

**APLICACIÓN DE METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE RIESGO  
AMBIENTAL**

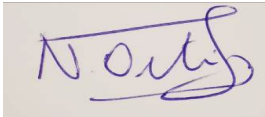

**CASO ESTUDIO: EVALUACIÓN DE LOS POTENCIALES EFECTOS  
EN EL RÍO CRUCES DEBIDO AL EVENTO OCURRIDO EL 17 DE  
ENERO DE 2014**

Preparado por:



Para:

**arauco**

Elaborado por	Elaborado/Revisado por
Natalia Ortiz	Pablo Daud M.
	

Diciembre 2024

1	Introducción.....	5
2	Componentes del Medio Ambiente.....	7
3	Metodología Propuesta.....	8
3.1	Etapa 1: Formulación del problema.....	10
3.2	Etapa 2: Identificación del Peligro.....	10
3.2.1	Descripción del proceso.....	10
3.2.2	Identificación de escenarios de exposición.....	10
3.2.3	Identificación de efectos ecológicos.....	11
3.2.4	Selección de parámetros o indicadores relevantes.....	11
3.2.5	Modelo Conceptual.....	12
3.3	Etapa 3: Análisis de la información.....	12
3.3.1	Caracterización de la exposición.....	13
3.3.2	Caracterización y análisis de los estresores.....	14
3.4	Etapa 4: Análisis de riesgo.....	14
4	Aplicación de metodología y Resultados.....	21
4.1	Resultados Etapa 1: Formulación del Problema.....	21
4.1.1	Situación a analizar.....	21
4.1.2	Descripción del sitio de estudio.....	24
4.1.3	Descripción del Sistema de tratamiento de efluentes.....	32
4.2	Resultados Etapa 2: Identificación de Peligros.....	37
4.2.1	Sistema del licor verde.....	38
4.2.2	Identificación de peligros ambientales.....	39
4.2.3	Selección de indicadores o parámetros relevantes.....	40
4.3	Resultados Fase 3: Análisis de información.....	41
4.3.1	Análisis de la exposición.....	42
4.3.2	Análisis de los efectos ecológicos:.....	49
4.4	Resultados Fase 4: Análisis de Riesgo.....	51
4.4.1	Estimación de la Probabilidad de ocurrencia de afectación.....	51
4.4.2	Estimación de la magnitud de las consecuencias.....	53
4.4.3	Cualificación de la magnitud de las consecuencias.....	55
4.4.4	Estimación y cualificación del riesgo.....	55
5	Conclusión.....	56

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Identificación de efectos fisiológicos.....	11
Tabla 2	Ejemplos de indicadores relevantes.....	12
Tabla 3.	Ejemplo de mapa conceptual.....	12
Tabla 4	Estimación y Puntaje de la Probabilidad de Ocurrencia.....	14
Tabla 5	Definición criterios de Cantidad.....	15
Tabla 6	Definición criterios de peligrosidad.....	15

Tabla 7 Definición criterios de Extensión .....	16
Tabla 8 Definición criterios Vulnerabilidad .....	17
Tabla 9 Definición criterios de Pérdida de Valor social.....	18
Tabla 10 Resumen definiciones y conceptos para estimar la magnitud de las consecuencias..	20
Tabla 11 Cualificación de la magnitud de las consecuencias .....	20
Tabla 12 Estimación del Riesgo .....	21
Tabla 13 Tratamiento primario- Parámetros Operativos control Interno.....	35
Tabla 14. Tratamiento Secundario-Parámetros Operativos Control Interno .....	35
Tabla 15 Tratamiento Terciario-Parámetros Operativos Control Interno.....	36
Tabla 16 Parámetros a cumplir efluente Planta Valdivia.....	37
Tabla 17 Composición química aproximada del licor verde Kraft de Planta Valdivia .....	39
Tabla 18. Identificación de peligro.....	40
Tabla 19. Caracterización típica licor verde .....	42
Tabla 20. Cantidad total de compuestos que componen el licor verde ingresada al STE, considerando un volumen de 27,6 m3 de licor verde.....	43
Tabla 21. Tabla dilución de la concentración de un trazador en el STE según modelación para escenario con clarificador primario.....	43
Tabla 22. Concentración teórica de los compuestos que forman el licor verde, a la salida del STE y en el río Cruces. Análisis del Tribunal en base a la modelación de dilución de fs. 11.394 y ss. ....	43
Tabla 23. Concentración total de licor verde, expresado como $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NaS}$ , en comparación con las dosis reportadas a fs. 3.171.....	44
Tabla 24. Análisis comparativo muestreos semanales .....	45
Tabla 25 Probabilidad de ocurrencia de la Afectación de la capacidad de degradación de DQO del STE.....	51
Tabla 26 Probabilidad de ocurrencia en la Alteración de los parámetros de descarga del efluente en el río Cruces.....	52
Tabla 27 Probabilidad de ocurrencia de la Alteración de la calidad en el cuerpo receptor .....	52
Tabla 28 Probabilidad de ocurrencia de muerte de peces por shock séptico en el río Cruces por descarga de LV. ....	52
Tabla 29 Probabilidad de ocurrencia de Afectación a bañistas .....	52
Tabla 30 Análisis de consecuencias Afectación a la capacidad de degradación de DQO en el tratamiento secundario por descarga de licor verde:.....	53
Tabla 31. Análisis de consecuencia, Alteración de los parámetros de descarga del Efluente en el río Cruces y alteración de la calidad en el cuerpo receptor.....	53
Tabla 32 Análisis de consecuencia Mortandad de peces por shock séptico por descarga de licor verde.....	54
Tabla 33 Análisis de consecuencia Afectación a bañistas.....	54
Tabla 28 Resultados Cualificación de la magnitud de las consecuencias. ....	55
Tabla 35 Estimación y cualificación del riesgo corregido .....	56

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Componentes del Riesgo.....	8
Figura 2. Metodología Propuesta .....	9

Figura 3. Esquema conceptual que ilustra el procedimiento, y determinaciones de componentes bióticos del sistema, para determinar afectación a nivel ecosistémico/funcional .....	13
Figura 4 Ubicación espacial de la zona de mortalidad de peces registrada el 17 de enero de 2014 en el río Cruces.....	22
Figura 5. Ubicación Estación Meteorológica Planta Valdivia .....	25
Figura 6. Precipitaciones históricas en el río Cruces.....	25
Figura 7. Temperatura promedio mensual histórico río Cruces .....	26
Figura 8. Características Hidrogeológicas de la Cuenca de los ríos Cruces y Lingue .....	27
Figura 9. Resumen Estaciones de Monitoreo utilizadas para análisis de calidad de agua .....	28
Figura 10. Ubicación de estaciones de monitoreo de Calidad del Agua Río Cruces .....	28
Figura 11. Catastro de emisiones de fuentes fijas al río Cruces.....	30
Figura 12. Límites de fuentes aguas arriba de Planta Valdivia.....	31
Figura 13. Ubicación Planta Valdivia.....	32
Figura 14. Ubicación Sistema de tratamiento de efluentes al interior de Planta Valdivia.....	33
Figura 15. Esquema resumen de sistema de tratamiento de efluentes Planta Valdivia. ....	34

## 1 Introducción

Con fecha 8 de enero 2016 la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), mediante Resolución Exenta N°1, dio inicio a un proceso sancionatorio, formulando cargos a Celulosa Arauco y Constitución S.A. (en adelante, Arauco), por 11 hechos que configurarían, a su juicio, incumplimientos a una serie de resoluciones emitidas por la autoridad ambiental en el marco del Proyecto Valdivia (Planta Valdivia) y al Decreto Supremo N°90/2000, MINSEGPRES.

Dicha resolución de la SMA presentó cargos contra Arauco, estando los cargos 1 y 2 relacionados con el episodio ocurrido los días 17 y 18 de enero de 2014, donde se habría observado una mortandad de peces y la presencia de lesiones en la piel de bañistas en el río Cruces, sector Rauco. Concretamente, los cargos 1 y 2 corresponden a:

- Cargo N°1: No informar la contingencia del derrame de licor verde ocurrido el día 17 de enero de 2014 como consecuencia de un trip de caldera, debiendo haber informado a la SMA.
- Cargo N°2: No derivar como último recurso al sistema de tratamiento de efluentes el derrame de licor verde ocurrido el día 17 de enero de 2014, con el fin de recuperar el derrame.

Conforme a la hipótesis desarrollada en el informe de fiscalización de la SMA, DFZ-2014-03-IXV-RCA-IA<sup>1</sup>, la muerte masiva de peces se podría explicar por:

- Altas temperaturas y pH en río Cruces.
- Altas temperaturas del efluente de Planta Valdivia.
- Superación límite concentración de aluminio.
- Intoxicación con las sustancias inorgánicas provenientes del licor verde vertidas al Río Cruces.
- Posibilidad de que hubiese otra fuente puntual que pudiese explicar el fenómeno.

De acuerdo a lo anterior, la SMA clasificó la infracción 2 como grave en virtud de las letras a), b) y e) del numeral 2 del artículo 36 de la LO-SMA; la letra a) se refiere a los hechos, actos u omisiones que contravengan las disposiciones pertinentes y que hayan causado daño ambiental susceptible de reparación; a su vez, la letra b) se refiere a los hechos, actos u omisiones que hayan generado un riesgo significativo para la salud de la población; y, la letra e) se refiere a los hechos, actos u omisiones configuren un grave incumplimiento de las medidas para reducir los efectos adversos de un proyecto<sup>2</sup>.

Luego de la tramitación del procedimiento, la SMA sancionó a Arauco sosteniendo, respecto del Cargo N°2, que se habría causado un daño ambiental. Esta tesis fue técnica y legalmente

---

<sup>1</sup> Resolución Exenta N°1/ROL D-001-2016

<sup>2</sup> Resolución Exenta N°1/ROL D-001-2016

descartada por el Tercer Tribunal Ambiental, en sentencia confirmada por la Excelentísima Corte Suprema.

Como consecuencia de lo anterior, la SMA procedió a recalificar la causal de gravedad de la infracción y a realizar una nueva ponderación de las circunstancias del artículo 40 de su Ley Orgánica, resolviendo mediante Resolución Exenta N° 1857, de 1° de octubre de 2024, imponer una multa equivalente a 705 Unidades Tributarias Anuales (“UTA”).

Para motivar dicha multa, la SMA estimó configurada las circunstancias de las letras a) y b) del artículo 40 ya señalado, concluyendo que *“(...) el cargo N°2 generó un riesgo de entidad media, respecto del cuerpo receptor y de la fauna íctica presente en el río Cruces, así como respecto de aquellas personas que concurrieron a bañarse en dicho río el 18 de enero de 2024”*.

Al respecto, la normativa chilena no proporciona una definición explícita de peligro o riesgo ambiental; sin embargo, en contextos regulatorios y técnicos, se entiende como la probabilidad de que un determinado factor o actividad cause daño al medio ambiente o a la salud humana. Este término se utiliza comúnmente en evaluaciones de riesgo para identificar y cuantificar amenazas potenciales.

De acuerdo al Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española (RAE), define el concepto “riesgo” como la *“contingencia o proximidad de un daño”* entendiéndose por contingencia *“la posibilidad de que algo suceda o no suceda”* o *“cosa que pueda suceder o no”*, lo cual se asocia a la probabilidad de ocurrencia de un evento determinado.

Por su parte, la Guía de Evaluación de Impacto Ambiental de Riesgo para la Salud de la Población del SEIA, define el riesgo como *“posibilidad de ocurrencia del efecto adversos sobre un receptor humano producto de la cantidad y calidad de los efluentes, emisiones o residuos<sup>3</sup>”*, mientras que en otros pasajes se considera como la probabilidad de pérdidas o consecuencias negativas derivadas de un *“peligro”* y la *“vulnerabilidad”* o *“grado de exposición”*.

El OF. ORD. D.E n°180972/2018, SEA, Instructivo que Imparte instrucciones en relación con el concepto de *“impacto ambiental”* y *“riesgo”* en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental<sup>4</sup>, señala que:

*“De la lectura de las disposiciones del RSEIA que hacen tales referencias, se desprende que la palabra “riesgo” se identifica con “peligro”, tal como lo hace la RAE, y en algunos pasajes precisos, el concepto “riesgo” se asocia de manera implícita a las consecuencias potencialmente negativas derivadas de un “peligro y del grado de exposición o “vulnerabilidad”. De manera que, en nuestro contexto legal actual, se identifica el “riesgo” con los “peligros”, es decir, con los eventos o contingencias, con independencia de la vulnerabilidad o grado de exposición.*

---

<sup>3</sup> En referencia a la Guía Alcance de la Evaluación Ambiental sobre el Riesgo para la salud de la población, (SEIA)

<sup>4</sup> OF. ORD. D.E N°180972/2018 Imparte instrucciones en relación al concepto de *“impacto ambiental”* y *“riesgo”* en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, SEA

*En otros casos, se considera el “peligro” y, “además, la “vulnerabilidad” (“peligro” + “vulnerabilidad”), como podría ocurrir a propósito de la aplicación del artículo 103 del RSEIA, con ocasión de los planes de Prevención de Contingencias”.*

*Por último, se hace presente que, en relación a los “riesgos” en el sentido antes indicado, es posible distinguir al menos dos tipos de riesgos, según su origen; a saber:*

- i) Riesgos antrópicos, por contingencias o accidentes, es decir por situaciones de operación o funcionamiento “anómalo” de un proyecto o actividad o de origen ajeno al proyecto; y*
- ii) Riesgos naturales, que corresponden a situaciones derivadas de fenómenos naturales que puedan afectar el normal funcionamiento del proyecto o actividad y, como consecuencia, generar una situación de riesgo al medio ambiente.”*

Conforme a las definiciones y uso de términos anteriores, la situación de “riesgo” no constituye ni se refiere a la operación o ejecución normal de un proyecto o actividad, sino que a una situación excepcional, para la cual se asocian los planes de Prevención de Contingencias y Emergencias.

Así como se indicó anteriormente, se debe entender riesgo como “la posibilidad de ocurrencia del efecto adverso de los contaminantes presentes en las emisiones, efluentes o residuos sobre un receptor. La posibilidad de ocurrencia tiene relación directa con el nivel de exposición, mientras que el efecto adverso con la peligrosidad”.

En base a lo descrito anteriormente, el presente informe desarrolla un enfoque metodológico que permite identificar, evaluar y caracterizar peligros ambientales que hayan podido causar un riesgo ambiental en los sistemas ecológicos del río Cruces, relacionados con los eventos indicados por la SMA de enero de 2014.

## **2 Riesgo y componentes del medio ambiente**

Los componentes del medio ambiente son todos aquellos elementos naturales y artificiales de naturaleza física, química o biológica, socioculturales y sus interacciones<sup>5</sup>. Por lo tanto, para que se genere o presente un riesgo sobre dichos elementos o componentes debe existir:

- **Una fuente contaminante.**
- **Una ruta o vía de exposición:** se entiende como el camino que recorre un agente químico en el ambiente desde el lugar en donde es emitido hasta que entra en contacto con la población o los individuos expuestos. Las rutas de exposición pueden ser el agua, el aire, el suelo y la alimentación o una combinación de éstas. Así, la vía de exposición, se denomina a la manera en que la sustancia ingresa al componente o al cuerpo<sup>6</sup>.
- **Un receptor:** son los componentes del medio ambiente susceptibles de daño ambiental.

---

<sup>5</sup>Literal II) artículo 2 de la Ley N°19.300.

<sup>6</sup> Introducción al análisis de riesgos ambientales. I. Lema, M. Zuck y L. Rojas-Bracho. México. 2010

**Figura 1. Componentes del Riesgo**



Fuente: Guía Alcance de la Evaluación Ambiental sobre el Riesgo para la salud de la población, (SEIA)

### **3 Metodología aplicada**

Para establecer un peligro/riesgo ambiental se utiliza como metodología base aquella establecida en los siguientes documentos:

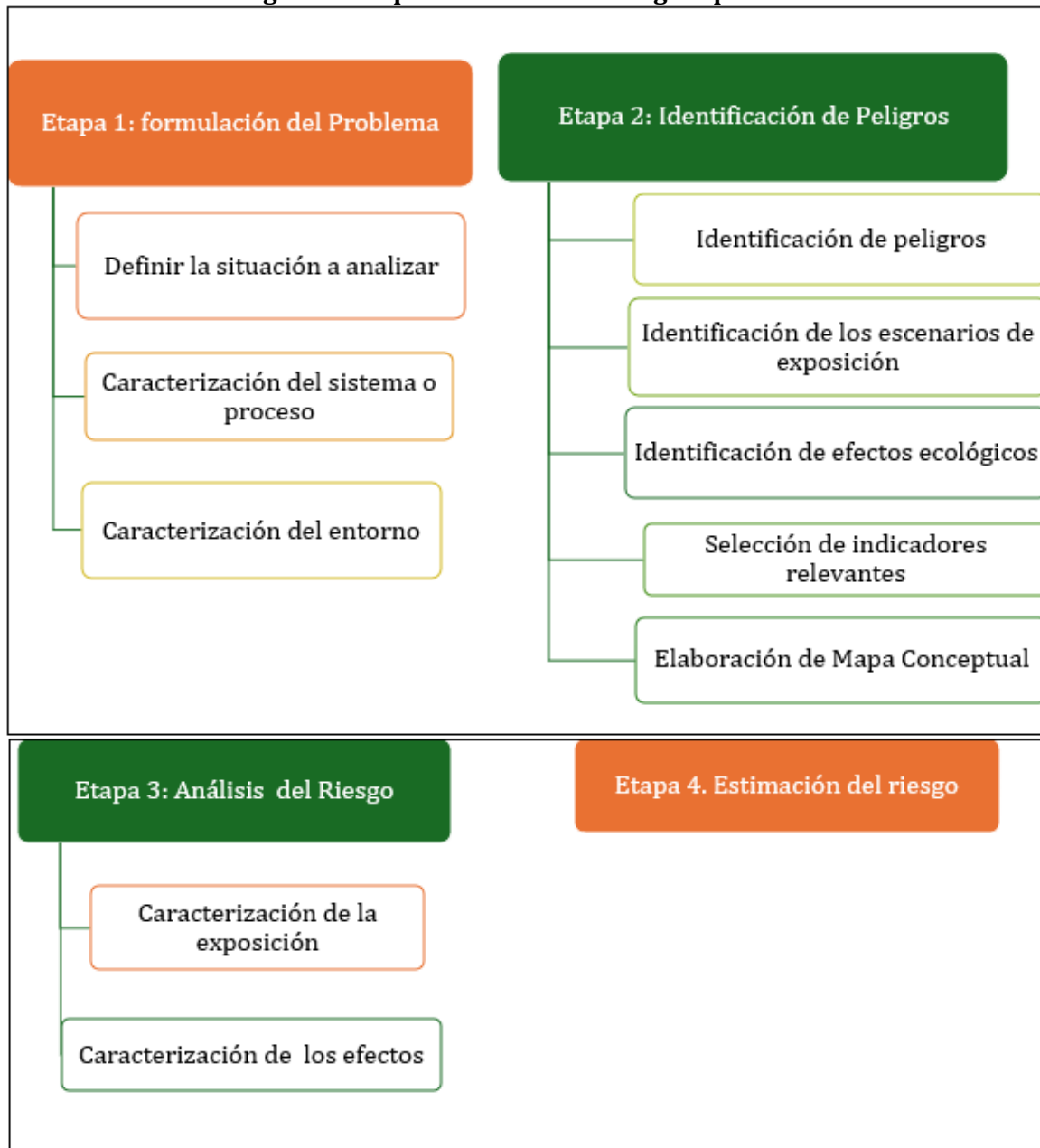
- “Lineamientos metodológicos para la evaluación de riesgo ecológico”, del Ministerio del Medio Ambiente, 2014<sup>7</sup> que tiene por objetivo “contribuir a la evaluación de riesgos de productos químicos u otras sustancias que puedan afectar el medio ambiente, y al mismo tiempo, ser una herramienta que permita razonar y tomar decisiones adecuadas desde un punto de vista preventivo y/o correctivo, según corresponda, para así recuperar y conservar los recursos naturales renovables del país”.
- Diagnóstico Medioambiental y Evaluación Preliminar de riesgo Ecológico de la Bahía de Coronel versión 2. 2016. Centro de Ecología Aplicada.
- Metodología para la Determinación y Caracterización del Daño Ambiental y del Peligro de Daño Ocasionado, 2012. GreenLab UC

---

<sup>7</sup> Lineamientos metodológicos para la Evaluación de Riesgo Ecológico, Ministerio del Medio Ambiente. 2014. Centro Nacional del Medio Ambiente. Chile



**Figura 2. Esquema de la Metodología Aplicada**



Fuente: Lineamientos metodológicos para la Evaluación de Riesgo Ecológico, Ministerio del Medio Ambiente. 2014. Centro Nacional del Medio Ambiente. Chile

A continuación, se detallan los pasos a seguir:

### **3.1 Etapa 1: Formulación del problema**

El objetivo central de esta etapa es definir claramente la problemática que se va a abordar. En esta etapa se identifica el alcance, la sustancia de interés y los receptores o entidades ecológicas de preocupación en la evaluación; así como también las rutas de exposición. Los supuestos y los criterios asociados para tomar decisiones deben quedar claramente establecidos.

Uno de los objetivos específicos de esta etapa es recolectar y sistematizar la información con tal de servir como base para la caracterización del sitio de interés; esto es:

- Describir el área de estudio o cuerpo receptor (calidad de agua, fauna íctica, sedimentos, fuentes fijas, entre otros).
- Identificación de los contaminantes de preocupación (efluentes).
- Identificación de los potenciales receptores humanos y ecosistémicos.
- Definir la situación a analizar.
- Descripción del sistema o proceso a evaluar.

La estrategia para recopilar esta información consiste en revisar la información de antecedentes de RCA, Línea de Base, Planes de Vigilancia o Seguimiento Ambiental, información de otros Proyectos en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y otros estudios o antecedentes disponibles.

### **3.2 Etapa 2: Identificación del Peligro**

Para realizar la identificación del o los peligros, resulta fundamental que se identifique claramente el proceso y las actividades específicas asociadas a él. Con esta información es posible identificar las potenciales fuentes de alteración del medio ambiente, el potencial tipo de estresor que derivará de ello (físico, químico o biológico), las rutas por las cuales pueden migrar los contaminantes, entre otros.

#### **3.2.1 Descripción del proceso**

Una vez identificados los posibles estresores, estos deben ser caracterizados, de modo de definir los riesgos potenciales que pueden afectar al ecosistema, así como anticipar los efectos ambientales que podrían suceder. Esto permitirá identificar y caracterizar:

- Potenciales fuentes de contaminación
- Potenciales tipo de estresores
- Rutas de exposición
- Efectos ecológicos o ecosistémicos

#### **3.2.2 Identificación de escenarios de exposición**

Es importante señalar que una adecuada identificación del escenario de exposición para la Evaluación de Riesgo Ecológico (ERE) debe considerar aquellos atributos de los componentes que pueden influir sobre el estresor, tales como capacidad de dilución, dispersión, patrones de distribución espacial y temporal, entre otros. La información debe considerar:

- Escenarios de exposición
- Causas del accidente
- Descripción del escenario
- Componentes afectados
- Atributos a considerar
- Receptores finales

### 3.2.3 Identificación de efectos ecológicos

Una vez caracterizado el estresor, el escenario de exposición y el receptor, se deben identificar los efectos esperados en el receptor de acuerdo con la jerarquía ecológica definida, a través de las diferentes vías de exposición.

**Tabla 1 Identificación de efectos fisiológicos**

Escenario de exposición:	
Jerarquía ecológica	Potenciales indicadores de los efectos del contaminante
Organismo	Ejemplo: cambios en fertilidad, consumo, movimiento, sobrevivencia
Población	Ejemplo: cambios en tasa de crecimiento poblacional, distribución, estructura de edades o estados
Comunidad	Ejemplo: cambios en distribución de abundancia, riqueza de especies, diversidad específica, diversidad funcional,
Ecosistema	Ejemplo: cambios en flujos de materia, flujos de energía,

Fuente: Lineamientos metodológicos para la Evaluación de Riesgo Ecológico, Ministerio del Medio Ambiente. 2014. Centro Nacional del Medio Ambiente. Chile

### 3.2.4 Selección de parámetros o indicadores relevantes

Los parámetros o indicadores que se seleccionan para evaluar los cambios deben ser características del ecosistema o de sus componentes en los que se espere observar un efecto, además de que deben representar funciones o estructuras importantes para el ecosistema.

A nivel de especie, pueden usarse los parámetros que se recaban normalmente para la elaboración de tablas de vida, ya que estos parámetros pueden considerarse como mediciones integradoras y con adecuada representatividad.

Los indicadores biológicos son relevantes cuando se trata de aquellas estrechamente relacionada con alguna asociación biológica relevante.

Los indicadores de nivel del ecosistema reflejan las funciones del mismo a través del transporte y destino de la energía (estructura trófica) y la materia (ciclos biogeoquímicos), ya que estos pueden cambiar significativamente por efecto de las actividades humanas.

A modo de ejemplo se presenta un listado de indicadores a considerar del estado del ecosistema:

**Tabla 2 Ejemplos de indicadores relevantes**

Factores a considerar	Característica
Relevancia ecológica	Requiere un conocimiento de la estructura y función del ecosistema en riesgo potencial.
Sensibilidad a los componentes contaminantes	Idealmente los indicadores debieran evidenciar sensibilidad específica a estresores específicos. Por ejemplo, si un producto químico se sabe que se bioacumula y produce una disminución en la fertilidad, un indicador adecuado sería evaluar la fertilidad en la población de depredadores.
Mediciones indirectas	Cuando un indicador no se puede medir indirectamente, se identifican aquellos que se correlacionan con, o puede ser utilizado para inferir o predecir los cambios en el indicador final a evaluar.
Efectos indirectos	Los efectos indirectos se producen cuando un factor de estrés actúa sobre elementos de los ecosistemas que son utilizados por, o determinan el desempeño de, el componente ecológico de preocupación.
Tiempo de respuesta	Indicadores que respondan rápidamente a un estresor pueden ser útiles al proveer alertas tempranas de los efectos ecológicos.
Variabilidad	Si un indicador es muy variable, la posibilidad de detectar efectos relacionados con el factor de estrés puede verse disminuido en gran medida, incluso si el indicador es sensible al factor de estrés.

Fuente: Lineamientos metodológicos para la Evaluación de Riesgo Ecológico, Ministerio del Medio Ambiente. 2014. Centro Nacional del Medio Ambiente. Chile

### 3.2.5 Modelo Conceptual

El producto final de esta etapa es un Modelo Conceptual del sitio, que permite identificar la combinación de factores o los vínculos entre factores que pudieran resultar en una vía de exposición humana a compuestos químicos de interés procedentes de la fuente identificada.

**Tabla 3. Ejemplo de mapa conceptual**

Identificación del peligro	Ruta de exposición	Estado del contaminante	Receptores probables	Vías de comunicación	Efectos (Respuesta ecológica)
Fuente de contaminación Etapa del proyecto Tipo de Estresor	Aire, Agua superficial, suelo	Sólido-líquido-gas	Organismos terrestres, organismos acuáticos	Inhalación Ingestión Contacto dérmico	Desconocido Cambio en tasa de natalidad Disminución de la sobrevivencia

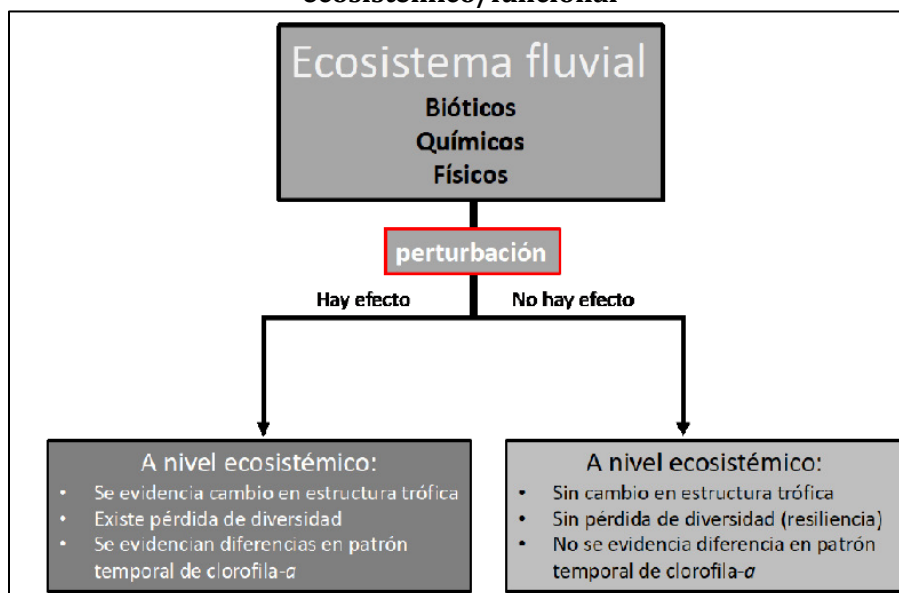
### 3.3 Etapa 3: Análisis de la información

La capacidad de una sustancia para representar un riesgo depende de dos componentes: de su toxicidad y del grado de exposición que la población o componente ambiental de interés tiene a esta sustancia. Resulta evidente que, si no existe exposición a una sustancia, por más tóxica que ésta sea, no existe riesgo.

En esta fase de análisis se asignan valores cuantitativos y/o cualitativos de exposición a los estresores en el ecosistema y a los efectos ecológicos identificados en la fase anterior.

Es importante considerar que para que determinar un efecto en el ecosistema se debe cumplir con los elementos que se presentan en la Figura 3.

**Figura 3. Esquema conceptual que ilustra el procedimiento, y determinaciones de componentes bióticos del sistema, para determinar afectación a nivel ecosistémico/funcional**



Fuente: Informe técnico. Análisis de posible afectación a nivel ecosistémico/funcional del río Cruces asociada con la ocurrencia de mortalidad de peces detectada en el sector Rucaco en enero de 2014. 2019. FISIOAQUA

### 3.3.1 Caracterización de la exposición

Un concepto fundamental en esta etapa es entender que, para que exista riesgo, los organismos u otra parte del ecosistema deben estar en contacto o por lo menos coincidir en espacio y tiempo con el agente estresor. El término exposición abarca desde la liberación de un agente físico, químico o biológico a partir de la fuente de origen, hasta su captación o interacción con el ecosistema o con alguno de los componentes que lo integran.

- **Análisis de exposición in situ de los receptores:** En esta etapa se cuantifica la exposición potencial de un receptor a la sustancia de interés en el sitio. Es importante identificar las vías de exposición relevantes y estimar la intensidad, frecuencia y duración de la exposición. Estos cálculos incluyen información sobre la entidad o receptor y dependiendo de cuál sea este.
- **Análisis de la toxicidad asociados con la sustancia de interés:** Esta etapa cuantifica las relaciones entre la dosis o concentración de la sustancia de interés y la asociada con efectos biológicos agudos o crónicos sobre los receptores o entidades ecológicas.

### 3.3.2 Caracterización y análisis de los estresores

Consiste en determinar la distribución o patrón de cambio espacial y temporal del estresor en el ambiente, para lo cual existen varias técnicas que pueden ser aplicadas. Para los estresores químicos, a menudo se utiliza una combinación de modelamiento y de mediciones.

### 3.4 Etapa 4: Análisis de riesgo

Esta etapa consiste en realizar una estimación de la magnitud de las consecuencias asociadas a los posibles escenarios de accidentes provocados por los peligros identificados, considerando los potenciales daños sobre la salud, los bienes materiales y el medio ambiente.

#### - **Matriz de estimación de riesgo**

Cuando no se cuente con un grado de información que permita determinar la magnitud exacta de exposición y de los efectos y, en consecuencia, la incertidumbre es muy alta, se puede utilizar una Matriz de estimación de Riesgo, que considere los siguientes aspectos:

- **Impacto potencial:** Evalúa las consecuencias del peligro, incluyendo daños al ecosistema, salud humana, calidad del aire, agua y suelo, biodiversidad, y/o actividades económicas.

Una vez estimada las consecuencias o los impactos es necesario determinar la probabilidad de ocurrencia de los eventos/accidentes analizados, para ello se calcula la probabilidad de ocurrencia. Para ello se debe recurrir a análisis históricos de accidentes o a datos provenientes de análisis cuantitativos de riesgos de distintas empresas o de la planta.

- **Probabilidad de ocurrencia:** Calcula o estima la probabilidad de que ocurra un incidente que implique el peligro. Esto puede incluir la frecuencia de eventos previos, vulnerabilidades del sistema, y condiciones de operación.

En primer lugar, si la afectación está en desarrollo o ya ocurrió, la puntuación es máxima aunque el daño no se constate; en cambio si no se espera que ocurra algún evento impactante dentro de un año, se considera poco probable la inminencia del daño. Esto cambiará de receptor en receptor; pues las consecuencias de la afectación son distintas para cada uno de ellos.

**Tabla 4 Estimación y Puntaje de la Probabilidad de Ocurrencia**

Ocurrencia de la afectación	Probabilidad de ocurrencia	Puntaje
Ya ocurrió o está en curso	Certeza	5
Se espera que suceda en cualquier momento	Muy probable	4
Se espera que ocurra dentro de un mes	Probable	3
Se espera que ocurra dentro de un año	Posible	2
No se espera que ocurra dentro de 1 año	Improbable	1

- **Magnitud de las consecuencias:** para estimar las consecuencias de los efectos sobre los receptores, se deben sumar los cinco factores que inciden en la situación de riesgo o daño

ambiental. Estos son: la cantidad, peligrosidad, extensión, vulnerabilidad y valoración social, agrupadas según fuentes y receptores, de acuerdo con la siguiente nomenclatura:

- **Cantidad:** se define en relación con un incremento o sustracción más allá de los límites permitidos por los máximos o mínimos, respectivamente, según la normativa correspondiente. Cabe destacar, que para el caso de una sustancia que no está permitida (o, más bien, expresamente prohibida), de inmediato la puntuación será “muy alta”, debido a que no hay tolerancia a su liberación.

**Tabla 5 Definición criterios de Cantidad**

	<b>Descripción</b>	<b>Puntaje</b>
Muy alta	más de 100% sobre/bajo los niveles permitidos por la normativa vigente.	4
Alta	entre 50% y 100% sobre/bajo los niveles permitidos por la normativa vigente.	3
Media	entre 10% y 50% sobre/bajo los niveles permitidos por la normativa vigente.	2
Baja	hasta un 10% sobre/bajo los niveles permitidos por la normativa vigente.	1

- **Peligrosidad:** corresponde a la capacidad de una sustancia, producto o situación, de producir daños momentáneos o permanentes en la salud humana, animal o vegetal, o los elementos materiales. Estos últimos, incluyen cualquier elemento químico, físico o biológico que afecte directa o indirectamente la provisión de bienes y servicios ecosistémicos, y socioculturales.

**Tabla 6 Definición criterios de peligrosidad**

	<b>Descripción</b>	<b>Puntaje</b>
Muy alta	Si la exposición a la sustancia o acción bajo evaluación puede: i. Causar la extinción local de poblaciones de especies clave, ingenieras o con funciones singulares con efectos comunitarios y ecosistémicos marcados; o ii. Causar la extinción regional de especies (o local en el caso de especies endémicas) o favorecer el asentamiento y expansión de rango de especies exóticas, potencialmente afectando la diversidad regional; o iii. Retraer los procesos de sucesión comunitaria y ecosistémica a etapas iniciales (sucesión primaria), o propiciar la aparición de estados alternativos o ecosistemas novedosos; o iv. Afectar de forma notoria la representación relativa, número y/o disposición de los elementos del paisaje.	4
Alta	Si la exposición a la sustancia o acción bajo evaluación puede: i. Causar la extinción local de poblaciones o favorecer el asentamiento (pero no la expansión de rango) de especies exóticas, afectando la diversidad y con efectos notorios en la dinámica y estructura comunitaria local; o	3

	ii. Causar lesiones permanentes o muerte de ejemplares de especies clave, ingenieras o funcionalmente singulares, con efectos abruptos sobre su dinámica poblacional, la estructura comunitaria y/o el funcionamiento ecosistémico; o iii. Detener o retraer los procesos de sucesión comunitaria y ecosistémica a etapas previas no iniciales (sucesión secundaria).	
Media	Si la exposición a la sustancia o acción bajo evaluación puede: i. Causar lesiones permanentes o muerte de ejemplares de flora y fauna, o interrumpir totalmente su reproducción, alterando abruptamente las tasas de mortalidad, natalidad y migración, y la dinámica de sus poblaciones; o ii. Causar irritación o lesiones menores, o disminuir la condición física o fertilidad de ejemplares de especies clave, ingenieras o funcionalmente singulares, pudiendo alterar la dinámica poblacional, con efectos leves sobre la dinámica y estructura comunitaria (ej. en la abundancia relativa de las especies); o  Alterar las tasas de los procesos de sucesión comunitaria (pero no su dirección).	2
Baja	Si la exposición a la sustancia o acción bajo evaluación puede causar irritación o lesiones menores, o disminuir la condición física o fertilidad de ejemplares de flora y fauna, pudiendo alterar en algún grado la dinámica de sus poblaciones.	1

- **Extensión:** Tiene relación con el área de influencia (cobertura espacial) o cantidad de elementos potencialmente abarcados por el impacto a los distintos receptores. En el caso del componente biológico, viene dado por: (i) su extensión espacial en unidades geográficas objetivas y, (ii) el nivel de organización biológica en el que se expresan dichos efectos.

**Tabla 7 Definición criterios de Extensión**

	<b>Descripción</b>	<b>Puntaje</b>
Muy alta	i. Más allá de un área de 1000 Hectáreas (más de 10 km <sup>2</sup> ) desde el foco de emisión o la acción que genera el riesgo; o ii. sus efectos pueden manifestarse sobre dos o más subcomponentes en localidades distribuidas sobre dos más ecorregiones o unidades biogeográficas.	4
Alta	i. Abarcando un área de entre 100 y 1000 Hectáreas (hasta 10 km <sup>2</sup> ) desde el foco de emisión o la acción que genera el riesgo; o ii. sus efectos pueden manifestarse sobre dos o más subcomponentes (ej. dos o más poblaciones o comunidades locales) en distintas localidades, dentro de una misma ecorregión o unidad biogeográfica.	3
Media	i. Abarcando un área de entre 10 y 100 Hectárea (hasta 1 km <sup>2</sup> ) desde el foco de emisión o la acción que genera el riesgo; o ii. sus efectos pueden manifestarse sobre subcomponentes locales completos (ej. población, comunidad o ecosistema local, en caso de poseer límites naturales definidos e identificables).	2



Baja	<p>i. Abarcando un área de hasta 10 Hectáreas (hasta 0,1 km<sup>2</sup>) desde el foco de emisión o la acción que genera el riesgo; o</p> <p>ii. sus efectos sólo pueden manifestarse sobre una porción de una población, comunidad o ecosistema local (ej. algunos individuos de una población).</p>	1
------	---	---

- **Vulnerabilidad:** Se mide según el grado de conservación de la especie para el caso del Componente biodiversidad y recursos naturales renovables.

**Tabla 8 Definición criterios Vulnerabilidad**

	Descripción	Puntaje
Muy alta	<p>i. Al menos una de las especies involucradas ha sido categorizada como “En Peligro Crítico” por los procesos de evaluación del MMA a nivel nacional, o en su defecto por la UICN a nivel global, o cualquier otro criterio que determine un riesgo muy alto de extinción para las mismas; o</p> <p>ii. Alguna de las poblaciones involucradas es a la vez endémica y rara (poco abundante o escasa); o</p> <p>iii. A nivel comunitario o ecosistémico, si existe al menos una especie clave, ingeniera o funcionalmente singular categorizada como “En Peligro” o “En Peligro Crítico” por los procesos de evaluación del MMA a nivel nacional, o en su defecto por la UICN a nivel global, o cualquier otro criterio que determine un riesgo moderado de extinción para las mismas; o</p> <p>iv. Si existe consenso o una justificación robusta para inferir que el ecosistema afectado puede ser categorizado como “Vulnerable” (p.e. aunque no se encuentra actualmente en peligro, puede estarlo en el futuro en ausencia de medidas de protección)</p> <p>v. A nivel ecosistémico, si el sistema posee naturalmente una dinámica metaestable, donde pequeñas perturbaciones pueden generar cambios de estado, afectando cualitativamente sus propiedades; o</p> <p>vi. A nivel del paisaje, si su estructura espacial ronda los niveles de criticalidad, de modo que pequeños cambios en la cobertura o fragmentación pueden causar cambios notorios en los niveles de conectividad de uno o más hábitats o ecosistemas, alterando procesos de intercambio y flujo de materia, energía e individuos.</p>	4
Alta	<p>i. Al menos una de las especies involucradas ha sido categorizada como “En Peligro” por los procesos de evaluación del MMA a nivel nacional, o en su defecto por la UICN a nivel global, o cualquier otro criterio que determine un riesgo alto de extinción para las mismas; o</p> <p>ii. Alguna de las poblaciones involucradas es endémica (con distribución restringida a nivel nacional, regional, provincial o comunal), independientemente de cuan abundante sea en su área de endemismo; o</p> <p>iii. A nivel comunitario o ecosistémico, si existe al menos una especie clave, ingeniera o funcionalmente singular categorizada</p>	3

	<p>como “Vulnerable” por los procesos de evaluación del MMA a nivel nacional, o en su defecto por la UICN a nivel global, o cualquier otro criterio que determine un riesgo moderado de extinción para las mismas;</p> <p>iv. Si existe consenso o una justificación robusta para inferir que el ecosistema afectado puede ser categorizado como “Vulnerable” (p.e. aunque no se encuentra actualmente en peligro, puede estarlo en el futuro en ausencia de medidas de protección).</p>	
Media	<p>i. Al menos una de las especies involucradas ha sido categorizada como “Vulnerable” por los procesos de evaluación del MMA a nivel nacional, o en su defecto por la UICN a nivel global, o cualquier otro criterio que determine un riesgo moderado de extinción para las mismas; o</p> <p>ii. Alguna de las poblaciones involucradas es rara (p.e. baja abundancia natural y/o ocurrencia), pero todas son de amplia distribución; o</p> <p>iii. A nivel comunitario o ecosistémico, si existe al menos una especie clave, ingeniera o funcionalmente singular categorizada como “Casi Amenazada” por los procesos de evaluación del MMA a nivel nacional, o en su defecto por la UICN a nivel global, o cualquier otro criterio que determine un riesgo moderado de extinción para las mismas.</p>	2
Baja	<p>i. Todas las especies involucradas han sido categorizadas como de “Preocupación Menor” o “Casi Amenazada” por los procesos de evaluación del MMA a nivel nacional, o en su defecto por la UICN a nivel global, o cualquier otro criterio que determine un riesgo bajo o nulo de extinción para las mismas; y</p> <p>ii. Constituyen todas especies comunes (p.e. alta abundancia y/o frecuencia) con una distribución amplia.</p>	1

- Pérdida de Valor social del receptor: Corresponde al valor que prestan los componentes ambientales al bienestar humano; se puede estimar según la metodología del estudio de Evaluación de Ecosistemas del Milenio (<http://www.maweb.org/>). Para el componente Biótico, puede determinarse a partir de (i) la proporción de la población afectada por la pérdida de servicios ecosistémicos (benéficos o vitales), (ii) la localización del daño en las inmediaciones o dentro de áreas protegidas o categorizadas prioritarias para la conservación por organismos competentes, y (iii) la valoración cultural de las especies, ecosistemas y paisajes afectados, según sean carismáticos o tengan valor escénico o simbólico.

**Tabla 9 Definición criterios de Pérdida de Valor social**

	Descripción	Puntaje
Muy alta	<p>i. La pérdida de servicios ecosistémicos benéficos puede afectar a más del 50% de la población presente en el área de influencia del daño, o la pérdida de servicios ecosistémicos vitales puede afectar a más del 25% de ésta; o</p>	4

	<p>ii. La acción impactante ocurre <b>dentro</b> de áreas protegidas o prioritarias para la conservación; o</p> <p>iii. Se cumplen <b>dos o más</b> de los siguientes criterios: al menos una de las especies afectadas es carismática o posee valor simbólico, o alguno de los ecosistemas o paisajes afectados posee valor escénico o simbólico.</p>	
Alta	<p>i. La pérdida de servicios ecosistémicos benéficos puede afectar entre un 25 y 50% de la población presente en el área de influencia del daño, o la pérdida de servicios ecosistémicos vitales puede ocurrir y afectar entre un 10 y 25% de ésta; o</p> <p>ii. La acción impactante ocurriría en zonas linderas a áreas protegidas o prioritarias para la conservación (p.e. más allá de 10 km fuera de los límites del área de amortiguación), y su influencia se transmitiría dentro de éstas por medios físicos (ej. corrientes de agua, viento) o biológicos (ej. transporte por animales durante sus desplazamientos); o</p> <p>iii. Se cumple sólo <b>uno</b> de los siguientes criterios: al menos una de las especies afectadas es carismática o posee valor simbólico, o alguno de los ecosistemas o paisajes afectados posee valor escénico o simbólico.</p>	3
Media	<p>i. La pérdida de servicios ecosistémicos benéficos podría afectar entre un 10% y 25% de la población presente en el área de influencia del daño, o la pérdida de servicios ecosistémicos vitales puede ocurrir y afectar menos de un 10% de ésta; o</p> <p>ii. La acción impactante ocurriría en zonas linderas a áreas protegidas o prioritarias para la conservación (p.e. en áreas de amortiguación, si existieran, y hasta 10 km fuera de los límites de estas), pero su influencia no se transmitiría dentro de estas por ningún medio; o</p> <p>iii. Ninguna de las especies potencialmente afectadas es carismática o posee valor simbólico, y ninguno de los ecosistemas o paisajes potencialmente afectados posee valor escénico o simbólico.</p>	2
Baja	<p>i. La pérdida de servicios ecosistémicos benéficos puede afectar a menos del 10% de la población presente en el área de influencia del daño, sin pérdida de servicios ecosistémicos vitales; y</p> <p>ii. La acción impactante ocurriera lejos de áreas protegidas o prioritarias para la conservación; y</p> <p>iii. Ninguna de las especies potencialmente afectadas es carismática o posee valor simbólico, y ninguno de los ecosistemas o paisajes potencialmente afectados posee valor escénico o simbólico.</p>	1

La tabla 10 muestra un resumen de las definiciones de los conceptos utilizados para estimar el posible daño o consecuencias sobre los receptores y la puntuación de las consecuencias que tendría la afectación sobre el entorno natural.

**Tabla 10 Resumen definiciones y conceptos para estimar la magnitud de las consecuencias**

Factor/Componente		Definición	Puntos				Puntaje
			1	2	3	4	
Fuente o actividad	Cantidad	Cantidad de agente de riesgo emitida o sustraída desde el entorno	Baja	Media	Alta	Muy alta	
	Peligrosidad	Peligrosidad intrínseca de las sustancias o acciones impactantes	Poco peligroso	Medianamente Peligroso	Peligroso	Muy Peligroso	
Receptor	Extensión	Zona de influencia del impacto en relación con el entorno considerado	Puntual	Poco extenso	Extenso	Muy Extenso	
	Vulnerabilidad	Estado de conservación de los subcomponentes	Baja	Media	Alta	Muy alta	
	Pérdida de Valor social	Pérdida de servicios ecosistémicos					
			Magnitud de las consecuencias				

- **Cualificación de la magnitud de las consecuencias**

Al sumar los puntajes de los factores de daño a los receptores, se estima las consecuencias para la evaluación del riesgo, de la siguiente forma:

$$\text{Consecuencia} = Ca + Pe + Ex + Vu + Vs$$

A partir del cálculo se cualifica la magnitud de dichas consecuencias en base a la tabla siguiente

**Tabla 11 Cualificación de la magnitud de las consecuencias**

Puntaje Total	Calificación de la magnitud	Puntaje magnitud
Entre 18 y 20	Crítica	5
Entre 15 y 17	Alta	4
Entre 11 y 14	Media	3
Entre 8 y 10	Baja	2
Entre 5 y 7	No relevante	1

- **Estimación y cualificación del riesgo**

El riesgo se obtiene del producto de la Probabilidad de ocurrencia y la Magnitud de las consecuencias:

$$R = \text{Probabilidad} \times \text{Magnitud}$$

**Tabla 12 Estimación del Riesgo**

Riesgo	Magnitud de Consecuencia (C)					
		1	2	3	4	5
Probabilidad (P)	1	1	2	3	4	5
	2	2	4	6	8	10
	3	3	6	9	12	15
	4	4	8	12	16	20
	5	5	10	15	20	25

Color	Significado	Riesgo= PxC
	Crítico	20-25
	Muy alto	11-19
	Alto	8-11
	Medio	4-7
	Bajo	1-3

## 4 Aplicación de metodología y Resultados

### 4.1 Resultados Etapa 1: Formulación del Problema

#### 4.1.1 Situación a analizar

Los días 17 y 18 de enero de 2014 se observó una mortandad masiva de peces en el sector de Rucaco del río Cruces, el cual se ubica cercano al cruce del río bajo la Ruta 5 Sur, aproximadamente 1.400 metros aguas abajo del punto de descarga de los efluentes tratados, en dicho curso de agua, de Planta Valdivia, de Celulosa Arauco y Constitución S.A. Las especies afectadas fueron trucha café, carmelita, bagre o bagrecito, trucha arcoíris, perca trucha, puye y pejerrey.

Según lo explicado por testigos presenciales del evento, junto con ejemplares de peces muertos era posible observar otros peces con baja movilidad y/o que acercaban su boca a la interfaz agua/aire con el posible objetivo de respirar oxígeno desde la atmósfera.

Por su parte, algunos vecinos del sector manifestaron que, en la misma época en que ocurrió la mortalidad de peces, habrían sufrido irritación luego de bañarse en el mismo sector del río Cruces, por lo que estiman que podría existir una relación entre el evento de muerte de peces y sus lesiones.

De acuerdo con el expediente del procedimiento tramitado por la SMA, el día 17 de enero de 2014, cerca de las 13:30 horas, se produjo en la Planta Valdivia un derrame de licor verde desde el estanque disolvedor, producto de un trip de la caldera recuperadora, y parte de dicho derrame

fue conducido por la línea del efluente general hacia el Sistema de Tratamiento de Efluente (STE), siendo diluido, depurado y vertido en el río Cruces.

**Figura 4 Ubicación espacial de la zona de mortalidad de peces registrada el 17 de enero de 2014 en el río Cruces.**



Fuente: Informe Experto: Evaluación de la condición ecológica de la ictiofauna presente en el río Cruces.2019 Centro de Ecología Aplicada Ltda.

En relación con lo anterior, la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), mediante Resolución Exenta N°1/ROL D-001-2016, formuló cargos en contra de Celulosa Arauco y Constitución S.A., en lo pertinente a este análisis, el cargo N°2 “No derivar como último recurso al sistema de tratamiento de efluentes el derrame de licor verde ocurrido el día 17 de enero 2014”.

El referido cargo se calificó como grave, por estimar la SMA que habría provocado un daño ambiental, en síntesis, por lo siguiente:

- El licor verde habría entrado al STE, saltándose la etapa primaria del mismo, por tanto, no se habrían degradado todos los componentes inorgánicos y sólidos de esta sustancia y que las lecturas de los sensores que miden los parámetros para una condición de operación normal de la Planta no permitirían detectar la peligrosidad de los compuestos asociados al licor verde, sobre la biota acuática, siendo, en esas condiciones, vertidas al río Cruces provocando la muerte masiva de peces.

- De la sola naturaleza de la sustancia derramada, la SMA infiere que, habiéndose derivado el licor verde al STE, el cual cuenta con dos biodigestores, cuya capacidad de abatimiento radica en la actividad biológica de organismos aerobios y anaeróbicos, habría existido un riesgo de afectación concreto, dada la susceptibilidad de los microorganismos a la toxicidad de la sustancia derramada.
- Dada la evidencia científica y literatura que cita la SMA, la determinación de la causa más probable de muerte de peces, a su juicio, habría sido por shock séptico, dado que el derrame no habría sido tratado en el STE.

Arauco solicitó controlar la legalidad de dicha clasificación al Tercer Tribunal Ambiental. Luego del análisis de rigor, la tesis de la SMA fue técnica y legalmente descartada, acogiéndose en la sentencia la reclamación y ordenándose a la SMA proceder a recalificar el Cargo N° 2 y dictar una nueva sanción, decisión que fue confirmada por la Excelentísima Corte Suprema.

Como consecuencia de ello, la SMA procedió a recalificar la causal de gravedad de la infracción y a realizar una nueva ponderación de las circunstancias del artículo 40 de su Ley Orgánica, resolviendo mediante Resolución Exenta N° 1857, de 1° de octubre de 2024, imponer una multa equivalente a 705 Unidades Tributarias Anuales (“UTA”).

Para motivar dicha multa, la SMA estimó configurada las circunstancias de las letras a) y b) del artículo 40 ya señalado, concluyendo que *“(...) el cargo N°2 generó un riesgo de entidad media, respecto del cuerpo receptor y de la fauna íctica presente en el río Cruces, así como respecto de aquellas personas que concurrieron a bañarse en dicho río el 18 de enero de 2024”*.

Considerando lo anterior, y sobre la base de la metodología que se ha explicado en el acápite anterior, a continuación se presenta el desarrollo de la aplicación de dicha metodología de análisis de riesgo ambiental para determinar la efectividad o no de haberse generado un riesgo de entidad media debido al evento ocurrido el 17 de enero de 2014.

Para ello, los objetivos del presente análisis son:

#### **Objetivo General:**

- Evaluar el riesgo ambiental por la presencia de sustancias contaminantes (licor verde) en la descarga de efluentes de Planta Valdivia al río Cruces.

#### **Objetivos específicos:**

- Recolectar, sistematizar y analizar la información existente del área de estudio y la descarga de efluentes.
- Definir el modelo conceptual de la incidencia de las sustancias potencialmente contaminantes que pudieron producir efectos negativos en la matriz ambiental agua y biota del río Cruces, así como en bañistas.
- Realizar una evaluación de riesgo ecológico.

## 4.1.2 Descripción del sitio de estudio

### 4.1.2.1 Descripción del entorno: Río Cruces

El río Cruces se encuentra en la Región de Los Ríos, Provincia de Valdivia, y forma parte de la hoya hidrográfica del río Valdivia. Nace en la precordillera al sur de la provincia de Cautín en la vertiente occidental de los cerros situados entre los lagos Villarrica y Calafquén, y drena la depresión de San José en la parte norte de Valdivia, avanzando de NE al SW. Es un río corto con una longitud de 125 km, de régimen pluvial, con una alta variación anual de caudal. Sus principales afluentes son los ríos Nanihue y Pichoy.

La extensión espacial del área de estudio se definió desde aguas abajo de los rápidos localizados contiguos a localidad de Lanco (barrera geográfica que limita desplazamientos aguas arriba) hasta la ubicación del Fuerte San Luis de Alba, considerando la extensión máxima de la intrusión salina, abarcando de esta forma el área de interés en relación con el efecto evidenciado el 17 de enero de 2014 y otros ecosistemas (aguas arriba y aguas abajo) donde habitan las especies de interés.

En esta etapa se efectuó un diagnóstico ambiental por medio de la caracterización de los componentes físicos y ambientales de la zona de estudio. Asimismo, se tomó en cuenta la información de las emisiones y la caracterización del efluente descargado al río Cruces por parte de Planta Valdivia.

Esta actividad consistió en el levantamiento de la información proveniente de:

- Antecedentes recopilados de los informes de monitoreo EULA
- Caracterización línea de base presentada en EIA
- Monitoreos de estaciones de calidad del agua en el Río Cruces pertenecientes a la Dirección General de Aguas.

#### Medio Físico:

##### a) Climatología

Para la caracterización climática del área de estudio, se recurrió a la revisión de la información de la estación meteorológica de Planta Valdivia que se encuentra ubicada en las coordenadas UTM WGS84 680.567 (E) y 5.618.773 (N).



**Figura 5. Ubicación Estación Meteorológica Planta Valdivia**



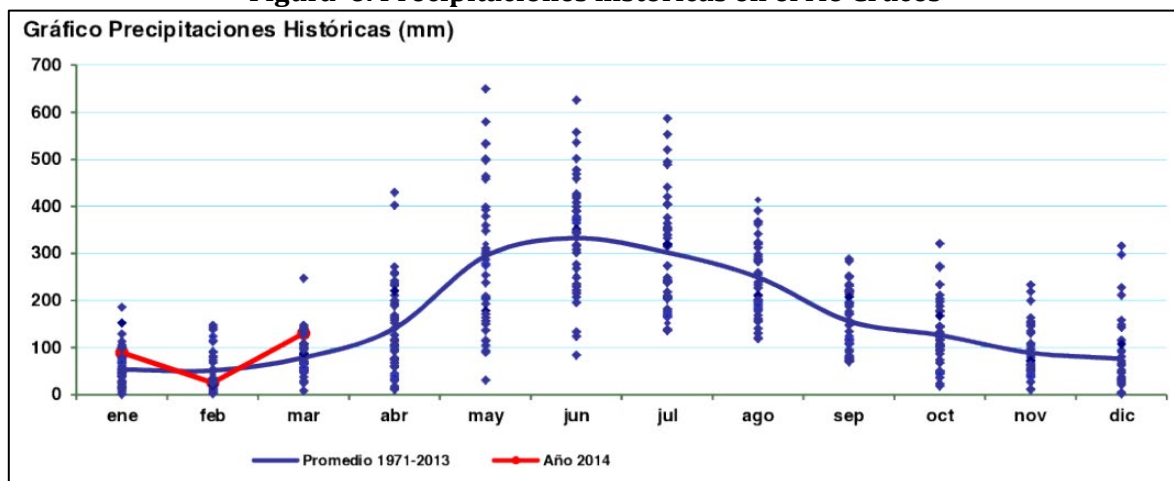
Fuente: Programa de monitoreo

Se consideró el intervalo de tiempo desde 1998 a marzo 2014, donde se registraron las variables de temperatura, velocidad y dirección de viento, precipitaciones y humedad relativa, las cuales se presentan de manera detallada en los resultados del Programa de Monitoreo.

b) Precipitaciones:

Históricamente los meses más lluviosos corresponden a mayo, con cerca de 650 mm de precipitación promedio y junio con 600 mm de precipitación promedio, mientras que los meses menos lluviosos son febrero con 150 mm de precipitación promedio y enero con 200 mm de precipitación promedio.

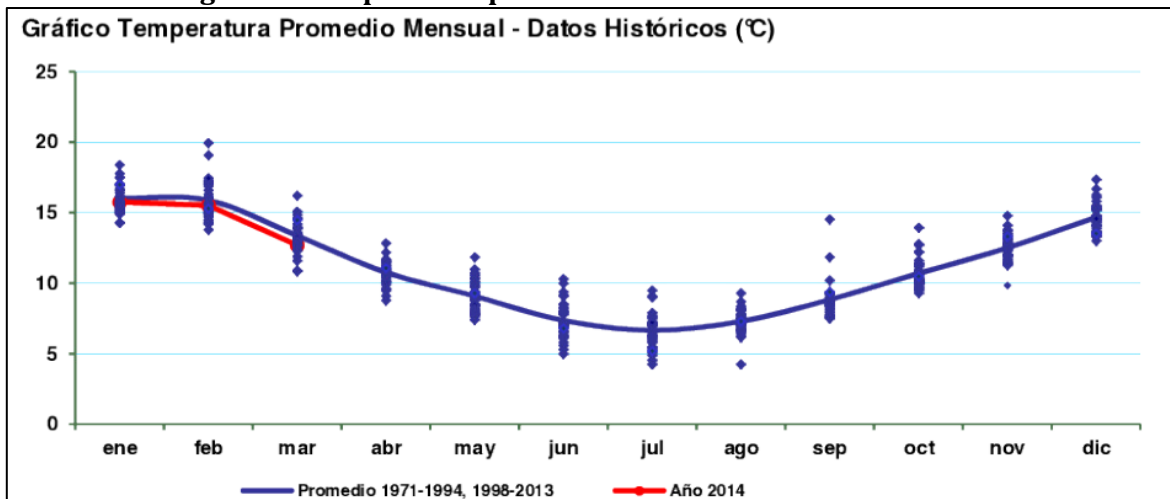
**Figura 6. Precipitaciones históricas en el río Cruces**



Temperaturas:

Las temperaturas máximas medias del sector ocurren entre los meses de diciembre y febrero oscilando alrededor de los 30°C. Las mínimas temperaturas medias se registran en general entre los meses de junio y agosto con valores mínimos de 5°C.

**Figura 7. Temperatura promedio mensual histórico río Cruces**



c) Características Hidrológicas del área de Estudio

El río Cruces nace en el extremo noreste de la cuenca en estudio, en la vertiente occidental de los cerros situados entre los lagos Villarrica y Calafquén; este drena una superficie de 3.233 Km<sup>2</sup>. Esta subcuenca presenta un marcado régimen pluvial entre invierno y verano. Esta subcuenca presenta un marcado régimen pluvial, ya que sus mayores caudales se observan durante el período de lluvias invernales, y los menores escurrimientos durante el período estival. En años húmedos los mayores caudales ocurren entre junio y agosto, producto de importantes aportes pluviales. El período de menores caudales se observa en el trimestre de enero, febrero y marzo<sup>8</sup>.

<sup>8</sup> Capítulo 5.2.6 Hidrogeología e Hidrología. Estudio de Impacto Ambiental “Sistema de conducción y descarga al mar de efluentes tratados de Planta Valdivia”. RCA027/2010.

**Figura 8. Características Hidrogeológicas de la Cuenca de los ríos Cruces y Lingue**



Fuente: Capítulo 5.2.6 Hidrogeología e Hidrología. Estudio de Impacto Ambiental "Sistema de conducción y descarga al mar de efluentes tratados de Planta Valdivia"

d) Caracterización fisicoquímica de las aguas y sedimentos del Río Cruces

Se consideró la caracterización ambiental tomando como base la información recopilada asociada a parámetros de calidad del agua en el área de estudio; para ello, se utilizó la información disponible por las estaciones de monitoreo de la Dirección General de Aguas, monitoreos continuos, y de las estaciones de monitoreo definidas en el Plan de Seguimiento Ambiental de Planta Valdivia, asociado a su RCA.

A continuación, se presentan las estaciones de monitoreo de la Dirección General de Aguas (monitoreo continuo):

- Estación Río Cruces antes CELCO (pH, conductividad, turbiedad, oxígeno disuelto)
- Estación Río Cruces en Rucaco (Caudal, Nivel de agua, pH, Conductividad, Turbiedad, Temperatura y Oxígeno Disuelto)
- Estación Río Cruces en Fuerte San Luis de alba (FSLA) (Temperatura, pH, conductividad y Oxígeno Disuelto)

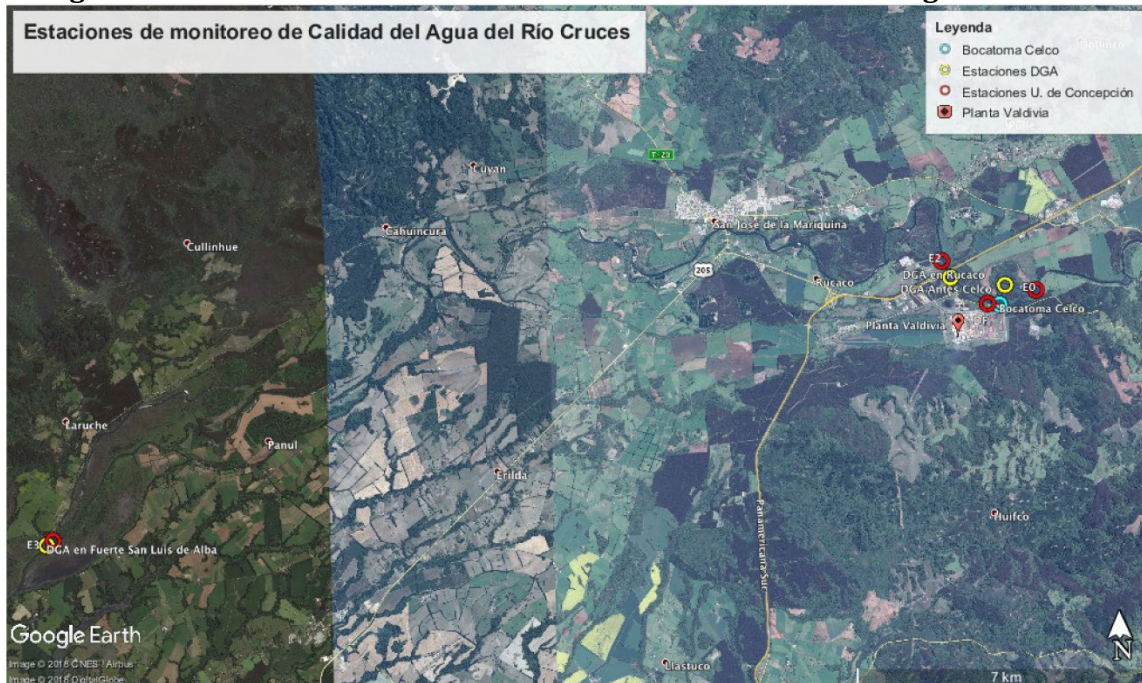
En la tabla siguiente se presentan las estaciones mencionadas con las coordenadas geográficas y el código de identificación DGA (Código BNA), en el caso que aplica, mientras que en la figura 9 es posible identificar espacialmente las estaciones en relación a la ubicación de la Planta Valdivia.

**Figura 9. Resumen Estaciones de Monitoreo utilizadas para análisis de calidad de agua**

	Estación	Latitud UTM N	Longitud UTM E	Código BNA
<b>U. de Concepción</b>	EULA 0 (E0)	39° 33.401'S	72° 52.642'O	-
	Difusor (DF)	39° 33.563'S	72° 53.446'O	-
	EULA 2 (E2)	39° 33.004'S	72° 54.190'O	-
	EULA 3 (E3)	39° 36.323'S	73° 9.041'O	-
<b>DGA</b>	Río Cruces Antes Celco	5.614.504 N	166.200 E	10134004-K
	Río Cruces en Fuerte San Luis de Alba (FSLA)	Sin información	Sin información	10135002-2
	Cruces En Rucaco	Sin información	Sin información	10134001-5

Fuente: Informe Consolidación y análisis de Información Asociada a Eventos en el Río Cruces-Enero 2014. Mejores Prácticas.

**Figura 10. Ubicación de estaciones de monitoreo de Calidad del Agua Río Cruces**



Fuente: Análisis de la influencia de los parámetros oxígeno disuelto y temperatura durante los eventos en el río Cruces en enero de 2014.2018. Mejores Prácticas.

El Plan de Seguimiento Ambiental de Planta Valdivia, recopila los 131 meses de muestreos incluyendo el estudio de la línea de base (1995-1996), el monitoreo de la fase de construcción (2002-2003) y el de operación de la Planta, el cual se inicia el año 2004 y que se mantiene hasta el presente. Esta información se presenta en los gráficos del Informe Programa de Monitoreo Ambiental, Trimestre I Enero-Febrero-Marzo, abril 2014, informado a la Superintendencia del Medio Ambiente mediante carta GPV035/2014-C con fecha 30 de abril de 2014.

## Medio Biótico:

### a) Características de la fauna íctica

Entre las cuencas con presencia de peces nativos de Chile, está la cuenca del Río Valdivia, de la cual forma parte el río Cruces, el cual, junto a sus ríos tributarios, posee un número importante de especies de peces nativas e introducidas. Estas especies requieren de hábitats como los presentes para su desarrollo temprano, dado que allí encuentran abundante material orgánico particulado el cual es arrastrado por el río y termina por depositarse en los fondos de este. Algunos de estos peces son habitantes permanentes del río, mientras que otros son transitorios; debido a lo mismo, ellos constituyen bioindicadores apropiados para evaluar el estado ambiental de este tipo de ambiente acuático, ya que interactúan con todos los elementos abióticos y bióticos del ecosistema.

La fauna íctica del río Cruces está constituida por 11 especies nativas pertenecientes a 8 familias y 6 órdenes. La mayoría de las especies nativas del río Cruces se encuentran clasificada en algún estado de conservación de vulnerabilidad.

En el hábitat de las especies de interés (especies nativas muertas en evento enero 2014), se identifican<sup>9</sup>:

- ***Percilia gillissi (Carmelita)***: los juveniles y adultos de esta especie habitan la porción retrónica de los ríos y también en la zona litoral pedregosa de los lagos. Los adultos se encuentran en estos mismos ambientes pudiéndose desplazar a la porción media a bajo de ríos con flujo nival y torrencial, con aguas claras y cauces amplios poco profundos y presencia de macrófitos.
- ***Trichomycterus areolatus (Bagre chico)***: Los juveniles de esta especie habitan la porción retrónica de ríos. Juveniles de 0,76 a 2,5 cm prefieren zonas ribereñas de 0,5 a 1 cm de profundidad, con fondo barroso, con pequeñas piedras de escasa vegetación y aguas quietas o lentas, mientras que los juveniles de 2,5 a 6 cm se localizan en zonas próximas a la ribera, preferentemente entre la vegetación acuática y también en la zona muerta de los torrentes con profundidades entre 5 y 10 cm y piedras pequeñas libres entre sí.
- ***Diplomystes camposensis (Tollo de agua dulce)***: en la porción retrónica de ríos, los juveniles habitan estas zonas de torrente de los ríos. Cuando adultos, migran hacia las zonas profundas del potamon de ríos.
- ***Basilichtys microlepidotus (Pejerrey Chileno)***: descritos en la cabeza de estuarios y en la porción media a baja de ríos con flujo nival y torrencial, con aguas claras y cauces amplios poco profundos y presencia de macrófitos, los juveniles son además descritos cercanos a la vegetación acuática ribereña.

La fauna íctica es un componente que forma parte importante de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos en los ríos, y son un indicador del estado ecológico del mismo.

---

<sup>9</sup> Evaluación de la condición ecológica de la ictiofauna presente en el río Cruces. 2019 Centro de Ecología aplicada Ltda.

Mayores antecedentes se encuentran en el documento Evaluación de la condición ecológica de la ictiofauna presente en el río Cruces, que forma parte del expediente tenido a la vista.

**b) Catastro de emisiones de fuentes fijas**

Mediante una revisión bibliográfica de gabinete, el Estudio “Análisis de Descargas de efluentes en Río Cruces, 2018”<sup>10</sup>, confeccionó un catastro de fuentes emisoras con descargas al río Cruces, y a sus afluentes:

- Resoluciones que autorizan el programa de monitoreo y autocontrol (porta de transparencia de la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA) y de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)
- Resoluciones de Calificación Ambiental del Servicio de Evaluación ambiental (SEA)

Para la identificación de las fuentes con descarga de efluentes en el río Cruces, se definió un área de estudio correspondiente a la cuenca del río Cruces, hasta la ubicación aguas arriba de la Planta Valdivia. En la figura 11, siguiente se presentan las fuentes emisoras identificadas en el estudio:

**Figura 11. Catastro de emisiones de fuentes fijas al río Cruces.**

Razón Social	Cuerpo Receptor	Norma	Nº Resolución De Monitoreo	Fecha Resolución De Monitoreo	RCA	Coordenadas
PTAS <sup>1</sup> PANGUIPULLI	ESTERO ANJERAQUE	RCA	-	-	66/97	s/i <sup>2</sup>
AGRICOLA CRAN CHILE LTDA (actual OCEAN SPRAY)	RIO CRUCES	NORMA 90	217	22-05-12	494/06	PSAD SUD 56; 5.631.000 N 690.150 E
CHILESUR QUESOS-SURLAT	RIO CRUCES	NORMA 609	404	25-08-06	59/09	Datum 84, 5638616.00 m S 703982.00 m E
PTAS LANCO	RIO CRUCES	RCA	-		540/02	Datum 84, 689636.99 m E 5630173.03 m S
PTAS LONCOCHE	RIO CRUCES	RCA	766	31-10-2006	223/06	PSAD SUD 56; 5.638.893 m 702.585 m
PTAS MALALHUE	RIO LEUFUCADE	RCA	-	-	417/00	PSAD SUD 56; 713106.00 m E 5619940.00 m S

Fuente: Análisis de descargas de efluentes en río el Cruces. 2018. Mejores Prácticas.

Un detalle de las características de cada descarga se presenta en la siguiente figura, la que constituye una selección de los parámetros más relevantes en términos ambientales, dado que no todas las fuentes requieren o realizan monitoreo de los mismos parámetros.

<sup>10</sup> Análisis de Descargas de efluentes en el Río Cruces, 2018. Mejores Prácticas. Informe MP120-2018

**Figura 12. Límites de fuentes aguas arriba de Planta Valdivia**

RAZON SOCIAL	Caudal Q (VDD)	pH	T	Cloruros	Aceites y grasas	DBO <sub>5</sub>	Fósforo	Nitrógeno Total Kjeldahl	Poder Espumógeno	Coliformes Fecales	Sólidos suspendidos totales	Sólidos Sedimentables
	m <sup>3</sup> /día		°C	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mm	NMP/100mL	mg/L	mg/L
PTAS PANGUIPULLI	3.024	n/a <sup>3</sup>	n/a	n/a	n/a	20	n/a	n/a	n/a	1000	30	n/a
AGRICOLA CRAN CHILE LTDA <sup>4</sup>	17	6,0 - 8,5	35	2000	50	300	15	75	7	1000	300	n/a
CHILESUR QUESOS - SURLAT	450	5,0 - 9,0	30.40	n/a	400-500	1800-2500	12	50	n/a	n/a	n/a	n/a
PTAS LANCO	1.987	6,0 - 8,5	35	n/a	n/a	35	n/a	n/a	n/a	1000	80	n/a
PTAS LONCOCHE	4.406	n/a	n/a	n/a	50	300	15	75	n/a	1000	n/a	300
PTAS MALALHUE	550	n/a	n/a	n/a	n/a	30	n/a	n/a	n/a	1000	n/a	n/a

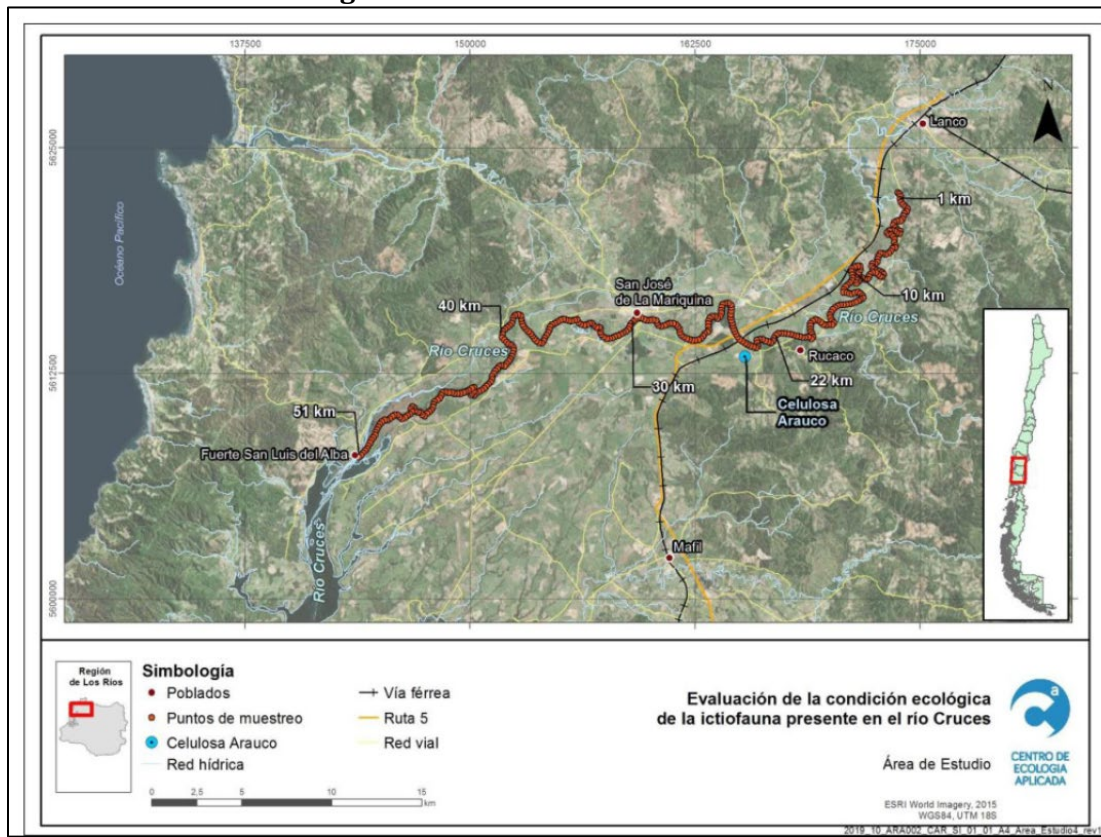
Fuente: Análisis de descargas de efluentes en río el Cruces. 2018. Mejores Prácticas.

#### 4.1.2.2 Descripción Breve de Planta Valdivia

Planta Valdivia (PV), de la empresa Celulosa Arauco y constitución S.A., es una planta de producción de celulosa Kraft blanqueada, ubicada en la comuna de Mariquina, Región de Los Ríos. Como resultado de su proceso productivo, genera residuos líquidos, los cuales son tratados en un Sistema de Tratamiento de Efluentes. Este tratamiento consiste, en términos generales, en un tratamiento primario de sedimentación, seguido de un tratamiento secundario biológico y de un tratamiento terciario químico. Con esto, los efluentes son descargados en el río Cruces, en conformidad con la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) que autorizó la construcción y operación de esta planta (Resolución Exenta N°279/98, de COREMA Xª Región).

La Planta se sitúa a 500 m de la ribera del Río Cruces en los predios denominados Las Rosas y Traiguén, en el sector denominado Rucaco.

**Figura 13. Ubicación Planta Valdivia**



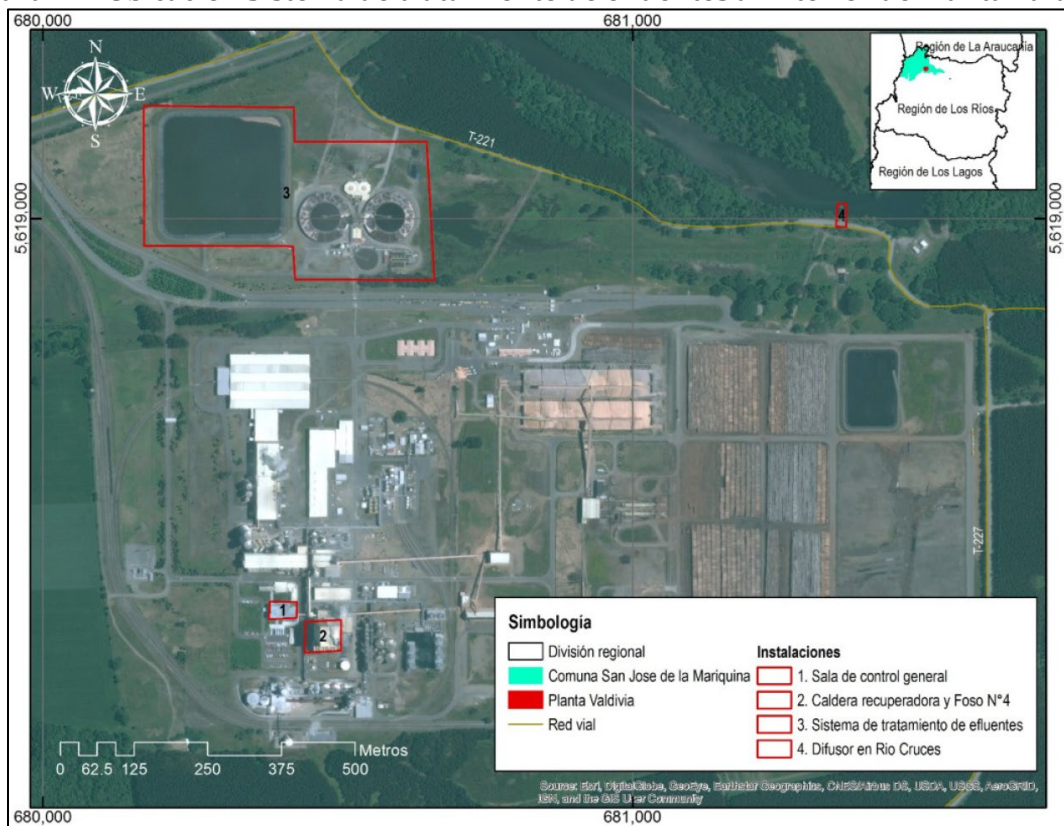
Fuente: Informe Experto: Evaluación de la condición ecológica de la ictiofauna presente en el río Cruces.2019 Centro de Ecología Aplicada Ltda.

#### 4.1.3 Descripción del Sistema de tratamiento de efluentes

El sistema de tratamiento de efluentes se ubica al interior de la Planta Valdivia de acuerdo a la configuración que se muestra en la figura 14.



**Figura 14. Ubicación Sistema de tratamiento de efluentes al interior de Planta Valdivia.**



La función del Tratamiento de Efluentes es adecuar los efluentes tal que permita satisfacer los requerimientos y parámetros ambientales de la legislación chilena y, en particular, de las exigencias propias de la autorización que regula el funcionamiento de Planta Valdivia.

El sistema de tratamiento de efluentes tiene como principales objetivos:

- Clarificar el efluente, sedimentando los lodos
- Neutralizar el efluente
- Bajar la temperatura del efluente
- Disminuir la carga orgánica y los compuestos clorados del efluente
- Disminuir nitrógeno y fósforo
- Disminuir el color del efluente
- Tratar los lodos primarios, secundarios y terciarios.
- Tratar las sustancias que se generen en derrames o en contingencias, al interior de la Planta.

El sistema de tratamiento está compuesto por los siguientes procesos:

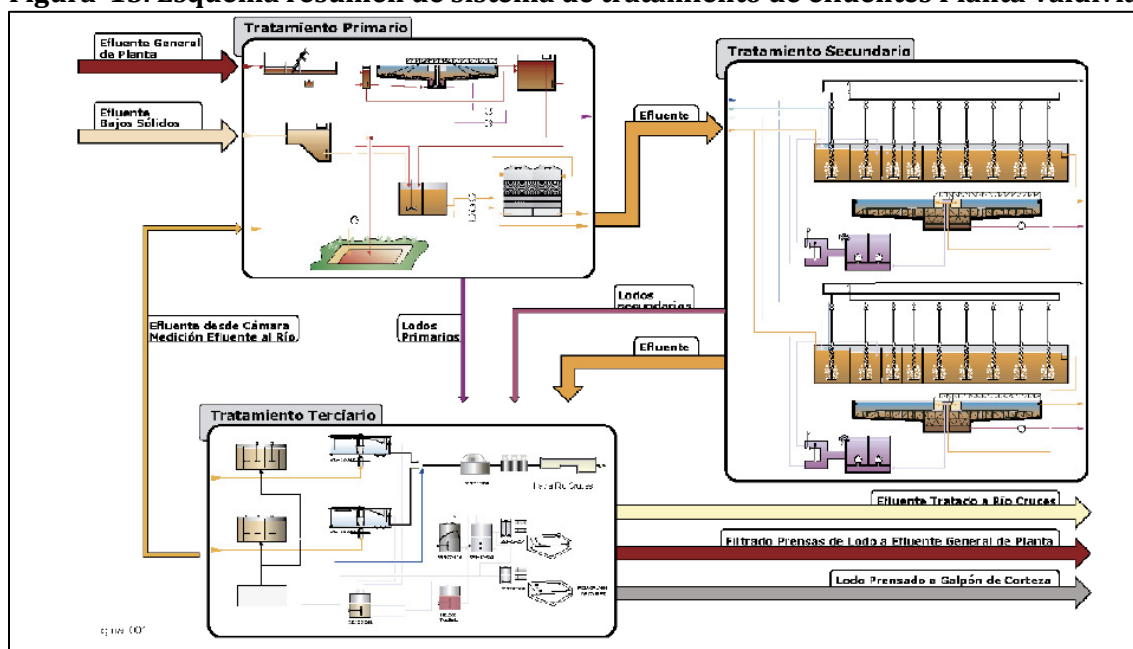
**Tratamiento Primario:** La finalidad de este sistema es la clarificación, neutralización y enfriamiento del efluente.

**Tratamiento Secundario:** este sistema tiene por finalidad reducir la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) del efluente mediante un proceso de degradación biológica. Además, cuenta con un clarificador secundario, el cual sedimenta los lodos y obtiene un efluente clarificado.

**Tratamiento Terciario.** Este sistema tiene por finalidad decantar los coloides (partículas que no decantan) suspendidos en el efluente y que son responsables del color del efluente, obteniendo un efluente clarificado con bajo color, el cual es enviado al canalón Parshall del efluente tratado y luego derivado al Río Cruces mediante un emisario-difusor. Además, cuenta con un sistema de tratamiento de lodos. Esto lodos se presan en las dos líneas de prensas, para obtener un lodo relativamente seco, el cual es enviado al galpón de corteza e incorporado como combustible en la caldera de biomasa.

En la figura siguiente se resumen el sistema de tratamiento de efluentes de Planta Valdivia, de acuerdo a las etapas de tratamiento señaladas anteriormente:

**Figura 15. Esquema resumen de sistema de tratamiento de efluentes Planta Valdivia.**



El STE de Planta Valdivia recibe efluentes de dos sistemas recolectores: Sistema recolector de efluentes bajos en sólidos y Sistema recolector de efluentes generales, de acuerdo con las siguientes características:

- El efluente bajo en sólidos está conformado por efluentes que poseen una baja concentración de sólidos suspendidos y que provienen de la planta de blanqueo, del exceso de condensado de evaporación, del rechazo de la planta desmineralizadora y, ocasionalmente, de derrames internos que se puedan producir en el área de manejo de químicos.

- Efluente general: comprende todos los efluentes generados por otros procesos de la Planta, incluidos aquellos provenientes de las canchas de madera, y que poseen una alta concentración de sólidos en suspensión.

Estas dos corrientes de efluentes son recogidas por sistemas recolectores separados y conducidos por líneas independientes hasta la planta de tratamiento de efluentes. En ella, el efluente general es sometido a un proceso de separación sólido-líquido y, sólo después de este proceso, se junta con el efluente bajo en sólidos para continuar ambos al tratamiento biológico.

#### 4.1.3.1 Condiciones de operación normal

PV cuenta con un sistema de monitoreo puntual de efluentes y controles internos, donde se realizan análisis de los parámetros característicos de las distintas etapas del tratamiento de efluentes, con monitoreo en línea y muestras cada 4-8 horas. Las variables de procesos internas a verificar se presentan a continuación:

#### Tratamiento primario:

**Tabla 13 Tratamiento primario- Parámetros Operativos control Interno**

Parámetros	Unidad	Límites	Frecuencia
pH		6,0-8,5	En línea
Conductividad	μS/cm	≤3.000	En línea
Temperatura	°C	>22	En línea

Fuente: cuadro 2.2 Informe auditoría-Funcionamiento sistema de Tratamiento de Efluentes Enero 2014. Knight Piésold S.A

Estos parámetros son medidos en la cámara de neutralización, y su registro se realiza en línea. La finalidad de control de estos parámetros es garantizar que no se afectará el tratamiento secundario (bacterias).

#### Tratamiento secundario:

**Tabla 14. Tratamiento Secundario-Parámetros Operativos Control Interno**

Parámetros	Unidad	Límites	Frecuencia
pH	-	6,0-8,5	En línea
Temperatura	°C	-	En línea
COD (total)	mg/l	≤600	Muestras cda 4-8 horas
Clorato	mg/l	≤17	Muestras cada 4-8 horas
F/M	-	0,3-0,35	Muestra acumulada diaria
Índice volumétrico de lodo (IVL)	-	≤150	Muestra acumulada diaria
Sólidos suspendidos Totales (SST)	mg/l	3.000-3.500	Muestra acumulada diaria

Fuente: cuadro 2.3 Informe auditoría-Funcionamiento sistema de Tratamiento de Efluentes Enero 2014. Knight Piésold S.A

Los parámetros COD o DQO y clorato son medidos a la salida del tratamiento secundario y son indicadores del funcionamiento de las bacterias. Los parámetros F/M, IVL y SSt definen las características del lodo, y permiten verificar la población y estado (salud) de las bacterias para un adecuado funcionamiento del sistema de tratamiento secundario.

### Tratamiento terciario:

**Tabla 15 Tratamiento Terciario-Parámetros Operativos Control Interno**

Parámetros	Unidad	Límites	Frecuencia
pH		6,0-8,5	En línea
Temperatura	°C	≤30	En línea
Conductividad	μs/cm	≤4.000	En línea
Cloratos	Mg/L ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	≤13	Muestra acumulada diaria
COD (total)	Mg/l	≤250	Muestra acumulada diaria
Aluminio Total	Mg/l	≤2	Muestra acumulada diaria
Nitrógeno total Kjeldahl	Mg/l NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	≤4,2	Muestra acumulada diaria
Sulfatos	Mg/l SO <sub>4</sub>	≤1.000	Muestra acumulada diaria
Nitratos	Mg/l N-nO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		Muestra acumulada diaria
Fósforo Total	Mg/l P	≤,33	Muestra acumulada diaria

Fuente: cuadro 2.4 Informe auditoría-Funcionamiento sistema de Tratamiento de Efluentes Enero 2014. Knight Piésold S.A

Todos los parámetros son medidos en la cámara Parshall, a la salida del tratamiento terciario, y tienen por finalidad garantizar el cumplimiento de los límites exigidos por la autoridad en la RCA N°279/98.

#### 4.1.3.2 Caracterización del efluente de Planta Valdivia

De acuerdo con lo señalado en la RCA, Planta Valdivia cuenta con un monitoreo de efluente para diversas variables, con frecuencias de medición en línea, muestras semanales, mensuales, semestrales y anuales, según corresponda.

El muestreo en línea se realiza mediante un equipo de medición ubicado a la salida del tratamiento terciario, específicamente en la canaleta Parshall; los parámetros registrados son pH, conductividad, temperatura y caudal.

Coordenadas UTM WGS84 (18H)	
Este (m)	Norte (m)
680.552	5.619.064

**Tabla 16 Parámetros a cumplir efluente Planta Valdivia**

Parámetros en Ril	Unidad	RCA
Ácidos Grasos	mg/l	0,27
Ácidos Resínicos	mg/l	0,033
Aluminio	mg/l	-
AOX	mg/l	7,6
Cloratos	mg/l	17
Clorofenoles	mg/l	0,067
Cloruros	mg/l	-
Color Verdadero	Pt/Co	367
DBO5	mgO <sub>2</sub> /L	50
DQO	mgO <sub>2</sub> /L	313
Fósforo total	mg/l	0,33
Hierro Disuelto	mg/l	1,3
Manganeso	mg/l	-
Nitrógeno total	mg/l	-
Nitrógeno total kjeldhahl	mg/l	4,2
Sólidos suspendidos Totales	mg/l	50
Sulfato	mg/l	-

Además, semanalmente, Planta Valdivia realiza un monitoreo del RIL, a través de un laboratorio externo, ETFA, para aquellos parámetros regulados por carga, según lo establecido en la RCA.

#### 4.2 Resultados Etapa 2: Identificación de Peligros

**Peligro se define como todo evento, situación, agente o elemento que posee el potencial de ocasionar consecuencias no deseadas o efectos adversos.**

Para la identificación de los peligrosos ambientales es importante comprender que todo proceso productivo y generadores de residuos líquidos son potencialmente generadores de impacto, para lo cual la identificación se llevó a cabo para aquellos componentes que pudieran haber originado un peligro ambiental en el río Cruces relacionados con el evento ocurrido el día 17 de enero 2014, el cual se detalla en el informe “Efectos del licor verde en el sistema de tratamiento de efluentes, julio 2014”<sup>11</sup>, y de la hipótesis de la SMA en su formulación de cargos; a saber:

- El día 17 de enero de 2014, alrededor de las 13:30 horas, se produjo una detención no programada (trip) de la Caldera Recuperadora de la Planta Valdivia (PV). Como consecuencia de esta parada, otras áreas de la PV quedaron sin energía durante un tiempo, lo que significó que algunos sistemas de bombeo dejaran de operar, entre ellos el del sistema del licor verde. Esta situación se tradujo en un rebase controlado o derrame interno de parte del licor verde hacia el sistema recolector de efluentes, y su

<sup>11</sup> Informe: Efectos del licor verde en el sistema de tratamiento de efluentes. 2014. Gamma Ltda.

posterior llegada a la Planta de Tratamiento de Efluentes de PV. Este rebase o derrame interno constituye una contingencia considerada dentro del diseño de la planta, por lo que existen los sistemas especialmente contruidos para evitar que dicho evento alcance o afecte el medio ambiente donde se ubica Planta Valdivia.

A continuación, se describe el proceso de generación de licor verde:

#### 4.2.1 Sistema del licor verde

El licor verde es un subproducto temporal en el proceso de fabricación de celulosa y se genera por la mezcla de las cenizas (fundido de licor negro) que se recolectan del fondo de la caldera recuperadora, agua y licor débil. Al mezclar este licor con óxido de calcio, se obtiene el “licor blanco” que es utilizado en la cocción de la madera y producción de pulpa.

El licor verde está compuesto principalmente por sulfuro de sodio e hidróxido de sodio. Es altamente alcalino y soluble en agua.

##### **a) Operación normal del sistema**

La operación del Sistema de Licor Verde consta de:

1. En el estanque disolvedor se disuelve el fundido proveniente del hogar de la Caldera Recuperadora con Licor Débil, con lo cual se forma el Licor Verde.
2. El Licor Verde se bombea al Área de Caustificación. Por otra línea de transferencia, se recibe el Licor Débil desde el Área de Caustificación, el cual permite controlar la densidad del Licor Verde.
3. Cuando los afluentes al Estanque Disolvedor son mayores a los efluentes, el estanque puede llenarse y rebasar. Los rebases caen a una cámara y, desde ahí, son conducidos hacia el “sumidero”. Desde este estanque, el licor verde es impulsado hacia el área de caustificación mediante una bomba instalada para estos efectos. El funcionamiento de la bomba está comandado por un sensor de conductividad y por un sensor de nivel los que accionan la bomba cuando se sobrepasa un determinado nivel de conductividad o se alcanza un cierto nivel prefijado en el sumidero.

##### **b) Conexión del sistema de licor verde con el sistema de efluente general**

Cuando la bomba del “sumidero” no funciona, o no es capaz de bombear todo el licor verde que llega al sumidero, este estanque se llena y comienza a verter por un rebosadero dispuesto para tal fin. Este rebosadero está conectado con el sistema recolector del efluente general por lo que cualquier vertido de licor verde que se produzca es conducido por dicho sistema a la planta de tratamiento de efluentes.

Si el rebase del sumidero estuviera conectado con el sistema recolector del efluente bajo en sólidos, el licor verde igualmente llegaría a la planta de tratamiento de efluentes. Ahora, si por alguna razón, el rebase de licor verde fuere a dar al sistema de alcantarillado de aguas lluvia, en la Cámara 14 de dicho sistema sería derivado hacia la laguna de derrames y, desde ahí, sería bombeado luego a la planta de tratamiento.

Por lo tanto, un derrame de licor verde, o de cualquier otro producto químico, que se produzca en la Planta Valdivia, forzosamente deberá pasar primero por la planta de tratamiento de efluentes antes de ser descargado al río Cruces. No existe posibilidad alguna que una sustancia utilizada en el proceso alcance en forma directa un curso o cuerpo de agua.

### c) Características del licor verde

El licor verde es un producto compuesto principalmente por sulfuro de sodio e hidróxido de sodio. Es un líquido verdoso alcalino (pH +-12), soluble en agua y de olor pestilente.

Un pH adecuado para el tratamiento biológico de lodos activados está en el rango de 6,5 a 8,5. Valores de pH fuera de ese rango pueden provocar condiciones inadecuadas para el crecimiento y mantenimiento de la masa bacteriana presente en el estanque de aireación.

Un pH alrededor de 12 es absolutamente incompatible con la presencia del tipo de bacterias que se desarrollan en el tratamiento de lodos activados, lo que se traduciría en una mortandad de la flora bacteriana y en un incremento notorio de la demanda bioquímica (DBO) en el efluente que sale de la planta de tratamiento.

**Tabla 17 Composición química aproximada del licor verde Kraft de Planta Valdivia**

Componentes	Concentraciones (g/litro o kg/m3)
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	146,9
Na <sub>2</sub> S	57,1
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	9,4
NaOH	8,1
“Dregs” (sólidos secos)	0,87

Fuente: Evaluación Ambiental del evento de pérdida de licor verde para el sistema de tratamiento de efluentes en Planta Valdivia.

Los compuestos del licor verde pueden presentar toxicidad aguda y crónica en relación a los organismos acuáticos, si se alcanzan niveles de concentración más altos que los límites de toxicidad para cada uno o para todos.

### d) Situación de contingencia

En caso de ocurrir algún imprevisto durante el proceso productivo de Planta Valdivia, en el considerando 8.2.2.1 de la RCA N°279/1998 se señala:

*“(…) Derrames*

*“El proyecto deberá contar con sistemas internos y externos para el control de eventuales derrames (accidentales o por eventos naturales como sismos), con el objetivo de recuperarlos. Los derrames de licor deberán ser desviados al sistema de tratamiento de efluentes sólo como último recurso (…).”*

#### 4.2.2 Identificación de peligros ambientales

De acuerdo con la información presentada en detalle anteriormente, a continuación se identifica el peligro ambiental asociado al rebalse de licor verde al sistema de tratamiento de efluentes y posteriormente a la descarga del efluente en el río Cruces.

**Tabla 18. Identificación de peligro**

<b>Peligro ambiental</b>	Descarga o derrame de licor verde al sistema de tratamiento de efluentes.
<b>Tipo de peligro</b>	Antrópico
<b>Sustancia</b>	Licor Verde
<b>Peligrosidad</b>	Tóxico
<b>Vía de exposición</b>	Efluente
<b>Elemento de riesgo en STE</b>	Afectación a la capacidad degradación de DQO en el tratamiento secundario por descarga o presencia de licor verde
<b>Elemento de riesgo en cuerpo receptor río Cruces</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteración de los parámetros de descarga del efluente en el río Cruces. (DQO, oxígeno disuelto, entre otros)</li> <li>• Alteración de la calidad en el cuerpo receptor</li> <li>• Muerte de peces por Shock séptico por descarga de Licor verde</li> <li>• Afectación a bañistas</li> </ul>

#### 4.2.3 Selección de indicadores o parámetros relevantes

**Los parámetros o indicadores que se seleccionan para evaluar los cambios debe ser características del ecosistema o de sus componentes en lo que se espere observar un efecto.**

##### 4.2.3.1 Evaluación de la degradación en el STE.

La Demanda Química de Oxígeno (DQO) es un parámetro esencial en el tratamiento de aguas residuales y saneamiento, representa la cantidad de oxígeno necesario para depurar el agua procedente del tratamiento de aguas residuales. Por lo tanto, para estudiar los efectos del derrame del licor verde en el sistema de tratamiento de efluentes es importante evaluar la capacidad de degradación de este componente en el sistema.

##### 4.2.3.2 Especies críticas

Para estudiar los efectos de los contaminantes en los ecosistemas del río Cruces se realizó una priorización de especies críticas. Una especie crítica es aquella que tiene un papel crucial en la dinámica del ecosistema y además presenta algún tipo de importancia ecológica.



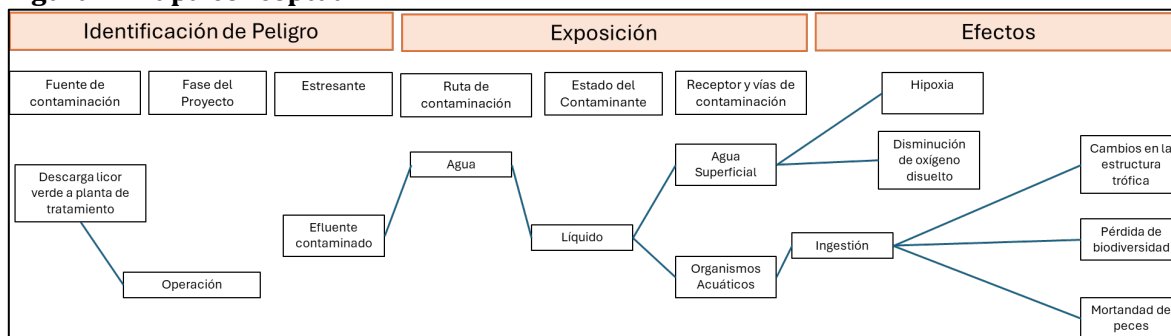
Como se indicó, en la caracterización del área de estudio la fauna íctica del río Cruces está constituida por 11 especies nativas, donde la mayoría de las especies se encuentran clasificadas en algún estado de conservación de vulnerabilidad. El análisis de las especies se ha centrado en aquellas que se vieron afectadas durante el evento de enero de 2014; esto es: *Diplomystes camposensis* (Tollo), *Percilia gillissi* (Carmelita), *Trichomycterus areolatus* (Bagre Chico) y *Odontesthes mauleanum* (Cauque del Maule), de las cuales el Bagre chico y el Cauque del Maule se encuentran en categoría de conservación como “Vulnerable”, mientras que el Tollo y la carmelita, son especies categorizadas “En Peligro”, enfrentando todas, riesgos de extinción en estado silvestre.

#### 4.2.3.3 Exposición a contaminantes en el río Cruces

A partir de los datos recopilados y con el objetivo de sintetizar la información de las características fisicoquímicas e identificar qué elementos podrían estar suponiendo un riesgo en el ecosistema del Río Cruces, se han considerado los siguientes indicadores:

- Parámetros de oxígeno disuelto y temperatura durante el mes de enero en el río Cruces, puesto que son los más importantes desde el punto de vista ecosistémico, pues pueden afectar directamente la salud de la ictiofauna (peces). Mientras más bajos los niveles de oxígeno disuelto pueden causar por sí solos la muerte de peces; ahora, en conjunto con altas temperaturas, la muerte de peces puede ocurrir con niveles no tan bajos de oxígeno disuelto.
- Calidad del RIL en relación con el cumplimiento de límites de acuerdo a la normativa.

**Figura 1. Mapa conceptual**



### 4.3 Resultados Fase 3: Análisis de información

**Para que exista un riesgo, los organismos u otra parte del ecosistema deben estar en contacto o por lo menos coincidir en espacio y tiempo con el agente estresor.**

### 4.3.1 Análisis de la exposición

#### a) Afectación a la capacidad de degradación de DQO en el tratamiento secundario por descarga de licor verde

##### - Capacidad de degradación de DQO y nivel de abatimiento del STE

De acuerdo con los resultados de DQO del efluente en la entrada del sistema de tratamiento y el efluente en la descarga del río Cruces, se evidencia que, con posterioridad al derrame de licor verde, el efluente presentó una DQO menor que la de los días previos, por lo que la hipótesis de alteración química del oxígeno disuelto en el agua, si bien es plausible, tuvo mayores probabilidades de ocurrir antes del derrame de licor verde que en los días posteriores, en base a los niveles de DQO de la descarga (ver Figura 13 Sentencia R-64-2020), cuya calidad, por lo demás, siempre se ajustó a los límites establecidos. El Tercer Tribunal Ambiental concluye que el análisis de los datos aportados sobre la calidad del efluente no arroja indicios de perturbaciones en el STE producto del derrame de licor verde, por lo que, a su juicio, las *“alteraciones detectadas durante el tránsito del derrame a través del STE no indican un mal funcionamiento del mismo ni una alteración de su capacidad de tratar los Riles de la Planta Valdivia”*. Del mismo modo, el Tribunal concluye que el derrame pudo ser abatido en este sistema, sin que existan indicios que permitan sustentar la conclusión de la SMA, en torno a que la sustancia derramada no haya sido degradada en forma previa a la descarga.

De acuerdo con lo señalado por el Tribunal Ambiental fue necesario dilucidar si el nivel de abatimiento logrado por el STE de la Planta Valdivia fue suficiente como para descargar un efluente inocuo para la ictiofauna. Como ya se ha indicado, el licor verde está compuesto por carbonato de sodio, sulfato de sodio, sulfito de sodio, hidróxido de sodio y “dregs” de caldera (sólidos). En la siguiente tabla se presentan las concentraciones en que se encuentran estos elementos en el licor verde (Tabla 10):

**Tabla 19. Caracterización típica licor verde**

Componentes	Concentraciones (g/litro o kg/m3)
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	146,9
Na <sub>2</sub> S	57,1
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	9,4
NaOH	8,1
“Dregs” (sólidos secos)	0,87

Fuente: Sentencia R-64-2020 (considerando: centésimo quincuagésimo cuarto)

Conociendo esta composición, es posible determinar la cantidad neta de cada una de estas sustancias que habría ingresado al STE al momento del derrame, considerando para ello la cantidad de licor verde que habría llegado a dicho sistema. Para ello, se consideró el volumen estimado por la SMA, ya que aun cuando el Tribunal llegó a la conclusión de que el derrame fue mayor a lo determinado por la SMA, sólo una parte pudo ser conducida hacia el STE por la vía del foso N°4 hacia el efluente general.

**Tabla 20. Cantidad total de compuestos que componen el licor verde ingresada al STE, considerando un volumen de 27,6 m3 de licor verde.**

Carbonato de sodio (NaCO <sub>3</sub> )	Sulfuro de sodio (Na <sub>2</sub> S)	Sulfato de sodio (Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	Hidróxido de sodio (NaOH)	“Dregs” como sólidos sector
4.054 kg	1.576 kg	256,4 kg	223,6 kg	24 kg

Fuente: Sentencia R-64-2020 (considerando: centésimo quincuagésimo cuarto)

Para estimar la dilución de estos componentes en el STE, se utilizó la modelación hidráulica desarrollada por Arauco, la cual, conservadoramente, sólo considera la dilución y no los procesos de degradación u oxidación, por lo que el Tribunal considera que es una modelación que corresponde al peor escenario (o el más desfavorable desde el punto de vista ambiental), ya que no refleja la real capacidad de tratamiento de las distintas unidades del STE. Adicionalmente, esta modelación consideró los caudales del efluente general y del efluente bajo en sólidos, que fueron efectivamente medidos en los días de la contingencia. De esta forma, las tasas de dilución y los tiempos de residencia corresponderían a los presentados en la siguiente tabla:

**Tabla 21. Tabla dilución de la concentración de un trazador en el STE según modelación para escenario con clarificador primario.**

Variable	Punto de seguimiento					
	1	2	3	4	5	6
Concentración máxima	1000	10,05	8,5	1,31	1,31	1,28
Dilución desde la entrada al STE	0	99,50	1,18	6,49	6,49	1,02
Tiempo después de entrada de derrame (horas)	0	2,6	3	25	25	24,3

Donde: Punto 1=entrada al clarificador primario, Punto 2. Salida del clarificador primario, Punto3 = cámara de neutralización, Punto 4=salida del clarificador secundario, Punto 5= salida del tratamiento terciario y Punto 6=descarga al río cruces

Fuente: Sentencia R-64-2020 (considerando: centésimo quincuagésimo cuarto)

En base a la modelación hidráulica se calculó la dilución de sobre los efluentes generales y de bajos sólidos y los tiempos de residencia en el STE, llegando a los siguientes resultados:

**Tabla 22. Concentración teórica de los compuestos que forman el licor verde, a la salida del STE y en el río Cruces. Análisis del Tribunal en base a la modelación de dilución de fs. 11.394 y ss.**

	Carbonato de sodio (NaCO <sub>3</sub> )	Sulfuro de sodio (Na <sub>2</sub> S)	Sulfato de sodio (Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	Hidróxido de sodio (NaOH)	“Dregs” como sólidos sector
Concentración en el efluente	50,63 mg/l	19,69 mg/l	24 mg/l	2,79 mg/l	0,3 mg/l
Concentración en el río cruces	1,73 mg/l	0,69 mg/l	0,11 mg/l	0,09 mg/l	0,01 mg/l

Fuente: Sentencia R-64-2020 (considerando: centésimo quincuagésimo cuarto)

Estas concentraciones se encuentran por debajo de las indicadas en la hoja de seguridad del producto como dosis letal absoluta para la carpa común, que corresponde a 208,8 mg/l para un período de 24 horas a 25°C y también de la dosis de tolerancia media para el pez mosquito, que corresponde a 145 mg/l para un período de 96 horas en agua fresca (fs. 3.171), tal como se aprecia en la siguiente Tabla.

**Tabla 23. Concentración total de licor verde, expresado como Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> +NaS, en comparación con las dosis reportadas a fs. 3.171.**

Concentración teórica en el efluente	Concentración teórica en el río Cruces	LC100* en Carpa común	TLM** en pez Mosquito
70,32 mg/l	2,4 mg/l	208,8 mg/l	145 mg/l

\*LC100 es la dosis letal absoluta, correspondiente a la concentración más baja de una sustancia en un medio que bajo condiciones definidas es letal para el 100% de los organismos o especies expuestas.

\*\* TLM es la tolerancia media, que corresponde a la concentración de una sustancia en un medio que bajo condiciones definidas es letal para la mitad de los organismos expuesto.

Finalmente, el informe “Síntesis y opinión experta sobre aspectos técnicos de los documentos asociados a los cargos N°1 y N°2 que constan en el Expediente Sancionatorio SMA D-001-2016 y reclamación causa Rol R-64-2018 del Tercer Tribunal Ambiental”, es categórico en señalar que *“la información técnica disponible es suficiente para descartar la conclusión de la SMA que, en base al Manual de Operaciones y Fundamentos de la PTE, sostiene que el sistema no está diseñado para tratar componentes inorgánicos (contenidos en las impurezas del licor verde), pues, (i) el propio Manual contiene información en relación a componentes inorgánicos, tales como clorato o sólidos suspendidos que son removidos por el sistema y (ii) los estudios referidos afirman la depuración de los componentes del licor verde en la PTE durante el evento del 17 de enero de 2014.”*

**b) Alteración de la calidad del cuerpo receptor (Río Cruces) por descarga de efluente de PV**

- Calidad del efluente en la descarga Planta Valdivia

Para medir las concentraciones de los contaminantes en el río Cruces se consideraron los resultados históricos de las estaciones de monitoreo del Centro EULA de la Universidad de Concepción que se encuentran dentro del marco del Plan de Vigilancia o Seguimiento Ambiental. Conforme da cuenta el reporte “Programa de monitoreo ambiental de PV”, correspondiente al primer trimestre del año 2014, informado a la SMA mediante carta GPV 035/2014-C, de 30 de abril de 2014, el efluente descargado al río Cruces durante el período analizado (lo que incluye la fecha de la contingencia objeto de este análisis) cumplió con todos los límites y parámetros ambientalmente autorizados, tal como se observa en la siguiente Tabla.

**Tabla 24. Análisis comparativo muestreos semanales**

Parámetros en RIL	Unidad	RCA	Enero 2014			Febrero 2014
			02/01	09/01	16/01	06/02
Aluminio	mg/l	-	0,75	0,43	0,37	0,91
AOX	mg/l	7,6	0,88	1,2	0,97	1,8
Cloratos	mg/l	17	<0,03	1,04	<0,03	<0,03
Color Verdadero	Pt/Co	367	34	48	34	63
DBO5	mgO <sub>2</sub> /L	50	2,7	2,9	2	4
DQO	mgO <sub>2</sub> /L	313	56	72	60	113
Fósforo total	mg/l	0,33	<0,15	<0,15	<0,15	0,05
Manganeso	mg/l	-	0,105	0,088	0,061	0,28
Nitrógeno total Kjeldahl	mg/l	4,2	2,5	1,63	2,15	3,4
Sólidos suspendidos Totales	mg/l	50	8,6	7,9	6,4	

Así también lo acreditan el “Informe de Auditoría-Funcionamiento Sistema de Tratamiento de Efluentes Enero 2014”, de la empresa auditora Knight Piésold (Auditor Ambiental Independiente), para el periodo comprendido entre el 13 y 19 de enero 2014, y da cuenta que “El sistema de tratamiento de efluentes, en las etapas de tratamiento primario, secundario y terciario, cumple con las variables de control operativo interno, por lo cual ha funcionado en forma normal en el período analizado” y que “de acuerdo al monitoreo en línea de pH, T°, conductividad y caudal, el efluente descargado al río Cruces cumple con los valores estipulados en la RCA 279/98, en el período analizado”.

De acuerdo con los datos analizados, previo al evento ocurrido el 17 de enero 2014 y post evento, no se superan los límites establecidos en la Resolución que aprueba el Programa de monitoreo de Planta Valdivia.

### c) Muerte de peces por Shock séptico de peces en el río Cruces

#### - Disminución de los valores de oxígeno disuelto en el río Cruces

Se evaluaron los datos históricos del período hasta enero 2014 utilizando la serie de datos de las estaciones fluviométricas de la DGA, tres estaciones del programa de vigilancia ambiental y una estación agregada por el Centro EULA el día 18 de enero de 2014.

Los resultados del “Informe Análisis de influencia de los parámetros de OD y Temperatura durante los eventos de enero 2014”, de la empresa Mejores Prácticas, señalan que:

- Los niveles máximos de temperaturas registradas y estimadas en Rucaco en enero de 2014 (hasta los 25,7°C) son más altas que los máximos valores medidos en años anteriores (veranos de 2012 y 2013).
- Los menores niveles de oxígeno disuelto se registran en la estación E0 o antes de Planta Valdivia, la que no es afectada por los efluentes de Planta Valdivia y con valores por debajo de los 5 mg/L, umbral bajo el cual la concentración de oxígeno puede tener efectos negativos sobre los peces.

De acuerdo al considerando centésimo sexagésimo segundo de la Sentencia R-64-2020, el Tribunal llegó a la conclusión que las condiciones de temperatura del agua, concentración de oxígeno disuelto en el agua, temperatura ambiente y temperatura del efluente, son todas variables ambientales que pudieron haber configurado un escenario plausible para la muerte masiva de peces por hipoxia, dadas las condiciones de bajo caudal, alta temperatura del agua (sobre los 23°C), altas temperatura ambiental (sobre los 30°C), altas temperatura del efluente (sobre los 29°C) y baja concentración de oxígeno disuelto en el agua (5,6 mg/l), alcanzando valores por debajo del rango histórico (entre 4-6 mg/l)

Conforme al precitado informe, que da cuenta de monitoreos de temperatura y oxígeno disuelto realizados por el Centro EULA de la Universidad de Concepción con motivo del Plan de Seguimiento Ambiental del proyecto Planta Valdivia, y el monitoreo que se lleva a cabo por la Dirección General de Aguas (“DGA”), la hipoxia en peces se habría generado “*aguas arriba*” de la bocatoma, en un lugar donde se verificaron concentraciones de oxígeno disuelto que no se habían observado en los últimos 15 meses, y que resultan fatales para los peces. Agrega el mismo documento que a ello se suma la existencia de otras condiciones anormales en el río Cruces como, por ejemplo, la variabilidad de temperatura verificada aguas arriba y debajo de la bocatoma de Arauco, y según ese instrumento dichas condiciones negativas, “*pudieron haber incidido directa o indirectamente en el evento de mortalidad de peces de enero de 2014, las que no se han vuelto a repetir desde entonces*”

- Perturbaciones ambientales externas:

De acuerdo con la información presentada en el punto anterior, es necesario probar si la disminución en la concentración de oxígeno tuvo un origen natural, o si, por el contrario, fue consecuencia de la descarga de alguna sustancia y/u otros factores que pudieran haber consumido el oxígeno disuelto del río Cruces.

En este sentido el documento “Análisis de descargas de efluentes en el río Cruces”, Informe MP 120-2018, de la empresa consultora Mejores Prácticas, refiere que el conocimiento y la teoría actualmente disponible en términos de descargas orgánicas, decaimiento de oxígeno y tasas de re-aireación, conocido como análisis de Streeter-Phelps, permite concluir que cualquier carga orgánica que disminuya o agote el oxígeno disuelto en un cuerpo de agua debiera necesariamente haber sido descargada varios kilómetros aguas arriba del punto en el que se evidencia la concentración mínima de oxígeno. Dicho modelo, aplicado en concreto al río Cruces con una descarga de alto contenido orgánico (1.000 mg/l) y un caudal efluente de alrededor de 0,05 m<sup>3</sup>/s, da que la concentración mínima de oxígeno disuelto debió ocurrir a no menos de 8 km aguas abajo, con un máximo de 165 km aguas abajo, dependiendo de las constantes de aireación y desoxigenación (K<sub>a</sub> y K<sub>d</sub>) del río.

De esta manera puede considerarse también que los incumplimientos de algunas fuentes que descargan sus efluentes en el río Cruces, en combinación con condiciones naturales negativas para la vida acuática, en términos de alta temperatura y baja concentración de oxígeno disuelto, pudieron haber incidido también, directa o indirectamente, en el evento de mortandad de peces de enero de 2014.

En ese sentido, se tiene que, según la respuesta de la Superintendencia de Servicios Sanitarios a una consulta realizada con el Folio AM011T0001416, la PTAS Loncoche, existieron

incumplimientos en 2 de 9 muestras para el parámetro DBO, el 7 y 20 de enero, respectivamente, que fueron sancionados sectorialmente.

Por otro lado, es de público conocimiento que en el año 2011, el Ministerio de Obras Públicas (MOP) realizó diversas obras de conservación de riveras en la zona. Ejemplo de ello son los contratos denominados “*Conservación de Riberas de Cauces Naturales XIV Región 2011*” y “*Conservación de Riberas de Cauces Naturales XIV Región 2011 Segunda Etapa*”. Dichas obras se extendieron por 1.059 metros, desde aproximadamente 40 metros aguas arriba del puente ferroviario sobre el río Cruces en el sector de Rucaco, hasta aproximadamente 470 metros aguas abajo del puente de la Ruta 5 sobre el mismo río.

Tal como dan cuenta los informes “*Consolidación y Análisis de la Información Asociada a los Eventos en el Río Cruces de Enero 2014, en lo Referido al Cambio de Batimetría del Río Cruces en el Sector de Rucaco*” y “*Complementación del Informe MP 22-2014*”, ambos de la empresa consultora Mejores Prácticas, como resultado de las aludidas obras del MOP, y en particular como consecuencia del emparejado del fondo del cauce, la batimetría (medición de profundidades y relieve) del río Cruces fue modificada. Estas obras fueron ejecutadas sin evaluación de impacto ambiental y al emparejar el cauce se eliminaron los sectores de máxima profundidad del río Cruces en el tramo intervenido.

El aludido informe refiere científicamente que una menor profundidad del cauce tiene como consecuencia directa un aumento de la temperatura del agua del río, la que tiene un efecto negativo en la concentración de oxígeno disuelto; es decir, una disminución en los niveles de oxígeno disuelto del agua del río Cruces, y que dicho efecto potencial coincide con las conclusiones de los informes anatomopatológicos de la Universidad de Concepción que analizaron los peces que murieron en el río Cruces durante los días 17 y 18 de enero de 2014.

Por lo demás, el tramo en el cual se intervino el cauce por parte del MOP coincide con la zona donde se detectó la mortandad de peces los días 17 y 18 de enero del 2014, en circunstancias que el potencial efecto ambiental de las obras realizadas no fue analizado pues, según lo indicado por el MOP en el numeral 3) de su Oficio Ord. N° 872, de 2014, “*Por parte el Ministerio de Obras Públicas no se realizaron estudios ambientales para los mencionados proyectos*” (énfasis agregado).

#### **d) Afectación a bañistas**

De los antecedentes revisados en relación con la afectación a bañistas, no existe ninguna explicación, evidencia o prueba que permita identificar la fuente o causa de una irritación a la piel. El informe “*Síntesis y opinión experta sobre aspectos técnicos de los documentos asociados a los cargos N°1 y N°2 que constan en el Expediente Sancionatorio SMA D-001-2016 y reclamación causa Rol R-64-2018 del Tercer Tribunal Ambiental*”, señala que el único registro de la afectación a los bañistas fue proporcionada por el Hospital Santa Elisa que, mediante Carta de fecha 15 de febrero de 2017, menciona que entre los días 18 y 20 de enero de 2014 se presentaron 10 individuos a consulta asociados a irritación dérmica (rash cutáneo/reacción alérgica o similar). De estas 10 atenciones, cabe precisar que se trata de 8 individuos afectados, dos de los cuales asisten en 2 oportunidades al centro de salud. De los 8 pacientes efectivos atendidos, 1 es diagnosticado a una reacción alérgica a consumo de mariscos, 5 no son

especificados y 2 pacientes confirmaron haberse bañado en el río Cruces entre los días 17 y 18 de enero 2014. Cabe detallar que para uno de estos pacientes se menciona la aparición de lesiones con 7 días de anterioridad. Es decir, finalmente se registró solo una persona que acudió al Hospital con lesiones dérmicas producidas con posterioridad a haberse bañado en el río. El Hospital no especifica en su carta una causa certera de la reacción alérgica cutánea y solamente entrega como supuestos, entre signos de interrogación, una eventual exposición solar o agua contaminada.

Por otro lado, en el informe “Comportamiento de las atenciones de urgencia Hospital Santa Elisa de San José de la Mariquina, Enero 2014” elaborado por la Dra. Patricia Matus, se concluye que en relación con años anteriores, no existe un incremento a las consultas asociadas a un evento único producido el 17 de enero de 2014.

Esta falta de evidencia es reconocida por la misma SMA en la Resolución Sancionatoria, que indica “no fue posible determinar una causalidad directa de la afectación de los bañistas”; sin perjuicio que se alude posteriormente al supuesto peligro intrínseco que representa la descarga del efluente de la planta en el río Cruces para las personas que se bañaron el 18 de enero de 2014.

#### **e) Relación temporal de la muerte de los peces con la descarga del efluente**

De acuerdo con las declaraciones de los testigos incluidas en la carpeta investigativa de la F.L de Mariquina, la manifestación del evento, muerte de los peces, habría ocurrido el 17 de enero 2014 a partir de las 17:00 horas, previo a la descarga del efluente que contendría licor verde tratado, diluido y degradado, situación que ocurrió durante la tarde del día siguiente, 18 de enero de 2014.

Por su parte, en el considerando vigésimo quinto de la sentencia dictada en la causa Rol N° 24.812-2020, emitida a propósito de los recursos de casación incoados en contra de la sentencia emitida en causa Rol N° R-64-2018, ocasión en que la Máxima Magistratura, refiriéndose precisamente a este tema, fue clara y categórica en sostener que **“habiéndose desestimado la tesis de la recurrente, los hechos establecidos por los jueces del mérito han quedado definitivamente asentados y son inamovibles para este Tribunal de Casación”** (énfasis agregado).

En virtud de todo lo expuesto precedentemente, **“el Tribunal arriba a la conclusión de que el derrame de licor verde se condujo a través de todas las unidades del STE de la Planta Valdivia, cuyo tránsito pudo ser detectado mediante las lecturas de los sensores y mediante ciertas anomalías, pero que no implicó una alteración severa de STE. También concluye que el derrame vertido en el STE fue degradado y que llegó al cuerpo de agua receptor con una calidad química que no pudo causar la muerte masiva de peces por shock tóxico, en consideración a la concentración final en el Río Cruces; ni pudo causar dicha mortandad por la depleción química del oxígeno del río, al tratarse de un efluente que fue sometido a procesos biológicos y físicos de oxidación forzada a través de los clarificadores secundarios y terciarios, respectivamente”**<sup>12</sup> (énfasis agregado).

---

<sup>12</sup> Considerando centésimo quincuagésimo quinto.



#### 4.3.2 Análisis de los efectos ecológicos:

**Para el análisis de los efectos ecológicos, se deben determinar la naturaleza de los efectos tóxicos del contaminante y su magnitud en función de la exposición.**

#### Muerte de peces por shock séptico en el Río Cruces

##### a) Toxicidad aguda del licor verde en ensayos de laboratorio para *Daphnia magna*:

La evaluación del grado de toxicidad aguda del licor verde se realizó a través de ensayos ecotoxicológicos agudos para *Daphnia magna*  $Cl_{50}$  de acuerdo a la NCh 2083 Of. 1999. En primer lugar, se realizó un test preliminar con diluciones de la muestra de 100%, 50%, 25%, 12,5% y 6,25%; en base a los resultados, posteriormente se hizo el test definitivo dentro del rango de diluciones adecuadas para obtener la concentración de inhibición de movilidad 50 ( $Cl_{50}$ )<sup>13</sup>

**Figura 2. Resultados de toxicidad aguda con *D. magna***

<b>Tabla 3. Resultados de toxicidad aguda <math>Cl_{50}</math> con <i>D. magna</i>.</b>					
<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Identificación de las muestras</b>			
		1,20 m <sup>3</sup> Con Clarif.	6 m <sup>3</sup> Con Clarif.	27,6 m <sup>3</sup> Con Clarif.	75,6 m <sup>3</sup> Con Clarif.
Toxicidad aguda 24 h $Cl_{50}$	%	N.D	N.D	N.D	N.D
Toxicidad aguda 48 h $Cl_{50}$	%	N.D	N.D	N.D	N.D

N.D= No detectado.

<b>Continuación Tabla 3. Resultados de toxicidad aguda <math>Cl_{50}</math> con <i>D. magna</i>.</b>					
<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Identificación de las muestras</b>			
		1,20 m <sup>3</sup> Sin Clarif.	6 m <sup>3</sup> Sin Clarif.	27,6 m <sup>3</sup> Sin Clarif.	75,6 m <sup>3</sup> Sin Clarif.
Toxicidad aguda 24 h $Cl_{50}$	%	N.D	N.D	N.D	N.D
Toxicidad aguda 48 h $Cl_{50}$	%	N.D	N.D	N.D	N.D

Fuente: Informe de Resultados N°52/2018. Laboratorios de Ensayos EULA-Chile.

De acuerdo con lo anterior, el análisis de toxicidad aguda realizados con *D. magna* para las muestras de Planta Valdivia no registró toxicidad para ninguna de sus muestras del efluente conteniendo licor verde.

<sup>13</sup>  $Cl_{50}$ . Concentración de muestra que inmoviliza el 50% de los organismos en 2 y 48 horas de exposición, expresada en porcentaje de muestra o en mg/l, de acuerdo a la NCh 2083 Of.1999.

b) Toxicidad aguda en estudios anatomopatológicos en peces:

De acuerdo a los resultados de los estudios anatomopatológicos practicados a los peces por la Universidad de Concepción y la Universidad Austral de Chile, el Tribunal Ambiental concluyó que es extremadamente difícil determinar la causa de muerte de los peces debido al avanzado estado de autólisis (descomposición) de los tejidos que requieren ser examinados. En el caso del estudio de la Universidad de Concepción, que examinó un total de 121 peces (2 truchas café, 41 bagres y 78 carmelitas), se formula la hipótesis de un cuadro hipóxico agudo, dada la palidez de las branquias en el caso de las truchas. Por su parte, el estudio de la Universidad Austral de Chile examinó 7 peces (5 truchas arcoíris, 1 trucha café y 1 perca trucha) e hipotetizó un evento ambiental masivo que podría ser de naturaleza física dada la ausencia de contaminantes químicos, con la excepción de hidrocarburos. Estos antecedentes no son concluyentes respecto de la muerte de los peces, por lo que no pueden ser utilizados como evidencia de que tal hecho se haya debido a la descarga de licor verde a través del efluente tratado de la Planta Valdivia.

c) Shock por condición de hipoxia.

De acuerdo a los resultados del “Estudio sobre causa probable de la Mortandad de Peces Ocurrida en el río Cruces en Enero de 2014”, del Dr. Sebastián Videla H, quién luego de una extensa revisión documental y de antecedentes recogidos en terreno, concluyó que *“La muerte masiva de peces observada en el sector de Rucaco los días 17 y 18 de enero de 2014, en cuanto a especies y tamaños, en periodos cortos de tiempo sólo puede deberse a dos causas: alta temperatura del agua y/o disminución de oxígeno. Es altamente probable que ambas causas hayan producido efectos sinérgicos en las especies afectadas”.*

La sentencia del Tribunal Ambiental recaída en la causa Rol N° R-64-2018, indicó que *“Sin embargo, el análisis de los datos de temperatura del agua, temperatura ambiente y temperatura del efluente, son todas variables ambientales que pudieron haber influido en la muerte masiva de peces en el Río Cruces. **El Tribunal en su análisis (Figura N° 15) llega a la conclusión que dichas condiciones podrían haber configurado un escenario plausible para la muerte masiva de peces por hipoxia,** dadas las condiciones de bajo caudal, alta temperatura del agua (sobre los 23°), alta temperatura ambiental (sobre los 30°), alta temperatura del efluente (sobre los 29°) y baja concentración de oxígeno disuelto en el agua (5,6 mg/l)”*<sup>14</sup> (énfasis agregado).

En conclusión, en relación con la formulación de cargos en contra de Celulosa Arauco y Constitución S.A, en lo pertinente a este análisis sobre el cargo N°2 de *“No derivar como último recurso al sistema de tratamiento de efluentes el derrame de licor verde ocurrido el día 17 de enero 2014”*, es posible concluir:

- El sistema de tratamiento de efluentes (STE), tuvo la capacidad de degradar el licor verde, ya que los sólidos presentes en el licor verde derramado, que tienen un tamaño de partícula mayor a las 5 micras, son parte del rango de los sólidos sedimentables y no del de los sólidos disueltos, además de acreditar que el licor verde pasó por cada una de las etapas del STE.

---

<sup>14</sup> Considerando centésimo sexagésimo segundo.

- De acuerdo con la modelación de hidráulica, que estimó la dilución de los componentes del licor verde en el STE, al interior del clarificador primario, se produjeron dos efectos: dilución y decantación de sedimentales.
- El licor verde degradado llegó al cuerpo receptor con una calidad química que no pudo causar la muerte masiva de peces por shock tóxico, en consideración a la concentración final en el río Cruces, ni pudo causar dicha mortandad por la depleción química del oxígeno del río, al tratarse de un efluente que fue sometido a procesos biológicos y físicos de oxidación forzada a través de los clarificadores secundarios y terciarios, respectivamente.
- De acuerdo al análisis realizado por el Tribunal Ambiental no existe relación de causalidad alguna entre el evento ocurrido en Planta Valdivia y la mortandad de peces”.

#### 4.4 Resultados Fase 4: Análisis de Riesgo

##### 4.4.1 Estimación de la Probabilidad de ocurrencia de afectación

Luego del análisis de la información respecto a la exposición y efectos ecológicos del derrame de licor verde al interior del Sistema de Tratamiento de Efluentes, es posible señalar que, la probabilidad de ocurrencia de la afectación a la calidad del río Cruces, su fauna ictica, y los bañistas es baja, dada los abundantes antecedentes presentados que indican que el licor verde (no depurado) no tuvo opción de migrar hacia el río Cruces y, por consiguiente, la afectación de la capacidad de degradación de DQO en el tratamiento secundario por descarga de licor verde y la alteración de los parámetros de descarga del efluente en el río Cruces fue descartada, por que, conforme a la metodología, se considera improbable.

**Tabla 25 Probabilidad de ocurrencia de la Afectación de la capacidad de degradación de DQO del STE.**

<b>Consecuencia: Afectación a la capacidad de degradación de DQO en el tratamiento secundario por descarga de licor verde</b>		
<b>Ocurrencia de la afectación</b>	<b>Probabilidad de ocurrencia</b>	<b>Puntaje</b>
Ya ocurrió o está en curso	Certeza	5
Se espera que suceda en cualquier momento	Muy probable	4
Se espera que ocurra dentro de un mes	Probable	3
Se espera que ocurra dentro de un año	Posible	2
No se espera que ocurra dentro de 1 año	Improbable	<b>1</b>

**Tabla 26 Probabilidad de ocurrencia en la Alteración de los parámetros de descarga del efluente en el río Cruces.**

<b>Consecuencia: Alteración de los parámetros de descarga del efluente en el río Cruces.</b>		
<b>Ocurrencia de la afectación</b>	<b>Probabilidad de ocurrencia</b>	<b>Puntaje</b>
Ya ocurrió o está en curso	Certeza	5
Se espera que suceda en cualquier momento	Muy probable	4
Se espera que ocurra dentro de un mes	Probable	3
Se espera que ocurra dentro de un año	Posible	2
No se espera que ocurra dentro de 1 año	Improbable	<b>1</b>

**Tabla 27 Probabilidad de ocurrencia de la Alteración de la calidad en el cuerpo receptor Consecuencia: Alteración de la calidad en el cuerpo receptor (río Cruces) por descarga de efluente de PV**

<b>Ocurrencia de la afectación</b>	<b>Probabilidad de ocurrencia</b>	<b>Puntaje</b>
Ya ocurrió o está en curso	Certeza	<b>5</b>
Se espera que suceda en cualquier momento	Muy probable	4
Se espera que ocurra dentro de un mes	Probable	3
Se espera que ocurra dentro de un año	Posible	2
No se espera que ocurra dentro de 1 año	Improbable	<b>1</b>

**Tabla 28 Probabilidad de ocurrencia de muerte de peces por shock séptico en el río Cruces por descarga de LV.**

<b>Consecuencia: Muerte de peces por shock séptico en el río Cruces</b>		
<b>Ocurrencia de la afectación</b>	<b>Probabilidad de ocurrencia</b>	<b>Puntaje</b>
Ya ocurrió o está en curso	Certeza	5
Se espera que suceda en cualquier momento	Muy probable	4
Se espera que ocurra dentro de un mes	Probable	3
Se espera que ocurra dentro de un año	Posible	2
No se espera que ocurra dentro de 1 año	Improbable	<b>1</b>

**Tabla 29 Probabilidad de ocurrencia de Afectación a bañistas**

<b>Consecuencia: Afectación a bañistas</b>		
<b>Ocurrencia de la afectación</b>	<b>Probabilidad de ocurrencia</b>	<b>Puntaje</b>
Ya ocurrió o está en curso	Certeza	5
Se espera que suceda en cualquier momento	Muy probable	4
Se espera que ocurra dentro de un mes	Probable	3
Se espera que ocurra dentro de un año	Posible	2
No se espera que ocurra dentro de 1 año	Improbable	<b>1</b>

#### 4.4.2 Estimación de la magnitud de las consecuencias

A continuación, se presentan la evaluación de la magnitud de las consecuencias identificadas en base a la información de los análisis de exposición y efectos ecológicos presentados en el numeral 4.3 anterior:

**Tabla 30 Análisis de consecuencias Afectación a la capacidad de degradación de DQO en el tratamiento secundario por descarga de licor verde:**

Factor/componente		Definición	Clasificación	Puntaje
Fuente o actividad	Cantidad	La concentración total de salida del STE fue menor a la de ingreso.	Baja	1
	Peligrosidad	El nivel de abatimiento del licor verde en el STE fue el correcto	Poco peligroso	1
Receptor	Extensión	Se analiza la extensión de la posible afectación a los reactores biológicos	Baja	1
	Vulnerabilidad	Estado de conservación de los subcomponentes	Baja	1
	Pérdida Valor Social	No aplica	Baja	1
				<b>5</b>

**Tabla 31. Análisis de consecuencia, Alteración de los parámetros de descarga del Efluente en el río Cruces y alteración de la calidad en el cuerpo receptor.**

Factor/Componente		Definición	Clasificación	Puntaje
Fuente o actividad	Cantidad	Calidad del efluente tratado cumple con la normativa ambiental	Baja	1
	Peligrosidad	Las concentraciones teóricas de los compuestos que forman el licor verde en el río cruces se encuentran por debajo de las indicadas en la hoja de seguridad como dosis letal	Poco peligroso	1
Receptor	Extensión	El análisis de descarga de efluentes en el río Cruces, concluye que la concentración mínima de oxígeno disuelto debió ocurrir a no menos de 8 km aguas abajo con un máximo de 165 km aguas abajo	Baja	1
	Vulnerabilidad	Presencia de especies categorizadas En Peligro ( <i>Percilia gillissi</i> )	Alta	3

	Pérdida Valor Social	El evento ocurrió lejos de áreas protegidas o prioritarias para la conservación	Baja	1
				7

**Tabla 32 Análisis de consecuencia Mortandad de peces por shock séptico por descarga de licor verde**

Factor/Componente		Definición	Clasificación	Puntaje
Fuente o actividad	Cantidad	Calidad del efluente tratado cumple con la normativa ambiental	Baja	1
	Peligrosidad	Las concentraciones teóricas de los compuestos que forman el licor verde en el río cruces se encuentran por debajo de las indicadas en la hoja de seguridad como dosis letal	Poco peligroso	1
Receptor	Extensión	El análisis de descarga de efluentes en el río Cruces, concluye que la concentración mínima de oxígeno disuelto debió ocurrir a no menos de 8 km aguas abajo con un máximo de 165 km aguas abajo	Baja	1
	Vulnerabilidad	Presencia de especies categorizadas En Peligro ( <i>Percilia gillissi</i> )	Alta	3
	Pérdida Valor Social	El evento ocurrió lejos de áreas protegidas o prioritarias para la conservación	Baja	1
				7

**Tabla 33 Análisis de consecuencia Afectación a bañistas**

Factor/Componente		Definición	Clasificación	Puntaje
Fuente o actividad	Cantidad	Calidad del efluente tratado cumple con la normativa ambiental	Baja	1
	Peligrosidad	Las concentraciones teóricas de los compuestos que forman el licor verde en el río cruces se encuentran por debajo de las indicadas en la hoja de seguridad como dosis letal	Poco peligroso	1
Receptor	Extensión	Local	Baja	1
	Vulnerabilidad	No existe relación causal entre el evento y la afectación a bañistas	Alta	1

	Pérdida Valor Social	El evento ocurrió lejos de áreas protegidas o prioritarias para la conservación	Baja	1
				5

#### 4.4.3 Cualificación de la magnitud de las consecuencias

De acuerdo con los resultados anteriores, en la tabla siguiente se presenta la calificación de la magnitud de las consecuencias evaluadas.

**Tabla 34 Resultados Cualificación de la magnitud de las consecuencias.**

Puntaje Total	Calificación de la magnitud	Puntaje magnitud	Afectación a la capacidad de degradación de DQO en el tratamiento secundario por descarga de licor verde	Alteración de los parámetros de descarga del Efluente en el río Cruces	Mortandad de Peces por shock séptico en río Cruces	Afectación a bañistas
Entre 18 y 20	Crítica	5				
Entre 15 y 17	Alta	4				
Entre 11 y 14	Media	3				
Entre 8 y 10	Baja	2				
Entre 5 y 7	No relevante	1	5	7	7	5

#### 4.4.4 Estimación y cualificación del riesgo

Como se explicó en el acápite metodológico, el riesgo se obtiene como el producto de la probabilidad de ocurrencia y la magnitud. De acuerdo con la primera aproximación de probabilidad, es posible asumir erróneamente que el evento ya ocurrió, evaluándose un nivel de riesgo que no se condice con la realidad.

No obstante, teniendo en consideración todo el análisis antes expuesto y los abundantes antecedentes que muestran que no existió probabilidad que los cuatro eventos o consecuencias consideradas hayan tenido lugar, se hace imperioso corregir la estimación y cualificación del riesgo de acuerdo con lo siguiente:

**Tabla 35 Estimación y cualificación del riesgo corregido**

Consecuencia	Probabilidad (P)	Consecuencia (C)	Riesgo (R=CXP)	Nivel de riesgo
Afectación a la capacidad de degradación de DQO en el tratamiento secundario por descarga de licor verde	1	1	1	<b>Bajo</b>
Alteración de los parámetros de descarga del Efluente en el río Cruces	1	1	1	<b>Bajo</b>
Mortandad de peces en río Cruces	1	1	1	<b>Bajo</b>
Afectación a bañistas	1	1	1	<b>Bajo</b>

En virtud del análisis de riesgo presentado, realizado de acuerdo con la metodología habitualmente utilizada para estos efectos, se considera un riesgo ambiental bajo, por cuanto, si bien el evento de mortandad de peces ocurrida en el río Cruces ocurrió, no existe una causalidad probable de que dicha mortandad fuera a causa del efluente descargado por Planta Valdivia.

## 5 Conclusión

De acuerdo con la metodología aplicada y el análisis de riesgo realizado para los potenciales peligros ambientales que pudieron generarse por una descarga de efluentes “alterada por licor verde” de Planta Valdivia al río Cruces, se concluye que dicho nivel de riesgo es bajo, puesto que no se configuraron las condiciones de exposición y efectos para generar un riesgo ambiental que pudiere ser clasificado como medio o alto.



**REF:** Expediente sancionatorio N° D-001-2016.  
**ANT:** Recurso de reposición presentado con fecha 22 de octubre de 2024.  
**MAT:** Acompaña informe técnico.

---

Santiago, 12 de diciembre de 2024

**Sra. Marie Claude Plumer Bodin**  
Superintendente del Medio Ambiente  
Teatinos 280, piso 8  
Santiago  
Presente

**Sebastián Avilés Bezanilla**, en representación de **Celulosa Arauco y Constitución S.A.** ("**Arauco**"), ambos domiciliados para estos efectos en Avenida El Golf N° 150, piso 14, comuna de Las Condes, Santiago, por este acto, vengo en acompañar el informe técnico "*Aplicación de metodología de análisis de riesgo ambiental. Caso estudio: Evaluación de los potenciales efectos en el río Cruces debido al evento ocurrido el 17 de enero de 2014*", elaborado por DAES Consultores, empresa consultora de reconocido prestigio y con una amplia experiencia en el análisis y gestión de asuntos ambientales, para que tenga presente sus consideraciones técnicas y conclusiones al momento de resolver el recurso de reposición presentado por mi representada con fecha 22 de octubre de 2024, en contra de la Resolución Exenta N° 1857, de 1° de octubre de 2024, de esta Superintendencia del Medio Ambiente ("**Resolución Recurrída**").

El referido informe ha sido elaborado con el fin de identificar, evaluar y caracterizar la naturaleza de los peligros ambientales relacionados con el derrame de licor verde ocurrido al interior de las instalaciones de mi representada con fecha 17 de enero de 2014, cuyo análisis consideramos determinante para una correcta ponderación de las circunstancias establecidas en las letras a) y b) del artículo 40 de la LOSMA, en relación con la determinación del "peligro ocasionado" indicado en la Resolución Recurrída.

Para ello, se utilizó una metodología que incluye los lineamientos del Ministerio del Medio Ambiente, complementada con el desarrollo por parte de centros técnicos ambientales, y aplicada al tipo de ecosistema en cuestión.

A partir de dicha metodología, y del análisis de los antecedentes que obran en el expediente del procedimiento, se arribó a la conclusión que los potenciales peligros ambientales representaron un nivel de riesgo bajo.

Lo anterior, puesto que no se configuraron las condiciones de exposición y efectos para generar un riesgo ambiental que pudiere ser clasificado como medio o alto para ninguna de los eventuales riesgos identificados (afectación a la capacidad de degradación de DQO en el tratamiento secundario por descarga de licor verde, alteración de los parámetros de la descarga del efluente en el río Cruces, mortandad de peces por shock séptico en río Cruces y afectación a bañistas).

**POR TANTO**, se solicita a Ud. se sirva tener por acompañado el informe técnico y, sobre la base de sus consideraciones técnicas y conclusiones, proceder a acoger el recurso de reposición interpuesto por esta parte en contra de la Resolución Exenta N° 1857, de 1° de octubre de 2024.

**SEBASTIAN  
AVILES BEZANILLA**

---

**Sebastián Avilés Bezanilla**  
**p.p. Celulosa Arauco y Constitución S.A.**