
ANÁLISIS Y ESTIMACIÓN DE POSIBLES EFECTOS AMBIENTALES - CARGO 4

AES GENER

RES. EX. SMA N°1/ROL D-146-2019

Noviembre, 2019



Ecos Chile

ECOS Environmental Compliance Services

La Concepción 322, of.1201. Providencia, Santiago.
contacto@ecos-chile.com / www.ecos-chile.com

INDICE

1	INTRODUCCIÓN	3
2	OBJETO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL DE LA EXIGENCIA INFRINGIDA	4
3	POTENCIALES EFECTOS AMBIENTALES	8
4	MARCO TEÓRICO	9
4.1	Medio Marino y relación con Industria de Generación Termoeléctrica.....	9
4.2	Efectos ambientales asociados a la descarga de agua de enfriamiento	10
5	MATERIALES Y MÉTODOS	12
5.1	Fundamentación de la metodología utilizada	12
5.2	Actividades.....	12
6	RESULTADOS.....	13
6.1	Revisión de instrumentos de carácter ambiental aplicables.	13
6.2	Revisión de fuentes de información y análisis de datos asociados a la formulación de cargos.....	13
6.3	Revisión de Planes de Vigilancia Ambiental y verificación de potenciales efectos asociados	16
6.3.1	Macrofauna Submareal de Fondos Blandos	16
6.3.2	Macrobiota Intermareal de Fondos Duros	19
7	DETERMINACION DE EFECTOS AMBIENTALES	21
8	CONCLUSIONES	22
9	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23

FIGURAS

Figura 1. Esquema conceptual de la hipótesis a evaluar	9
Figura 2. Número de especies de macrofauna submareal de fondos blandos	17
Figura 3. Número de individuos de macrofauna submareal de fondos blandos	18
Figura 4. Diversidad específica de macrofauna submareal de fondos blandos.....	19
Figura 5. Número de especies de Macrobiota Intermareal de Fondos Duros.....	20
Figura 6. Cobertura biótica de Macrobiota Intermareal de Fondos Duros	21

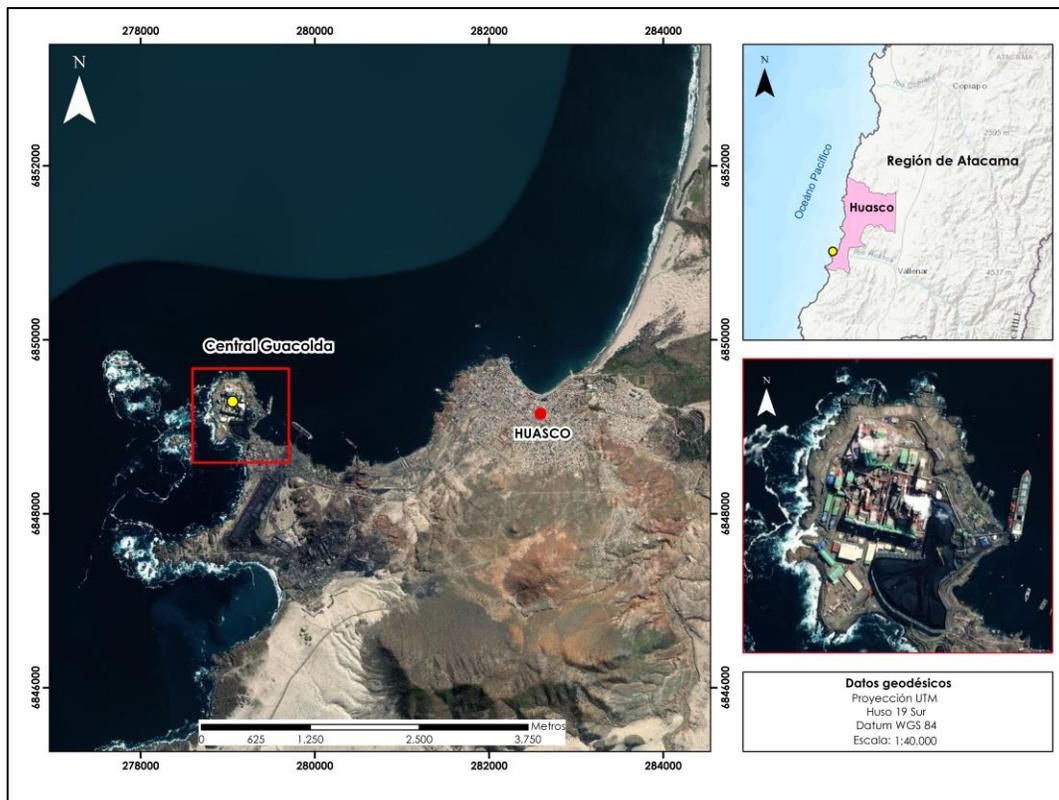
TABLAS

Tabla 1. Variable a monitorear en efluente - Etapa de Operación	7
Tabla 2. Capacidad instalada de energías térmica en Chile a diciembre de 2017	10
Tabla 3. Caudales de descarga máximos autorizados por Unidad Generadora (en m ³ /h)	14
Tabla 4. Caudales para la Unidad Generadora N°2 del día 12 de octubre de 2016	14

1 INTRODUCCIÓN

Mediante la presente minuta técnica se presenta el análisis y la estimación de los potenciales efectos ambientales asociados al cargo N° 4 de la Res. Ex. N°1/ROL D-146-2019, incoado por la SMA en contra de la empresa Guacolda Energía S.A., asociado a la Unidad fiscalizable de su propiedad, Complejo Termoeléctrico Guacolda, ubicada en la comuna de Huasco, región de Atacama. Este cargo imputa incumplimientos asociados a exigencias contenidas en las **RCA N°236/2007** y **RCA N°191/2010**, referidas a “Flexibilización Unidad 3” y “Unidad 5 Central Térmica Guacolda S.A.”, respectivamente.

Figura 1. Localización de la Unidad Fiscalizable



Fuente: Elaboración propia.

Al respecto de la formulación de cargos, el **Cargo N° 4** contenido en la Res. Ex. N°1/ROL D-146-2019 fue calificado como leve en virtud del numeral 3 del artículo 36 de la LO-SMA y esta expresado de la siguiente manera:

“Superar caudal de descarga máxima de RILes autorizada en la Unidad 2 (máximo de 15.350 m³/h) durante el día 12 de octubre de 2017 en los horarios 1:00, 5:00 y 7:00”.

Para analizar y estimar los potenciales efectos ambientales asociados a la superación normativa, se debe considerar **el objeto de protección de la exigencia infringida y los antecedentes de cumplimiento de ésta.**

En base a lo anterior, se evalúan los posibles efectos sobre el objeto de protección que puedan haber ocurrido y proponer medidas para hacerse cargo de éstos, si correspondiera.

2 OBJETO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL DE LA EXIGENCIA INFRINGIDA

Para definir el objeto de protección, en primer lugar, es necesaria la revisión de las condiciones que se estiman infringidas, según lo estipulado en la Res. Ex. N°1/ROL D-146-2019, las cuales corresponden a:

RCA N°236/2007. Considerando 4.5.1.B.2. Generación de Residuos, manejo y disposición final. Efluentes. Fase Operación. Residuos Industriales.

*“Todos los efluentes industriales (RILes) se descargarán a las unidades de tratamiento, **constituyendo de esta manera una descarga única de RILes a través de la tubería de descarga del sistema de enfriamiento hacia el mar.** En total para las 4 unidades se contempla la descarga máxima de 71.200,1 m³/h que se desglosan por Unidad según la siguiente tabla DP-17”*

Tabla DP-17. RILES por Unidad Generadora

Unidad	RILES (m ³ /h)
1	15.350
2	15.350
3	20.291.5
4	20.208.6
Total	71.200.1

Fuente: RCA N°236/2007- Considerando 4.5.1.B.2.

**EIA proyecto “Unidad 5 Central Térmica Guacolda S.A.” (RCA N°191/2010).
Resumen Ejecutivo**

“c) Residuos Líquidos

(...)

Respecto de los RILes, todos se descargarán a las unidades de tratamiento, constituyendo de esta manera una descarga única de RILes a través de la tubería de descarga del sistema de enfriamiento hacia el mar.

En total para las 5 Unidades se contempla la descarga máxima de 91.460,8 m³/h que se desglosan por Unidad según como se muestra en la Tabla RE-5”

Tabla RE-5. RILes por Unidad Generadora

Unidad	RILES (m ³ /h)
1	15.350,0
2	15.350,0
3	20.291,5
4	20.208,6
5	20.260,7
Total	91.460,8

Fuente: RCA N°191/2010. Resumen Ejecutivo.

RCA N°191/2010. Considerando 8.2.2. Plan de Seguimiento Ambiental. Etapa de Operación.

*“Las tablas siguientes presentan las variables a monitorear en la etapa de operación y mantenimiento del proyecto. Al igual que en la etapa de construcción, **el programa de seguimiento del Medio Ambiente Marino, en esta etapa, aunar  las obligaciones y compromisos que Guacolda S.A. asumió como parte de la operación del actual muelle y de las Unidades de la Central 1, 2, 3 y 4 del Complejo Eléctrico.** Así en las tablas siguientes se entrega un detalle de los monitores (ubicación de estaciones, origen de éstas y variables ambientales a evaluar) que realizará Empresas Eléctrica Guacolda S.A. durante la etapa de operación del proyecto.”*

Tabla 1. Variable a monitorear en efluente - Etapa de Operación

Descripción	Componente	Donde	Comparar con	Duración y Frecuencia	Método	Frecuencia de Informes	Informes a
En el Efluente se monitoreará: Caudal, temperatura, pH, Sólidos Suspendidos, Hierro, Arsénico, Cobre, HAT, Vanadio, Níquel, Aceites y Grasas, Cromo Total, Fluoruro, Fosforo Total y Nitrógeno.	Recursos Naturales Renovables	Pozo de sello antes de descarga al mar y aguas de aducción	Límites establecidos en el DS N°90/00 del MINSEGPRES, y, cuando corresponda, con los valores históricos obtenidos en el actual programa de monitoreo de la descarga de la Central	La frecuencia de la ejecución del monitoreo de autocontrol se realizará en relación al volumen de descarga de cada una de ellas. De acuerdo al punto 6.3.1 del D.S. 90, correspondiendo un mínimo de 48 días de monitoreo al año. Cuando se realicen mantenciones programadas de las plantas y se drene toda el agua contenida en la caldera, se ejecutará un monitoreo de autocontrol.	Según lo establecido en el D.S. N°90/00 del MINSEGPRES.	Los informes se entregarán 15 días después de ejecutados los monitoreos.	COREMA III Región DIRECTEMAR Dirección Regional del Servicio Nacional de Pesca.

Fuente: RCA N°191/2010. Considerando 8.2.2.

De acuerdo con los antecedentes anteriormente presentados, se desprende que el objeto de protección es el componente **Medio Ambiente Marino** toda vez que así quedó definido en los distintos acápite de las RCA N°191/2010 y RCA N°236/2007 asociados al manejo, tratamiento y monitoreo de los RILes generados en la Unidad Fiscalizable. De este modo es sobre dicho componente ambiental que se analizarán los potenciales efectos de la superación de los caudales de descarga en los rangos horarios detallados.

3 POTENCIALES EFECTOS AMBIENTALES

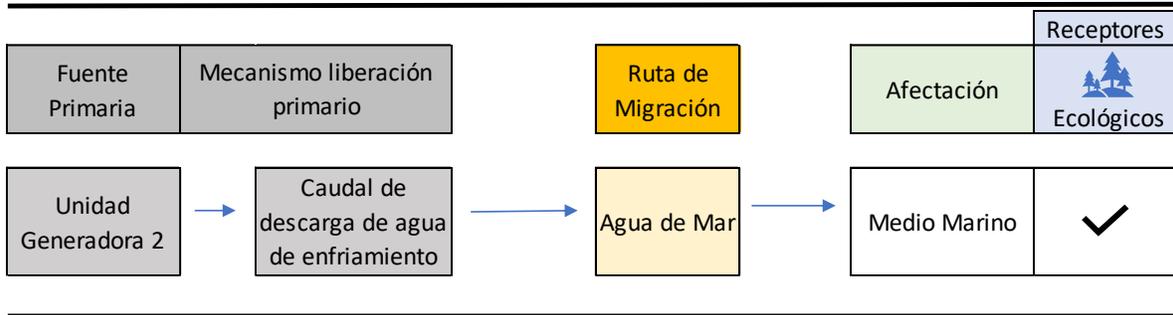
A partir del análisis de la información disponible asociada al caso, y considerando el hecho infraccional levantado por la autoridad mediante el **cargo N°4**, la determinación de los potenciales efectos por **haber superado los caudales de descarga máximos de RILes autorizados en la Unidad 2 durante el 12 de octubre de 2016, en los horarios 1:00, 5:00 y 7:00**, se debe realizar a nivel del componente ambiental Medio Ambiente Marino, en la zona de intervención de la Unidad Fiscalizable.

En este sentido, **la hipótesis a testear**, en el marco del procedimiento sancionatorio, es si:

*“Dada la superación de los caudales máximos de descarga de RILes autorizada para la Unidad 2 (máximo de 15.350 m³/h) durante el día 12 de octubre de 2016 en los horarios 1:00, 5:00 y 7:00, se han producido **efectos sobre el Medio Ambiente Marino.**”*

En la **Figura 1** se observa un esquema conceptual de lo antes explicado.

Figura 1. Esquema conceptual de la hipótesis a evaluar



Fuente: Elaboración propia.

4 MARCO TEÓRICO

4.1 Medio Marino y relación con Industria de Generación Termoeléctrica

La industria de la generación eléctrica en Chile vive un constante proceso de evolución, desde su estructura, a las diferentes fuentes a través de las cuales se obtiene la energía eléctrica (IEA, 2017).

Por otro lado, considerando la generación en base a fuentes no renovables, se ha podido ver que, a comienzos de esta década, entre 2009 y 2013, hubo un gran aumento cercano al 50% de su oferta. Considerando las diferentes fuentes de generación, el carbón ha sido el de mayor aumento en la participación (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

La categoría de Planta de Generación Termoeléctrica es una categoría amplia dentro de las plantas de Generación Eléctrica. Estas plantas utilizan distintos combustibles no renovables tales como el carbón, el petróleo o el gas natural, para activar turbinas de vapor y generar electricidad.

Dentro de estas plantas, en Chile las que presentan mayor representatividad en la matriz energética son las alimentadas en base a carbón, las cuales representan el 40% de la generación eléctrica en base a combustibles fósiles.

Tabla 2. Capacidad instalada de energías térmica en Chile a diciembre de 2017

	Carbón (MW)	Petróleo-Diesel (MW)	Gas natural (MW)	Total térmico (MW)	Total Chile (MW)	Participación energía térmica (%)
SEN	4.809	2.930	4.421	12.160	22.369	54%
SEA	0	35	0	35	62	57%
SEM	0	15	86	101	104	97%
Total	4.809	2.981	4.506	12.296	22.535	55%

Fuente: www.generadoras.cl. SEN: Sistema Eléctrico Nacional SEA: Sistema Eléctrico Aysén SEM: Sistema Eléctrico Magallanes

Una característica en común de todas estas plantas termoeléctricas es la necesidad de utilizar agua (dulce o de mar) para condensar el vapor generado y así poder volver a utilizarlo en la generación de más electricidad.

La cantidad de agua utilizada por estas plantas está relacionada con la tecnología asociada a los procesos de enfriamiento y con el dimensionamiento asociado a la cantidad de energía a producir. De manera general y para plantas térmicas de carbón con sistema de enfriamiento con agua de entrada y salida (once-through), los consumos oscilan entre los 380 y 1200 l/MW/h (Macknick *et al.*, 2012).

La gran cantidad de agua que requieren las termoeléctricas para sus sistemas de enfriamiento ha llevado a que esta industria se instale principalmente en zonas costeras de Chile, donde puede utilizar el agua de mar para este proceso. Esto último implica impactos sobre el medio ambiente, asociado principalmente a los rápidos incrementos en temperatura y presión, daños mecánicos por abrasión y efecto de biocidas antiincrustantes, lo que puede generar efectos negativos sobre la abundancia, composición y sobrevivencia de organismos planctónicos. Así también, la alta temperatura del agua de descarga, la cual puede suponer entre 6 y 10°C sobre la temperatura basal posterior a su utilización en el proceso de enfriamiento, puede alterar localmente la estructura comunitaria de plancton, bentos e ictiofauna (Cárcamo *et al.*, 2011).

4.2 Efectos ambientales asociados a la descarga de agua de enfriamiento

Los impactos en el medio ambiente que se pueden generar por la utilización de agua de mar en los procesos de enfriamiento están principalmente asociados a las

descargas de estas aguas al medio marino, con un aumento considerable de sus temperaturas.

Los efectos en el medio ambiente son altamente dependientes del contexto y dinámica del cuerpo de agua y del medio ambiente en el emplazamiento (por ejemplo, la dinámica oceanográfica).

Es posible indicar que el estrés en el medio ambiente se puede producir principalmente por los siguientes motivos: Estrés por Descarga Térmica y Estrés por Descarga de Químicos.

Estrés Térmico: Los sistemas de enfriamiento de procesos industriales generalmente descargan agua con excesos térmicos, lo cual, dependiendo de las condiciones particulares del emplazamiento, puede afectar la distribución de peces y otros organismos acuáticos en la zona de mezcla del cuerpo de agua de interés (aguas marítimas o terrestres superficiales).

El impacto por carga térmica es variable dependiendo de las características del cuerpo de agua (Clark & Brownell, 1973), (EPRI, 2013). En el caso de descargas en zonas costeras, la descarga en un mar con fuertes corrientes (u oleaje energético) favorece la rápida y eficiente mezcla del efluente con el agua del cuerpo receptor; en cambio, en un mar con corrientes bajas, la pluma térmica se puede extender por varios kilómetros cuadrados (European Commission, 2001).

Estrés Químico: El efluente proveniente de los sistemas de enfriamiento de paso único y la purga de los sistemas cerrados de recirculación (con torres de enfriamiento) pueden contener químicos que son utilizados para evitar la formación biológica en los componentes de los sistemas de enfriamiento; la corrosión y erosión de las tuberías, el condensador y los materiales de las torres de enfriamiento; y reducir la acumulación de sales. Aunque la presencia de químicos debiera ser en bajas concentraciones, la contaminación acumulada puede llegar a ser relevante debido al volumen de agua descargado (EPA, 2009).

Es importante destacar que el uso de sistemas de enfriamiento abierto reduce significativamente el número de compuestos químicos utilizados para mantener los sistemas de enfriamiento (Royal Haskoning, 2003).

Las descargas térmicas, dependiendo de la hidrodinámica del medio receptor, son capaces de generar plumas de aguas cálidas en la zona aledaña la descarga. Los impactos biológicos más significativos, tanto en el fondo marino, como en la columna de agua, tienden a circunscribirse en un radio cercano a los puntos de descarga (cientos de metros aproximadamente), sin embargo, en casos extremos, los cambios en las estructuras comunitarias pueden abarcar un área mayor. Los organismos acuáticos que crecen adheridos, agarrados o arraigados en su sustrato (organismos sésiles), tales como pastos marinos y ciertas especies de invertebrados bentónicos que habitan el fondo marino, son los más afectados por las plumas térmicas (SMA, 2014).

5 MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Fundamentación de la metodología utilizada

Para identificar los eventuales efectos que pudieron haber ocurrido producto de **haber superado los caudales de descarga máximos de RILes autorizados en la Unidad 2, durante el 12 de octubre de 2016, en los horarios 1:00, 5:00 y 7:00**, se ha considerado realizar un análisis de la información asociada al evento, con la finalidad de determinar si, como resultado del hecho infraccional, se produjo un efecto sobre el medio ambiente marino debido al incumplimiento de los compromisos ambientales asociados a este proceso (RCA N°236/2007 y RCA N°191/2010).

Adicionalmente, y con la finalidad de reconocer la potencial afectación directa o indirecta al medio marino producto del evento, también se realizará un análisis de información asociada al monitoreo del cuerpo de agua del Plan de Vigilancia Ambiental (PVA) de la Central Termoeléctrica Guacolda.

5.2 Actividades

Para determinar la existencia o no, de potenciales efectos ambientales producidos por la superación en el caudal máximo asociado a la Unidad Generadora N°2 de la Centrales Termoeléctrica Guacolda, se realizaron las siguientes actividades:

- a) Revisión de instrumentos de carácter ambiental aplicables.

- b) Revisión de fuentes de información y análisis de datos asociados a la formulación de cargos.
- c) Revisión de Planes de Vigilancia Ambiental

El enfoque metodológico expuesto permitirá poner a prueba la hipótesis asociada al hecho infraccional, para así concluir si existen o no efectos ambientales sobre el objeto de protección.

6 RESULTADOS

6.1 Revisión de instrumentos de carácter ambiental aplicables.

La Unidad fiscalizable Guacolda Energía S.A., se encuentra regulada por:

- **RCA N°4/1995**, "Central Termoeléctrica Guacolda y Vertedero"
- **RCA N°38/2000**, "Usos de Mezclas de Carbón y Petcoke en Central Termoeléctrica Guacolda"
- **RCA N°49/2004**, "Flexibilización de la Operación en la Central Termoeléctrica Guacolda"
- **RCA N°56/2006**, "Central Guacolda Unidad N° 3"
- **RCA N°175/2006**, "Flexibilización Unidad N°3"
- **RCA N°236/2007**, "Incremento de Generación y Control de Emisiones del Complejo Generador Central Térmica Guacolda S.A."
- **RCA N°249/2008**, "Ampliación de la Capacidad de Almacenamiento de Combustibles Sólidos en Central Térmica Guacolda"
- **RCA N°191/2010**, "Unidad 5 Central Térmica Guacolda S.A."
- **RCA N°44/2014**, "Adaptación de Unidades a la Nueva Norma de Emisión Para Centrales Termoeléctricas"
- **RCA N°80/2017**, "Eliminación del uso del petcoke en Central Guacolda y ajuste de la capacidad de generación eléctrica"

6.2 Revisión de fuentes de información y análisis de datos asociados a la formulación de cargos

Los hechos constitutivos de infracción asociados al cargo N°4 dan cuenta de **"Superar el caudal de descarga máxima de RILes autorizada en la Unidad 2"**

(máximo de 15.350 m³/h) durante el día 12 de octubre de 2016 en los horarios 1:00, 5:00 y 7:00.

Cabe notar que los límites máximos de caudales de descarga permitidos para cada una de las unidades generadoras están definidos en la **RCA N°236/2007** y la **RCA N°191/2010**.

Los valores para la totalidad de las Unidades en operación pueden ser vistos en la **Tabla 3**.

Tabla 3. Caudales de descarga máximos autorizados por Unidad Generadora (en m³/h)

Unidad	RILES (m ³ /h)
1	15.350,0
2	15.350,0
3	20.291,5
4	20.208,6
5	20.260,7
Total	91.460,8

Fuente: RCA N°191/2010, Resumen Ejecutivo.

En esta tabla se observa que el caudal máximo permitido para la Unidad Generadora 2 corresponde a **15.350 m³/h**.

Los valores de los caudales asociados a la Unidad Generadora N°2 para el día 12 de octubre de 2016 los podemos observar en la **Tabla 4**, donde se resaltan los valores que superan el máximo hora establecido en las RCA, expresados en m³/h, en porcentaje, porcentaje de superación y en cantidad de m³/h de caudal excedido.

Tabla 4. Caudales para la Unidad Generadora N°2 del día 12 de octubre de 2016

Fecha/ Hora	Caudal (m ³ /h)	Porcentaje (%)	Superación	m ³ /h excedidos
12-10-2016 0:00	14.600	95,11%	-	
12-10-2016 1:00	15.364	100,09%	0,09%	14 m³/h
12-10-2016 2:00	15.166	98,80%	-	
12-10-2016 3:00	14.770	96,22%	-	
12-10-2016 4:00	14.880	96,94%	-	
12-10-2016 5:00	15.506	101,02%	1,02%	156 m³/h
12-10-2016 6:00	14.628	95,30%	-	

Fecha/ Hora	Caudal (m ³ /h)	Porcentaje (%)	Superación	m ³ /h excedidos
12-10-2016 7:00	15.564	101,39%	1,39%	214 m³/h
12-10-2016 8:00	15.100	98,37%	-	
12-10-2016 9:00	15.302	99,69%	-	
12-10-2016 10:00	8.422	54,87%	-	
12-10-2016 11:00	8.376	54,57%	-	
12-10-2016 12:00	8.274	53,90%	-	
12-10-2016 13:00	8.186	53,33%	-	
12-10-2016 14:00	8.094	52,73%	-	
12-10-2016 15:00	8.206	53,46%	-	
12-10-2016 16:00	8.178	53,28%	-	
12-10-2016 17:00	8.172	53,24%	-	
12-10-2016 18:00	8.212	53,50%	-	
12-10-2016 19:00	8.268	53,86%	-	
12-10-2016 20:00	8.546	55,67%	-	
12-10-2016 21:00	8.268	53,86%	-	
12-10-2016 22:00	8.200	53,42%	-	
12-10-2016 23:00	8.212	53,50%	-	
Promedio	11.104	72,34%		

Fuente: Elaboración propia en base a información de AES.

Se observa que los 3 valores que superan el límite establecido en los instrumentos de gestión ambiental presentan desviaciones que no superan el **1,4%** con respecto al valor de referencia.

Así también, se observa que el valor promedio diario de las descargas generadas por la Unidad 2 corresponden a **11.104 m³/h**, correspondiente a un 72,34% del caudal potencial de descarga autorizado, lo que está por debajo del valor medio permitido para dicha unidad.

Si esto se presenta a escala diaria y mensual, nos encontramos con lo siguiente:

$$Q_{dia} = \sum_{00}^{23} Q_{horario}$$

$$Q_{día} = 266.494 \text{ m}^3/\text{h}$$

El total de las excedencias asociadas al hecho infraccional de acuerdo al cargo N°4 es de **384 m³** para el día 12 de octubre, lo cual corresponde a un **0,14%** del total descargado durante dicho día.

Si se proyecta a lo descargado en un mes calendario, corresponde a menos de un **0,005%** mensual.

6.3 Revisión de Planes de Vigilancia Ambiental y verificación de potenciales efectos asociados

Para visualizar un posible efecto de la superación del caudal de descarga de la Unidad Generadora N° 2 sobre el objeto de protección se realizó una revisión de los Programas de Vigilancia Ambiental asociados al medio marino que la Unidad Fiscalizable comprometió en sus procesos de Evaluación Ambiental. Para esto se utilizó el PVA asociado al año 2016, en la campaña de muestreo N°2 desarrollada entre los días 13 y 22 de diciembre del mismo año, cuyo código del Sistema de Seguimiento ambiental de la SMA es el O-16-RP-01-GIN-SEM-02 (OIKOS CHILE S.A., 2016). En esta campaña se efectuaron mediciones en la columna de agua, sedimentos submareales, macrofauna submareal de fondos blandos, macrobiota submareal e intermareal de fondos duros. Así como también variables oceanográficas (derivadores, dispersión), comunidades planctónicas (fitoplancton y zooplancton), censo de aves y mamíferos marinos en los sectores aledaños de este complejo.

Para el análisis de los posibles efectos sobre el medio marino, asociados de la superación de los caudales de descarga de la Unidad Generadora N°2, se presentan las fluctuaciones temporales de los principales índices ecológicos asociados a comunidades de organismos sésiles bentónicos, principales receptores de los impactos asociados a las descargas de aguas de enfriamiento (Cárcamo *et al*, 2012; SMA, 2014).

6.3.1 Macrofauna Submareal de Fondos Blandos

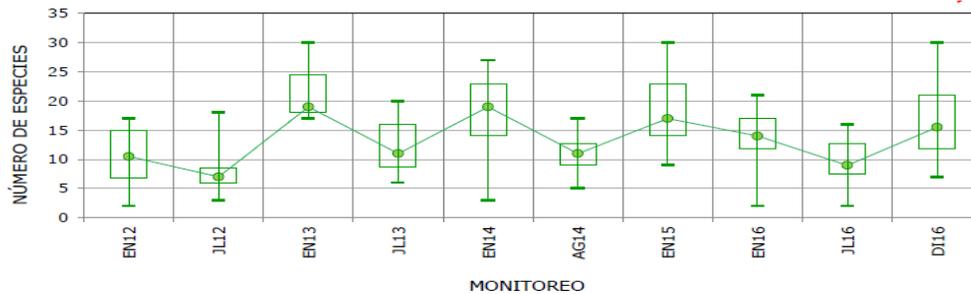
Número de Especies

En el plano temporal, desde enero de 2012 a diciembre de 2016, la tendencia central (mediana) de este índice tiende a ubicarse entre 5 y 20 especies, registrando un ligero aumento durante los meses de enero de 2013, enero de 2014

y enero de 2015 (**Figura 2**). Para diciembre de 2016, se observó un compartimiento similar, reportando un aumento en el valor de mediana (16 taxa) respecto a enero de 2016 (+10%).

Es importante señalar, que los resultados obtenidos en la presente campaña fueron similares a los reportados en enero de 2014 (mediana: 19 taxa), enero de 2015 (mediana: 17 taxa) y enero de 2016 (mediana: 14 taxa), manteniéndose dentro de sus respectivos rangos históricos.

Figura 2. Número de especies de macrofauna submareal de fondos blandos



Fuente: Programa de Vigilancia Ambiental. Oikos, 2016.

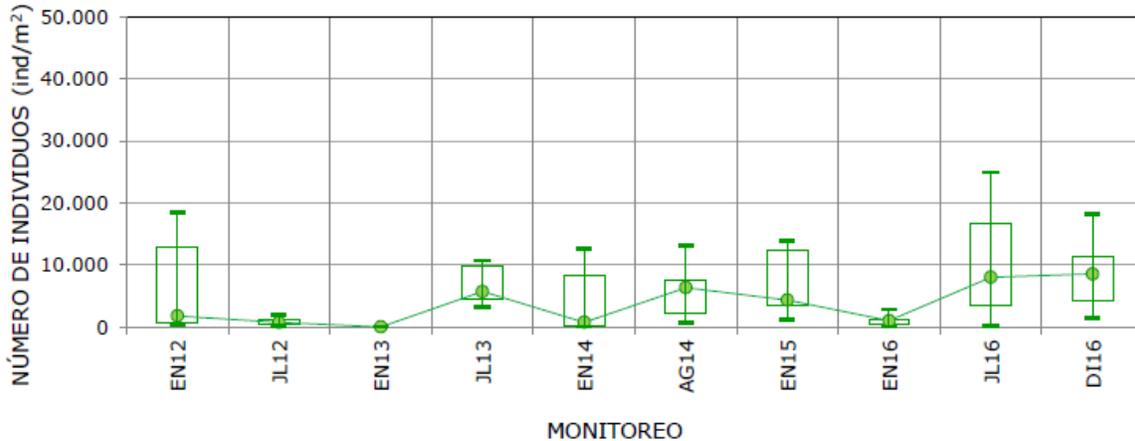
Número de Individuos

En la campaña de diciembre de 2016 se registró un ligero aumento en el valor de mediana respecto a julio de 2016, pasando de 8.021 ind/m² a 8.552 ind/m² con una variación cercana al 6%. En comparación a lo observado en la misma época del año, los actuales resultados revelaron una tendencia central (mediana) similar a la reportada en diciembre de 2011 (7.666 ind/m²).

En consecuencia, el número de individuos registrado en el área de monitoreo (8.552 ind/m²) se mantuvo dentro de sus respectivas fluctuaciones temporales y no difieren de lo observado en diciembre de 2011.

Lo anterior puede ser visto en el **Figura 3**.

Figura 3. Número de individuos de macrofauna submareal de fondos blandos



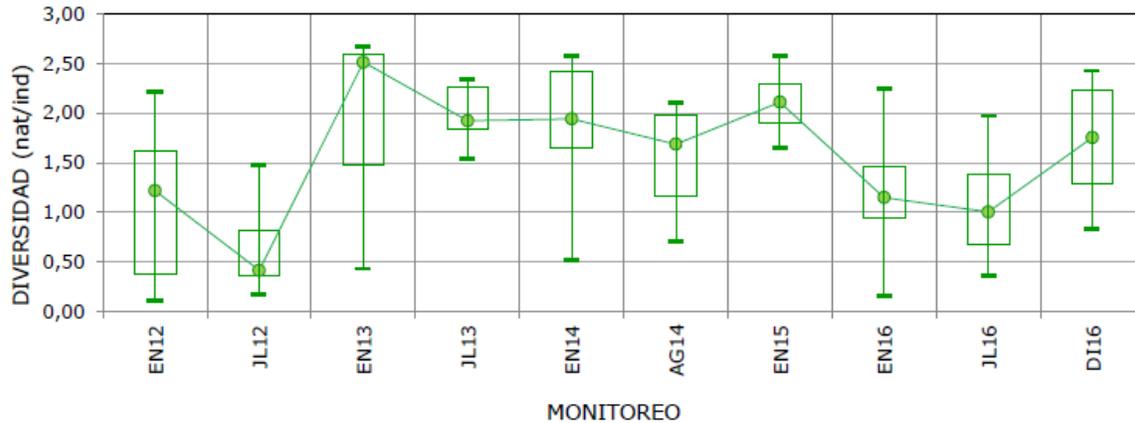
Fuente: Programa de Vigilancia Ambiental. Oikos, 2016.

Diversidad Específica

Históricamente, la tendencia central (mediana) de la diversidad específica ha presentado niveles moderados (entre 1,2 nat/ind y 2,0 nat/ind) en el área de monitoreo. En la campaña de diciembre de 2016 se observó un ligero aumento en el valor de mediana pasando de 1,01 nat/ind a 1,75 nat/ind, con una diferencia equivalente a un +42%.

En cuanto a lo reportado para la misma época del año, los presentes resultados fueron similares a los observados en enero de 2014 (1,94 nat/ind) y enero de de 2015 (2,11 nat/ind), denotando niveles moderados de diversidad dentro del área de monitoreo (**Figura 4**).

Figura 4. Diversidad específica de macrofauna submareal de fondos blandos



Fuente: Programa de Vigilancia Ambiental. Oikos, 2016.

6.3.2 Macrobiota Intermareal de Fondos Duros

Número de especies

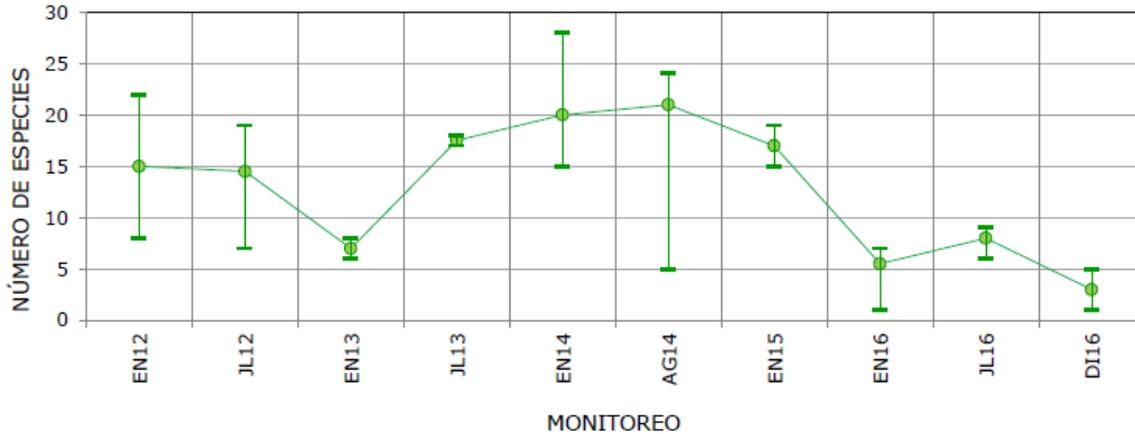
Durante el periodo comprendido entre enero de 1996 y diciembre de 2016, el número de especies identificadas en el intermareal rocoso del área de monitoreo ha oscilado entre 5 y 11 taxa (percentil 25 y 75), reportando magnitudes comparativamente mayores en enero de 2014 (28 especies) y agosto de 2014 (24 especies).

En la campaña de diciembre de 2016, la tendencia central (mediana) del número de especies mostró una ligera disminución respecto a lo observado en julio de 2016, pasando de 8 a 3 taxa con una variación cercana al 60%.

Cabe hacer notar que los resultados obtenidos en el presente estudio se mantuvieron dentro de sus respectivos rangos históricos, denotando valores similares a los reportados en enero de 2006, enero de 2009 y enero de 2016.

Lo anterior puede ser visto en el **Figura 5**.

Figura 5. Número de especies de Macrobiota Intermareal de Fondos Duros



Fuente: Programa de Vigilancia Ambiental. Oikos, 2016.

Cobertura Biótica

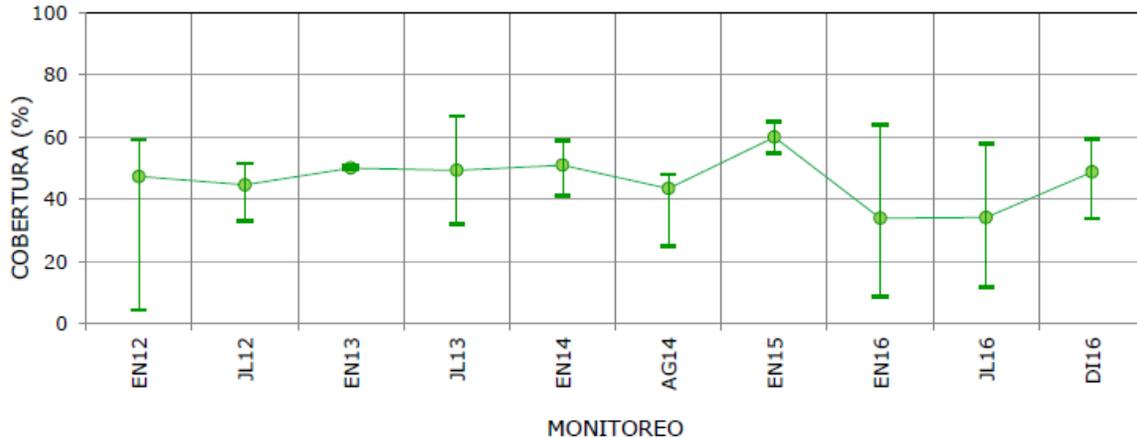
Dentro de la serie histórica, la cobertura biótica tiende a fluctuar entre un 2,1% (enero de 2010) y 100% (marzo de 1999), denotando una alta variabilidad dentro del área de monitoreo. No obstante, al considerar los valores más frecuentes señalados por los percentiles 25-75, se aprecia un rango más acotado con magnitudes que generalmente se ubican entre un 33% y 64%.

En el plano temporal, la tendencia central (mediana) de la cobertura biótica durante enero de 2012 y enero de 2015, presentó magnitudes sobre el 40% dentro del área de monitoreo. En la actualidad (diciembre de 2016) se observó un comportamiento similar registrando un porcentaje de cobertura cercano al 49%.

Es importante señalar, que los niveles de cobertura biótica registrados en el presente estudio denotaron un ligero aumento (+30%) respecto a la campaña anterior, manteniéndose dentro de sus respectivas fluctuaciones temporales.

Lo anterior puede ser visto en el **Figura 6**.

Figura 6. Cobertura biótica de Macrobiota Intermareal de Fondos Duros



Fuente: Programa de Vigilancia Ambiental. Oikos, 2016.

7 DETERMINACION DE EFECTOS AMBIENTALES

En conformidad a lo expuesto en los acápite anteriores, el análisis efectuado permite señalar que, si bien se verificó una excedencia en los caudales de descarga de la Unidad Generadora 2 de la Central Termoeléctrica Guacolda durante el día 12 de octubre de 2016 en los horarios 1:00, 5:00 y 7:00, se puede determinar que **no existe afectación del objeto de protección, en este caso, el medio ambiente marino.**

Lo anterior sustentado por la no superación de los caudales diarios permitidos para esta Unidad Generadora y por la baja cuantía de la excedencia registrada.

Adicionalmente, en los PVA asociados a esta Unidad Fiscalizadora se ha podido observar que las comunidades bentónicas han presentado comportamientos dentro de los rangos históricos, donde se pueden observar procesos cíclicos asociados a dinámicas poblacionales naturales, sin presentar antecedentes que permita inferir que ha ocurrido algún tipo de efecto sobre el medio ambiente.

8 CONCLUSIONES

En conformidad a lo expuesto en los acápite anteriores, el análisis efectuado permite concluir que, si bien existió una superación en el caudal máximo establecido en los instrumentos de gestión ambiental que rigen el funcionamiento de la Unidad Generadora 2 para el día 12 de octubre de 2016 en los horarios definidos, este evento corresponde a un 0,14% con respecto a las aguas descargadas hacia el medio marino durante dicho día, por lo cual podemos inferir que esta situación **no generó efectos adversos sobre el medio marino** toda vez que el total de caudal emitido por la Unidad Generadora fue de un 72.34% con respecto al límite máximo establecido en las RCA N°236/2007 y RCA N°191/2010.

A mayor abundamiento, la revisión de los Planes de Vigilancia Ambiental asociados a Medio Marino arroja que los principales parámetros ecológicos relacionados con las comunidades bentónicas de fondos duros y blandos (principales receptores de efectos generados por variaciones en condiciones ambientales) se han comportado dentro de los rangos históricos, no mostrando variaciones que puedan ser atribuibles a causas antrópicas.

Lo anterior permite rechazar la hipótesis de generación de efectos, como resultado del hecho infraccional analizado.

9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cárcamo P., Cortés M., Ortega L., Squeo F., Gaymer C. (2011) Crónica de un conflicto anunciado: Tres centrales termoeléctricas a carbón en un hotspot de biodiversidad de importancia mundial. *Revista Chilena de Historia Natural*, 84, 171-180.
- IEA, International Energy Agency (2017) *Energy policies beyond IEA countries*. 191 pp.
- Macknick J., Newmark R., Heath G. and Hallett K. (2012) Operational water consumption and withdrawal factors for electricity generating technologies: a review of existing literatura. *Environmental Research Letters*, 7, 1-10.
- Ministerio de Energía (2016) *Guía de Buenas Prácticas en el uso de agua para refrigeración de centrales termoeléctricas*. División de Desarrollo Sustentable, 92pp.
- OIKOS CHILE S.A. (2016) *Programa Plan de Vigilancia Ambiental del Medio Marino, Guacolda Energía – Unidades 1, 2, 3, 4, 5. Campaña 2, diciembre 2016*. 318 pp.
- Superintendencia del Medio Ambiente (2014) *Guía de aspectos ambientales relevantes para centrales termoeléctricas*. 25 pp.