las determinaciones en todos los muestreos superaron los 1100 NMP de bacterias/100 ml de muestra.

La Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación, la Guía Canadiense de la Calidad del Agua, así como la Ordenanza Municipal de la Ciudad de Neuquén, establecen estándares microbiológicos y límites máximos permisibles de contaminación de cuerpos de agua dulce destinados al uso recreacional de las personas, basados en estudios realizados en otros países donde las características ambientales, acuáticas y ecosistémicas en general, difieren de un sitio a otro. Asimismo, cuando estos valores son adoptados por cada lugar para la determinación de riesgos ambientales y a la salud de las personas, conlleva a cometer sesgos cuando son aplicados. La adaptación simple de un grupo particular de estándares se considera inapropiada sin una revisión cuidadosa de las circunstancias locales y los factores económicos locales/nacionales.

Adicionalmente, no existe un sustento técnico de antecedentes de investigaciones y/o justificativos a nivel local, que avalen el uso de la Guía Canadiense de Calidad del Agua como la mejor norma para aplicar en la Ciudad de Neuquén. Asimismo, la Ordenanza vigente tampoco es bien aplicada ya que se omite la determinación de *Enterococcus* y otras bacterias que son de suma importancia en cuanto a problemas ambientales y para la salud.

En relación a los resultados arrojados del riesgo ambiental y sanitario que proporciona la presencia de *Enterococcus* en los balnearios de la Ciudad de Neuquén, es elevado si tenemos en cuenta que estos son un atractivo en épocas estivales. Los resultados arrojaron que existe una probabilidad superior al 70 % si las personas entran en contacto con el agua de los balnearios de Neuquén, indistintamente de la época del año que se esté muestreando pudiendo generar perjuicios en la salud que conlleven a numerosas enfermedades, asimismo deteriorando las características del ambiente, si lo comparamos con las normativas vigentes. El riesgo varía considerablemente, siendo un aspecto que está muy determinado por momentos, es decir, la probabilidad de contraer enfermedades en la población depende de la exposición de los mismos a las aguas destinadas a recreación, y del contenido microbiológico que contenga en ese momento el río Limay.

Por lo expuesto anteriormente, con esta investigación se puede evidenciar que la presencia *Enterococcus* en las aguas destinadas para uso recreativo es un problema



ambiental global, que alcanza a la Ciudad de Neuquén, ya que quedó explícito que se encuentra en los balnearios en cantidades variables, generando una disminución de la calidad ambiental, afectando directamente a la calidad higiénica del agua provocando su deterioro y generando diferentes perjuicios ambientales y a la salud de las personas que hacen uso de los espacios recreativos, fundamentalmente en épocas estivales. Por ello se recomienda:

- La utilización del presente trabajo como estudio base para futuras investigaciones a nivel local, de la importancia de *Enterococcus* como bacteria indicadora de contaminación fecal.
- La realización de estudios microbiológicos similares y/o más profundos, que permitan ampliar la información acerca de la calidad del agua del río Limay de la Ciudad de Neuquén, incluyendo a *Enterococcus* como una bacteria de vital importancia para la habilitación de los balnearios.
- Profundizar el estudio microbiológico, realizando pruebas bioquímicas que permitan establecer el género y especie de *Enterococcus*, ya que nos permitiría, conocer la procedencia de la contaminación y saber qué enfermedades están directamente asociadas para poder prevenirlas. Para ello, se deben implementar programas acordes poniendo énfasis en las fuentes de contaminación para disminuir el riesgo.
- La implementación de programas semanales durante todo un año por parte del Municipio y de la Provincia de Neuquén, con la finalidad de recabar parámetros microbiológicos, para la elaboración de una guía con límites de detección en intervalos, que permitan establecer ponderaciones del riesgo asociado que conlleva la presencia de *Enterococcus*, sin necesidad de acudir a las guías internacionales para evitar ambigüedades en la interpretación de resultados
- Elaboración de estrategias de Educación Ambiental dirigida a los vecinos de la ciudad de Neuquén, que permitan abordar la temática referente al tratamiento de residuos cloacales.

## 15. BIBLIOGRAFÍA

---

Ahumada, S. E., Otero, R. M., & Noriega, E. R. (1999). *Resistencia de los enterococos a los antimicrobianos: implicaciones clínicas. Enfermedades Infecciosas y Microbiología*, p. (227-235). Ciudad de México.

Albers, C., (1996). *Planificación comunal en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén*. Argentina. Institut fur Geographie der TechnischenUniversitat. Berlin. 1996. 243 p.

American Public Health Association [(APHA)], (1992). *Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales*. Editorial Díaz de Santos, Madrid, España.

Aracel R & Méndez V. (2004). *Desarrollo y Validación de una prueba de fácil aplicación para determinación de enterococos en agua de consumo humano*. Ciudad de Guatemala, Guatemala.

Araujo M., (2011) *Análisis de la composición microbiológica indicadora de contaminación fecal del Arroyo Durán, en las cuatro estaciones climáticas*. Ciudad de Neuquén. Facultad de Ciencias del Ambiente y la Salud. Universidad Nacional del Comahue.

Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los ríos Limay, Neuquén y Negro (AIC). Secretaría de Gestión Ambiental. Control bacteriológico de balnearios. *Determinación de la Aptitud del Agua para Uso Recreativo con Contacto Directo. Informe Temporada 2008 - 2009*. Cipolletti, Argentina. 27 pp.

Baños Cruz, L. G. (2012). *Distribución y concentración de Coliformes totales, Coliformes fecales, Escherichiacoli Y Enterococos en el agua y sedimento en el estero salado (tramos B, D, EYG)* (Master'sthesis). Universidad de Guayaquil.Ecuador.

Barceló, D., & López, M. J. (2008). *Contaminación y calidad química del agua: el problema de los contaminantes emergentes*. Panel Científico-Técnico de seguimiento de la política de aguas, 1, 24.

Barrantes, K., Chacón, L. M., Solano, M., & Achí, R. (2013). *Contaminación fecal del agua superficial de la microcuenca del río Purires, Costa Rica, 2010-2011*. Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología, 33(1).

Bengochea, A. (2003). *Valoración del uso recreativo de un espacio natural*. Departamentd'Economia. Universitat Jaume I.321-388 vol. 21-2. Castellón, España.

Cabelli, V.J. (1983). *Health Effects Criteria for Marine Recreational Waters*. U.S. Environmental Protection Agency Report. (EPA)

Campos C. (1999). *Indicadores de contaminación fecal en la reutilización de aguas residuales para riego agrícola*. Tesis doctoral. Facultad de Biología. Universidad de Barcelona.. 250 p. Barcelona, España.

Chrystal J. (2002). *Estudio de susceptibilidad in vitro de Enterococcus spp*. Revista chilena de infectología.p 111-115.Santiago de Chile, Chile.

Consejo de Planificación y Acción para el Desarrollo (COPADE) (2006).*La tierra y el Agua en Neuquén* En: <http://copadesvr02.copade.neuquen.gov.ar>

Consejo de la Comunidad Europea (CEE) (2006). Directiva 2006/7/CEE del Parlamento Europeo y del Consejo del 15 de febrero de 2006 relativa a la gestión de la calidad de las aguas de baño y por la que se deroga la Directiva 76/160/CEE.

Cuadros D. (2005). Tesis de grado: *Presencia de organismos indicadores de contaminación fecal en suelos de calles de ripio de la ciudad de Neuquén*. Escuela Superior de Salud y Ambiente. Universidad Nacional del Comahue.

De Navia, S., & Torres, S. (2009). *Calidad sanitaria del agua de la ciénaga Mata de Palma en el Departamento del Cesar, Colombia*. Nova, vol,7, N°11. Colombia

Defensoría del Pueblo de la ciudad de Neuquén. (2010). Informe anual: *Contaminación de Aguas Superficiales en la ciudad de Neuquén*. En <http://www.defensorianqn.org/>

Díaz Pérez, M., Rodríguez Martínez, C., & Zhurbenko, R. (2010). *Aspectos fundamentales sobre el género Enterococcus como patógeno de elevada importancia en la actualidad*. Revista Cubana de Higiene y Epidemiología,48(2), p147-161. La Habana, Cuba.

Dufour, A. (1984). *Health effects criteria for fresh recreational waters*. U.S. EnvironmentalProtection Agency, EPA-600/1-84-004, 33 p.

Emiliani F., R. González de Paira, R. Lajmanovich., (1997). *Frecuencia de aislamiento de Vibrio cholerae en aguas y en plancton de la cuenca inferior del río Salado* (Santa Fe, Argentina). Rev. Argent. Microbiol. 29(4):p195-201.

Fernández A, Molina M, Alvarez A, Alcántara M, Espigares A. (2001). *Transmisión fecohídrica y virus de la hepatitis A. Higiene y Sanidad Ambiental*; 1: 8-24. Granada, España.

Folabella, A., Escalante, A., Deza, A., Pérez Guzzi, J., Zamora, S. (2006). *Indicadores bacterianos de calidad de agua recreacional en la laguna de los padres* (Buenos Aires, Argentina). I Congreso Internacional sobre Gestión y Tratamiento Integral del Agua, Córdoba Argentina.

Gili P., G. Marando, J. Irisarri y M. Sagardoy., (2001). *Contaminación bacteriana y presencia de Sinorhizobiummeliloti en aguas de los canales de riego del río Neuquén*. Revista Argentina de Microbiología. 33: pp.1-8.

Grant W. & P. Long., (1989). *Microbiología Ambiental*. Editorial Acribia s. a., Zaragoza, España, pp. 222.

Grasso, O., & Abad, M., (1998). *La situación territorial del Alto Valle de Río Negro y Neuquén y su particular vinculación con las redes de circulación material*. Departamento de Geografía - Facultad de Humanidades - Universidad Nacional del Comahue; Neuquén, Argentina.

Guidelines for Canadian Recreational Water Quality (2012). Third Edition. Ottawa, Otario.

Hakanson, L., Parparov, A., Ostapenia, A., & Boulion, V. (2000); *Development of a system of water quality as a tool for management*. Final report to INTAS, Uppsala University, Department of Earth Science: 19,7-11

Hiriart, M., Ortiz, G., & García, A., (2007). *Impacto De La Interrupción Del Caudal Ecológico Sobre La Calidad Del Agua*. Ciudad de México.

Instituto Nacional de Estadística y Censos [INDEC] (2010). Sitio web: [www.indec.gov.ar](http://www.indec.gov.ar)

Malaver, N., Rodríguez, M., Montero, R., Aguilar, V. H., & Salas, M. (2014). *Cambios espaciales y temporales en las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua de la Laguna de Tacarigua*, Estado Miranda, Venezuela.

Ministerio del Interior, Obras Publicas Y Vivienda. (2011). “*La Cuenca Del Rio Limay*” En: <http://www.mininterior.gov.ar/obras-publicas/>.

Nadal, F., Ruiz, M., Rodríguez, M. I., Halac, S., & Olivera, P. (2010). *Evaluación de la calidad de agua para uso recreativo del embalse San Roque*, Córdoba, Argentina.

Navarro, P. & Nicoletti M., (2001). *El Gran Libro de la Provincia de Neuquén - Patagonia Argentina*. Milenio Ediciones/ Alfa Centro Literario. Buenos Aires, Argentina. 1324 pp.

Osorio, J. & Valencia, B., (2016) *La percepción ciudadana de la calidad ambiental en la ciudad de Pereira*. Trabajo de grado. Universidad Tecnológica De Pereira Facultad De Ciencias Ambientales. Programa De Administración Ambiental Pereira. Pereira, Colombia.

Pezzullo, S. D., (2007). *Persistencia de microorganismos coliformes en suelos urbanos con contaminación antrópica discontinua*. Neuquén Capital, Universidad Nacional del comahue, Escuela Superior de Salud y Ambiente.

Pruss, A. (1998). *Review of epidemiological studies on health effects from exposure to recreational water*. Int. J. Epidemiol., 27: 1–9.

Pucciarelli, A., Tessari, A., & von Specht, M. (2014). *Enterococcus en aguas del arroyo Vicario: recuento, identificación y perfil de sensibilidad*. Revista de Ciencia y Tecnología, (21), 20-26. Posadas, Misiones.

Pulido, M., de Navia, S., Torres, S., & Prieto, A.. (2005). *Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua*. Nova, vol 3;Nº4.

Rodríguez Cuitiva, D., (2012). *Distribución de Enterococos como indicadores de contaminación fecal en aguas de la Bahía de Tumaco, Pacífico colombiano*. Revista cubana de Higiene y epidemiología, 50(2), 136-148.S. A.,

Salas, H. (1989). *Calidad del agua en el medio marino: Historia y aplicación de normas microbiológicas*. Lima, Perú.

Salas, H. (2000). *Historia y aplicación de normas microbiológicas de calidad de agua en el medio marino*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). OPS/CEPIS/PUB/00.53, 27 p.

Schlenker, M. I., (2013). *Estudio de resistencia a antibióticos en Enterobacterias en aguas recreativas de balnearios del Río Limay en la ciudad de Neuquén*. Neuquén Capital, Universidad Nacional del Comahue, Facultad de Ciencias del Ambiente y la Salud.

Sermeño-Chicas, J. M., Serrano-Cervantes, L., Springer, M., Paniagua Cienfuegos, M. R., Pérez, D., Rivas Flores, A. W., & Milton, J., (2010). *Determinación de la calidad ambiental de las aguas de los ríos de El Salvador, utilizando invertebrados acuáticos: índice biológico a nivel de familias de invertebrados acuáticos en El Salvador (IBF-SV-2010)*.

Servicio Meteorológico Nacional (2017) - Pronóstico y Estado del Tiempo para la República Argentina. Sitio web: <http://www.smn.gov.ar>

Suárez Pita, M., (2002). *Tendencia actual del estreptococo como indicador de contaminación fecal*. Revista Cubana de Higiene y Epidemiología, 40(1), 38-43. La Habana, Cuba.

Subsecretaria de Recursos Hídricos de la Nación (2003). *Desarrollo de Niveles Guía Nacionales de Calidad de Agua Ambiente correspondiente a Escherichiacoli/enterococcus*. Subsecretaria de Recursos Hídricos de la Nación. Buenos Aires, Argentina.

Trujillo Jacinto, F. D. R. (2014). *Evaluación fisicoquímica y bacteriológica en la Laguna de Conache, Distrito de Laredo departamento de la libertad, 2013*. Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ciencias Biológicas, Escuela de Ciencias Biológicas. Trujillo, Perú.

Ugolini F. (2006). Tesis de grado: *Estudio bacteriológico de aguas recreacionales de balnearios del río Limay en la ciudad de Neuquén*. Facultad de Ciencias del Ambiente y la Salud. Universidad Nacional del Comahue.

World Health Organization (WHO) (2003). *Guidelines for Safe Recreational Water Environments. Volume 1, Coastal and Fresh Waters*.

## 16. ANEXOS

### 16.1. ANEXO I: PARÁMETROS ESTÁNDAR DE CONTROL DE BALNEARIOS EN NEUQUÉN

A continuación se muestra la tabla utilizada por el Ente Provincial de Aguas y Saneamiento de parámetros microbiológicos a medir en agua destinada a diferentes usos:

TABLA 6: PARÁMETROS QUE SE UTILIZAN EN NEUQUÉN PARA LA DETERMINACIÓN MICROBIOLÓGICA DE LOS BALNEARIOS. FUENTE: PROPORCIONADA POR EL LIC. MARTIN HERRERA DESMIT, GERENTE CONTROL DE CALIDAD.EPAS, 2017

PARÁMETRO	UNIDAD	USOS			
		I	II	III	IV
Coliformes totales	[NMP/100 ml]	5000	1250	1000	1000
Escherichia Coli	[NMP/100 ml]	1000	200	100	200

USO I: AGUA SUPERFICIAL DESTINADA A CONSUMO HUMANO

USO II: AGUA PARA ACTIVIDADES RECREATIVAS CON CONTACTO DIRECTO

USO III: AGUA PARA IRRIGACIÓN

USO IV: PROTECCION DE LA VIDA ACUÁTICA

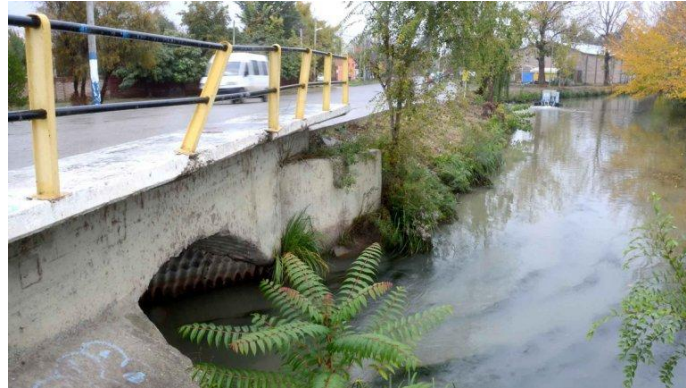
### 16.2. ANEXO II: NOTICIA DEL DIARIO LA MAÑANA DE NEUQUÉN: CONTAMINACIÓN DEL ARROYO DURÁN

A continuación, se muestra la noticia del diario La Mañana de Neuquén del 10/01/2017:

***lmneuquen.com***

10 enero 2017 - **Buscarán los caños truchos que arrojan crudo al Durán**

Provincia y Municipio acordaron un plan conjunto. Quieren salvar al río Limay de la contaminación.



Agustín Martínez

Con miras a solucionar la contaminación del río Limay, la Provincia y la comuna se reunieron ayer y definieron un trabajo en conjunto para detectar y cortar las conexiones clandestinas que arrojan líquidos cloacales al arroyo Durán y a los pluviales. La misma iniciativa se replicará en Plottier.

Horacio Carvalho, subsecretario de Recursos Hídricos de la provincia, y Guillermo Monzani, secretario de Obras Públicas del Municipio, iniciaron ayer la ronda de reuniones que están planificadas con las comunas por las que pasan los ríos Limay y Neuquén.

En este primer encuentro coordinaron realizar inspecciones oculares, en algunos casos con buzos, y en los lugares donde se detecten estas conexiones se procederá a la obstrucción de estos efluentes que descarguen en los cursos de agua.

Se acordó además avanzar en la aplicación de multas a los infractores. Se llegará con la sanción a las empresas, organismos o individuos. Las multas de la comuna recaerán sobre los que tengan conexiones a los pluviales, y las de Recursos Hídricos en los que tengan sus conexiones al Durán.

“Otro de los puntos cruciales que se acordó, y que es fundamental, es contar todos con la misma información. Por eso se determinó que las muestras que se tomen serán en conjunto, tanto los puntos desde donde se van a obtener como los días. Se van a hacer en conjunto para tener uniformidad en los criterios y para después informar a la población”, explicó Monzani, quien aclaró que estas muestras se tomarán todas las semanas.

Los funcionarios pactaron otro encuentro para determinar elementos mecánicos de oxigenación en algunos de los trayectos del Durán para ir oxidando todo lo que se refiere a las bacterias.

Monzani aclaró que estos trabajos para frenar la contaminación de los ríos deberá ser muy “minucioso” y tiene que replicarse en Senillosa, Plottier y en Balsa Las Perlas.

### **En Plottier**

En tanto, Carvalho también se reunió ayer con el intendente de Plottier, Andrés Peressini, y todo su equipo de trabajo. El jefe comunal indicó que le realizó una descripción



detallada del estado del sistema de red de bombeo y la planta de tratamiento de líquidos cloacales para la que estimó que necesitará cerca de 15 millones de pesos para repararlos.

Peressini destacó que, más allá de los esfuerzos municipales, requieren del apoyo de la Provincia para refaccionar los sistemas y que se necesitan más fondos. Los gastos no pueden salir del Municipio.

En esta localidad también trabajarán para disminuir las conexiones truchas de líquidos cloacales hacia los canales que finalmente desembocan al río Limay. “Tenemos que pensar en ampliar la planta porque tenemos 8 mil conexiones y ese es el caudal que puede recibir”, concluyó.

### **Plan para dejar de tirar crudo al río**

El ministro de Energía y Servicios Públicos, Alejandro Nicola, reunió a los intendentes de Neuquén capital, Plottier, Centenario y Vista Alegre por la contaminación de los ríos, sobre todo en las plantas cloacales.

## 16.3. ANEXO III: TABLA CON DATOS DE MUESTREO IN SITU

A continuación se muestran las tablas con los parámetros tomados in situ en cada mes de muestreo:

TABLA 7: DATOS DE CAMPO DEL PRIMER MUESTREO REALIZADO EN AGOSTO

DATOS DE CAMPO DEL PRIMER MUESTREO EN AGOSTO					
DATOS	RIO GRANDE (Muestra A)	ALBINO COTRO (Muestra B)	SANDRA CANALE (Muestra C)	VALENTINA SUR (Muestra D)	ARROYO DURAN (Muestra E)
dia de muestreo	21/08/2017	21/08/2017	21/08/2017	21/08/2017	21/08/2017
hora	14:45 hs.	15:45 hs	16:42 hs	17:50 hs	12:10 HS
coordenadas	S 38° 58' 49,3 " WO 68° 03' 29,2"	S 38° 58' 24,4" WO 68° 02' 51,6"	S 38° 59' 21,3" WO 68° 04' 31,3"	S 38° 58' 59,9" WO 68° 07' 57,2 "	S 38° 58' 49.3" WO 68° 04' 13,1"
temperatura actual	16 °C	18°C	20°C	21°C	13°C
pH	5	5	5.5	6	5
conductividad (µs/cm)	0,8	110	0,6	0,8	1610
Solidos disueltos (ppm)	0,4	0,5	0,3	0,4	840
descripcion del tiempo	cielo parcialmete nublado	cielo parcialmete nublado	cielo parcialmete nublado	cielo parcialmete nublado	Soleado

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA 8: DATOS DE CAMPO CORRESPONDIENTES AL SEGUNDO MUESTREO EN SEPTIEMBRE

DATOS DE CAMPO DEL SEGUNDO MUESTREO EN SEPTIEMBRE					
DATOS	RIO GRANDE (Muestra A)	ALBINO COTRO (Muestra B)	SANDRA CANALE (Muestra C)	VALENTINA SUR (Muestra D)	ARROYO DURAN (Muestra E)
dia de muestreo	05/09/2017	05/09/2017	05/09/2017	05/09/2017	05/09/2017
hora	15:24 hs.	15:45 hs	16:42 hs	17:50 hs	15:01 HS
coordenadas	S 38° 58' 49,3 " WO 68° 03' 28,9"	S 38° 58' 24,0" WO 68° 02' 51,3"	S 38° 59' 22,2" WO 68° 04' 30,5"	S 38° 58' 00,1" WO 68° 07' 58,1 "	S 38° 58' 32,1" WO 68° 04' 13,1"
temperatura actual	12 °C	12°C	13°C	13°C	11°C
pH	5,5	5	5.5	5,5	4
conductividad (µs/cm)	150	110	0,8	0,8	100
Solidos disueltos (ppm)	0,7	0,7	0,4	0,4	640
descripcion del tiempo	cielo parcialmete nublado	cielo parcialmete nublado	cielo parcialmete nublado	Soleado	Soleado

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA 9: DATOS DE CAMPO DEL TERCER MUESTREO EN OCTUBRE

DATOS DE CAMPO DEL TERCER MUESTREO EN OCTUBRE					
DATOS	RIO GRANDE (Muestra A)	ALBINO COTRO (Muestra B)	SANDRA CANALE (Muestra C)	VALENTINA SUR (Muestra D)	ARROYO DURAN (Muestra E)
dia de muestreo	17/10/2017	17/10/2017	17/10/2017	17/10/2017	17/10/2017
hora	18:15 hs	18:35 hs	18:56 hs	19:24 hs	18:02 hs
coordenadas	S 38° 58' 48,8 " WO 68° 03' 28,5"	S 38° 58' 23,9" WO 68° 02' 51,2"	S 38° 59' 22,0" WO 68° 04' 30,1"	S 38° 58' 00,3" WO 68° 07' 58,5 "	S 38° 58' 32,0" WO 68° 04' 12,9"
temperatura actual	24 °C	24 °C	23°C	22°C	24 °C
pH	7,2	6,5	6	6	6
conductividad (µs/cm)	220	0,9	0,8	0,8	1010
Solidos disueltos (ppm)	110	0,4	0,4	0,4	500
descripcion del tiempo	nublado	nublado	nublado	nublado	nublado

FUENTE: ELABORACION PROPIA

## 16.4. ANEXO IV: TABLA DEL NUMERO MÁS PROBABLE

A continuación se muestra la tabla del NMP con distintas combinaciones para tres diluciones, según las normas APHA, 1992:

TABLA 10: ÍNDICE DE NMP PARA DISTINTAS COMBINACIONES DE RESULTADOS POSITIVOS, PARA 3 DILUCIONES.

Combinación de Tubos Positivos A-B-C	Índice NMP/100 ml	Combinación de Tubos Positivos A-B-C	Índice NMP/100 ml	Combinación de Tubos Positivos A-B-C	Índice NMP/100 ml
0-0-1	3	1-1-2	15	2-2-3	42
0-0-2	6	1-1-3	19	2-3-0	29
0-0-3	9	1-2-0	11	2-3-1	36
0-1-0	3	1-2-1	15	2-3-2	44
0-1-1	6	1-2-2	20	2-3-3	53
0-1-2	9	1-2-3	24	3-0-0	23
0-1-3	12	1-3-0	16	3-0-1	39
0-2-0	6	1-3-1	20	3-0-2	64
0-2-1	9	1-3-2	24	3-0-3	95
0-2-2	12	1-3-3	29	3-1-0	43
0-2-3	16	2-0-0	9	3-1-1	75
0-3-0	9	2-0-1	14	3-1-2	120
0-3-1	13	2-0-2	20	3-1-3	160
0-3-2	16	2-0-3	28	3-2-0	93
0-3-3	19	2-1-0	15	3-2-1	150
1-0-0	4	2-1-1	20	3-2-2	210
1-0-1	7	2-1-2	27	3-2-3	290
1-0-2	11	2-1-3	34	3-3-0	240
1-0-3	15	2-2-0	21	3-3-1	460
1-1-0	7	2-2-1	28	3-3-2	1100
1-1-1	11	2-2-2	35	3-3-3	>1100

Inóculos: Serie A= 10 ml, B= 1 ml, C= 0,1 ml de la muestra.

## 16.5. ANEXO V: NOTICIA DEL DIARIO LA MAÑANA DE NEUQUÉN: SITUACIÓN DE LA PLANTA TRONADOR

***lmneuquen.com***

08 agosto 2017 - La planta de tratamiento de Plottier sigue tirando líquidos cloacales crudos directo al río Limay

La planta está rota, aunque clora los efluentes.



La planta de cloacas de Plottier tuvo problemas la semana pasada.

El gobierno provincial aseguró que la planta de tratamiento de líquidos cloacales de esta localidad “**está clorando, pero no tiene tratamiento de aireación**”.

El análisis fue realizado por el EPAS en conjunto con la dirección provincial de Recursos Hídricos, ante el desperfecto que sufrió el sistema el miércoles pasado, donde se tuvieron que verter líquidos crudos directo al río Limay.

El compromiso de la comuna es reparar los desperfectos lo antes posible para que vuelva a operar de manera más eficiente.

**Horacio Carvalho, subsecretario de Recursos Hídricos**, aseguró que la Provincia seguirá de cerca la situación y explicó que el problema fue mecánico y que no le corresponde una multa a la comuna.

Marcos García, gerente del Ente de Desarrollo Económico de Plottier (EDEP), explicó que el sector que no pudieron reactivar de la planta es el que quedó inundado, por lo que están verificando si volverán a funcionar después del secado o si requiere de un nuevo bobinado.