

**UNIVERSIDAD CATOLICA DE LA SANTISIMA CONCEPCION  
FACULTAD DE INGENIERIA- FACULTAD DE CIENCIAS  
MAGISTER EN MEDIO AMBIENTE**



**EVALUACIÓN ECONÓMICA Y AMBIENTAL DEL NO CUMPLIMIENTO DE LA NORMA DE EMISIÓN PARA LA REGULACIÓN DE CONTAMINANTES ASOCIADOS A LAS DESCARGAS DE RILES A SISTEMAS DE ALCANTARILLADO DE UNA EMPRESA SANITARIA (DS N° 609/98): UNA APLICACIÓN EN LA REGIÓN DEL BIOBÍO**

**JORGE LEONARDO PÉREZ LOBOS**

**INFORME DE PROYECTO DE TITULO PARA OPTAR AL GRADO DE  
MAGISTER EN MEDIO AMBIENTE**

Profesor Guía : Christian Diaz  
Profesor Informante Interno : Javier Fernandez Z.  
Profesor Informante Externo : Alex Daroch V.

Concepción, mayo 2019

**Calificaciones** (esta sección contendrá el nombre de los integrantes del Comité y calificación final)

*Dedicado a mi madre Nancy Lobos, mi padre  
Francisco Pérez y a mi hermano Francisco Pérez*

*Agradezco a Dios por las fuerzas, y la felicidad en  
mi vida, mis 3 tesoros; Jorge, Joaquín y Josefa*

## Resumen

La descarga de efluentes al alcantarillado, de alguna actividad económica, se encuentra regulado por el Decreto Supremo (DS) N° 609/98, cuyo objetivo principal es mejorar la calidad ambiental de las aguas servidas que los servicios sanitarios disponen y vierten a los cuerpos de aguas terrestres o marítimas, pasando previamente por el alcantarillado.

El incumplimiento de los parámetros descritos en el DS N° 609/98 tiene un efecto negativo en el sistema de recolección y tratamiento de las empresas sanitarias. Estos efectos tienen un aspecto ambiental y económico, el primero dado principalmente en la contaminación de los sectores urbanos donde está presente el sistema de recolección de las aguas servidas (AS) industriales y domésticas debido a las obstrucciones con rebases que ocurren en el sistema de alcantarillado y en la contaminación ambiental en las descargas a cuerpos superficiales y/o lodos en aquellos parámetros que el sistema de tratamiento de las empresas sanitarias no tienen la capacidad de tratar (por ejemplo metales). El segundo efecto es el impacto económico para la sanitaria, dado principalmente por la desobstrucción del sistema de recolección (principalmente por el parámetro AyG) y por el tratamiento en la planta de los parámetros DBO5 (demanda bioquímica al quinto día) y la disposición de lodos adicional generado por la concentración en incumplimientos de estos parámetros.

El objetivo principal del estudio está relacionado a identificar el efecto ambiental y económico provocado por el no cumplimiento del DS N° 609/98 en la empresa sanitaria de la octava región, Essbio.

Para hacer la evaluación se realizará un análisis del catastro de empresas que descargan RILes al alcantarillado de la octava región y están disponible en la empresa sanitaria Essbio. Se revisó los resultados de los monitoreo realizados a cada empresa registrada, obteniendo con esto los niveles de cumplimiento de cada parámetro. Lo anterior, más el costo unitario para el tratamiento de DBO5 en la planta y el costo unitario por desobstrucción se determinó al efecto económico debido al incumplimiento de la norma. Y para la identificación de los efectos e impactos ambientales se utilizó la matriz Leopold.

Con los resultados obtenidos se evidencia un bajo cumplimiento de la norma de emisión DS N° 609/98 por parte de los establecimientos industriales catastrados por la empresa sanitaria. Esto se observó en relación a una norma poco estricta en los incumplimientos y mecanismos de fiscalización débiles sin poder de sanción, tanto de la Superintendencia de Servicios Sanitarios como por parte de la Empresa Sanitaria. Lo anterior, se traduce en un aumento de las obstrucciones en el alcantarillado y el tratamiento en exceso de la carga orgánica que ingresa a la planta de tratamiento de aguas servidas lo que significa un mayor costo para la empresa sanitaria Essbio.

**Abstract**

The discharge of effluents, from some economic activity, into the sewage system is regulated by DS N° 609/98, whose main objective is to improve the environmental quality of the wastewater that the sanitary services dispose of and discharge to the bodies of terrestrial or maritime waters, previously passing through the sewer system.

Failure to comply with the parameters described in DS N° 609/98 has a negative effect on the collection and treatment system of healthcare companies. These effects have an environmental and economic aspect, the first one given mainly in the pollution of the urban sectors where the system of collection of industrial and domestic wastewater (AS) is present due to the overflow obstructions that occur in the sewer system and in the environmental contamination in the discharges to superficial bodies and / or sludge in those parameters that the treatment system of the sanitary companies do not have the capacity to treat (for example metals). The second effect is the economic impact for the utility, mainly due to the unclogging of the collection system (mainly due to the parameter AyG) and to the treatment at the plant of the BOD5 parameters (biochemical demand on the fifth day) and the disposal of sludge additional generated by the concentration in breaches of these parameters.

The main objective of the study is related to identifying the environmental and economic effect caused by non-compliance with DS N° 609/98 in Essbio's sanitary company from Biobío.

To make the assessment, an analysis of the cadastre of companies that download RILEs to the sewage system of the eighth region and are available in the sanitary company Essbio will be carried out. The results of the monitoring performed on each registered company will be reviewed, obtaining with this the compliance levels of each parameter. The above, plus the unit cost for the treatment of BOD5 in the plant and the unitary cost for unblocking, will reach the economic effect due to the breach of the norm. And for the identification of environmental effects and impacts, the Leopold matrix will be used.

With the results obtained, there is a low compliance with the emission standard DS N° 609/98 by the industrial establishments registered by the sanitary company. This was

observed in relation to a lax norm of noncompliance and weak control mechanisms without sanction power, both from the Sanitary Services Superintendence and from the Healthcare Company. This translates into an increase in the sewer obstructions and the excess treatment of the organic load that enters the sewage treatment plant, which means a higher cost for the sanitary company Essbio.

<b>Contenido</b>	
<b>Resumen</b> .....	4
<b>Abstract</b> .....	6
<b>Índice de Tablas</b> .....	10
<b>Índice de Figuras</b> .....	11
<b>1. Introducción</b> .....	12
<b>1.1 Objetivo General</b> .....	15
<b>1.2 Objetivos Específicos</b> .....	15
<b>2. Antecedentes</b> .....	16
<b>2.1 Los Residuos Industriales Líquidos (RILes)</b> .....	16
<b>2.2 Normativa Vigente</b> .....	17
<b>2.2.1 Ley N° 18902/1990, Orgánica de la Superintendencia de servicios sanitarios (SISS), del Ministerio de Obras Públicas</b> .....	17
<b>2.2.2 Ley 19.300/1994, Bases de Medio Ambiente del Ministerio Secretaría General de la República</b> .....	18
<b>2.2.3 Normas de emisión</b> .....	19
<b>2.2.4 Norma Chilena N° 411/10 Muestreo de Aguas Residuales</b> .....	21
<b>2.3 Fiscalización de la normativa</b> .....	22
<b>2.3.1 Descripción general del proceso de control de RILes</b> .....	22
<b>2.3.2 Normativa Internacional para descargas de aguas residuales al alcantarillado</b> .....	23
<b>2.4 Composición de las aguas residuales DS N° 609/98</b> .....	29
<b>2.5 Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIU)</b> .....	31
<b>2.6 Antecedentes del proyecto</b> .....	32
<b>2.6.1 Catastro RILes Essbio S.A.</b> .....	32
<b>2.6.2 Análisis límites de descarga</b> .....	38
<b>2.6.4 Sistemas de tratamiento de aguas servidas (AS)</b> .....	41
<b>3. Materiales y Métodos</b> .....	45
<b>4. Resultados</b> .....	51
<b>5. Discusión</b> .....	67
<b>7. Referencias Bibliográficas</b> .....	72
<b>8. Anexos</b> .....	73
Anexo 1, tabla de parámetros medidos por código CIU.....	73
.....	73

Anexo 2, Georreferenciación establecimientos industriales y obstrucciones ..... 77

## Índice de Tablas

Tabla 1: Comparación de parámetros y límites normados en Chile y otros países.....	25
Tabla 2: Parámetros normados DS N° 609/98 .....	30
Tabla 3: Cantidad de EI por localidad.....	35
Tabla 4: Cantidad de EI por industria.....	35
Tabla 5: Cantidad de EI por planta de tratamiento de aguas servidas.....	36
Tabla 6: Clasificación de localidad por volumen descargado.....	37
Tabla 7: Clasificación de localidad por concentración DBO5 descargado.....	38
Tabla 8: Clasificación de localidad por concentración AyG descargado.....	38
Tabla 9: Cantidad de EI por localidad que considera convenio.....	40
Tabla 10: Cantidad de muestras por localidad y por la vía de monitoreo.....	53
Tabla 11: Cantidad de muestras por parámetro.....	54
Tabla 12: Caracterización industria por parámetro.....	55
Tabla 13: Distribución de la cantidad de obstrucciones por motivo.....	57
Tabla 14: Distribución de la cantidad de obstrucciones por localidad.....	58
Tabla 15: Establecimientos con mayor incumplimiento en parámetro AyG con las obstrucciones asociadas.....	59
Tabla 16: Carga orgánica (Kg DBO5/año) recibida por cada planta asociado a incumplimientos al DS N° 609/98.....	62
Tabla 17: Costo para tratar cada Kg de DBO5 que ingresa a la planta.....	63
Tabla 18: Consumo de energía eléctrica por cada Kg DBO5 que ingresa a la planta.....	66
Tabla 19: Matriz Leopold.....	67

## Índice de Figuras

Figura 1: Porcentaje de cumplimiento DS N° 609/98, a nivel nacional.....	13
Figura 2: Monto y cantidad de multas a los EI, asociada al DS N° 609/98.....	14
Figura 3: Catastro de empresas calificadas como EI en la VIII región.....	34
Figura 4: Imágenes referenciales del estado de algunos colectores de Essbio.....	41
Figura 5: Diagrama del proceso de tratamiento de aguas servidas.....	42
Figura 6: Tipos de tecnologías para las plantas de tratamiento de la octava región.....	45
Figura 7: Esquema teórico para la matriz de Leopold.....	51
Figura 8: Clasificación de obstrucciones en la octava región.....	56
Figura 9: Ubicación geográfica de EI 3046 en San Pedro de la Paz.....	60

## 1. Introducción

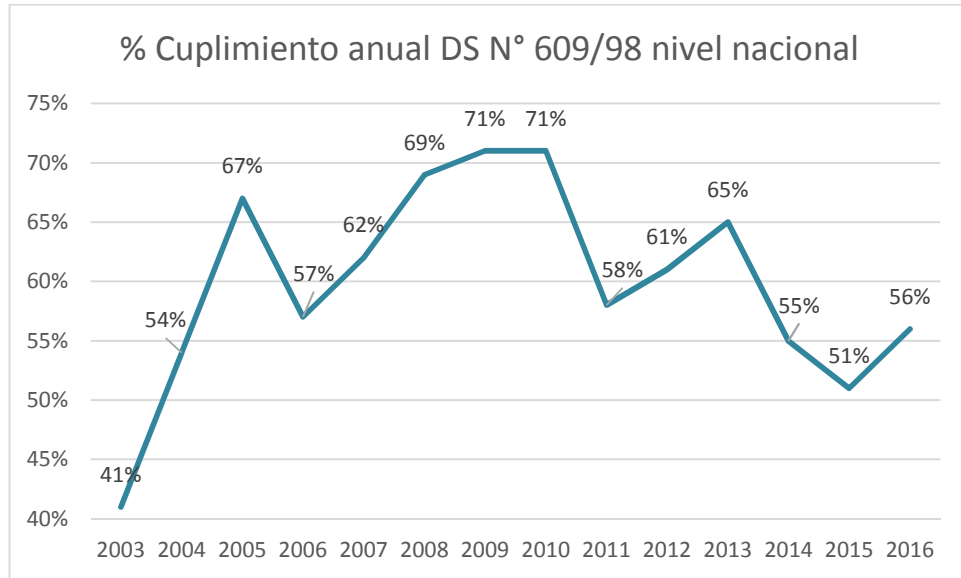
El agua es un recurso natural imprescindible para la vida. Por esta razón, su disponibilidad, tanto en calidad como en cantidad, determina si una especie será capaz de sobrevivir en un lugar determinado. El agua se encuentra en constante movimiento, ya que realiza un ciclo permanente. La radiación solar evapora aguas superficiales y oceánicas. El agua evaporada se acumula en la atmósfera, y según sean las condiciones, precipita, volviendo a la tierra finalmente. En el último tiempo, este ciclo se ha visto alterado debido a que la actividad industrial ha interferido las rutas naturales de retorno.

Con el agua del mundo contaminada se ha debido tratar las aguas utilizadas, debido a que el curso natural no es capaz de hacerse cargo de tantos excesos de sustancias contaminantes. En la actualidad, el problema en Chile partió en 1916 cuando se dictó la Ley Nº 3133 que trataba de la neutralización de residuos provenientes de establecimientos industriales, donde se especificaba que las industrias no podían verter sus remanentes líquidos en el alcantarillado, sin previo tratamiento. Seis años antes, se había inaugurado el sistema de alcantarillado en Santiago (Rosas, 2008). Cabe señalar que el problema de la contaminación de las aguas se agravó debido a que la población de la capital comenzó a crecer, producto, en gran medida, de las migraciones campo-ciudad que comenzaron a registrarse en ese entonces. La mayor demanda de servicios y el progreso técnico e industrial, que no tenía contemplada la amistad con el entorno, fueron factores cruciales en el posterior deterioro de los cursos de agua.

Hoy en día, el agua potable, una vez utilizada por el hombre, debe ser desechada, evacuada desde los domicilios e industrias, y posteriormente tratada a fin de evitar la propagación de enfermedades infecciosas que puedan dañar la salud de los humanos.

Además, con el transcurso del tiempo se han ido creando normas destinadas a proteger los cuerpos de agua, a fin de evitar la contaminación y sobrecarga impuesta a los cursos de aguas naturales.

De acuerdo al último informe de gestión de la SISS (2016), el cumplimiento del DS N° 609/98 a nivel nacional sólo alcanzó un 56%, siendo el segundo más bajo de los últimos 10 años registrados.

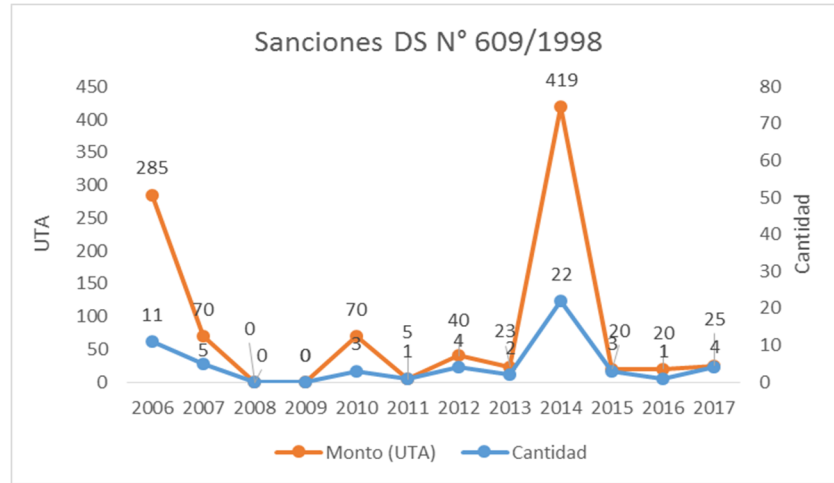


**Figura 1: Porcentaje de cumplimiento del DS N° 609/98, a nivel nacional**

En este periodo el cumplimiento promedio ha sido un 60% y no ha superado el 71% anual. A partir del año 2010 se percibe una tendencia a la baja en el cumplimiento de los últimos 5 años. Entre los años 2003 y 2010 existió un alza del cumplimiento, pero entre los años 2010 y 2016 se observa una tendencia a la baja en los niveles de cumplimiento en el territorio nacional.

Sin perjuicio de los bajos niveles de cumplimiento, en las multas aplicadas por la autoridad competente (SISS) no se refleja una correlación que aporte al mejoramiento del nivel de cumplimiento. . En la figura 2, se observa que el mayor número y monto de sanciones fue durante el 2014 y no representa un mejoramiento en el cumplimiento el año siguiente, sino al contrario disminuye el porcentaje de cumplimiento en 4 puntos. Con respecto a la información recopilada de los procesos de sanción (fuente: informes de sanción anual de la SISS) se puede indicar que en los 10 años analizados sólo existen 2 empresas que fueron sancionadas de forma reiterada en dos años distintos. Para el año 2014, que representa el

año con mayor número de sanciones y montos multado, existen 4 empresas que fueron sancionadas 2 o 3 veces durante el mismo año. Esto último explica un 41% del número de sanciones aplicadas y un 57% del monto aplicado el 2014.



**Figura 2: Monto en unidad tributaria anual (UTA) y cantidad de multas a los establecimientos industriales (EI), asociada al DS N° 609/98**

Con estos niveles de incumplimiento y el impacto asociado en el sistema de recolección y tratamiento, queda la incertidumbre sobre quién asume los excesos descargados y cómo impacta esto a las empresas sanitarias. Con esta problemática, el presente estudio abordará la cuantificación económica y los impactos ambientales que representa para la empresa sanitaria y el medio ambiente el bajo porcentaje de cumplimiento del DS N° 609/98.

En este contexto, el presente estudio, se enfocará en analizar el costo que significa para la empresa sanitaria el recibir el exceso de concentración descargado con incumplimiento de los establecimientos industriales catastrados en la empresa sanitaria Essbio S.A. de la Región del Biobío.

### **1.1 Objetivo General**

Evaluar el efecto económico y ambiental del no cumplimiento de la norma DS N° 609/98 de emisión de RILes al alcantarillado en el sistema de recolección y tratamiento en una empresa sanitaria del región del Biobío.

### **1.2 Objetivos Específicos**

- OE1. Caracterizar los RILes emitidos por las empresas catastradas.
- OE2. Determinar el efecto operacional y económico para la empresa sanitaria por el incumplimiento de la normativa en el proceso de recolección de RILes.
- OE3. Determinar el efecto económico para la empresa sanitaria en el proceso de tratamiento de los RILes por el incumplimiento de la normativa.
- OE4. Describir los impactos ambientales del no cumplimiento de la normativa vigente.

## **2. Antecedentes**

### **2.1 Los Residuos Industriales Líquidos (RILes)**

Toda comunidad genera residuos, sean estos sólidos, líquidos o gases. La parte líquida de éstos, las denominadas “aguas residuales”, son las aguas que desecha la comunidad una vez que ha sido contaminada durante los diferentes usos para los cuales ha sido empleada. Las aguas residuales se pueden definir como la combinación de los residuos líquidos o aguas portadoras de residuos procedentes, tanto de residencias, instituciones públicas, establecimientos industriales y comerciales, como de aguas subterráneas, superficiales y pluviales, presentes en la red de alcantarillado público.

Los residuos industriales líquidos o RILes, son aguas de desecho generadas en establecimientos industriales como resultado de un proceso, actividad o servicio. Éstas contienen diversas sustancias de origen natural o artificial, que pueden ser más o menos dañinas para el hombre, los animales y el ambiente. La composición de los RILes depende principalmente de su origen.

El RIL, según el DS N° 609/98, son los residuos industriales líquidos que son descargados por alguna actividad económica en un establecimiento industrial (EI) donde se produce una transformación de la materia prima dando origen a nuevos productos o bien operaciones de limpieza o fraccionamiento que no genere transformación de la materia (Rosas, 2008).

La mayoría de las industrias utilizan agua, de forma que al terminar el proceso industrial el líquido usado ha sido degradado por adición de sustancias o de características físicas contaminantes, convirtiéndose así en un desecho. Los efectos que podrían provocar los RILes pueden variar según el punto donde éstos sean descargados. Es por esto que la evacuación inmediata y sin molestias del agua residual de sus fuentes de generación, seguida de su tratamiento y eliminación, es imprescindible en ciudad industrializada (CONAMA, 1997).

Estos RILes generados por los EI en sus procesos, pueden ser descargados por 3 vías, donde en cada uno tiene un decreto que regula la emisión de su efluente, estos son:

- Descarga a aguas marinas y continentales superficiales, regulada por la norma de emisión de contaminantes DS N° 90/01.
- Descarga por infiltración de los residuos líquidos a aguas subterráneas, regulada por la norma de emisión DS N° 46/03.
- Descarga de RILes a redes de alcantarillado, regulada por la norma de emisión DS N° 609/98.

## **2.2 Normativa Vigente**

Los residuos industriales líquidos se encuentran debidamente normado y por varios documentos que entregan las directrices acerca de las obligaciones para las descargas y el cuidado del medio ambiente, estas son:

### **2.2.1 Ley N° 18902/1990, Orgánica de la Superintendencia de servicios sanitarios (SISS), del Ministerio de Obras Públicas**

La Ley N° 18.902, modificada por Ley N°19.549 de 1998 y la Ley N°19.521 de 2002, entrega a la Superintendencia de Servicios Sanitarios la competencia para ejercer control de los Residuos Industriales Líquidos. El artículo 2 de dicha Ley dispone:

*Corresponderá a la Superintendencia de Servicios Sanitarios la fiscalización de los prestadores de servicios sanitarios, del cumplimiento de las normas relativas a servicios sanitarios y el control de los residuos líquidos industriales, pudiendo al efecto, de oficio o a petición de cualquier interesado, inspeccionar las obras de infraestructura sanitaria que se efectúen por las prestadoras, tomando conocimiento de los estudios que le sirven de base.*

Por otra parte, el inciso segundo del artículo 11 de esta Ley le entrega a la SISS facultades sancionadoras con el fin de hacer cumplir las disposiciones legales y reglamentarias referidas a los RILes. Las sanciones que contempla este artículo son las siguientes:

- 1 a 100 UTA (unidad tributaria anual) por incumplimiento de la normativa vigente.
- 50 a 1.000 UTA, cuando se trate de infracciones que pongan en peligro o afecten gravemente la salud de la población, o que afecten a la generalidad de los usuarios de los servicios.
- Clausura en los casos más graves.

Dentro de la causales que pueden fundar la clausura de un establecimiento, pueden mencionarse el incumplimiento reiterado de la normativa cuando no exista un daño inminente, el rebase de las redes públicas de alcantarillado, la afectación de las redes de recolección o de los sistemas de tratamiento de aguas servidas, la afectación de captaciones de agua potable, el peligro para la salud de la población y la afectación de actividades económicas establecidas.

### **2.2.2 Ley 19.300/1994, Bases de Medio Ambiente del Ministerio Secretaría General de la República**

Dentro de las disposiciones relevantes que contempla la Ley 19.300 y sus reglamentos en relación con el control de RILes están las siguientes:

- La creación de las normas de emisión, que para el caso de los residuos líquidos definirán las condiciones específicas que deberán cumplir las descargas.
- La creación del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) que establece la obligación a los nuevos proyectos, en particular los que generan RILes, de someterse a dicho sistema presentando una Declaración o un Estudio de Impacto Ambiental cuando corresponda, y obtener una Resolución de Calificación Ambiental (RCA).

### **2.2.3 Normas de emisión**

Si bien la Ley N°18.902 entrega a la SISS la competencia para ejercer el control, la fiscalización y sanción de los establecimientos industriales que generan RILes, son las normas de emisión las que establecen las condiciones específicas que deben cumplir los efluentes industriales.

Estas normas de emisión introducen el concepto de “fuente emisora”. Son fuentes emisoras aquellas que superan determinados umbrales de carga contaminante (equivalentes en general a la carga contaminante que contiene en promedio las aguas servidas de 100 habitantes) para cada uno de los parámetros regulados. Bajo este umbral, las descargas de aguas residuales no están afectas al cumplimiento de las normas de emisión. A la fecha se encuentran en plena aplicación el DS N°90/01 que establece la regulación de contaminantes en la descarga de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales del Ministerio de la Secretaría General de la República, DS N°46/03 que establece la regulación en la descarga de residuos de residuos líquidos a aguas subterráneas del Ministerio de la Secretaría General de la República, y el DS N°609/98 que establece la regulación de contaminantes asociado a las descargas de residuos industriales líquidos a sistema de alcantarillado del Ministerio de Obras Públicas. Estas normas de emisión regulan las descargas de aguas residuales a cursos superficiales, subterráneos y a sistemas de alcantarillado, respectivamente.

#### **a) DS N°609/98, que regula las descargas de RILes a los sistemas públicos de alcantarillado, operados por las empresas sanitarias, MOP**

Esta norma busca proteger tanto las redes públicas de alcantarillado como los sistemas de tratamiento de aguas servidas, de modo que las descargas de RILes no afecten su funcionamiento ni el servicio prestado a los usuarios.

Asimismo, el DS N°609/98 tiene también como objetivo mejorar la calidad ambiental de las aguas servidas tratadas que las empresas de servicios sanitarios vierten a los cuerpos de

agua terrestres o marítimos, mediante el control de los contaminantes líquidos de origen industrial que se descargan al alcantarillado.

Esta norma de emisión de efluentes se encuentra en vigencia desde el año 1998, siendo exigible de forma inmediata para las fuentes nuevas y para las fuentes existentes que descarguen a una red que cuente con una planta de tratamiento de aguas servidas a partir del año 1999 y otorgando plazo hasta el año 2006 para las fuentes existentes que descargan sus RILes a una red de alcantarillado que a la fecha de entrada en vigencia de la norma no contaban con plantas de tratamiento de aguas servidas.

El DS N°609/98 establece que la fiscalización de esta norma le corresponde a las empresas prestadoras de servicios sanitarios. Dicha fiscalización queda bajo la súper vigilancia de la SISS. Asimismo, establece que para efectos de la aplicación del art. 64 de la Ley de Bases de Medio Ambiente, el organismo pertinente será la SISS.

**b) DS N°46/03, que regula las descargas de aguas residuales que se disponen mediante infiltración hacia las aguas subterráneas.**

Esta norma entró en vigencia el 17 de febrero de 2003 y su objetivo es prevenir la contaminación de las aguas subterráneas mediante el control de la disposición de las aguas residuales que se infiltran a través del subsuelo al acuífero. Al momento de su publicación, esta norma se hizo exigible de forma inmediata para las fuentes nuevas y de forma gradual para las fuentes existentes, cuyo plazo de cumplimiento comenzó en el año 2005 para las que descargaban a acuíferos de vulnerabilidad alta y en el año 2006 para los acuíferos de vulnerabilidad media o baja.

La fiscalización de esta norma corresponde a la Autoridad Sanitaria (Seremi de Salud) y a la Superintendencia de Servicios Sanitarios.

**c) DS N°90/01, que regula las descargas de aguas residuales a aguas superficiales marinas y continentales.**

El DS N°90/01 o Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales se encuentra vigente desde el 3 de septiembre de 2001 y su objetivo es prevenir la contaminación de las aguas marinas y continentales superficiales de la República, mediante el control de contaminantes asociados a los residuos líquidos que se descargan a estos cuerpos receptores.

El cumplimiento de esta norma de emisión fue obligatorio para las fuentes nuevas desde su entrada en vigencia, otorgando un plazo de 5 años para las fuentes existentes, las que debieron dar cumplimiento a la misma, a partir de septiembre del año 2006.

La fiscalización de esta norma corresponde a la Autoridad Sanitaria (Seremi de Salud), a la Dirección General de Territorio Marítimo y Marina Mercante (DIRECTEMAR) y a la Superintendencia de Servicios Sanitarios.

**2.2.4 Norma Chilena N° 411/10 Muestreo de Aguas Residuales**

Las normativas de emisión antes mencionadas, establecen el autocontrol realizado por los propios interesados, como la herramienta prioritaria de verificación de cumplimiento, para lo cual deben efectuar por si mismos los controles que están establecidos por las normas de emisión y definidos específicamente para cada fuente emisora, por las Resoluciones dictadas por la autoridad competente, las cuales establecen el programa de monitoreo que se deberá ejecutar.

En la práctica dicho autocontrol, es efectuado por las empresas prestadoras de servicios sanitarios y los establecimientos industriales generadores de RILes, con sus propios recursos, o bien contratado en laboratorios externos y entidades de muestreo que prestan este tipo de servicios. Para estos efectos, tanto los procedimientos de monitoreo como las metodologías analíticas se encuentran reguladas en normas técnicas oficiales; para el caso del muestreo mediante la Norma NCh N° 411/05: "Muestreo de aguas residuales.

Recolección y manejo de las muestras” y para el caso de los ensayos mediante la serie de normas de análisis NCh N° 2313: “Aguas residuales Métodos de análisis”.

La correcta ejecución de estas actividades, tanto la de monitoreo como la de análisis y su reproducibilidad a nivel nacional, es una preocupación fundamental del organismo fiscalizador, por tal razón, ha desarrollado el presente documento denominado “Manual Operativo de la Norma de Muestreo de Aguas Residuales NCh N° 411/10- 2005”, a objeto de homogeneizar los criterios en el uso y la fiscalización de este cuerpo normativo, evitando diversas interpretaciones en su aplicación práctica en el terreno.

## **2.3 Fiscalización de la normativa**

### **2.3.1 Descripción general del proceso de control de RILes**

El proceso de control de RILes que desarrolla la empresa sanitaria y la SISS contempla, en términos generales, los siguientes procesos:

- Catastro. Se refiere a todas las actividades orientadas a la identificación de los establecimientos que deben cumplir con la normativa referida a RILes con el objetivo que todos ellos, estén bajo la fiscalización de la empresa sanitaria y de la SISS.
- SEIA (Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental). Se refiere a los pronunciamientos emitidos por la SISS en la evaluación ambiental de los proyectos que contemplan algún manejo de RILes.
- Autocontrol. Se refiere a la recepción y procesamiento de la información enviada por los establecimientos industriales a la empresa sanitaria en relación con los resultados de los autocontroles que estos establecimientos deben realizar de sus descargas.
- Control Directo. Se refiere a la contratación de laboratorios acreditados (por INN) por parte de la empresa sanitaria para la realización de controles sorpresivos de los efluentes de los establecimientos industriales.

- Fiscalización en terreno. Se refiere a las inspecciones que realizan los fiscalizadores de la empresa sanitaria y la SISS a los establecimientos industriales para verificar el correcto manejo de sus residuos líquidos.
- Instrucciones. Se refiere a instrucciones dictadas por la empresa sanitaria y la SISS referidas al control de RILes, las que se generan ya sea a partir de una fiscalización en terreno como de la información disponible.
- Sanciones. Se refiere a la aplicación de las sanciones que contempla la Ley a aquellos establecimientos que presentan incumplimientos de la normativa.
  - Sanción económica por parte de la SISS (Multas).
  - Cierre de la descarga al colector público por la empresa sanitaria.

### **2.3.2 Normativa Internacional para descargas de aguas residuales al alcantarillado**

Para generar un contexto de la normativa nacional en comparación con normas internacionales, se revisó lo siguiente:

- Estatuto de las Operaciones Técnicas de la Ciudad de Leverkusen 2007, Instituto de Derecho Público (TBL), sobre el drenaje de Terreno y conexión al sistema de alcantarillado público y sus descargas. Esto para descargas de aguas residuales no domésticas. Alemania
- Resolución N° 631/2015 del ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, en el cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público. Colombia
- Ley N° 5/2002, sobre vertidos de aguas residuales industriales a los sistemas públicos de saneamiento. De la comunidad autónoma del principado de Asturias, España
- Se visita la página Web de la sanitaria Australiana Water Corporation con el fin de entender el modelo que considera ante las descargas de RIL al alcantarillado.

Todas las normas vistas son creadas posterior al año 1998 (año que se promulga el DS N° 609/98), dado esto, es posible que al revisar las normas internacionales surjan algunas medidas que podrían ayudar a mejorar la norma chilena en el proceso de fiscalización y cumplimiento de la misma.

Si bien existen algunas diferencias en las concentraciones, los parámetros son homologables a las nacionales y las formas de realizar los monitoreo de control son en la misma lógica del laboratorio acreditado.

Para realizar la comparación de los parámetros medidos y los límites de concentraciones en la descarga del RIL, se presenta la siguiente tabla:

Tabla 1: Comparación de parámetros y límites normados en Chile y otros países.

Parámetros	Unidad de Medida	Norma Chile	Norma Alemania	Norma Española	Norma Colombia (productos lácteos)	Norma Colombia (papel y cartón)
<b>Aceites y Grasas</b>	mg/l	150	n/a	100	20	40
<b>Aluminio</b>	mg/l	10	10	15	n/a	n/a
<b>Arsénico</b>	mg/l	0,5	1	1	n/a	n/a
<b>Boro</b>	mg/l	4	n/a	3	n/a	n/a
<b>Cadmio</b>	mg/l	0,5	0,2	0,5	n/a	0,05
<b>Cianuro</b>	mg/l	1	10	2	n/a	n/a
<b>Cobre</b>	mg/l	3	1	5	n/a	1
<b>Cobalto</b>	mg/l	n/a	1	n/a	n/a	n/a
<b>Conductividad</b>	uS/cm	n/a	n/a	5.000	n/a	n/a
<b>Cromo Total</b>	mg/l	10	1	5	n/a	0,5
<b>Cromo Hexavalente</b>	mg/l	0,5	0,2	1	n/a	n/a
<b>Cloruro</b>	mg/l	n/a	0,5	n/a	500	1200
<b>DBO</b>	mg/l	300	n/a	1.000	250	400
<b>Fosforo</b>	mg/l	15	50	n/a	n/a	n/a
<b>Fluoruro</b>	mg/l	50	50	12	n/a	n/a
<b>Fierro</b>	mg/l	n/a	10	10	n/a	n/a
<b>Hidrocarburos</b>	mg/l	20	20	15	n/a	10
<b>Mercurio</b>	mg/l	0,02	0,05	0,1	n/a	0,01
<b>Níquel</b>	mg/l	4	0,5	5	n/a	0,5

<b>Nitrógeno Amoniacal</b>	mg/l	80	100	60	n/a	n/a
<b>pH</b>	Unidad	5,5 – 9	6,5 - 10	6 - 9	6 – 9	6 - 9
<b>Plata</b>	mg/l	n/a	1	1	n/a	n/a
<b>Plomo</b>	mg/l	1	1	1	n/a	n/a
<b>Poder Espumogeno</b>	mm	7	n/a	n/a	n/a	n/a
<b>Sólidos Sedimentables</b>	mg/l	20	n/a	10	2	5
<b>Selenio</b>	mg/l	n/a	1	0,5	n/a	n/a
<b>Sulfatos</b>	mg/l	1.000	600		500	600
<b>Solidos Susp. Totales</b>	mg/l	300	n/a	1.000	150	400
<b>Sulfuro</b>	mg/l	5	1	2	n/a	1
<b>Temperatura</b>	°C	35	35	40	n/a	n/a
<b>Zinc</b>	mg/l	5	4	10	n/a	3

n/a: Parámetro no está considerado en la norma revisada

Las mayores diferencias que existen se reflejan en dos variables importantes para el rol fiscalizador y con las cuales se podrían mejorar o asegurar el cumplimiento, estos son, la obligación de solicitar una autorización de descarga a la empresa sanitaria (o la administradora del alcantarillado) y los montos de multas.

En Alemania, según Leverkusen (2007) para el caso de la solicitud de autorización, no se podrá acceder a descarga al alcantarillado cuando ocurra lo siguiente:

- Poner en peligro la seguridad o el orden público, en particular la vida y la salud;
- Poner en peligro las plantas públicas de tratamiento de aguas residuales;
- Poner en peligro u obstaculizar la funcionalidad del sistema de recolección;
- Hacer la operación del tratamiento de aguas residuales considerablemente más difícil o más costosa;
- Afectar el tratamiento, eliminación o reciclado de lodos;
- Perturbar el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales de forma tan considerable que, por lo tanto, no se pueden cumplir los requisitos del permiso de descarga de agua.

Además de esto no es posible introducir al sistema de alcantarillado lo siguiente:  
(Operaciones técnicas Leverkusen, 2007)

- Sólidos, incluso triturados, que pueden provocar depósitos u obstrucciones en el sistema de alcantarillado;
- Lodos de neutralización, desintoxicación y otras plantas privadas de tratamiento;
- Líquidos que puede endurecerse en el sistema de conductos, así como sustancias que son secretadas por sobresaturación en las aguas residuales en las alcantarillas y pueden conducir a la discapacidad de escurrimiento;
- Contenido de baños químicos;
- Aguas residuales no desinfectadas de los departamentos de infección de hospitales e instituciones médicas;
- Sustancias líquidas de ganado agrícola como estiércol;
- Agua de ensilaje;
- Tierra, drenaje y agua de enfriamiento;
- Sangre de matanza;
- Sustancias gaseosas y aguas residuales capaces de liberar gases en concentraciones nocivas;
- Sustancias inflamables y explosivas, así como aguas residuales a partir de las cuales puede producirse una mezcla explosiva de gas y aire;
- Emulsiones de productos de aceite mineral;
- Medicamentos y productos farmacéuticos.
- Proceso de agua que contiene estireno durante la rehabilitación de canales con revestimientos.

Sin perjuicio de lo anterior, las empresas en Alemania están obligadas a comunicar al administrador del alcantarillado cuando existe un problema en sus sistemas de tratamiento, cuando cambie considerablemente la característica de su RIL.

Las multas en esta legislación Alemana son hasta 50.000 euros por descargar algo no autorizado o fuera de los límites definidos (\$ 37.000.000 con valor euro al 10 de junio 2018). En el caso de Colombia, cuya administración de los sistemas de agua potable y saneamiento se encuentra en un porcentaje menor en administración de los municipios mientras que los restantes los administran empresas privadas. Las multas están asociadas a la potestad sancionatoria en materia ambiental descritas en la Ley 1333/2009, siendo un máximo de 5.000 salarios mínimos mensuales vigentes, lo que representa a 3.688.585.000 pesos colombianos (\$ 811.894.444 con tipo de cambio al 10 de junio de 2018).

En Colombia se distinguen para distintos rubros las concentraciones en las que pueden descargar sus RILes, como por ejemplo para los sectores; elaboración de productos lácteos, elaboración de aceites y grasa de origen animal, elaboración de café, fabricación de papel y cartón, entre otros (Ministerio de Ambiente y desarrollo Sostenible, 2015).

Para el caso de la norma española, cuyo objetivo es proteger las instalaciones que integran los sistemas públicos de saneamiento y conseguir la preservación del medio ambiente, obliga a los titulares de actividades industriales o comerciales a solicitar la autorización de vertido de sus aguas residuales al alcantarillado y cuyo trámite se resuelve en conjunto con él la licencia o permiso municipal de funcionamiento.

Está prohibido los vertidos al alcantarillado lo siguiente: (Ley N° 5 principado de Asturias España, 2002).

- El uso de agua de dilución en los vertidos para conseguir niveles de concentración que permitan su evacuación a los sistemas de saneamiento, salvo en las situaciones de emergencia o peligro, cuando su utilización resulte necesaria para mitigar los efectos nocivos del accidente producido.
- El vertido de aguas limpias o de aguas industriales no contaminadas de refrigeración, de escorrentía, pluviales o análogas, cuando pueda adoptarse una solución técnica

alternativa por existir en el entorno de la actividad una red de saneamiento separativa o un cauce público.

En España las sanciones se califican en tres categorías; leves, graves o muy graves. Sobre estas categorías existen diferentes rangos de multas que se mueven entre los 1 y 550.000 euros.

Para la aplicación de estas multas se dividen entre las administradoras del servicio de saneamiento y el gobierno, siendo las primeras también con la facultad de suspender los servicios de vertidos.

## 2.4 Composición de las aguas residuales DS N° 609/98

El agua, en sus diferentes estados adquiere contaminantes que pueden ser materiales orgánicos e inorgánicos. Para conocer el grado de contaminación de las aguas residuales se utilizan ciertos parámetros regulados señalados en la siguiente tabla:

Tabla 2: Parámetros normados en DS N° 609/98

Parámetros	Abreviación	Límite máximo (tabla 4)
Aceites y Grasas	AyG	150 mg/l
Aluminio	Al	10 mg/l
Arsénico	As	0,50 mg/l
Boro	B	4 mg/l
Cadmio	Cd	0,50 mg/l
Cianuro	CN-	1 mg/l
Cobre	Cu	3 mg/l
Cromo Total	Cr	10 mg/l
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO5	300 mg/l
Fosforo	P	15 mg/l
Hidrocarburos	Hc	20 mg/l
Mercurio	Hg	0,02 mg/l
Níquel	Ni	4 mg/l
Nitrógeno Amoniacal	NH+4	80 mg/l
pH		5,50 – 9
Plomo	Pb	1 mg/l
Poder Espumogeno	PE	7 mm
Sólidos Sedimentables	SD	20 mg/l
Solidos Suspendidos Totales	SS	300 mg/l
Sulfuro	S	5 mg/l
Zinc	Zn	5 mg/l

A continuación se definen algunos de los más utilizados (Nuñez, 2009):

**Demanda bioquímica de oxígeno al 5° día (DBO5):** Es la cantidad de oxígeno requerido por los microorganismos para degradar la materia orgánica biodegradable en cinco días a una temperatura de 20° C.

**Demanda Química de Oxígeno (DQO):** La carga contaminante de las aguas residuales también puede expresarse mediante la demanda química que representa el oxígeno requerido para la oxidación química de los constituyentes orgánicos e inorgánicos. Generalmente se utiliza dicromato de potasio o permanganato de potasio, como agentes oxidantes.

**Sólidos suspendidos totales (SST):** Se definen como la porción de sólidos retenidos por un filtro o fibra de vidrio que posteriormente se seca a 103 – 105°C hasta peso constante. Se encuentran en muchos vertidos industriales en una cantidad considerable en efluentes de variados tipos de industrias, tales como fábricas de conservas y papeleras.

**Sólidos sedimentables (SD):** Se definen como aquellos que se depositan en el fondo del recipiente que los contiene, tras un período de tiempo específico. La determinación de los SD da una noción del volumen y densidad del lodo presente en el agua residual.

**Nitrógeno amoniacal (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>):** Es un parámetro que permite determinar la contaminación producida por aguas residuales domésticas y comerciales. Cantidades relativamente pequeñas de este elemento son tóxicas para los peces. A parte de originarse en aguas residuales domésticas e industriales, el amoníaco puede provenir de explotaciones agrícolas (fertilizantes). También se produce de forma natural por fermentaciones microbianas de productos nitrogenados tales como descomposición de proteínas o urea.

**Fósforo (P):** Es un nutriente esencial para los organismos vivos. Tiene gran influencia en el proceso de eutrofización, por esa razón es importante determinar su concentración en el agua residual. En las aguas residuales aproximadamente un 50% del fósforo está presente como ortofosfato; un 10% como enlaces orgánicos y alrededor de un 40% como fosfatos condensados, provenientes de detergentes. Los detergentes poseen tripolisfosfato de sodio  $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ , compuesto muy utilizado en detergentes como estabilizador del calcio, con alto poder de solubilización, no tóxico para los humanos, y económico.

**Poder Espumógeno (PE):** Se define como la capacidad de una solución de producir espuma.

**Aceite y Grasa (AyG):** Son sustancias de origen vegetal o animal que consisten en mezclas de ésteres de la glicerina con los ácidos grasos, es decir, triglicéridos.

## **2.5 Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU)**

La organización de las Naciones Unidas (ONU), en Nueva York en el año 1969, ha clasificado las actividades económicas según su producto o servicio prestado, definiendo una estructura de códigos denominada "Clasificación Industrial Internacional Uniforme", conocida por su sigla CIIU. Esta clasificación tiene como objetivo principal el presentar un conjunto de categorías que entreguen la información necesaria para el manejo de las industrias a nivel nacional, desde el punto de vista de la producción.

El propósito secundario de la CIIU es presentar ese conjunto de categorías de modo tal que los establecimientos industriales se puedan clasificar según la actividad económica que realizan. Cada país tiene, por lo general, una clasificación industrial propia, basada en la estructura establecida por la ONU y adaptada en la forma más adecuada para responder a sus circunstancias individuales y al grado de desarrollo de su economía. Pero dado que las necesidades de clasificación industrial varían, ya sea para los análisis nacionales o para fines de comparación internacional, la CIIU permite que los países produzcan datos de acuerdo con categorías comparables a escala internacional.

En Chile, el comité de nomenclaturas (organismo nacional formado por el Instituto Nacional de Estadísticas, el Servicio de Impuestos Internos, el Servicio Nacional de Aduanas y el Banco Central, que opera desde octubre de 2002, reconociendo la importancia de disponer de un conjunto de clasificadores de manera de potenciar el sistema estadístico nacional. El DS N° 609/98, del Ministerio de Obras Públicas, considera en su contenido una tabla con las clasificaciones y códigos CIU asociados a cada actividad económica (Anexo 1).

## **2.6 Antecedentes del proyecto**

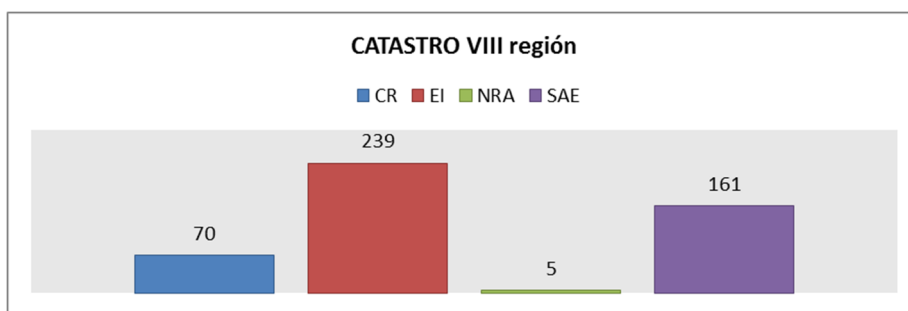
### **2.6.1 Catastro RILes Essbio S.A.**

Essbio S.A. es la empresa sanitaria más importante de regiones en Chile y está presente en 93 localidades de las regiones de O'Higgins y Biobío. Su misión principal es entregar servicios de producción y distribución de agua potable; y de recolección y tratamiento de aguas servidas a 792.042 clientes (Reporte Sostenibilidad Essbio, 2016).

Adicionalmente, cuenta con una línea de negocios no regulados a través de los cuales provee servicios de tratamiento de residuos líquidos industriales a 189 clientes y asesoría técnica a 442 sistemas de Agua Potable Rural, en las regiones de O'Higgins y Biobío.

En su infraestructura cuenta con una red de recolección de aguas servidas de 5.618 km y con 71 sistemas de tratamiento de aguas servidas en ambas regiones.

La empresa Essbio S.A. para la VIII región cuenta con un catastro de establecimientos industriales (EI) como se muestra en figura 3. Cabe destacar que en la región del Biobío existe otra empresa sanitaria (Aguas San Pedro) que cubre geográficamente un territorio operacional en Chillan y San Pedro de la Paz considerando en ambas localidades un total de 18.694 clientes lo que representa un 4,3% del total de clientes de la región del Biobío, por lo que para el presente análisis no se considera dicho %.



**Figura 3: Catastro de empresas en la VIII región**

CR: Establecimientos industriales cerrados    EI: Establecimiento industrial

NRA: No descarga RILes    SAE (\*): Simple actividad económica

(\*) Actividad económica que después de ser EI ya no es monitoreado de forma periódico por mantener un nivel de cumplimiento en 3 periodos continuos.

Del universo de establecimientos que descargan residuos industriales líquidos al sistema de alcantarillado (475 de acuerdo a lo que se muestra en figura 3), existen 161 que están en categoría SAE ya que cumplieron los límites de la norma, estos deberán ser monitoreados de forma periódica para verificar el cumplimiento de la norma, pero ya no son considerados en el proceso de fiscalización semestral que si se les realiza a los 239 establecimientos calificados como EI.

Los establecimientos industriales catastrados por la empresa sanitaria se concentran en 11 localidades de la región, representando estos en un 87% sobre el total. Las cantidades por localidad se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3: Cantidad de establecimientos industriales (EI) por localidad

<b>Localidad</b>	<b>Cantidad EI</b>
Concepción	56
Chillan	38
Talcahuano	37
Los Angeles	25
Penco	9
Tome	9
San Pedro de la Paz	8
Hualpén	8
Cabrero	7
San Carlos	5
Coronel	5

Los 239 establecimientos industriales están distribuidos en las siguientes industrias:

Tabla 4: Cantidad de EI por industria

<b>Industria</b>	<b>Cantidad EI</b>	<b>Industria</b>	<b>Cantidad EI</b>
Restaurant	57	Servicio de Transporte	2
Supermercados	56	Automotriz	2
Hospital – Centros de Salud	31	Laboratorio	2
Fca. cecinas	14	Elaboración de fideos, tallarines y otras pastas	2
Hotelería	11	Relleno sanitario	2
Pastelería	8	Vidrios	1
Pesquera harina	8	Tableros	1
Pesq. Congelados	8	Alimentos ( mermeladas y dulces)	1
Servicentro	7	Curtiembre	1
Frigorífico	5	Textil	1
Matadero	4	Imprenta	1
Lechería	4	Yeso	1
Lavandería y Tintorería	3	Agroindustria envase frutas-verduras	1
Panadería	2	Jabones	1

Al descargar los RILes al alcantarillado, estos son transportados por el sistema de recolección (colectores) hasta llegar a las plantas de tratamiento de aguas servidas (AS) correspondiente, esto lo hacen de forma gravitacional o utilizando plantas elevadoras de aguas servidas, dependiendo de las características de los terrenos entre el emisor y la planta de tratamiento de Essbio S.A.

Tabla 5: Cantidad de EI por planta de tratamiento de aguas servidas (PTAS)

<b>PTAS</b>	<b>Cantidad EI</b>	<b>Ponderación</b>	<b>PTAS</b>	<b>Cantidad EI</b>	<b>Ponderación</b>
BioBio	70	29%	Bulnes	3	1%
Chillán	38	16%	Yungay	3	1%
San Vicente	35	15%	Cañete	2	1%
Los Angeles	25	11%	Mulchen	2	1%
Penco/Lirquén	9	4%	Dichato	2	1%
San Pedro	8	3%	Coihueco	2	1%
Tomé	7	3%	El Carmen	2	1%
Cabrero	7	3%	Quirihue	1	0%
San Carlos	5	2%	Coelemu	1	0%
Coronel Sur	5	2%	Yumbel	1	0%
Nacimiento	4	2%	Cobquecura	1	0%
Lota	4	2%	Contulmo	1	0%

Como se muestra en la tabla, un 77% de los EI sus RILes está asociado a 6 plantas de tratamiento de Essbio S.A. en la octava región.

Independiente de la cantidad de establecimientos industriales que descarguen por planta, la cantidad que esté asociado a una localidad o la cantidad de establecimientos que se pueda asociar a una industria en particular, no va a determinar el riesgo que representa para la empresa sanitaria, sino más bien el ranking de los establecimientos que mayor volumen diario descarguen (VDD) al alcantarillado y por las concentraciones que estos descarguen, por lo que podría existir sólo un establecimiento industrial situado en una localidad y puede ser más riesgoso que 20 establecimientos industriales que se agrupen en la misma. Para revisar este concepto se agruparon los promedios de los VDD (volumen de

descarga diaria) por establecimiento industrial y de los 50 primeros con mayor volumen se agruparon con su respectiva localidad, resultando de la siguiente manera:

Para llegar al resultado de esta tabla, se obtuvieron las descargas máximas de VDD de todos los establecimientos industriales, en el periodo de evaluación (enero 2014 a septiembre 2017), y de estas se separaron los 50 establecimientos con mayores VDD (que representan un 88% del total) llegando al promedio por localidad.

Tabla 6: Clasificación de localidad por volumen descargado

<b>Localidad</b>	<b>VDD</b>	<b>Cantidad EI</b>
Talcahuano	16.326	18
Chillan	4.880	8
Los Angeles	3.217	5
Tome	2.682	2
Hualpén	2.304	2
Penco	1.592	4
Laja	1.294	1
Concepción	1.199	5
Coronel	972	2
Cabrero	334	1
Yungay	323	1
San Pedro de la Paz	140	1

Tabla 7: Clasificación de localidad por concentración DBO5 descargado

<b>Localidad</b>	<b>DBO5 (mg/l)</b>	<b>Cantidad EI</b>
Yungay	7.726	1
Talcahuano	3.450	16
Yumbel	2.523	1
Los Angeles	2.200	3
Hualpén	2.148	2
San Pedro de la Paz	2.050	1
Chillan	1.966	12
Concepcion	917	8
Tome	823	2
Penco	786	1
Coronel	762	3

Los resultados de la tabla 7 se obtuvieron de las concentraciones máximas de DBO5 para cada establecimiento industrial, en el periodo de evaluación (enero 2014 a septiembre 2017), y de estas se separaron los 50 establecimientos con mayores concentraciones de DBO5 (que representan un 92% del total) llegando al promedio por localidad.

En tabla 8 se obtuvieron las máximas concentraciones de AyG para cada establecimiento industrial, en el periodo de evaluación (enero 2014 a septiembre 2017), y de estas se separaron los 50 establecimientos con mayores concentraciones de AyG (que representan un 96% del total) llegando al promedio por localidad.

Tabla 8: Clasificación de localidad por concentración A y G descargado

<b>Localidad</b>	<b>AyG (mg/l)</b>	<b>Cantidad EI</b>
Yungay	756	1
San Pedro de la Paz	740	1
Chillan	494	9
Coronel	452	1
Los Angeles	373	5
Hualpén	300	2
Concepcion	226	10
Talcahuano	213	17
Yumbel	155	1
Tome	127	2
Laja	54	1

Con esto se demuestra que la clasificación por riesgo de descarga es más relevante para la empresa sanitaria ya que ayuda a enfocar los esfuerzos de fiscalización y control en localidades distintas por concentración de establecimientos.

## 2.6.2 Análisis límites de descarga

De acuerdo a lo indicado en el DS N° 609/98, el límite máximo de concentración de descarga por parámetro se debe regir a lo indicado en la tabla 4 de la misma. Sin perjuicio de lo anterior, en el artículo 4.4 la misma norma indica, se cita textual:

*“Los establecimientos industriales que descarguen su efluente en una red de alcantarillado que cuente con planta de tratamiento de aguas servidas autorizada para aplicar cargo tarifario, podrán solicitar al prestador de servicios sanitarios de quien reciben el servicio de recolección de aguas servidas, autorización para descargar efluentes con una concentración media diaria superior a los valores máximos permitidos en la Tabla N° 4, respecto de los contaminantes DBO5, fósforo, nitrógeno amoniacal y sólidos suspendidos totales. La excedencia convenida respecto de alguno, algunos o la totalidad de los contaminantes señalados, será una modalidad válida de cumplimiento de la Tabla N° 4, por parte del establecimiento autorizado.*

*Si el prestador accediere a esta solicitud, deberá celebrarse por escrito un convenio entre el establecimiento industrial y el prestador, que contendrá, sin perjuicio de lo que las partes libremente convengan, la expresa mención del límite máximo de concentración admisible para cada uno de los contaminantes sometidos a tolerancia. El precio a que haya lugar por la tolerancia a que alude el contrato será determinado conforme lo dispuesto en el inciso 2º artículo 21º del DFL MOP N°70, sobre fijación de Tarifas de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado”.*

En la octava región existen 48 establecimientos industriales que cuentan con un contrato en los parámetros negociables, con lo que se genera un nuevo límite de cumplimiento para estos parámetros, según la negociación establecida con la empresa sanitaria (ver anexo 3). El principal parámetro por el que se realiza el convenio descrito es la DBO5, seguido por los SST, nitrógeno amoniacal y finalmente fosforo. Estos dos últimos parámetros principalmente en faenadoras de animales ya que sus RILes concentran mayor cantidad de nutrientes.

El detalle de las localidades que concentran los establecimientos industriales se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 9: Cantidad de EI por localidad que considera convenio

<b>Localidad</b>	<b>Cantidad EI</b>
Talcahuano	17
Chillan	10
Concepción	7
Los Angeles	7
Coronel	2
Tome	2
Bulnes	1
San Pedro de la Paz	1
Yungay	1
Penco	1
Hualpén	1
San Carlos	1

### **2.6.3 Rebases de aguas servidas en el sistema de recolección de Essbio S.A.**

La recolección se inicia a través del Sistema de Alcantarillado Público, que se compone de uniones domiciliarias y cañerías de desagüe las que desembocan en los colectores, los que están instalados a mayor profundidad en el suelo. Los residuos que son recolectados y que se descargan en los colectores de grandes diámetros, son los que conducen sus aguas hacia las estaciones elevadoras y a las Plantas de Tratamiento.

Las estaciones elevadoras sirven para facilitar la conducción de las Aguas Servidas de manera gravitacional hasta los lugares donde serán tratadas para luego ser dispuestas en el medio ambiente.

Cuando en estos sistemas de recolección ingresan elementos distintos para lo que fueron diseñados, como por ejemplo aguas lluvias, basura, escombros, raíces, arena, trapos u otro, se genera una probabilidad alta de generar obstrucciones o tapones que impiden el flujo normal de las aguas servidas de forma gravitacional. Al generar este tapón el AS escapa o aflora a la vía pública con los impactos que esto trae consigo. Para solucionar estos

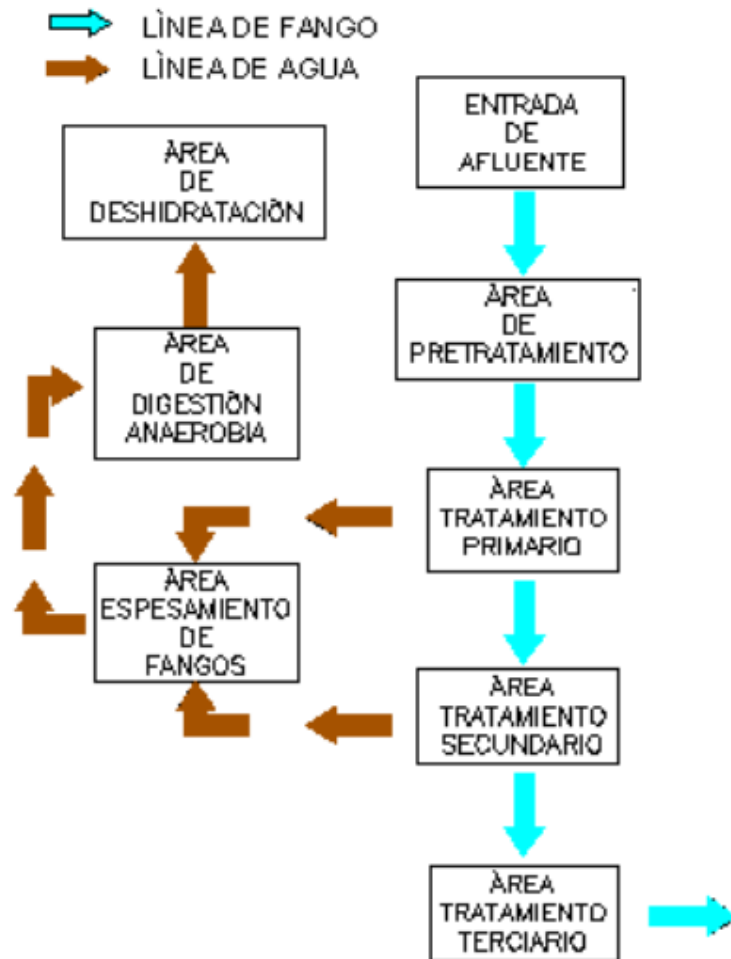
problemas, lo primero es desobstruir el tramo afectado para mantener el flujo de aguas servidas; luego de esto, se inspecciona el colector con un sistema de cámara para identificar el estado de las paredes del colector y en caso de ser necesario se aplica un lavado para remover los adosados a las paredes y reducir las probabilidades de una nueva obstrucción. Como ejemplo de la visualización de las inspecciones televisivas se muestra la figura 4 donde en algunas de ellas aparece grasa adosada a las paredes de estos.



**Figura 4: Estado de algunos colectores**

### 2.6.4 Sistemas de tratamiento de aguas servidas (AS)

Una vez recolectada toda el AS de la ciudad, esta es conducida de forma gravitacional y en algunos casos por diferencia de cotas en los terrenos se impulsa a través de plantas elevadoras. La descripción del proceso de tratamiento se describe en la figura 5.



**Figura 5: Diagrama del proceso de tratamiento**

**Área de Pre tratamiento:** El primer paso en el tratamiento de las aguas va a consistir en la eliminación de materias gruesas, arenas y grasas, debido a que su presencia en la línea perturbaría el tratamiento total y el funcionamiento de los equipos.

El área de Pre tratamiento consta de los siguientes procesos:

- Regulador de agua en exceso para evitar las sobrecargas hidráulicas en el proceso.
- Tamices para la eliminación de arenas y sustancias sólidas densas en suspensión.
- Desarenado, para la eliminación de arenas y sustancias sólidas densas en suspensión.
- Desengrasado, para la eliminación de los distintos tipos de grasas y aceites en el agua residual, así como de elementos flotantes.

**Área de Tratamiento Primario:** La mayor parte de los sólidos en suspensión y disolución de las aguas residuales, no pueden retenerse por motivo de tamaño o densidad, en las rejillas y desarenador, ni mediante flotación, por ser más pesada que el agua. Debido a esto, se recurre a la sedimentación o decantación. La decantación se produce reduciendo la velocidad de circulación de las aguas residuales, con lo cual las partículas en suspensión se van depositando en el fondo del decantador. Resumiendo, la sedimentación primaria se realiza inmediatamente después del pre tratamiento, con la finalidad de separar los sólidos en suspensión sedimentables, en un agua residual, suponen entre el 50% y el 70% de los sólidos en suspensión totales. Esta decantación primaria se efectúa a través de tres decantadores con las mismas características.

**Área de Tratamiento Secundario:** Luego que el agua sale del área de decantación primaria, ingresa al reactor biológico donde el objetivo del proceso es la eliminación, estabilización o transformación de la materia orgánica coloidal y disuelta presente en las aguas, no separables por operaciones físicas o químicas y no sedimentables. Esta transformación se consigue con la actividad de los microorganismos, mediante dos acciones complementarias: tales como la acción metabólica y la acción física. De forma natural, los microorganismos utilizan para su alimentación la transformación de la materia orgánica de los residuos. Estos procesos debido a la actividad de los microorganismos, se conocen con el nombre de acción metabólica o metabolismo. En resumen, la depuración biológica se basa en la capacidad

que poseen los microorganismos para degradar total o parcialmente los compuestos orgánicos que contienen el agua residual, con el fin de realizar sus funciones vitales, es decir, nutrición, relación y reproducción.

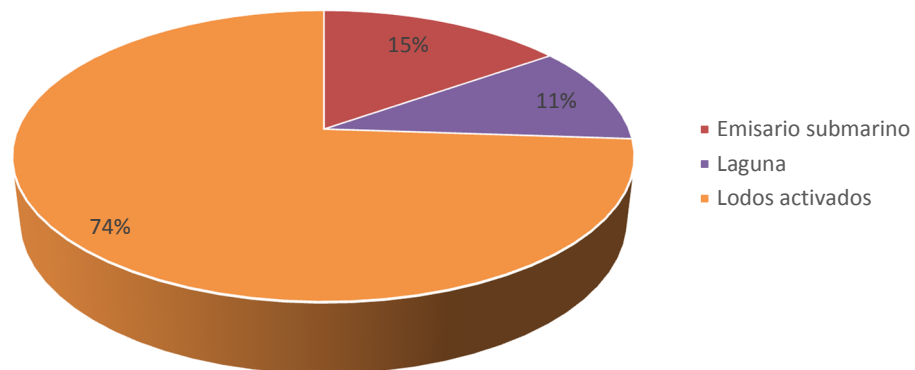
**Área Tratamiento Terciario:** Una vez que el agua sale de los decantadores secundarios se dirige a un sistema de desinfección por rayos ultravioleta. Éste es un proceso físico realizado mientras el agua pasa por una cámara de radiación. La luz ultra violeta puede, fácilmente, inactivar bacterias que sobreviven al cloro residual. Éste es un excelente medio para destruir las bacterias coliformes y los virus efluentes secundarios. El rango de las radiaciones ultra violetas y de las correspondientes ondas electromagnéticas puede subdividirse de acuerdo con sus efectos biológicos, siendo la correspondiente en el rango de corta longitud entre 200 y 280 NM la que tiene efecto germicida.

**Área de Espesamiento de Fangos:** Como se señaló anteriormente, los fangos producidos en los tratamientos primarios y secundarios son enviados a dos direcciones: los primarios al espesador y los secundarios al flotador. El espesador actúa por gravedad. Éste tiene un diseño similar al de los decantadores circulares como el de los Primarios y Secundarios. La alimentación se realiza por la campana central que sirve de reparto y como zona de tranquilización, con una altura tal que no influye en la zona inferior de compactación. El fondo tiene una pendiente aproximada al 10%.

**Área de Digestión Anaerobia:** La digestión anaerobia es un proceso bioquímico multiestado que puede estabilizar diferentes tipos de materia orgánica, reduce los sólidos procedentes de la decantación primaria y del tratamiento biológico, donde los microorganismos descomponen los sólidos orgánicos en ausencia de oxígeno. La digestión del fango se produce en tres fases: en la primera, las enzimas extracelulares descomponen los sólidos orgánicos complejos, celulosa, proteínas y lípidos en ácidos orgánicos solubles, alcoholes, dióxido de carbón, y amonio.

**Área de Deshidratación:** Los fangos procedentes de la Digestión anaerobia se almacenan en un depósito llamado Tampón para posterior deshidratación. La concentración media del fango digerido es del 2,5% y para mantener homogéneo este fango el depósito Tampón está provisto de un agitador de fondo. Los Decantadores centrífugos encargados de deshidratar el fango digerido, lo concentra hasta un 23% de sequedad. El funcionamiento de cada decantador centrífugo se regula según las condiciones del fango que se quiera sacar. Una vez que el fango ha sido deshidratado, se envía a un silo, que luego es transportado a un vertedero.

Actualmente en la VIII región existen 46 plantas de tratamiento de aguas servidas con distintas tecnologías en sus procesos.



**Figura 6: Tipos de tecnología de la plantas de tratamiento en la octava región**

### 3. Materiales y Métodos

#### 3.1 Objetivo específico 1: Caracterizar los RILes emitidos por las empresas catastradas.

Para la caracterización de los RILes se utilizará una base de datos con la que cuenta Essbio S.A. En esta base se encuentra el resultado de cada muestra realizada a los establecimientos industriales por periodo, esto considera el resultado de concentración de cada parámetro medido (dependiendo del CIU con el que se clasificó cada EI). La cantidad de muestreo realizado a cada establecimiento en un año depende de 3 escenarios, primero que todo se debe considerar que todos los establecimientos industriales se les deben monitorear 2 veces al año de acuerdo a la normativa y esto se define Control Directo (realizado por la empresa sanitaria con un laboratorio acreditado). A esto se debe considerar si el establecimiento industrial tiene un convenio firmado con la empresa sanitaria y en este caso dependiendo de lo descrito en el contrato podrían tener monitoreo mensual para controlar los parámetros convenidos y finalmente su suma los establecimientos que tienen una resolución de monitoreo emitido por la SISS (se les emite a aquellos que representan un mayor riesgo o peligro de sus RILes) y en estos casos el establecimiento debe controlarse de forma autónoma con una laboratorio acreditado y enviar los resultados a la empresa sanitaria, a esto se le denomina como autocontrol.

Con esta base de información se obtendrá una cantidad de monitoreo por mes asociado a cada establecimiento, identificando algunas variables como: cumplimiento, localidad a la que pertenece, industria asociada, volumen descargado, entre otras.

Esta base, que comprende entre los años desde el 2014 al 2017, se procesará en Excel 2013 y se aplicarán algunos conceptos de estadística descriptiva.

### **3.2 Objetivo específico 2: Determinar el efecto operacional para la empresa sanitaria por el incumplimiento de la normativa**

Para lograr este objetivo, con la base anterior, se obtendrá la concentración que se descarga por sobre la norma y esta será multiplicada por el volumen descargado en el mismo día de la concentración para llegar a una carga emitida en el RIL y que llegará a la planta o se mantendrá en el colector. Para ambos casos y determinar el efecto operacional se revisarán otras bases de información de Essbio, tales como, base de rebases de aguas servidas en el alcantarillado y cómo esta se relaciona con las descargas en exceso de Aceites y grasas.

Para evaluar el costo que significa para la empresa sanitaria el incumplimiento al DS N° 609/98 asociado al impacto en las redes de recolección, se considera el precio que tiene cada desobstrucción y el precio asociado al lavado de colector para remover la grasa. Para obtener el número de eventos se considera los establecimientos industriales con mayores incumplimientos en el parámetro AyG y se les asocia las obstrucciones atendidas en un radio de 300 metros del establecimiento industrial cuya causa de obstrucción sea acumulación de grasa.

Para obtener la cantidad de rebases (obstrucciones) generados en la VIII región, se accedió a la información mensual que se envía a la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) en su protocolo de información PR013. Se revisó la base para el periodo de años 2012-2017, existiendo un promedio de 15.193 obstrucciones anuales, donde para cada evento de obstrucción se identifica la razón de la obstrucción y clasifica la causa en el sistema que lo generó, la duración hasta la reposición del servicio, si a raíz de la obstrucción existió afloramiento a la vía pública, la dirección del evento y las coordenadas UTM del origen.

Para realizar el cruce de información se utilizará el ArcGis como información geográfica para determinar correlaciones. Esto es, al ubicar un rebase de aguas servidas, este ubicará geográficamente si existe una empresa emisora de RIL en un radio de 500 metros y se asociará por obstrucción de grasa en el caso que este El tenga excesos en este parámetro. Se filtrará los establecimientos con exceso de grasa (que sus resultados del parámetro AyG

se encuentre por sobre el límite normativo descrito en tabla 4 del DS N° 609/98) y sobre estos se cruzará los rebases.

Además de lo anterior, en relación a los sistemas de tratamiento se utilizarán base de variables operacionales de las plantas para evaluar algunas que tengan impacto en los RILes recibidos, tales como consumo de energía eléctrica en la aireación de los reactores, y la generación de lodo.

### **3.3 Objetivo específico 3: Determinar el efecto económico para la empresa sanitaria el incumplimiento de la normativa.**

Para lograr este objetivo, se utiliza la concentración y volumen descargado por los establecimientos industriales por sobre el límite normativo identificando la carga de emisión del RIL que finalmente llega a planta de tratamiento de aguas servidas por medio de los colectores. Para ambos casos y determinar el efecto operacional se revisarán las bases de costos unitarios, en el caso del sistema de tratamiento evaluar el costo de operación de la planta por cada Kg de DBO (carga orgánica) ingresado y en el caso del sistema de recolección el costo unitario por cada desobstrucción del alcantarillado.

Para evaluar sólo la carga orgánica que ingresa a la planta asociado al incumplimiento del DS N° 609/98, se llevaron estos gastos a un valor unitario \$/Kg DBO5 tratado por planta. Con el valor de las concentraciones en exceso descargados por los EI en DBO5 y el valor del volumen descargado por día (VDD en M3) para el mismo EI se obtiene la carga orgánica de cada establecimiento industrial en Kg DBO5/día.

Para todos los cálculos se considera sólo las concentraciones en exceso a la norma asumiendo que el cálculo de los límites normativos se basa en las capacidades que pueden aceptar los sistemas de recolección y las plantas de tratamiento de aguas servidas. Por ejemplo, para el parámetro DBO5 el límite de la norma es 300 mg/l y si el establecimiento industrial descargó con una concentración de 450 mg/l se considera en incumplimiento y para la evaluación de carga orgánica sólo se considera la concentración de 150 mg/l con su respectivo volumen descargado medido durante el monitoreo.

Para evaluar el costo del exceso de DBO5 descargado por el incumplimiento de los establecimientos industriales se consideran los siguientes conceptos:

- Obtener la concentración medida y el volumen descargado del monitoreo diario para cada establecimiento industrial.
- Asociar cada establecimiento industrial a una planta de tratamiento de aguas servidas.
- Obtener el costo del tratamiento de la carga orgánica para cada planta, representada por \$/Kg de DBO5.
- Proyectar la carga generada para cada establecimiento industrial en el mes. Dado Debido a que el muestreo es la representatividad de un día en el mes o en el semestre, sumado al comportamiento de incumplimientos reiterados del establecimiento industrial, se estima que el comportamiento de dicho día se prolonga por la mitad de ese mes donde se detectó el incumplimiento (para el resto de meses donde no hay monitoreo no se considera incumplimientos porque no existe la evidencia). De acuerdo a esto último, la evaluación de costo es optimista asumiendo que los meses donde no hay monitoreo el establecimiento industrial cumple el DS N° 609/98, además en el mes de incumplimiento sólo se estima con incumplimiento 15 días asumiendo que los otros 15 días el establecimiento industrial cumple el DS N° 609/98. En este punto y tal como se menciona en los primeros capítulos del presente informe, hay establecimientos industriales que tienen monitoreo 2 veces al año y otros uno mensual.

### **3.4 Objetivo específico 4: Describir los impactos ambientales del no cumplimiento de la norma**

Para determinar los impactos ambientales, se realizará una matriz Leopold y se identificará de forma bibliográfica y a través de entrevistas a los supervisores de planta los potenciales riesgos ambientales que se visualizan para las plantas en los casos de los RILes que ingresen con ciertos parámetros descargados. La matriz se realizará en forma regional y se asociará a los aspectos que son genéricos independiente de la localidad donde se generen, esto sin perjuicio que los impactos serán más bien locales asociados a los colectores donde se generan los rebases de aguas servidas y los cuerpos de aguas donde se realizan las descargas. Dado esto último, los procesos que se evaluarán para identificar los aspectos ambientales serán; sistema de recolección de aguas servidas, sistema de aliviadero de tormenta antes de ingresar a la planta (by pass, utilizado cuando el caudal de ingreso supera el de diseño de la planta y esto ocurre en los periodos de lluvia o ante algún problema de funcionamiento de la planta), afluente de la planta, operación de la planta, disposición de lodos y el afluente de la planta.

La matriz Leopold fue el primer método que se estableció para las evaluaciones de impacto ambiental. Es un sistema de información que se preparó para el servicio geológico de ministerio del interior de los estados unidos como elemento guía de los informes y de las evaluaciones de impacto ambiental. Esta matriz fue desarrollada en 1971 en respuesta a la Ley de Política Ambiental de los EEUU de 1969.

Esta es una matriz interactiva simple donde se muestra las acciones del proyecto o actividad en un eje y los factores o componentes ambientales posiblemente afectados en el otro eje de la matriz. Cuando se presume que una acción determinada va a provocar un cambio en un factor ambiental, éste se apunta en el punto de la intersección de la matriz y se describe además su magnitud e importancia.

Registro de Aspectos e Impactos Ambientales  
Matriz de Riesgos

Probabilidad del Impacto	Muy Probable	5	MS 15	IS 20	IS 45	IS 50	IS 75
	Probable	4	NS 12	MS 24	IS 36	IS 48	IS 60
	Medianamente Probable	3	NS 9	IS <sub>BP</sub> 18	MS 27	IS 36	IS 45
	Improbable	2	NS 6	NS 12	IS <sub>BP</sub> 18	MS 24	IS 30
	Muy Improbable	1	NS 3	NS 6	NS 9	NS 12	MS 15
			3	6	9	12	15
			Insignificante	Leve	Moderada	Grave	Muy Grave
			Gravedad del Impacto				

**Nomenclatura y Significado e Implicancia**

**IS** Impacto Significativo, que requiere acción de control (mediante un procedimiento) o de mejoramiento (mediante un Programa de Gestión), dependiendo si el aspecto está o no controlado.

**IS<sub>BP</sub>** Impacto Significativo de Baja Probabilidad, que requiere acción de control (mediante un procedimiento) y debe ser revisado periódicamente para verificar si se mantiene su nivel de riesgo.

**MS** Impacto Medianamente Significativo, que queda sujeto a revisiones futuras para verificar si mantiene su nivel de riesgo.

**NS** Impacto No Significativo, que no requiere ningún tipo de acción.

**Figura 7: Esquema teórico para la matriz de Leopold**

#### **4. Resultados**

##### **OE1 Caracterizar los RILes emitidos por las empresas catastradas**

Para entender si las empresas que descargan sus RILes cumplen con la normativa se debe caracterizar y controlar de forma periódica los efluentes con laboratorios acreditados por el INN (Instituto Nacional de Normalización).

Al revisar la información catastrada por la empresa sanitaria Essbio, existe un total de 75.233 muestras, 63.736 puntuales y 11.497 compuestas, que contienen distintos parámetros de resultados entre enero 2014 y septiembre 2017. De acuerdo a la normativa, se podrán considerar como muestras puntuales los siguientes parámetros: Temperatura, pH y sólidos sedimentables. Para las muestras compuestas (de acuerdo a lo descrito en NCh N° 411/10) se consideran todos los parámetros establecidos en el CIU de cada establecimiento descrito en el DS N° 609/98 asociado al tiempo de ejecución de este muestreo que puede ir de 6 a 24 horas dependiendo de la continuidad de su proceso productivo.

En tabla 10 se indica la cantidad de muestras por localidad y según la causa que generó la toma de dicha muestra, esto es, autocontrol que corresponde al monitoreo realizado por el propio establecimiento definido por la superintendencia de servicios sanitarios para luego enviar los resultados a la empresa sanitaria, control directo que corresponde a las muestras realizadas por la empresa sanitaria a los establecimientos con un laboratorio acreditado y las causas por convenio o contrato, estas muestras son administradas por la empresa sanitaria.

Toda la información recogida por la empresa sanitaria como resultado del monitoreo a los establecimientos industriales de manera mensual son procesados para evaluar cumplimiento y se envían a la superintendencia de servicios sanitarios (SISS) por intermedio del intercambio de información denominado PROCOF (procedimiento de control y fiscalización de RILes).

En tabla 11 se describe el detalle de la cantidad de muestras que existen para cada parámetro en el mismo periodo descrito (enero 2104 a septiembre 2017), la diferencia en la cantidad de cada uno dependerá del CIUU de cada establecimiento industrial, la definición de la resolución de monitoreo para los autocontrol y si la muestra considerada es puntual o compuesta. Así mismo se muestra el detalle de la caracterización por industria en relación a la cantidad de establecimientos y volumen descargado.

Tabla 10: Cantidad de muestras por localidad y por la vía de monitoreo

<b>Localidad</b>	<b>Autocontrol</b>	<b>Control Directo</b>	<b>Contrato</b>	<b>Total</b>
Talcahuano	18.558	434	1.988	20.980
Penco	17.381	102	32	17.515
Chillan	12.801	721	1.505	15.027
Los Angeles	8.053	379	833	9.265
Concepción	2.018	919	268	3.205
Hualpén	2.948	61	138	3.147
Yungay	1.031	24	1.832	2.887
Tome	262	93	328	683
Bulnes		63	220	283
San Carlos	219	45	17	281
Coronel		100	97	197
San Pedro de la Paz		100	91	191
Cañete		142		142
Laja		58	77	135

Se representan sólo las 14 localidades con mayor cantidad de muestras, que representan un 99,4%.

Tabla 11: Cantidad de muestras por parámetro

<b>Parámetro</b>	<b>Cant. Muestras</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Cant. Muestras</b>
Arsénico	409	Nitrógeno amoniacal	4.779
Cadmio	533	Níquel	532
Aceite y Grasa	5.046	Fosforo	4.874
Boro	310	Plomo	496
Cianuro	350	pH	39.787
Cromo	645	Poder espumogeno	5.131
Aluminio	318	Sulfuros	1.090
Cromo Hexavalente	649	Sulfatos	789
Cobre	1.197	Solidos suspendidos totales	3.529
DBO5	7.160	Solidos sedimentables	5.378
Hidrocarburos totales	694	Temperatura	38.115
Mercurio	511	Volumen descargado	21.879
Manganeso	347	Zinc	532

Tabla 12: Caracterización industria por parámetro

Etiquetas de fila	DBO (mg/l)	AyG (mg/l)	NH3 (mg/l)	SST (mg/l)	T° (°C)
<b>Pesqueras</b>	5.746	247	1.452	3.500	
<b>Relleno sanitario</b>	4.753	342	3.224		
<b>Imprenta</b>	1.990		89	2.690	
<b>Lechería</b>	1.359	298	511	537	36
<b>Alimentos</b>	1.235	161		367	
<b>Curtiembre</b>	1.045				50
<b>Fca. cecinas</b>	922	253	142	561	
<b>Pastelería</b>	794			370	
<b>Laboratorio</b>	733		133		
<b>Servicentros</b>	687		445	496	
<b>Matadero</b>	678	508	182	1.025	37
<b>Supermercados</b>	668	306	150	595	
<b>Restaurant</b>	666	333	91	689	
<b>Agroindustria frutas</b>	505				
<b>Frigorífico</b>	478		527	435	
<b>Hospital</b>	477	171		470	
<b>Mall</b>	467	234	92	507	
<b>Hotelería</b>	458	166		357	
<b>Lavandería</b>	403				
<b>Acero</b>	350				
<b>Transporte</b>	347				
<b>Puerto</b>	324				
<b>Educación</b>					
<b>Vidrios</b>				346	
<b>Construcción</b>					
<b>Textil</b>			149		48
<b>Jabones</b>					
<b>Total general</b>	<b>1.071</b>	<b>296</b>	<b>297</b>	<b>660</b>	<b>38</b>

## **OE2 Determinar el efecto operacional y económico para la empresa sanitaria por el incumplimiento de la normativa en el proceso de aguas servidas**

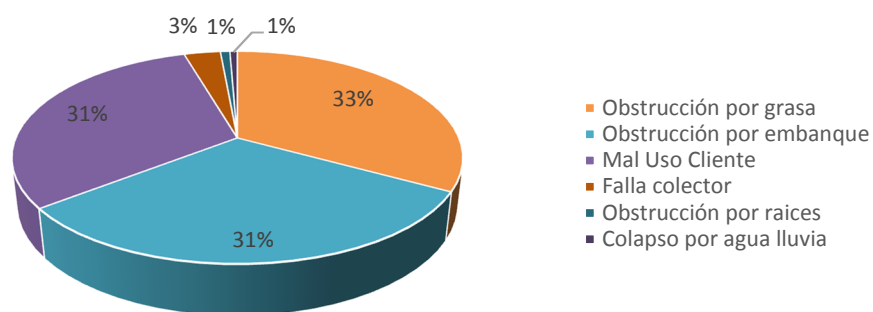
Los principales efectos que tiene en la empresa sanitaria la descarga de RILes incumpliendo el DS N° 609/98, en las que se realizará el análisis, se asocia a las obstrucciones del alcantarillado debido a la incrustaciones de grasa que generan tapones que impiden el libre paso gravitacional de las aguas servidas, generando afloramiento de estas en la vía pública provocando efectos negativos en la comunidad con problemas de olor u otros. La otra variable relevante para la empresa sanitaria y que tiene un impacto en el costo está asociado a la carga orgánica en exceso que se transporta por el sistema de recolección y llega a las plantas de tratamiento de aguas servidas.

Estas dos variables que serán analizadas en el presente informe se asocian a los parámetros aceite-grasa (AyG) y demanda bioquímica al quinto día (DBO5).

### **Análisis parámetro Aceite y Grasas (AyG)**

Para entender las causas que podrían obstruir el sistema de recolección se enumeran las causas con y la ponderación de estas causas sobre el total de eventos generados en la octava región en el periodo de años 2012-2017:

- Colapso por aguas lluvias,
- Falla colector,
- Mal uso cliente (papeles, palos, bolsas plásticas, trapos),
- Obstrucción por embanque (arena),
- Obstrucción por grasas,
- Obstrucción por raíces,



**Figura 8: Clasificación de obstrucciones en la octava región**

Del 33% descrito anteriormente, en la tabla 13 se muestra la evolución que ha tenido en los últimos 6 años donde se puede apreciar que en los años 2015 y 2016 existieron los valores más altos para el motivo obstrucción por grasas. Si bien el año 2017 baja con respecto a estos años, sigue siendo más alto que los años 2012-2014, esta alza en los últimos 3 años si bien se podría explicar por los establecimientos catastrados y descrito en el presente informe, también es el periodo donde existió un crecimiento exponencial de los locales pequeños de comida rápida o sushi y donde se ha verificado con la empresa sanitaria que la mayor parte de estos no cuentan con el equipamiento de retención de grasas por lo que pasan de forma directa al alcantarillado.

En la tabla 13 el motivo definido como Otros se refiere en un % mayoritario a obstrucciones que se producen en las cámaras domiciliarias, conocidas en el rubro sanitario como UD (unión domiciliaria).

Tabla 13: Distribución de la cantidad de obstrucciones por motivo

Motivo	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Total
Obstrucción por grasas	4.563	4.102	3.885	5.862	5.810	5.382	29.604
Obstrucción por embanque	3.223	3.864	4.045	4.468	3.483	3.452	22.535
Otros	2.885	2.886	2.356	2.396	3.159	2.832	16.514
Obstrucción de colector	2.262	2.011	1.930	1.991	1.595	1.569	11.358
Mal uso cliente	1.284	1.006	958	1.561	1.390	1.307	7.506
Falla tubo	396	342	443	424	464	416	2.485
Obstrucción por raíces	115	106	140	128	99	61	649
Colapso por aguas lluvias	52	84	140	83	58	94	511

Al realizar la apertura por localidad, para las obstrucciones cuyo motivo es por acumulación de grasa, Talcahuano es la que se encuentra en el primer lugar en los 6 años analizados con el 58% del total de obstrucciones por grasas, esto según lo que se muestra en la tabla 14. Además, se destaca el segundo lugar de Concepción que comenzó su alza de rebases asociados a acumulación de grasa en el año 2014 incrementando los años siguientes. Esto último, en relación al mismo concepto de los párrafos anteriores asociados al crecimiento exponencial de locales de comida rápida y sushi.

Tabla 14: Distribución de la cantidad de obstrucciones por localidad

<b>Localidad</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>Total</b>
Talcahuano	3.137	2.696	2.518	3.033	2.997	2.898	17.279
Concepción	6	5	140	931	1.008	878	2.968
Coronel	305	362	312	452	412	468	2.311
San pedro	334	288	245	360	278	225	1.730
Curanilahue	232	210	176	253	231	193	1.295
Arauco	238	308	188	190	190	118	1.232
Lota	162	117	108	163	82	76	708
Chiguayante	21	11	13	160	164	159	528
Laja	26	31	62	82	99	60	360
Cabrero	13	18	19	56	98	56	260
Yumbel	12	6	9	29	62	43	161
Huepil	7	8	11	14	16	25	81
Chillan	13	6	9	9	6	5	48
Santa Juana	7	2	9	13	9	8	48
Cañete	8	1	6	3	5	4	27

Para todos los cálculos se considera sólo las concentraciones en exceso a la norma asumiendo que el cálculo de los límites normativos se basa en las capacidades que pueden aceptar los sistemas de recolección y las plantas de tratamiento de aguas servidas. Por ejemplo, para el parámetro AyG el límite de la norma es 150 mg/l y si el establecimiento industrial descargó con una concentración de 350 mg/l se considera en incumplimiento y para la evaluación de carga sólo se evalúa con considera la concentración de 200 mg/l con su respectivo volumen descargado medido durante el monitoreo.

Tabla 15: Establecimientos con mayor incumplimiento en parámetro AyG y las obstrucciones asociadas

Comuna	Código El	Industria	Promedio Exceso AyG (mg/l)	Cantidad de rebases asociado a El	Total rebases localidad (*)
<b>Cañete</b>	3391	Supermercados	770	2	140
<b>Concepción</b>	3267	Restaurant	665	24	2.618
<b>Concepción</b>	3234	Supermercados	463	12	2.618
<b>Talcahuano</b>	3019	Supermercados	427	51	3.534
<b>Chillan</b>	3127	Supermercados	401	0	1.501
<b>Coronel</b>	3697	Supermercados	302	27	1.160
<b>Chillan</b>	3695	Lechería	295	0	1.501
<b>Bulnes</b>	3289	Fca. cecinas	276	0	99
<b>Chillan</b>	3089	Restaurant	267	0	1.501
<b>Bulnes</b>	3287	Matadero	259	0	99
<b>Concepción</b>	3213	Restaurant	253	23	2.618
<b>Talcahuano</b>	3032	Pesquera	240	34	3.534
<b>Talcahuano</b>	3020	Supermercados	239	51	3.534
<b>Chillan</b>	3075	Restaurant	201	0	1.501
<b>San Pedro de la Paz</b>	3046	Supermercados	196	5	564
<b>Concepción</b>	3202	Supermercados	175	1	2.618

**(\*) Promedio anual (2012-2017)**

Para determinar las obstrucciones que se generaron en el radio cercano a un establecimiento industrial se utilizó el sistema geográfico ArcGis georreferenciando las coordenadas UTM de ambos. Para mostrar un ejemplo de la visualización geográfica se muestra el El código 3046 ubicado en un sector de la localidad de San Pedro de la Paz, donde los puntos rojos demuestran la ubicación de una obstrucción del colector. El resto de los mapas con sus respectivos establecimientos industriales se encuentran en el anexo 2.

De acuerdo a los costos unitarios para la empresa sanitaria, consultado al área específica que desarrolla la función de desobstrucción del alcantarillado, el valor para cada desobstrucción en la región del Biobío es de \$ 220.000 y el lavado del colector para remover la grasa es de \$ 120.000.

Sumando las obstrucciones cercanas a los establecimientos industriales, con mayores incumplimientos en el parámetro AyG y cuyas causas sólo se asociaron a acumulación de grasa, el total de obstrucciones es de 230 eventos en la VIII región. Con esto, el costo anual para la empresa sanitaria al acudir a desobstruir y lavar el colector es de \$ 78.200.000.



**Figura 9: Ubicación geográfica de El 3046 en San Pedro de la Paz**

### **OE3 Determinar el efecto económico para la empresa sanitaria en el proceso de tratamiento de los RILes por el incumplimiento de la normativa**

Para evaluar el costo que significa para la empresa sanitaria tratar la carga orgánica que llega a la planta de tratamiento de aguas servidas, como resultado del incumplimiento del parámetro DBO5 en los establecimientos industriales, se consideran las siguientes variables con su respectiva ponderación con respecto al total (evaluando en relación a \$/M3 tratado):

- Transporte y disposición de lodos (36%)
- Energía (29%)
- Químicos (10%)
- Otros (9%, viajes y estadías, alimentación, seguridad, combustible, materiales y laboratorio)
- Gastos Generales (9%)
- Mantenciones (7%)

En tabla 16 se puede ver que existen 3 plantas que concentran el 99% de la carga orgánica con incumplimiento descargada por los establecimientos industriales de la región, esto dado que son las ciudades más grandes de la región que concentran mayores sectores industriales que descargan en mayor volumen al alcantarillado. Sin perjuicio de lo anterior e independiente que en estas 3 localidades existan plantas para tratar volúmenes grandes de aguas servidas, un correcto proceso biológico podría verse afectado cuando existen ingresos puntuales con concentraciones altas de carga orgánica obligando a tomar medidas operacionales para tratar estos pick. Aunque en las localidades más pequeñas (y por ende plantas de las mismas dimensiones) una descarga con una concentración alta de carga orgánica probablemente provoque mayores inconvenientes que una planta más grande por la eculización del aguas servidas y la capacidad biológica de la misma para tratar.

Tabla 16: Carga orgánica (Kg DBO5/año) recibida por la planta por incumplimientos al DS N° 609/98

PTAS	2014	2015	2016	2017	Total (Kg DBO5)
<b>Los Angeles</b>	16.914	15.795	1.686	1.289	35.684
<b>BioBio</b>	13.806	11.370	1.104	868	27.147
<b>Chillán</b>	2.843	5.609	6.340	3.051	17.842
<b>San Pedro</b>	278	209	36	23	546
<b>Tomé</b>	6	3	8	455	472
<b>San Carlos</b>	63	58	12	14	147
<b>Yumbel</b>		42	8	37	88
<b>Cañete</b>		2	58	11	71
<b>Bulnes</b>	2	2	11	9	24
<b>Coihueco</b>	1	0	21		23
<b>Nacimiento</b>			0	18	18
<b>El Carmen</b>	6		5		11
<b>Cabrero</b>		1	2	5	8
<b>Quirihue</b>	5		0		5
<b>Yungay</b>		1	1	2	4
<b>Huepil</b>		1			1
<b>Mulchén</b>		0	0	0	1
<b>Florida</b>				1	1
<b>Total</b>	<b>33.927</b>	<b>33.094</b>	<b>9.299</b>	<b>5.889</b>	<b>82.208</b>

Para evaluar el costo que asume la empresa sanitaria por el tratamiento de la carga orgánica se consideran los siguientes costos por planta:

Tabla 17: Costo para tratar cada Kg de DBO5 que ingresa a la planta

<b>Planta</b>	<b>Costo unitario (\$/Kg DBO5)</b>
BioBio	374
Bulnes	977
Cabrero	743
Cañete	1.396
Chillán	446
Coelemu	848
El Carmen	1.561
Florida	1.691
Los Angeles	701
Quirihue	747
Yumbel	710
Yungay	1.179

Considerando los valores de descarga con incumplimiento de los establecimientos industriales y los costos de la sanitaria para tratar esos excesos, se llega a un valor total de MM\$ 409 entre el 2014 y 2017.

#### **OE4 Describir los impactos ambientales del no cumplimiento de la normativa**

Al realizar la matriz de Leopold y analizar los resultados, se obtiene un total de 12 aspectos ambientales que afectan a los procesos de recolección y tratamiento de la empresa sanitaria, descritos en tabla 18, esto son:

- Descarga de aguas servidas crudas al cuerpo receptor por efecto de aguas lluvias con la presencia de RIL sin tratar o fuera de la norma (impacto, contaminación del cuerpo receptor).
- Ingreso RILES incumpliendo el DS N° 609/98 (parámetros sin posibilidad de tratar en planta) (impacto, contaminación del cuerpo receptor).
- Ingreso RILES incumpliendo el DS N° 609/98 (parámetros con posibilidad de tratar en planta, pero en exceso) (impacto, contaminación del cuerpo receptor).
- Ingreso RILES vía descarga de Camiones (Contaminación del aire, olores).
- Derrame de Lodo (contaminado con metales de RILes) (impacto, contaminación del suelo).
- Aplicación de lodo a predio (impacto, contaminación del suelo).
- Consumo de energía eléctrica adicional por exceso de carga orgánica (impacto, disminución de recursos energéticos convencionales).
- Obstrucción del alcantarillado sin afloramiento en la vía pública (impacto, contaminación del aire con olores).
- Obstrucción del alcantarillado sin afloramiento en la vía pública (impacto, contaminación del suelo).
- Obstrucción del alcantarillado con afloramiento en la vía pública (impacto, contaminación del suelo).
- Obstrucción del alcantarillado con afloramiento en la vía pública (impacto, contaminación cuerpo receptor).
- Obstrucción del alcantarillado con afloramiento en la vía pública (impacto, salud de las personas).

Como resultado del incumplimiento de la norma, 6 de estos resultan con una categorización de impacto significativo los que se resumen en forma general de la siguiente forma:

- **Contaminación del cuerpo receptor:** Este concepto se asocia a la descarga al cuerpo receptor por medio de la utilización de by pass que ocurre con poca frecuencia sólo ante eventos de lluvia, pero que descarga el agua servida cruda. Por otro lado está el contaminante que ingresa a la planta pero esta no es capaz de

tratar (principalmente metales) por lo que saldrá por el efluente o quedará en el lodo.

- **Contaminación del suelo:** Esta variable se refiere cuando el contaminante queda almacenado en el lodo y este posteriormente se dispone en suelo. La categoría de disponer el lodo sanitario en suelo (predios forestales principalmente) es una tendencia cada vez más utilizada en la industria sanitaria por el alto contenido de nutrientes que contiene. En la VIII región alrededor de un 80% del lodo generado en las plantas de tratamiento de aguas servidas son dispuestos en suelos forestales. Sin perjuicio de esto, el decreto supremo N° 4 (Manejo de lodos generados en las plantas de tratamiento de aguas servidas) define la forma en la cual disponer y los controles que se deben realizar para disminuir este riesgo.
- **Obstrucción del alcantarillado con afloramiento en la vía pública:** Esta variable es la más significativa de acuerdo a los puntajes obtenidos y tiene su fundamento en la relación directa que tiene el contaminante con la salud de las personas ya sea en el contacto o inhalación de gases que podrían resultar tóxicos en la degradación anaeróbica de materia orgánica tales como el Ácido Sulfhídrico y el Amoníaco. De los resultados obtenidos de las obstrucciones obtenidas entre 2012 y 2017, sólo un 14% de estas fueron con afloramiento de aguas servidas con el riesgo del contacto directo con las personas. Otro riesgo en este punto se asocia a la infiltración que se puede generar dependiendo del lugar del rebase y las pendientes que hagan que escurra el agua servida al suelo o bien estas pendientes podrían llevar el agua servida a un colector de aguas lluvias y éstas finalmente descargar a algún cuerpo de agua superficial generando el mismo efecto de contaminación que el by pass de la planta.

Con respecto a los aspectos que resultaron con un impacto medianamente significativo se describen de la siguiente forma:

- **Contaminación del cuerpo receptor:** Este ítem se refiere a los parámetros que si bien podrían ser tratados en la planta, estos de todas formas pasan al efluente por una sobrecarga orgánica de la planta o bien por una falla en el proceso de la misma.
- **Contaminación del suelo:** Este impacto hace referencia a los colectores (o alcantarillado) y que a raíz de alguna fisura en su estructura pueda filtrar al suelo parte de las aguas servidas transportadas. De acuerdo a lo consultado con los expertos de la compañía esto no es tan probable ya que el estado general de la

infraestructura de colector se encuentra en buen estado y los recambios que se han generado han sido posterior al terremoto del 27 de febrero del 2010.

- **Disminución de recursos energéticos convencionales:** Este impacto se refiere al consumo adicional de energía eléctrica que conlleva tratar el exceso de carga ingresada a la planta por el incumplimiento del DS N° 609/98. Para obtener la cantidad de kW adicional se obtuvo la relación por cada planta entre el Kg DBO5 tratado y el consumo por mes de energía eléctrica (kWh). Con esto y la cantidad de Kg DBO5 por incumplimiento al DS N° 609/98 se obtuvo que en total se consumió 131.201 kWh, lo que se explica por planta en la tabla 18.

Tabla 18: Consumo de energía eléctrica por cada Kg DBO5 que ingresa a la planta

PTAS	Cantidad EI	kWh / kg DBO5 (*)	kWh	PTAS	Cantidad EI	kWh / kg DBO5 (*)	kWh
BioBio	70	1,05	28.504	Bulnes	3	2,32	56
Chillán	38	1,36	24.265	Yungay	3	2,33	9
Los Angeles	25	2,18	77.791	Cañete	2	2,51	178
Cabrero	7	3,12	25	Mulchen	2	1,53	2
San Carlos	5	1,54	226	El Carmen	2	9,43	104
Nacimiento	4	1,85	33	Quirihue	1	1,72	9

(\*) Promedio 2016-2018 (julio)

Tabla 19: Matriz Leopold Aplicada al proceso de recolección y tratamiento de la empresa sanitaria como resultado del incumplimiento del DS N° 609/98

N°	Etapa del Proceso	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Condición de Operación			Evaluación del Aspecto Ambiental								Observación
				Operación Normal	Operación Anormal	Emergencia	Probabilidad de Ocurrencia del Impacto	Gravedad del Impacto	Calificación del Riesgo	Categoría Aspecto/Impacto	Requisito Legal u Otro	Interés Público, Quejas y Multas	Calificación Final	Categorización Final	
1	2	3	5	6	6	6	7	8	9	10	11	12	13	14	17
1	Bypass	Descarga de aguas servidas crudas al cuerpo receptor por efecto de aguas lluvias, con la presencia de RIL sin tratar	Contaminación del cuerpo receptor		x	x	2	12	24	MS	2	1	48	IS	Eventos de by pass con baja frecuencia principalmente en periodos de lluvia. Impacto alto por ser una descarga de agua cruda sin tratamiento
2	Afluente del Proceso	Ingreso RILES incumpliendo el DS 609/98 (parámetros sin planta)	Contaminación del cuerpo receptor	x			4	12	48	IS	2	1	96	IS	Parámetros que ingresan a la planta que no podran ser tratados (metales principalmente) y pasaran de forma directa al cuerpo receptor si tratar
3	Afluente del Proceso	Ingreso RILES incumpliendo el DS 609/98 (parámetros con posibilidad de tratar en planta)	Contaminación del cuerpo receptor	x			4	3	12	NS	2	1	24	MS	Parámetros biológicos que la planta podrá tratar para su descarga, el impacto es bajo dado que la mayor parte de las veces se decaerá en norma
6	Afluente del Proceso	Ingreso RILES vía descarga de Camiones	Contaminación del aire (olores)		x		2	6	12	NS	1	1	12	NS	En el proceso de descarga al instalar los equipos y la descarga en si mismo podrían generar olor
7	Tratamiento de Lodos	Derrame de Lodo (contaminado con metales de RILES)	Contaminación del suelo	x			1	6	6	NS	2	1	12	NS	Es poco probable ya que en el tratamiento el proceso cuenta con zonas contención y sin contacto directo con el suelo. Y la cantidad que se podría derramar es menor
8	Disposición Final de Lodos	Aplicación de lodo a predio	Contaminación del suelo	x			4	12	48	IS	2	1	96	IS	La probabilidad es alta por el incumplimiento del DS 609. El impacto es alto dado que el volumen descargado en predio es alto (80% del lodo generado en la región)
9	Operación general de la planta	Consumo de energía eléctrica adicional por exceso de carga orgánica	Disminución de recursos energéticos convencionales	x			4	6	24	MS	1	1	24	MS	El hecho de llegar mayor carga orgánica a la planta, esto exige aumentar el proceso de aireación del proceso biológico de la planta para tratarlo
10	Sistema de recolección	Obstrucción del alcantarillado sin afloramiento en la vía pública	Contaminación del aire (olores)			x	4	9	36	IS	1	2	72	IS	Olor que se transporta por el colector hacia las casas por las instalaciones domiciliarias y/o sale al medio ambiente por las cámaras del colector
11	Sistema de recolección	Obstrucción del alcantarillado sin afloramiento en la vía pública	Contaminación del suelo			x	1	12	12	NS	2	1	24	MS	Probabilidad baja dado que esto sólo podría ocurrir por alguna fisura del colector y esto genere infiltración al suelo
13	Sistema de recolección	Obstrucción del alcantarillado con afloramiento en la vía pública	Contaminación del suelo			x	4	9	36	IS	2	2	72	IS	Esto se da a raíz del escurrimiento del AS a un lugar que podría ser suelo, cuerpo de agua o la casa de algun vecino del sector
14	Sistema de recolección	Obstrucción del alcantarillado con afloramiento en la vía pública	Contaminación cuerpo receptor			x	4	12	48	IS	2	2	96	IS	Esto se da a raíz del escurrimiento del AS a un lugar que podría ser suelo, cuerpo de agua o la casa de algun vecino del sector
15	Sistema de recolección	Obstrucción del alcantarillado con afloramiento en la vía pública	Salud de las personas			x	4	15	60	IS	2	2	120	IS	Esto se da a raíz del escurrimiento del AS a un lugar que podría ser suelo, cuerpo de agua o la casa de algun vecino del sector

Una vez elaborada la matriz con la opinión experta de los profesionales de la empresa sanitaria que tienen a cargo la fiscalización de los RILes, el objetivo de esta es generar controles y seguimiento a aquellos aspectos ambientales más significativos para mitigar el impacto que se pueda generar o disminuir la probabilidad de ocurrencia del evento.

Con la matriz es posible identificar los principales y potenciales impactos ambientales que se podrían generar en la empresa sanitaria debido a la descarga de RILes incumpliendo la normativa, tanto en agua, aire, suelo y además debido a los parámetros contaminantes del AS en la salud de las personas.

## 5. Discusión

El estado del arte del presente proyecto es un levantamiento de la realidad del cumplimiento del DS N° 609/98 en las descargas de RILes al alcantarillado, con lo que queda en evidencia el alto incumplimiento a nivel nacional y en la VIII región. Dado que dicho nivel de cumplimiento se ha mantenido bajo en los últimos 13 años y las multas aplicadas por la SISS han sido puntuales y de montos menores, esto ha provocado que las empresas sanitarias absorban los impactos asociados sin tener mucho que hacer, sólo realizar una fiscalización más dura o aplicar la medida que le ampara en el decreto fuerza ley N° 382/88 para el cierre de la descarga del establecimiento industrial. Adicional a esto, queda en evidencia que la norma (DS 609/98) que se sustenta en el control sólo sobre aquellas empresas que se encuentran en el catastro de cada empresa sanitaria sin tener un levantamiento real de la cantidad de empresas que descargan RILes al alcantarillado en una ciudad.

Como en los últimos años no ha existido una tendencia clara hacia el cumplimiento del DS N° 609/98 en el país, se presume que no ha existido un análisis detallado en relación a los impactos operacionales y económicos que significa para la empresa sanitaria la descarga de RIL al alcantarillado sin cumplir con los límites descritos en la norma. Lo anterior, sumado a algunas definiciones normativas o legales inexistentes que podrían aportar a una mejora en el cumplimiento de la descarga de RILes.

De acuerdo a la revisión general que se realizó con las normas de otros países sudamericanos y europeos, se puede destacar dos variables que algunos de estos países tienen, esto es, la obligación para los establecimientos industriales de tener la autorización de los administradores del sistema de alcantarillado (empresa sanitaria o estatal) y multas más severas en caso de descargar por fuera de la norma o en el caso de ser sorprendido descargando sin la autorización previa del administrador del sistema de recolección. En relación a la comparación de los límites de parámetros con las normas internacional en uno de ellos, que tiene relación con el presente estudio Aceite y Grasas, en la norma Chilena es mayor al de otros países, lo que provoca que las obstrucciones del alcantarillado aumenten.

En el presente informe se busca dar objetividad a los impactos que genera para la empresa sanitaria el incumplimiento de las descargas de RILes al alcantarillado, en este caso en particular para la octava región en la empresa Essbio S.A. Estos impactos no tan sólo desde la perspectiva económica para la empresa sanitaria, sino también de los impactos ambientales que estos generan en el proceso de recolección y tratamiento de las AS. En este contexto y una vez obtenidos los resultados podemos indicar que no queda claro que el catastro que mantiene la empresa sanitaria considere el total de empresas de la región que descarguen RIL al alcantarillado, esto de acuerdo a lo descrito, debido a que no existe una obligación en la norma para el permiso que debe solicitar el establecimiento industrial a la empresa sanitaria.

En la Región del Biobío se analizaron 2 variables que generan el mayor impacto para la sanitaria, esto es, las obstrucciones de alcantarillado por el incumplimiento en el parámetro aceite-grasa y la carga orgánica en exceso que debe procesar la planta de tratamiento de aguas servidas debido al incumplimiento del parámetro DBO5 de los establecimientos industriales. Estos excesos descargados se deben debido a que no existe la presión necesaria para el establecimiento industrial, ya sea a través de multas asociadas o cierre de la descarga y que finalmente de todas formas la empresa sanitaria debe procesar para cumplir con la regulación que la obliga a mantener la calidad de servicio en los sistemas de recolección y cumplir con el DS N° 90/01 que regula la descarga de sus efluentes a cuerpos de aguas superficiales o marinos. En el caso que la empresa sanitaria no cumpla con la calidad de servicio de recolección o incumpla en los parámetros de aceite-grasa o DBO5 en su efluente la SISS tiene la facultad de multarlos con mayor frecuencia y montos de los cuales ha multado a los establecimientos industriales por incumplir el DS N° 609/98. En la VIII región, alrededor de 5.000 obstrucciones se han solucionado con causa de exceso de grasa y ha ingresado una carga orgánica en exceso de alrededor de 48.000 kg/DBO5 generando un costo adicional para Essbio de MM\$ 180 al año. Este costo adicional debe ser considerado en una evaluación económica para el aumento de fiscalización.

Sumado a lo anterior, existen efectos ambientales que se generan debido al incumplimiento del DS N° 609/98, estos se provocan en el proceso de recolección del AS con olores molestos y rebases de AS provocando en algunos casos inundación de casas, lo anterior debido a las obstrucciones con causa exceso de grasa. Además, existe un exceso de la huella de carbono en la planta debido al exceso de aireación que se debe aplicar en los reactores biológicos para la degradación de la materia orgánica, lo que provoca en ambos casos una empresa sanitaria menos sustentable y con mayores impactos en el medio ambiente.

El cumplimiento de la norma tendería a mejorar si se estudiara en profundidad los siguientes aspectos:

- Un estudio de la actual norma con cambios que obliguen al establecimiento industrial solicitar el permiso correspondiente a la empresa sanitaria para la descarga de RILes al alcantarillado, mayor severidad en el monto de las multas y un aumento en la cantidad de controles mínimos a realizar por empresa.
- Mejorar el catastro de establecimientos industriales que descargan RILes al alcantarillado, sumado a la aplicación del cierre de descarga por parte de la empresa sanitaria.

## **6. Conclusiones – Recomendaciones.**

Con el presente informe se logró cuantificar el incumplimiento de los establecimientos industriales en el DS N° 609/98 y como afecta esto en la variable económica, operacional y ambiental a la empresa sanitaria Essbio en la Región del Biobío.

Con los resultados de estos últimos 4 años en los parámetros DBO5 y aceite-grasa, medidos de forma compuesta y con mayor frecuencia, son aquellos que afectan el correcto funcionamiento del proceso de recolección o tratamiento de la empresa sanitaria. Con esta información, resulta suficiente para evaluar por eventos y proyectar conductas de acuerdo a comportamiento de ciertos establecimientos industriales logrando caracterizar la descarga de RIL del grupo de empresas catastradas que descargan al alcantarillado.

Para la determinación del efecto operacional y económico se usó una base de datos (más de 36.000) con la que se logra evaluar el impacto que tiene para la empresa sanitaria el incumplimiento del DS N° 609/98. Con esto, se dimensiona la carga orgánica que ingresa a la planta de tratamiento de aguas servidas generando una sobrecarga que no está proyectada o planificada para su tratamiento generando un impacto económico para tratarla. Por otro lado, la carga de grasa que es depositada al sistema de recolección genera obstrucciones con rebases en la vía pública con un impacto económico y ambiental asociado en la desobstrucción y limpieza del colector.

Con esto, el costo que asume la empresa sanitaria por recibir dichas descargas que incumplen el DS N° 609/98 se considera en promedio 102 millones de pesos anuales para el sistema de tratamiento y 78 millones de pesos anuales para el caso del sistema de recolección. Con esto, en promedio la empresa sanitaria y para este periodo de evaluación (2014-2017), generó un gasto de 15 millones de pesos mensuales para cubrir el incumplimiento de los establecimientos industriales al DS N° 609/98.

Los resultados obtenidos sólo se asocian a las empresas que descargan RILes y que se encuentran en el catastro de la empresa sanitaria, esto, no necesariamente explica el total de empresas de la región que lo hace, por lo que estos valores podrían ser aún mayor si se

pudiese estudiar el total de empresas que están conectadas al alcantarillado y conocer la caracterización de sus RILes.

Finalmente cabe destacar que el incumplimiento de las descargas al alcantarillado no sólo impacta en el aspecto económico y operacional a la empresa sanitaria sino también en el ambiental. En esta, algunas de las variables más relevantes son; la salud de las personas, contaminación de cuerpos de agua y suelo en distintas magnitudes y probabilidades de ocurrencia de acuerdo a lo descrito en la matriz de Leopold. Lo anterior, sumado a un alza en la huella de carbono de Essbio por el mayor consumo de energía eléctrica al utilizar por mayor tiempo los aireadores del reactor biológico para tratar el exceso de carga orgánica, que se traduce en un consumo en exceso de 131.202 kWh lo que equivale al consumo anual de Contulmo con un total aproximado de 6.000 habitantes.

## 7. Referencias Bibliográficas

- Comisión Nacional del Medio Ambiente. (1997). Análisis general del impacto económico y social norma emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos industriales líquidos a sistemas de alcantarillados. Estudio Económico. 33 pp.
- Kurcharz, T. (2007). Guía de recursos sobre medio ambiente. Instituto de Estudios Públicos para América Latina y África. España. 239 pp.
- López, B. (2000). Evaluación de Impacto Ambiental. <https://www.lopezbarbosa.net/cursos/legislaci%C3%B3n-ambiental/evaluaci%C3%B3n-de-impacto-ambiental/>. Revisado 15 agosto de 2018.
- Manual de Aplicación Decreto Supremo N° 609/98. (1998). Ministerio de Obras Públicas Chile. 17 pp.
- Metcalf, L. & H.P., Eddy. (1995). Ingeniería de aguas residuales: Tratamiento, vertido y reutilización. Mcgraw Hill. USA. 1550 pp.
- Nelson, L. & A.V.I.J.I.T., Dasgupta. (1998). Tratamiento de vertidos industriales y peligrosos. Días de Santos. España. 848 pp.
- Nuñez, L.P.I. (2009). Caracterización de Riles de acuerdo a actividad del Gran Santiago. Memoria para optar al título de ingeniero civil químico. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingeniería Química y Biotecnología. 65 pp.
- Essbio S.A. (2016). Reporte sostenibilidad. 41 pp.
- Rosas, D.A. (2008). Generación de indicadores para la planta de tratamiento de aguas servidas de Osorno. Tesis para optar al título de ingeniero mecánico. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil Mecánica. 64 pp.



## Descripción

11121 Cría de ganado bovino  
11123 Producción de leche, excepto acopio  
11124 Cría de ganado ovino y su explotación lanera  
11125 Cría de ganado porcino  
11127 Cría de aves, para producción de carnes y huevos  
21001 Explotación de minas de carbón  
22001 Producción de petróleo crudo  
230\*\* Extracción de minerales metálicos  
290\*\* Extracción de otros minerales  
31111 Matanza de ganado  
31112 Frigoríficos, excepto los clasificados en código  
71921. (Código 71921 corresponde a depósitos y almacenamiento con o sin refrigeración, y otros servicios conexos al transporte, almacenamiento y comunicaciones)  
31113 Matanza y conservación de aves  
31115 Preparación de fiambres, embutidos y conservas de carnes  
31121 Fabricación de mantequilla y quesos, quesillos, crema, yogurt  
31122 Fabricación de leche condensada, en polvo o elaborada  
31123 Fabricación de helados, sorbetes y otros postres  
31131 Elaboración y envasado de frutas y legumbres, incluidos los jugos  
31132 Elaboración de pasas, frutas y legumbres secas  
31133 Fabricación de dulces, mermeladas, jaleas  
31134 Fabricación de conservas, caldos concentrados y otros alimentos deshidratados  
31141 Elaboración de pescado, crustáceos y otros productos marinos  
31151 Elaboración de aceites y grasas vegetales y subproductos  
31152 Elaboración de aceites y grasas animales no comestibles  
31153 Extracción de aceites de pescado y otros animales marinos  
31154 Producción de harina de pescado  
31174 Elaboración de fideos, tallarines y otras pastas  
31181 Fabricación y refinación de azúcar  
31191 Fabricación de cacao y chocolate en polvo  
31211 Fabricación de condimentos, mostazas y vinagres  
31212 Fabricación de almidón y sus derivados  
31214 Fabricación de levaduras  
31221 Elaboración de alimentos preparados para animales  
31311 Destilación de alcohol etílico  
31312 Destilación, rectificación de bebidas alcohólicas  
31321 Fabricación de vinos  
31322 Elaboración de sidras y otras bebidas fermentadas, excepto las malteadas  
31331 Elaboración de malta, cerveza y bebidas malteadas  
31341 Elaboración de bebidas no alcohólicas y aguas minerales gasificadas y embotellado de aguas naturales y minerales

32113 Tintorerías industriales y acabados de textiles  
32114 Estampados  
32132 Fabricación y acabado de tejidos de punto, cuando incluyan blanqueo y teñido  
32311 Curtiduría y talleres de acabado  
32321 Preparación y teñido de pieles  
33111 Aserraderos  
34111 Fabricación de pulpa de madera  
34112 Fabricación de papel y cartón  
3419 Fabricación de artículos de pulpa, papel y cartón  
34201 Imprenta y encuadernación. (Sólo las que usan tinta)  
34202 Fotograbado y litografía  
34204 Editoriales  
35111 Fabricación de productos químicos industriales básicos, orgánicos e inorgánicos  
35121 Fabricación de abonos  
35122 Fabricación de plaguicidas, insecticidas, fungicidas y herbicidas  
35211 Fabricación de pinturas, barnices, lacas, esmaltes y charoles  
35212 Fabricación de productos conexos al CIU 35211  
35221 Fabricación de productos farmacéuticos y medicamentos  
35231 Fabricación de jabones, detergentes y champús  
35232 Fabricación de perfumes, cosméticos, lociones, pasta dentífrica y otros productos de tocador  
35291 Fabricación de ceras  
35292 Fabricación de desinfectantes y desodorizantes  
35293 Fabricación de explosivos y municiones  
35294 Fabricación de colas, adhesivos, aprestos y cementos  
35296 Fabricación de tintas  
35301 Refinería de petróleo  
35401 Fabricación de materiales para pavimento y techado a base de asfalto  
35402 Fabricación de briquetas de combustibles y otros productos derivados del petróleo y del carbón  
36201 Fabricación de vidrios planos y templados  
36202 Fabricación de espejos y cristales  
36204 Fabricación de parabrisas y vidrios para vehículos  
36915 Fabricación de material refractario  
36921 Fabricación de cemento, cal, yeso y tubos de cemento  
37201 Fabricación de productos primarios de metales no ferrosos  
38121 Fabricación de muebles y accesorios principalmente metálicos  
38196 Esmaltado, barnizado, lacado, galvanizado, chapado y pulido de artículos metálicos  
38211 Fabricación y reparación de motores, turbinas y máquinas de vapor y de gas, excepto calderas  
38323 Fabricación de discos, cintas magnéticas, cassettes

38326 Fabricación de aparatos y válvulas de radiografías, fluoroscopia y otros aparatos de rayos X

38332 Fabricación de planchadoras, ventiladoras, enceradoras y aspiradoras y otros aparatos y accesorios eléctricos de uso doméstico

38392 Fabricación de ampollitas, tubos eléctricos, focos, pilas eléctricas, linternas

38411 Astilleros

38421 Construcción, reparación y modificación de maquinaria y equipo ferroviario

38431 Construcción, montaje, reconstrucción y reformas de vehículos automóviles

38432 Fabricación de piezas y accesorios para vehículos automóviles tales como motores, frenos, embragues, cajas de cambio, transmisiones, ruedas y chasis

38441 Fabricación de bicicletas y motocicletas y sus piezas especiales

38451 Fabricación de aeronaves y sus partes

38512 Producción de instrumentos y suministros de cirugía general, cirugía dental y aparatos ortopédicos y Protésicos

41011 Generación, transmisión y distribución de electricidad

41021 Producción y distribución de gas

61127 Comercio al por mayor. Corretaje de ganado

61561 Importadores y distribuidores de automóviles, camiones y camionetas, motos, repuestos accesorios

71111 Transporte ferroviario y servicios conexos

92001 Rellenos sanitarios

95201 Lavanderías y tintorerías

95921 Estudios fotográficos

Anexo 2, Georreferenciación establecimientos industriales y obstrucciones

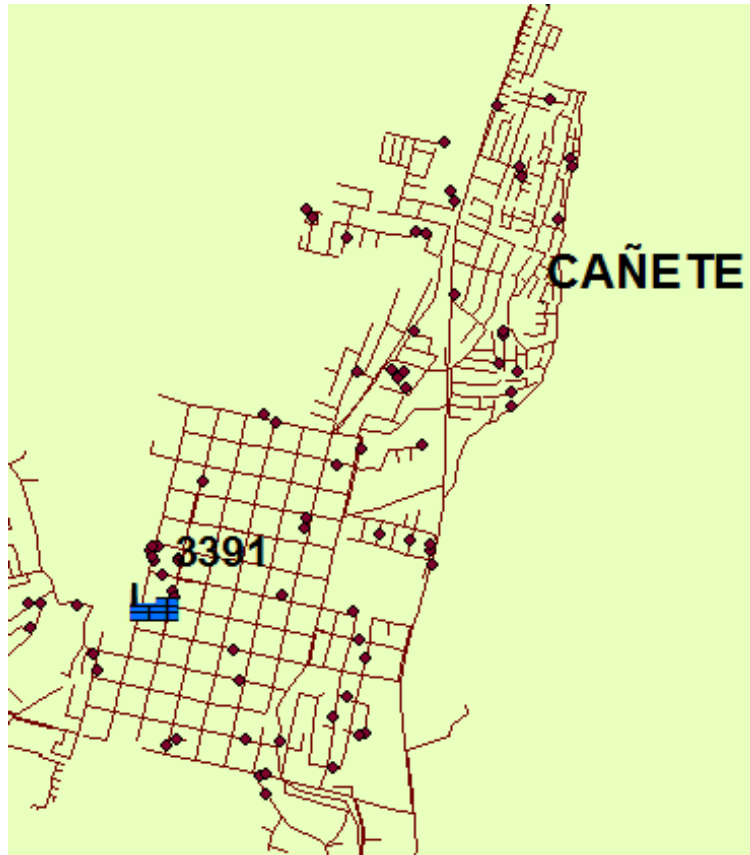
Ubicación geográfica de EI 3331 en Los Ángeles



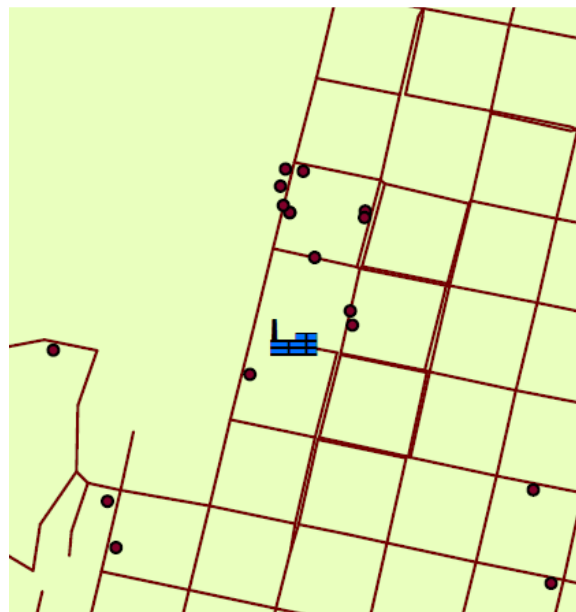
Acercamiento localidad Los Ángeles EI 3331



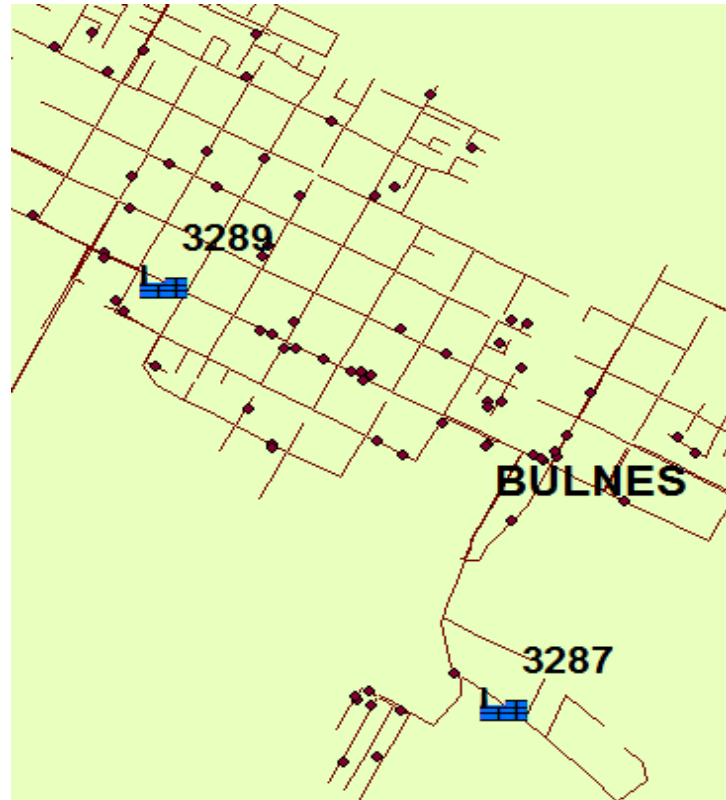
Ubicación geográfica de El 3391 en Cañete



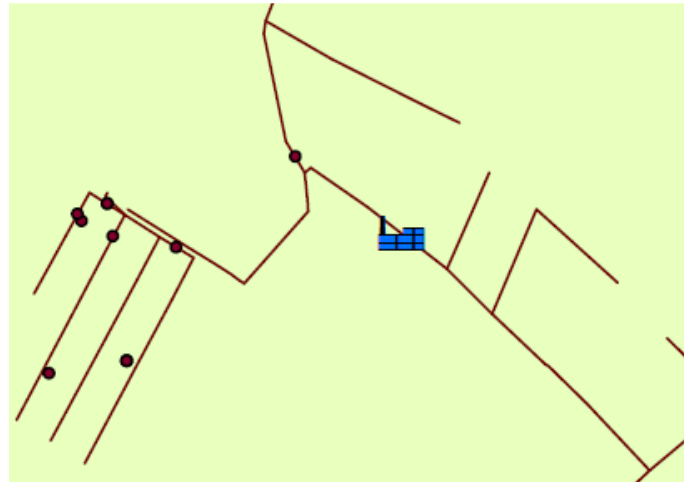
Acercamiento localidad Cañete El 3391



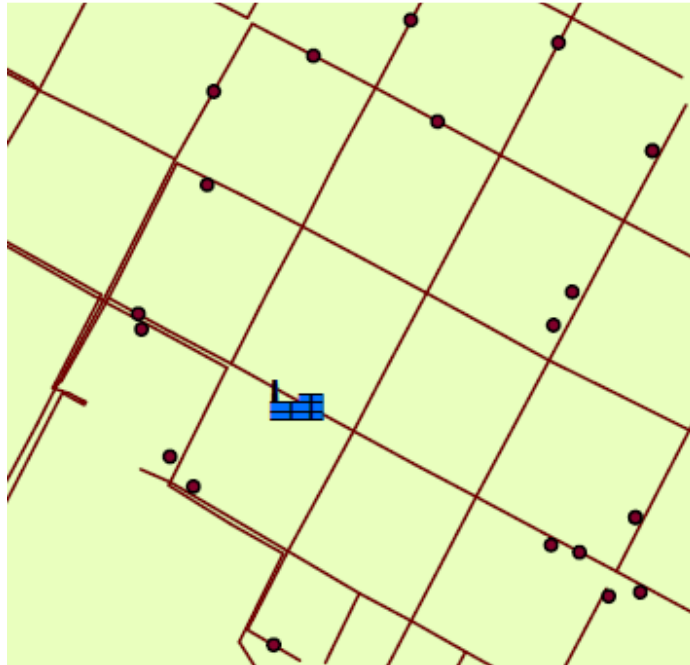
Ubicación geográfica de El 3289 y 3287 en Bulnes



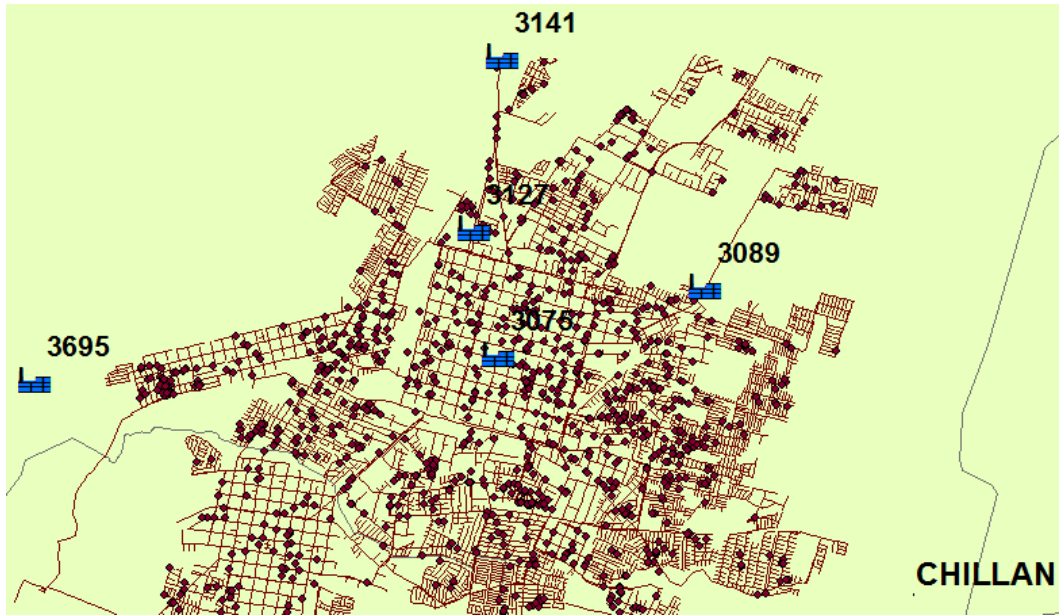
Acercamiento localidad Bulnes El 3287



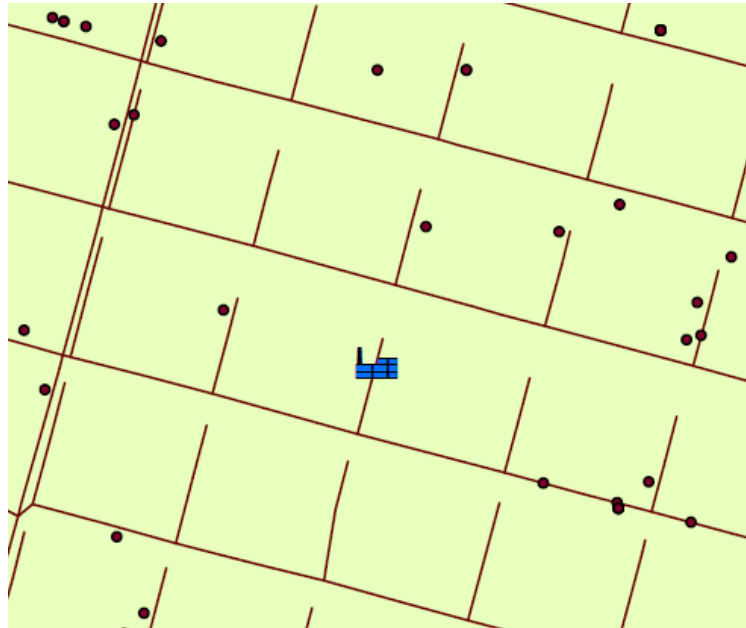
Acercamiento localidad Bulnes El 3289



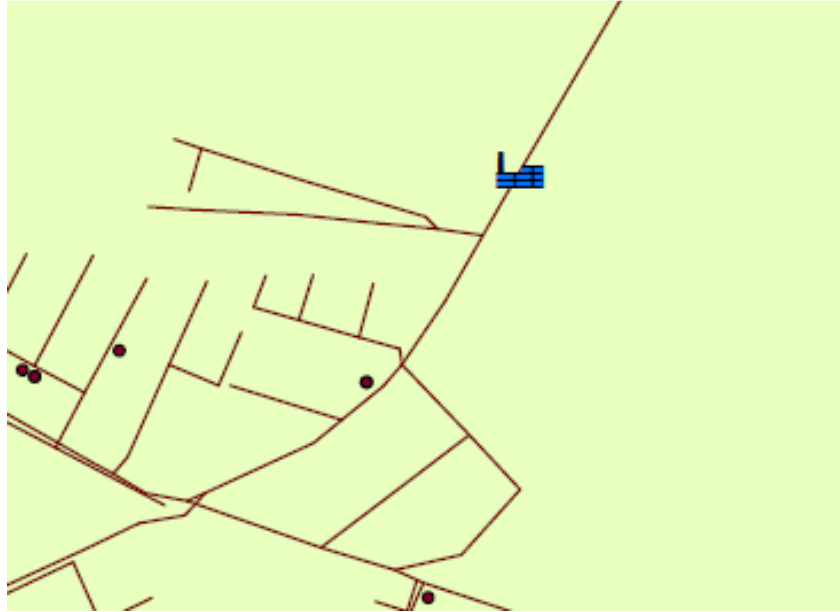
Ubicación geográfica de El 3141, 3089, 3695, 3127 y 3076 en Chillan



Acercamiento localidad Chillan El 3075



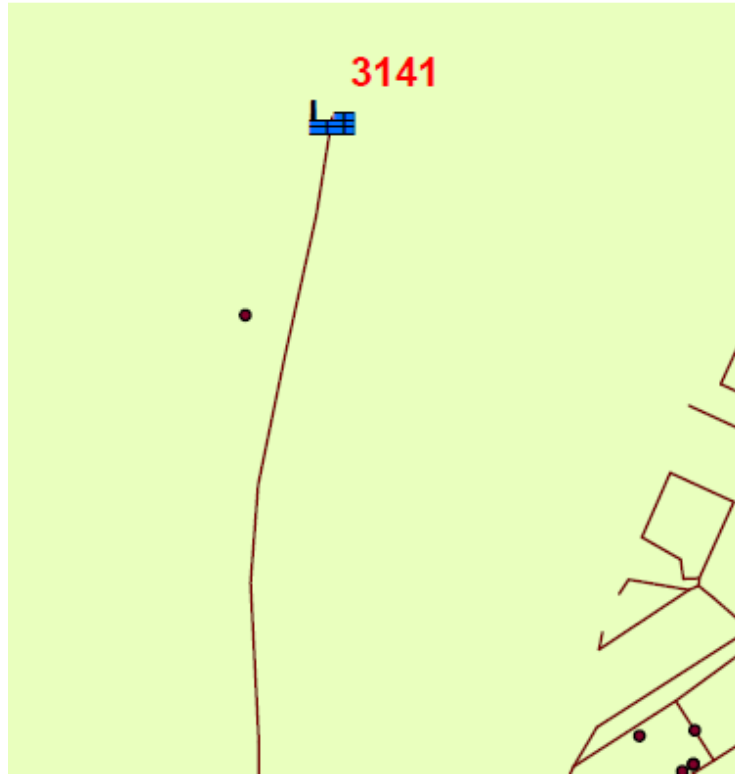
Acercamiento localidad Chillan EI 3089



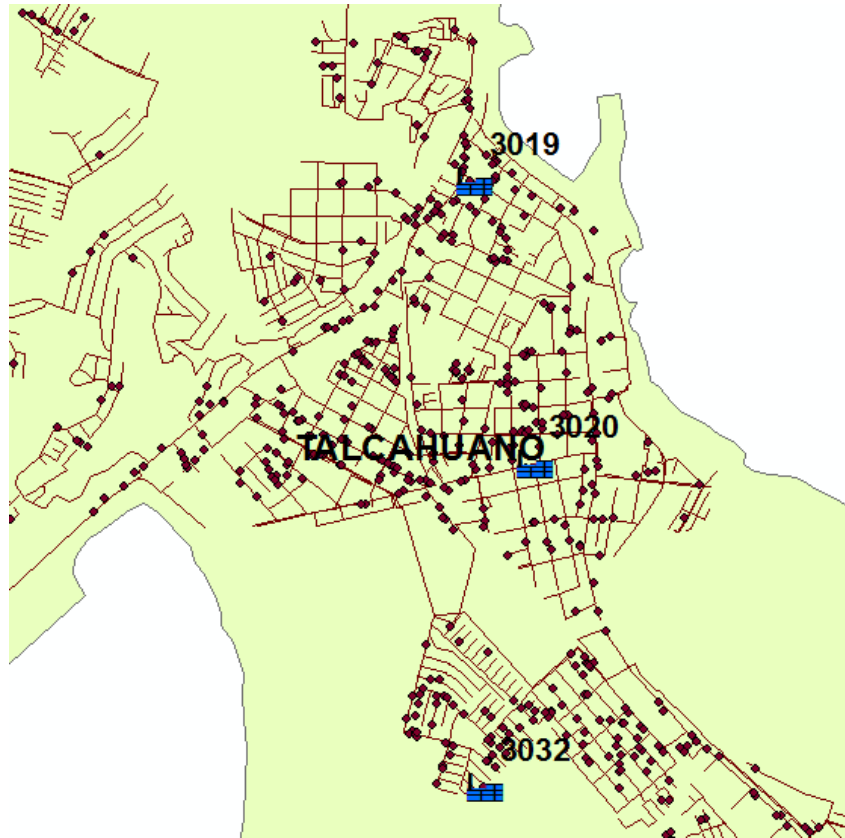
Acercamiento localidad Chillan EI 3127



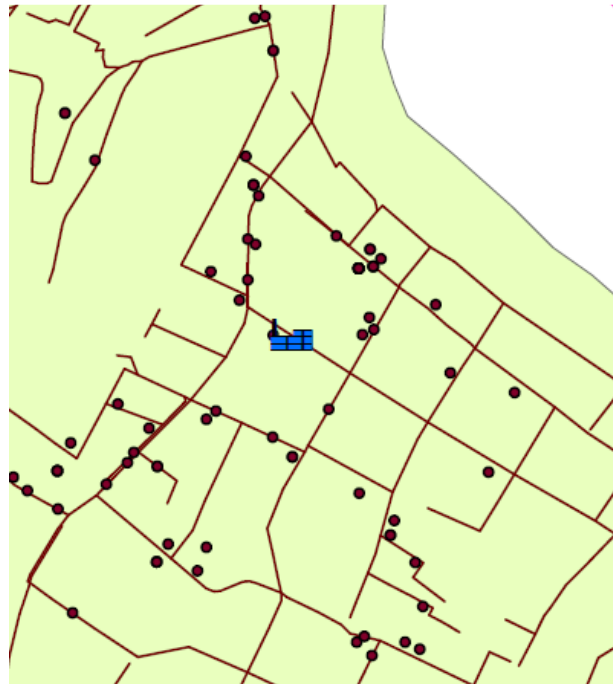
Acercamiento localidad Chillan EI 3141



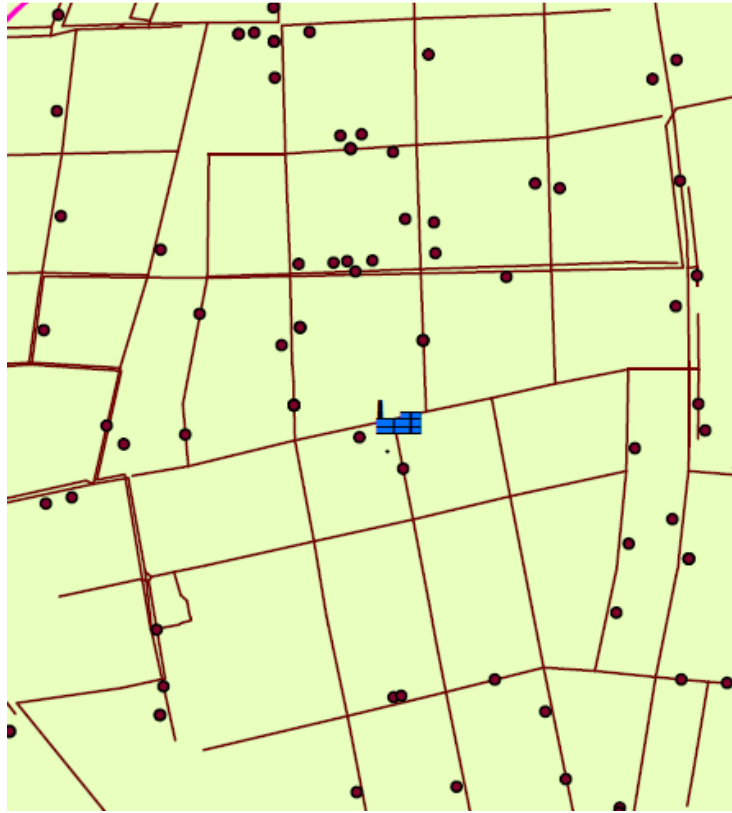
Ubicación geográfica de El 3019, 3020 y 3032 en Talcahuano



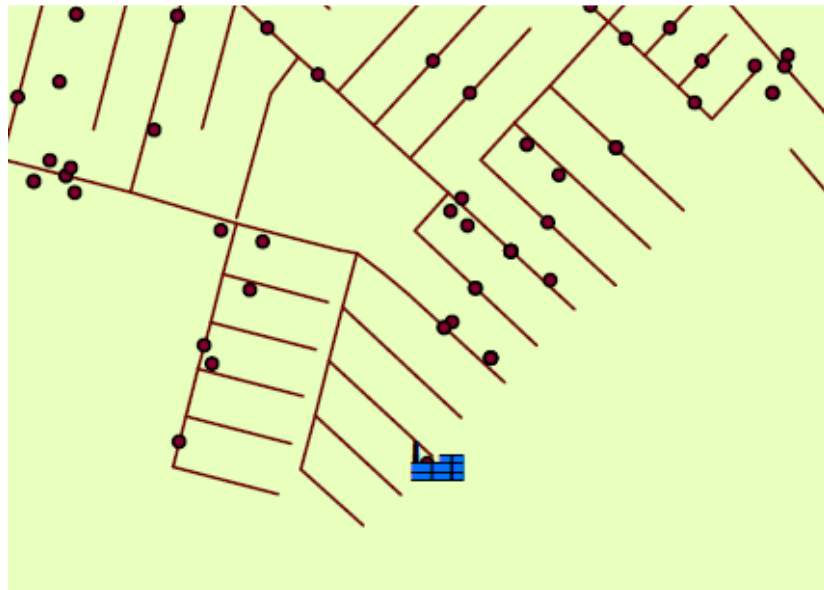
Acercamiento localidad Talcahuano El 3019



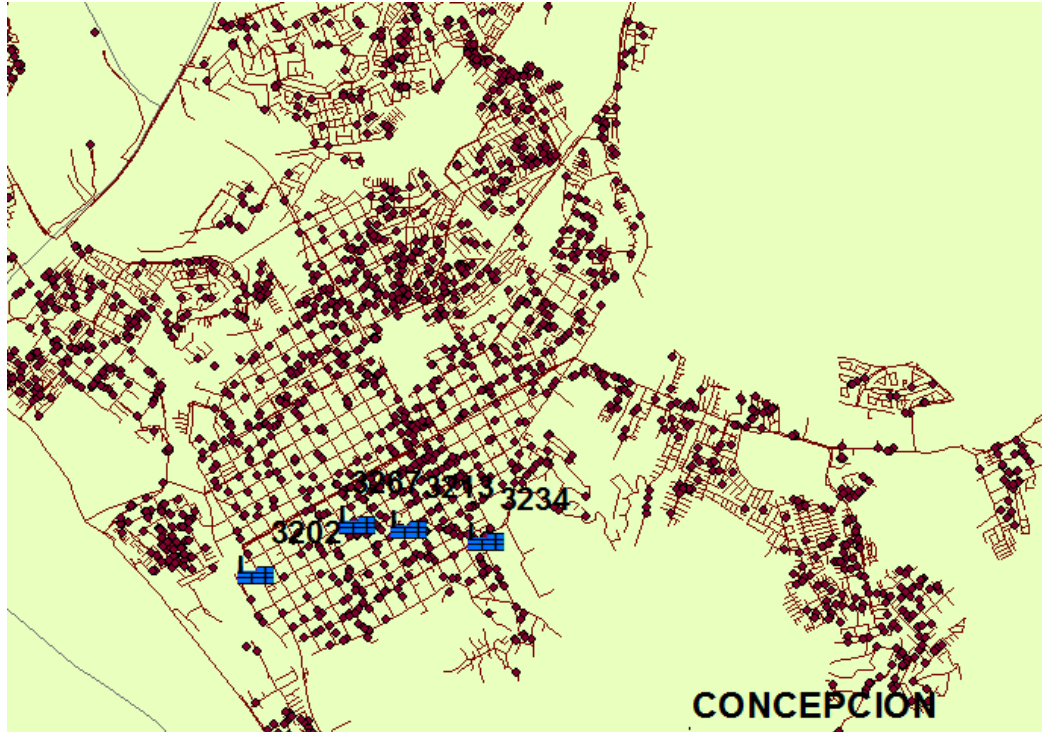
Acercamiento localidad Talcahuano EI 3020



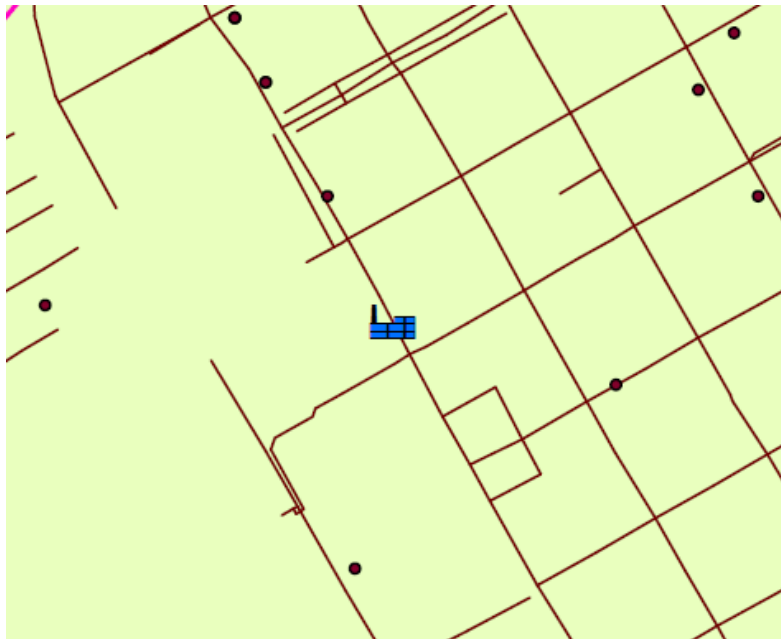
Acercamiento localidad Talcahuano EI 3032



Ubicación geográfica de El 3202, 3213, 3234 y 3265 en Concepción



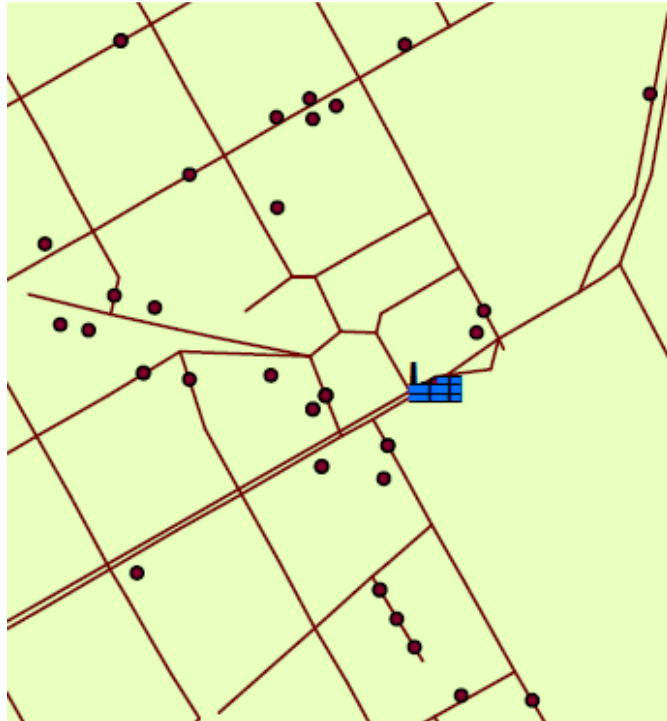
Acercamiento localidad Concepción El 3202



Acercamiento localidad Concepción El 3213



Acercamiento localidad Concepción El 3234



Acercamiento localidad Concepción El 3265



### Anexo 3

Cliente	Rubro	DBO5 (mg/L)	SST (mg/L)	NH4 (mg/L)	P (mg/L)
Rendic Freire	Supermercado	374			
Hidronor - Copielemu	Otros	4000	1000	1000	40
Pesquera El Golfo Pta 3 Surimi Y Congelados (Colon)	Industria Pesquera	5000	2000	1000	250
Pesquera El Golfo Pta 1 Descarga De Pescado (San Vicente)	Industria Pesquera	5000	2000	1000	250
Pesquera El Golfo Pta 2 Harina (Rocuant)	Industria Pesquera	5000	2000	1000	250
Pesquera Itata S.A.(Plantas 1-2-3)	Industria Pesquera	5000	2000	1000	250
Pesquera El Golfo Pta 4 Apanados	Industria Pesquera	5000	2000	1000	250
Super 10 Colon	Supermercado	366			
Pesquera Bio Bio Pta Consumo Humano	Industria Pesquera	5000	2000	1000	250
Pesquera Bio Bio Pta 1 Descarga De Pescado	Industria Pesquera	5000	2000	1000	250
Pesquera Bio Bio Pta 3 Harina De Pescado (Rocuant)	Industria Pesquera	5000	2000	1000	250
Alimar (Planta 1-2-3) Solo Funciona Planta 1	Industria Pesquera	5000	2000	1000	250
Pesquera Landes Pta 1 Descarga Pescados ( San Vicente)	Industria Pesquera	5000	2000	1000	250
Pesquera Landes Pta 2 Harina De Pescado (Rocuant)	Industria Pesquera	5000	2000	1000	250
Jabones Maritano	Otros	1649			
Congelados Del Pacifico Ltda.	Industria Pesquera	5000	2000	1000	250
Orizon S.A.	Industria Pesquera	5000	2000	1000	250
Santa Isabel (San Pedro), Local 187	Supermercado	843			
Camanchaca Tome S.A.	Industria Pesquera	500			
Crosville Fabric	Otros	983			
Fuente Alemana Chillan (Emilio Lahsen)	Restaurant	758			
Danone Chile S.A.	Alimenticio	2000	1000		
Forsac	Papelera	1500	1500		

Santa Isabel (El Roble)	Supermercado	900	1037		
Jumbo (Chillan)	Supermercado	650	350	100	20
Alimentos Valle Central S A (Ex Lechera Longavi)	Alimenticio	2000	700		
Cecinas Pincheira	Alimenticio	541			
Ecobio S.A.	Otros	4000	3000	3500	90
Santa Isabel (P.Valdivia)	Supermercado	700			
Santa Isabel (Diagonal)	Supermercado	336			
Top'S (Colon - Sta Isabel 21 Mayo)	Supermercado	679			
Rendic Lleuque/Las Princesas	Supermercado	470			
Las Brisas Concepcion (Sta. Isabel Freire)	Supermercado	1389	499		
Llanquihue	Restaurant	500			
Fco Caro Palavicino (Carnes Bulnes)	Produccion Productos Carnicos	2000	700		
Hipermercado Los Angeles, Local 134	Supermercado	500	800		
Conservas L.A.	Alimenticio	2000	2000	120	25
Cecinas Fanda	Alimenticio	550			30
Santa Isabel Av. Alemania	Supermercado	800	400		20
Santa Isabel (Los Angeles)	Supermercado	800	400		20
Nestle Los Angeles	Alimenticio	600			
Hipermercado Coronel	Supermercado	600	800		
Rendic M Montt	Supermercado	364			
Alimentos Valle Central S A (Ex Lechera Longavi)	Alimenticio	2000	700		
Pesquera El Golfo Pta 3 Surimi Y Congelados (Colon)	Industria Pesquera	5000	2000	1000	250
Pesquera Bio Bio Pta 3 Harina De Pescado (Rocuant)	Industria Pesquera	5000	2000	1000	250
Pesquera Bio Bio Pta 1 Descarga De Pescado	Industria Pesquera	5000	2000	1000	250
Pesquera Bio Bio Pta Consumo Humano	Industria Pesquera	5000	2000	1000	250