
ANÁLISIS Y ESTIMACIÓN DE POSIBLES EFECTOS AMBIENTALES – CARGO 3

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	11
4	MARCO TEÓRICO.....	12
4.1	Normas de Emisión.....	12
4.2	D.S. N° 90/2000	13
4.3	Medio Marino y Relación con Industria de Generación Termoeléctrica ...	13
4.3.1	Efectos Ambientales Asociados a la temperatura en la descarga de Agua de Mar en Termoeléctricas	15
5	MATERIALES Y MÉTODOS	16
5.1.	Fundamentación de la Metodología Utilizada.....	16
5.2.	Actividades.....	16
6	RESULTADOS.....	17
6.1	Revisión de Instrumentos de Carácter Ambiental Aplicables.....	17
6.2	Revisión de Fuentes de Información y Datos Asociados a la Formulación de Cargos	17
6.3	Evaluación de Cumplimiento de la Norma de Emisión D.S. N° 90/2000	22
6.4	Revisión de Plan de Vigilancia Ambiental y Verificación de Potenciales Efectos Asociados	23
6.4.1	Temperatura.....	24
6.4.2	Macrofauna Submareal de Fondos Blandos	26
6.4.3	Macrobiota Intermareal de Fondos Duros	29
7	DETERMINACION Y CUANTIFICACIÓN DE EFECTOS AMBIENTALES	31
8	CONCLUSIONES.....	32
9	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

FIGURAS

Figura 1. Ubicación del Proyecto Termoeléctrico Guacolda S.A.	3
Figura 2. Esquema conceptual de la hipótesis a evaluar	12
Figura 3. Red de estaciones para el monitoreo de pluma dispersión térmica.....	24
Figura 4. Número de especies de macrofauna submareal de fondos blandos	27
Figura 5. Número de individuos de macrofauna submareal de fondos blandos	28
Figura 6. Diversidad específica de macrofauna submareal de fondos blandos.....	29
Figura 7. Número de especies de Macrobiofauna Intermareal de Fondos Duros.....	30
Figura 8. Cobertura biótica de Macrobiofauna Intermareal de Fondos Duros	31

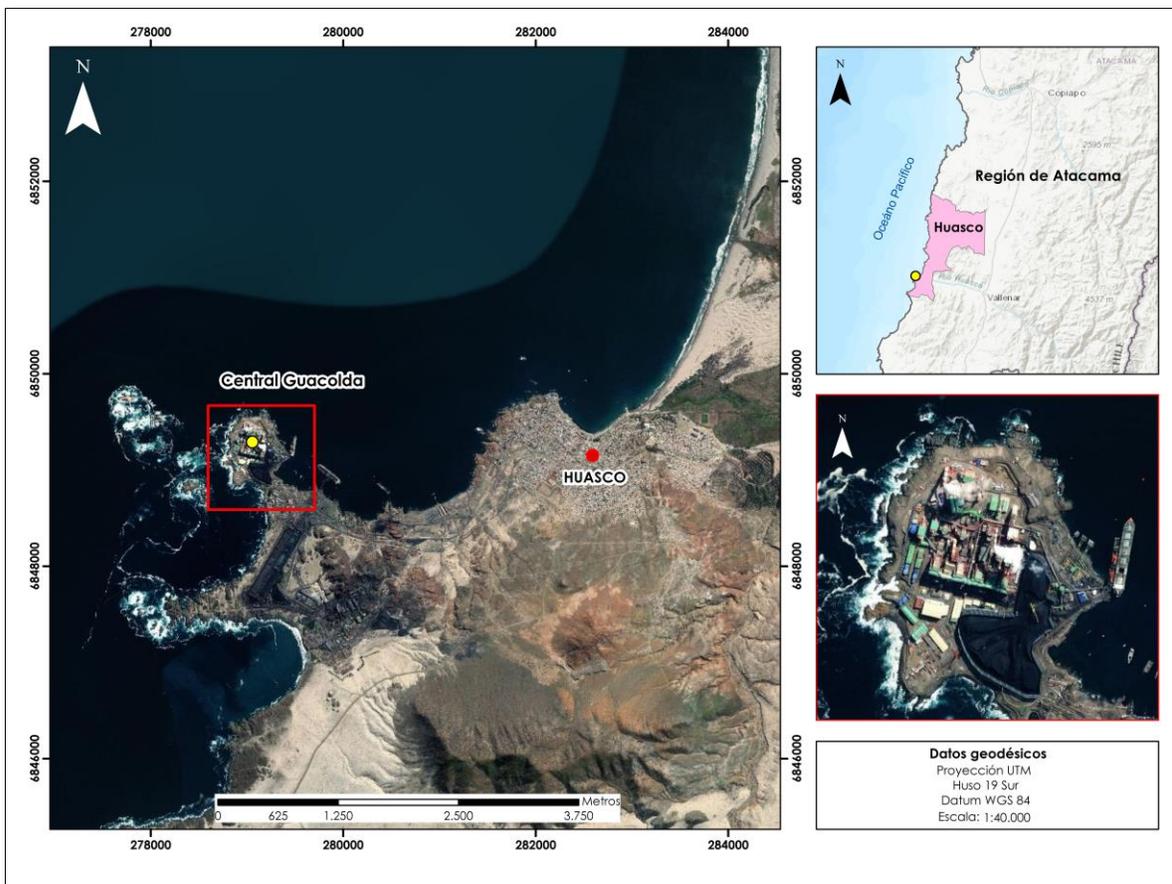
TABLAS

Tabla 1: Capacidad instalada de energías térmica en Chile a diciembre de 2017	14
Tabla 2. Valores de temperaturas máximas determinadas según RCA.....	18
Tabla 3. Registros de Temperatura de Entrada - Unidad Generadora 3 (Fecha: 12 octubre 2016)	18
Tabla 4. Promedio de Temperaturas promedio del día 12 de octubre de 2016.....	19
Tabla 5. Registro de Promedios Mensuales de Temperaturas de Ingreso y Descarga Agua de Mar, periodo julio-diciembre año 2016	21
Tabla 6. Registro de Temperaturas de Descargas de las 5 Unidades del día 12 de octubre de 2016	22
Tabla 7. Comparación entre las mediciones superficiales de temperatura y la TSM promedio mensual e histórica señalada por SHOA.....	25
Tabla 8. Contrastación entre las mediciones superficiales de temperatura del mar y las Clases de Calidad establecidas en la Guía CONAMA (2004).....	26

1 INTRODUCCIÓN

Mediante la presente minuta técnica se presenta el análisis y estimación de los potenciales efectos ambientales asociados al **cargo N° 3** de la Res. RES. EX. SMA N°1/ROL D-146-2019, incoado por la SMA en contra de Guacolda Energía S.A, asociado a las Unidad fiscalizable de su propiedad Complejo Termoeléctrico Guacolda, ubicada en la comuna de Huasco, región de Atacama, El citado cargo establece incumplimientos asociados a exigencias contenidas en los siguientes instrumentos de carácter ambiental **RCA N° 56/2006, RCA N° 236/2007 y RCA N° 191/2010.**

Figura 1. Ubicación del Proyecto Termoeléctrico Guacolda S.A.



Fuente: Elaboración Propia.

Respecto a la gravedad del **Cargo N°3** contenido en la Res. Ex. N°1/ROL D-146-2019 de la SMA, fue calificado como una infracción Leve, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 36, numeral 3 de la LO-SMA y está expresado de la siguiente manera:

“No realizar monitoreo de ingreso y descarga de aguas adecuadamente para la Unidad 3 el día 12 de octubre de 2016, respecto de los valores de temperatura del agua de ingreso al mar”.

Para analizar los potenciales efectos ambientales asociados al incumplimiento de las RCAs, 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, para 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 las **RCA N° 56/2006, RCA N° 236/2007 y RCA N° 191/2010** que contemplan la obligación del monitoreo de temperatura del efluente de descarga al mar y aguas de aducción. Los considerandos de las tres RCAs mencionadas anteriormente, que regulan el Sistema de Agua de Circulación, indican que la temperatura media del agua de mar de entrada en Guacolda varía entre 13°C y 18°C”.

Lo anterior en relación con lo siguiente:

RCA N° 56/2006. Considerando 3.5.38. Observaciones procedimiento Participación Ciudadana.

“Empresa Eléctrica Guacolda mantiene un monitoreo de las condiciones del medio marino en el área de influencia de sus actividades que es realizado por la empresa OIKOS CHILE. Estos son dos Programa de Vigilancia Ambiental (PVA): PVA-Central Termoeléctrica Guacolda (influencia de aguas de descarga) y PVA: Muelle Guacolda I (influencia de actividades relacionadas con la operación del terminal

marítimo). Ambos PVA se ejecutan según los requerimientos técnicos establecidos por la autoridad marítima. PVA Central Termoeléctrica Guacolda: (...) se vigilan tres parámetros de calidad de las aguas marinas: temperatura, pH y oxígeno disuelto”.

RCA N° 56/2006. Considerando 4.3.3.f. Descripción y Fase del Proyecto. Etapa de Operación y Mantenimiento. Sistema de Agua de Circulación.

“El condensador será enfriado por agua de circulación proveniente de la captación mediante sifón en el mar y conducción subterránea hacia el pozo de bombas centrífugas, para la circulación y descarga en el mar. El flujo de agua de circulación se ha estimado en 24.500 m³/h y **la temperatura del agua de descarga se estima que se incrementará en 10°C sobre la temperatura de entrada de agua de mar. La temperatura media del agua de mar de entrada en Guacolda varía entre 13°C a 18°C”.**

RCA N°56/2006. Considerando 7.2.2. Plan de Seguimiento Variables Ambientales. Etapa Operación. Efluente.

- a) Descripción: En el efluente se monitoreará: Caudal, T°, pH, SS, Fe, As, Cu, HAT, V, Ni, Aceites y grasas, Cr Total, Fluoruro, Fósforo Total y Nitrógeno.
- b) Impacto: Recursos naturales renovables
- c) Lugar: Efluente (antes de descarga al mar y aguas de aducción)
- d) Parámetros de comparación: Límites establecidos en D.S N° 90/00, Ministerio Secretaría General de la Presidencia y, cuando corresponda, con los valores históricos obtenidos en el actual programa de monitoreo de la descarga de la Central.
- e) Duración y frecuencia: En forma mensual durante los dos primeros años. Posteriormente, se fijará frecuencia y ubicación de acuerdo a los resultados obtenidos en la primera etapa.
- f) Metodología: Según lo establecido en el D.S N° 90/00, Ministerio Secretaría General de la Presidencia.
- g) Frecuencia de Informes: Informe mensual durante los dos primeros años.
- h) Destinatarios: COREMA Atacama, DGTM y MM y Sernapesca.

El titular efectuará a sus descargas, una vez entre en operación la Unidad 3, una caracterización total, a objeto de dar cumplimiento a lo señalado en el D.S N° 90/01.

RCA N° 236/2007. Considerando 3.6.3.B. Descripción Fase Operación. Sistema de Agua de Circulación.

“El condensador será enfriado por agua de circulación proveniente de la captación mediante sifón en el mar y conducción subterránea hacia el pozo de bombas centrífugas, para la circulación y descarga en el mar. El sifón de agua de mar consistirá de una tubería de aproximadamente 80 m de largo y diámetro menor a 2 m, con su sistema de vacío, el cual descargará en un pozo de admisión donde se ubicarán las rejillas fijas y móviles para el filtrado del agua de mar. El pozo de admisión estará directamente conectado con el túnel de aducción gravitacional de aproximadamente 270 m de longitud, que descargará en el pozo de bombas dentro de la central en donde se instalarán las bombas de circulación. Estas bombas enviarán el agua hacia el condensador y finalmente el sistema descarga en el mar mediante una tubería en una dársena. El flujo de agua de circulación se ha estimado no mayor a 20.283,35 m³/h (Ver Diagrama DP-8) y la **temperatura del agua de descarga se estima que se incrementará en 10°C sobre la temperatura de entrada de agua de mar. La temperatura media del agua de mar de entrada en Guacolda varía entre 13°C a 18°C**”.

RCA N° 236/2007. Considerando 7.3.B. Plan de Seguimiento. Calidad de Agua de Mar. Fase Operación.

Tabla SE-6. Efluentes – Etapa de Operación

DESCRIPCIÓN	COMPONENTE	DÓNDE	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	Recursos naturales renovables	Efluente: antes de descarga al mar y aguas de aducción	Límites establecidos en el D.S. N° 90/00 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, y, cuando corresponda con los valores	En forma mensual durante los dos primeros años de operación. Posteriormente, se fijará frecuencia y ubicación de acuerdos a los resultados	Según lo establecido en el D.S. N° 90/00 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia.	Informe mensual, durante los dos primeros años.	COREMA III Región DGTM y MM Dirección Regional del Servicio Nacional de Pesca.

DESCRIPCIÓN	COMPONENTE	DÓNDE	COMPARAR CON	DURACIÓN Y FRECUENCIA	MÉTODO	FRECUENCIA DE INFORMES	INFORMES A
Grasas, Cromo total, Fluoruro, Fósforo Total y Nitrógeno			históricos obtenido en el actual programa de monitoreo de la descarga de la Central	obtenidos en la primera etapa.			

RCA N° 191/2010. Considerando 4.2.7.c. Descripción General del Proyecto. Etapa Operación y Mantenimiento. Sistema de Agua de Circulación.

“Sistema de Agua de Circulación: El condensador será enfriado por agua de circulación proveniente de la captación mediante sifón en el mar y conducción subterránea hacia el pozo de bombas centrífugas, para la circulación y descarga en el mar. El sifón de agua de mar consistirá de una tubería de aproximadamente 80 m de largo y diámetro menor a 2 m, con su sistema de vacío, el cual descargará en un pozo de admisión donde se ubicarán las rejas fijas y móviles para el filtrado del agua de mar. El flujo de agua de circulación se ha estimado no mayor a 20.312 m³/ h (Ver Diagrama DP-9) y **la temperatura del agua de descarga se estima que se incrementará en 10°C sobre la temperatura de entrada de agua de mar. La temperatura media del agua de mar de entrada en Guacolda varía entre 13°C a 18°C**”.

RCA N° 191/2010. Considerando 6.4. Impactos Ambientales. Medio Marino.

“Temperatura:

El impacto por la alteración de la calidad física-química de la columna de agua del cuerpo receptor, generado por las aguas de enfriamiento provenientes de la Unidad 5, que serán descargadas mediante una tubería al canal abierto existente para la descarga de las Unidades 1, 2, 3 y 4. El canal de descarga de agua de enfriamiento consiste en un dissipador de carga de características similares al dissipador de las unidades actuales, el cual tiene como objetivo evitar la erosión de la playa . Este proyecto considera un caudal de descarga estimado en 20.255,5 m³/h, **con un incremento en la temperatura del agua de descarga de 10°C sobre la temperatura de entrada de agua de mar**”.

RCA N° 191/2010. Considerando 8.2. Plan de Seguimiento. Etapa 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, aunará 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 monitoreos (ubicación de estaciones, origen de éstas y variables ambientales a evaluar) que realizará Empresa Eléctrica Guacolda S.A. durante la etapa de operación del proyecto”.

Tabla. Efluente – Etapa de Operación

DESCRIPCIÓN	COMPONENTE	DÓNDE	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, Fósforo Total y Nitrógeno.	Recursos naturales renovables	Pozo de sello antes de descarga al mar y aguas de aducción	Límites establecidos en el D.S. N° 90/00 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 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 será realizada 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 Ministerio Secretaría General de la Presidencia.	Los informes se entregarán 15 días después de ejecutados los monitoreos.	COREMA III Región DGTM y MM Dirección Regional del Servicio Nacional de Pesca

En segundo lugar, se hace mención en los considerandos de las RCAs mencionadas al **D.S. N° 90 de 2000**, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia que establece la “**Regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales**”.

Al respecto de lo anterior, es importante indicar que el objetivo de la respectiva norma queda establecido en su artículo 1°, que indica “*La presente norma tiene como objetivo de protección ambiental prevenir la contaminación de las aguas marinas y continentales superficiales de la República, mediante el control de contaminantes asociados a los residuos líquidos que se descargan a estos cuerpos receptores*”.

Adicionalmente a lo indicado, en los considerandos de este instrumento normativo, se establece “*Con lo anterior, se logra mejorar sustancialmente la calidad ambiental de las aguas, de manera que éstas mantengan o alcancen la condición de ambientes libres de contaminación, de conformidad con la Constitución y las Leyes de la República*”.

Para lograr estas reducciones, la norma “*establece la concentración máxima de contaminantes permitida para residuos líquidos descargados por las fuentes emisoras, a los cuerpos de agua marinos y continentales superficiales de la República de Chile*”.

Ahora bien, considerando el proceso de formulación de cargos, se puede indicar que el Cargo N° 3, respecto del parámetro temperatura, se encuentra asociado al título 4, del D.S. N° 90 de 2000, el cual establece los “Límites Máximos Permitidos para Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Continentales Superficiales y Marinas”, asociadas al Decreto. El detalle de los artículos, que se encuentran considerados en la formulación de cargos, se presenta a continuación:

Artículo 4.4.2

“Descargas de residuos líquidos dentro de la zona de protección litoral. Las descargas de residuos líquidos, que se efectúen al interior de la zona de protección litoral, deberán cumplir con los valores contenidos en la Tabla N° 4”.

Tabla N° 4. Límites Máximos Permitidos para la Descarga de Residuos Líquidos a Cuerpos de Agua Marinos dentro de la Zona de Protección Litoral

Contaminantes	Unidad	Expresión	Límite Máximo Permissible
Aceites y Grasas	mg/L	A y G	20
Aluminio	mg/L	Al	1
Arsénico	mg/L	As	0,2
Cadmio	mg/L	Cd	0,02
Cianuro	mg/L	CN-	0,5
Cobre	mg/L	Cu	1
Coliforme Fecales o Termotolerantes	NMP/100 ml	Coli/100 ml	1000-70*
Índice de Fenol	mg/L	Fenoles	0,5
Cromo Hexavalente	mg/L	Cr6+	0,2
Cromo Total	mg/L	Cr Total	2,5
DBO5	mgO2/L	DBO5	60
Estaño	mg/L	Sn	0,5
Fluoruro	mg/L	F-	1,5
Fósforo	mg/L	P	5
Hidrocarburos Totales	mg/L	HCT	10
Hidrocarburos Volátiles	mg/L	HCV	1
Hierro Disuelto	mg/L	Fe	10
Manganeso	mg/L	Mn	2
Mercurio	mg/L	Hg	0,005
Molibdeno	mg/L	Mo	0,1
Níquel	mg/L	Ni	2
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/L	NKT	50
pH	Unidad	pH	6,0 – 9,0
Plomo	mg/L	Pb	0,2
SAAM	mg/L	SAAM	10
Selenio	mg/L	Se	0,01
Sólidos Sedimentables	ml/l/h	S SED	5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	SS	100
Sulfuros	mg/L	S2-	1
Zinc	mg/L	Zn	5
Temperatura	°C	T°	30

* = En áreas aptas para la acuicultura y áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos, no se deben sobrepasar los 70 NMP/100 ml.

De acuerdo con los antecedentes presentados, se desprende que el objeto de protección es el **medio ambiente marino**. Por lo anterior, los potenciales efectos ambientales se analizarán sobre la base de si el hecho infraccional descrito anteriormente, pudo haber afectado el estado del medioambiente marino, asociados al entorno del proyecto.

3 POTENCIALES EFECTOS AMBIENTALES

A partir del análisis de la información disponible asociada al caso, en primer lugar, es necesario indicar que, el monitoreo de la temperatura de entrada (aducción) y descarga de agua al mar en las diferentes unidades es una, entre varias acciones estipuladas en la RCAs, cuyo objetivo es el seguimiento ambiental del posible impacto generado por la descarga de las aguas de enfriamiento en el medio marino.

De acuerdo con los antecedentes planteados, el análisis de los potenciales efectos, **de no realizar monitoreo de ingreso y descarga de aguas adecuadamente para la Unidad 3 el día 12 octubre de 2016, respecto de los valores de temperatura del agua de ingreso al mar**, se debe realizar a nivel del componente ambiental potencialmente afectado, en la zona de intervención.

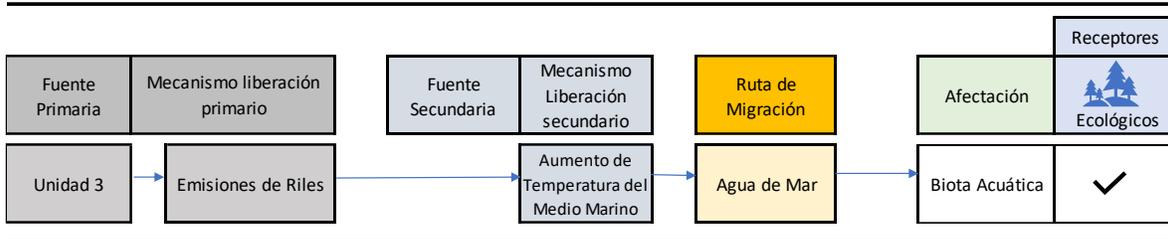
En este sentido, **la hipótesis a testear**, en el marco del procedimiento sancionatorio, es si:

*“Dada la no realización del monitoreo de ingreso y descarga de aguas de forma adecuada para la Unidad 3 el día 12 de octubre de 2016, respecto de los valores de temperatura del agua de ingreso al mar, se han producido **efectos sobre el Medio Ambiente Marino**”.*

En la Figura 2 se observa un esquema conceptual de lo antes explicado.

Figura 2. Esquema conceptual de la hipótesis a evaluar

Modelo conceptual ambiental asociado a la superación normativa



Fuente: Elaboración propia.

4 MARCO TEÓRICO

4.1 Normas de Emisión

Las Normas de Emisión son aquellas que establecen los niveles de contaminación admisible en relación con cada fuente contaminante (Agudo, 2014). De esta forma las normas de emisión cumplen un rol de control durante la ejecución de las actividades contaminantes, y hacen posible el monitoreo en la fuente de emisión, por lo que se constituyen como uno de los instrumentos más eficaces para la protección del medio ambiente (Bermúdez, 2014).

Las normas de emisión determinan la cantidad máxima permitida para un contaminante, medida en el efluente de la fuente emisora de un residuo gaseoso, sólido o líquido. Este instrumento regulatorio es uno de los más utilizados para el control de la contaminación, y en particular para la contaminación hídrica y atmosférica, así como también en menor medida para evitar la contaminación de suelos (Del Favéro & Katz, 1998).

Un aspecto importante de resaltar es que “Las normas deben definir los niveles en los cuales la gestión ambiental normal da lugar a una gestión de emergencia y, por lo tanto, determinan el momento en que las acciones por aplicarse deben ser diferentes (más severas) de las establecidas, evitando así que la autoridad actúe (o no actúe) en forma precipitada o inconsulta o cediendo a presiones de grupos de interés (Ibíd.).

Según Bermúdez (2014), las normas de emisión corresponden a un típico instrumento de comando y control, el que sólo alcanza la finalidad de protección en la medida que el parámetro de regulación permita la protección del medio ambiente.

4.2 D.S. N° 90/2000

El objetivo de esta norma es prevenir la contaminación de las aguas marinas y continentales superficiales, mediante el control de contaminantes asociados a los residuos líquidos que se descargan a estos cuerpos receptores. Mejorando sustancialmente la calidad ambiental de las aguas, de manera que éstas mantengan o alcancen la condición de ambientes libres de contaminación (Autoridad Sanitaria R.M., 2007).

La presente Norma de Emisión establece la concentración máxima de contaminante permitida para residuos líquidos descargados por las fuentes emisoras, a los cuerpos de aguas marinos y continentales superficiales. Es aplicable en todo el territorio nacional (Autoridad Sanitaria R.M., 2007).

La presente norma de emisión está determinada por los límites máximos establecidos en las tablas N° 1, 2, 3, 4 y 5. Estos están referidos al valor de la concentración del contaminante o a la unidad de pH, T° y poder espumógeno (Autoridad Sanitaria R.M., 2007).

Las descargas de residuos líquidos a cuerpos de agua marinos deberán hacerse en el lugar y forma que se determine conforme a la normativa vigente sobre la materia. Los residuos líquidos que se viertan deberán cumplir los límites establecidos en la presente norma de acuerdo a si la descarga se autoriza dentro de la zona de protección litoral o fuera de ella (Autoridad Sanitaria R.M., 2007).

4.3 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 (Tabla 1).

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 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 1: 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).

4.3.1 Efectos Ambientales Asociados a la temperatura en la descarga de Agua de Mar en Termoeléctricas

En general, los efectos producidos por el agua de descarga pueden relacionarse a dos motivos: estrés por descarga térmica y estrés por descarga de químicos.

Las descargas térmicas corresponden al vertimiento del agua utilizada para el enfriamiento de los equipos, a una temperatura mayor a la del cuerpo de agua receptor, debido a lo cual, dependiendo de la hidrodinámica de éste, son capaces de generar plumas de aguas cálidas en la zona aledaña a 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.** Además, algunas especies oportunistas, que tienen mayor capacidad de adaptación, generalmente predominan y reemplazan a las comunidades originales (SMA, 2014).

5 MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Fundamentación de la Metodología Utilizada

Para identificar los eventuales efectos que pudieron haber ocurrido producto de **no realizar monitoreo de ingreso y descarga de aguas adecuadamente para la Unidad 3 el día 12 octubre de 2016, respecto de los valores de temperatura del agua de ingreso al mar**, 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 incumplimiento de las RCAs N° 191/2006, N° 236/2007, N° 191/2010 y de la norma de emisión D.S. N° 90 de 2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que establece "Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a la Descarga de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales.

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 el incumplimiento de las RCAs asociada a la Central 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) Evaluación de Cumplimiento de la Norma de Emisión D.S. N° 90/2000.
- d) Revisión de calidad de agua (variable temperatura) y comunidades bentónicas del Planes de Vigilancia Ambiental.
- e) Verificación de ocurrencia de los potenciales efectos ambientales asociados.

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 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"
- **D.S. N° 90/2000**, Regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales.

6.2 Revisión de Fuentes de Información y Datos Asociados a la Formulación de Cargos

Los hechos constitutivos de infracción asociados al cargo N°3 dan cuenta de **"No realizar monitoreo de ingreso y descarga de aguas adecuadamente para la Unidad 3 el día 12 octubre de 2016, respecto de los valores de temperatura del agua de ingreso al mar"**

Cabe notar que los valores de referencia de la temperatura del agua de entrada y de descarga están definidos en la RCA N°56/2006, RCA N°236/2007 y la RCA N°191/2010.

Los valores promedios de temperatura del agua de entrada y de descarga pueden ser observados en la Tabla 2.

Tabla 2. Valores de temperaturas máximas determinadas según RCA

Valores de T° máxima según RCA	
Agua de Entrada	13 °C – 18 °C
Agua de Descarga	10 °C por sobre la T° del agua de entrada

Fuente: Elaboración propia.

Los valores de temperatura del agua de ingreso asociados a la Unidad Generadora N°3 para el 12 de octubre de 2016 se observan en la Tabla 3, donde se resaltan los valores anómalos de entrada de agua mencionadas en las RCAs.

Tabla 3. Registros de Temperatura de Entrada - Unidad Generadora 3 (Fecha: 12 octubre 2016)

Fecha / Hora	Unidad 3	
	T° Ingreso (°C)	Superación del valor de Referencia (°C)
12-10-2016 0:00	15,40	-
12-10-2016 1:00	15,50	-
12-10-2016 2:00	15,50	-
12-10-2016 3:00	15,50	-
12-10-2016 4:00	15,35	-
12-10-2016 5:00	15,40	-
12-10-2016 6:00	15,40	-
12-10-2016 7:00	15,40	-
12-10-2016 8:00	15,50	-
12-10-2016 9:00	15,60	-
12-10-2016 10:00	15,60	-
12-10-2016 11:00	22,55	4,5
12-10-2016 12:00	23,55	5,5
12-10-2016 13:00	22,50	4,5
12-10-2016 14:00	20,50	2,5
12-10-2016 15:00	19,45	1,45
12-10-2016 16:00	19,00	1,0
12-10-2016 17:00	18,60	0,6

Fecha / Hora	Unidad 3	
	T° Ingreso (°C)	Superación del valor de Referencia (°C)
12-10-2016 18:00	15,80	-
12-10-2016 19:00	15,80	-
12-10-2016 20:00	15,75	-
12-10-2016 21:00	15,70	-
12-10-2016 22:00	15,60	-
12-10-2016 23:00	15,45	-

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 3 se muestra la cantidad de horas donde se registró una temperatura de ingreso anómala (7 Registros).

Así también, al comparar las temperaturas de ingreso de las Unidades 1, 2, 4 y 5 en los periodos de superación de la Unidad 3, se puede apreciar que la variación entre la mayor y la menor temperatura no excede 1,0 °C, con promedio de temperaturas que van desde los 15,35 °C y 15,57 °C.

Tabla 4. Promedio de Temperaturas promedio del día 12 de octubre de 2016

Fecha / Hora	Unidades 1, 2, 4 y 5	Diferencia Máxima de Temperatura de Ingreso entre las Unidades (°C) *
	Promedio de la T° Ingreso (°C)	
12-10-2016 11:00	15,35	0,95
12-10-2016 12:00	15,42	0,95
12-10-2016 13:00	15,57	0,95
12-10-2016 14:00	15,54	0,95
12-10-2016 15:00	15,54	1,00
12-10-2016 16:00	15,46	0,95
12-10-2016 17:00	15,41	0,90

* Para establecer la diferencia máxima, se consideró el mayor y el menos valor de temperatura entre las cuatro unidades para un mismo registro horario

Fuente: Elaboración propia.

Dado lo mencionado en los párrafos precedentes, es posible atribuir los registros donde existe superación a los valores de referencia, a una posible falla puntual de la termocupla de la Unidad 3 en el día 12 de octubre del 2016. Lo anterior se

concluye toda vez que, en los mismos períodos, la temperatura registrada por todas las demás termocuplas (de las Unidades 1, 2, 4 y 5), no presentaron alteraciones, anomalías o superación de valores de referencia en la medición del agua de enfriamiento, tal como se aprecia en la Tabla 4.

A mayor abundamiento, en la **Tabla 5** se observa el promedio de temperaturas de ingreso y descarga del periodo julio-diciembre (segundo semestre) de 2016, con la finalidad de analizar el comportamiento del delta de temperatura antes y después de la posible falla de la termocupla. En este periodo se evidenció que en ningún mes se superan los valores de referencia de descarga y delta de temperatura establecidos en los instrumentos de gestión ambiental.

Tabla 5. Registro de Promedios Mensuales de Temperaturas de Ingreso y Descarga Agua de Mar, periodo julio-diciembre año 2016

Mes	Unidad 1			Unidad 2			Unidad 3			Unidad 4			Unidad 5		
	Prom. T° Ingreso	Prom. T° Salida	Diferencia T° Agua	Prom. T° Ingreso	Prom. T° Salida	Diferencia T° Agua	Prom. T° Ingreso	Prom. T° Salida	Diferencia T° Agua	Prom. T° Ingreso	Prom. T° Salida	Diferencia T° Agua	Prom. T° Ingreso	Prom. T° Salida	Diferencia T° Agua
Julio	13,54	21,00	7,46	13,69	21,70	8,01	14,11	21,70	7,59	13,87	21,54	7,67	14,46	21,42	6,96
Agosto	13,21	22,30	9,09	13,34	22,30	8,96	13,72	20,88	7,16	13,64	22,21	8,57	14,28	21,93	7,65
Septiembre	13,41	22,9	9,49	13,50	22,60	9,10	13,85	21,43	7,58	13,75	22,24	8,49	14,40	22,45	8,05
Octubre	13,53	22,98	9,45	13,91	22,57	8,66	14,37	22,85	8,48	14,11	22,77	8,66	14,56	22,83	8,27
Noviembre	14,80	24,39	9,58	15,05	24,14	9,09	15,45	23,51	8,06	15,20	23,82	8,62	16,02	21,30	5,28
Diciembre	14,21	23,41	9,19	14,38	23,62	9,25	14,82	23,46	8,64	14,54	21,86	7,33	15,13	22,76	7,64

Fuente: AES Gener, Guacolda.

6.3 Evaluación de Cumplimiento de la Norma de Emisión D.S. N° 90/2000

La norma de emisión D.S. N° 90/2000 establece la concentración máxima de contaminantes permitida para residuos líquidos descargados por las fuentes emisoras, a los cuerpos de agua marinos y continentales.

En relación a la temperatura, la norma hace referencia a la temperatura máxima de descarga al cuerpo marino, **estableciendo un límite máximo permisible de 30°C.**

Al observar los registros de temperatura de descarga del día 12 de octubre de 2016 en las 5 Unidades generadoras presentados en la Tabla 6, se evidencia que ningún valor excede lo establecido como límite máximo permisible del D.S. N° 90/2000.

Tabla 6. Registro de Temperaturas de Descargas de las 5 Unidades del día 12 de octubre de 2016

Fecha / Hora	Unidad 1	Unidad 2	Unidad 3	Unidad 4	Unidad 5
	T° Descarga				
12-10-2016 0:00	24,40	24,90	24,20	20,80	19,60
12-10-2016 1:00	24,40	24,50	23,80	24,30	23,80
12-10-2016 2:00	24,40	24,60	23,80	24,00	23,80
12-10-2016 3:00	23,40	24,90	23,90	24,30	23,70
12-10-2016 4:00	23,10	24,40	23,80	23,90	23,60
12-10-2016 5:00	23,30	24,30	23,80	24,20	23,70
12-10-2016 6:00	23,20	24,50	23,70	24,30	23,70
12-10-2016 7:00	22,30	24,40	23,70	24,10	23,60
12-10-2016 8:00	19,80	24,20	22,40	24,10	23,60
12-10-2016 9:00	19,80	21,50	21,20	24,30	23,80
12-10-2016 10:00	22,50	22,90	21,30	24,20	23,90
12-10-2016 11:00	22,60	24,10	21,80	24,20	23,90
12-10-2016 12:00	22,80	24,10	22,10	24,60	24,00
12-10-2016 13:00	22,90	24,00	22,20	24,60	24,10
12-10-2016 14:00	23,00	24,40	22,40	24,70	24,10
12-10-2016 15:00	22,80	24,70	22,20	24,80	24,10
12-10-2016 16:00	22,80	24,30	22,10	24,70	24,10
12-10-2016 17:00	22,80	24,20	22,00	24,60	24,00
12-10-2016 18:00	22,70	24,20	21,60	24,70	23,90
12-10-2016 19:00	21,90	24,00	21,60	22,50	22,70
12-10-2016 20:00	24,60	23,90	24,30	24,70	25,50
12-10-2016 21:00	24,60	23,90	24,10	25,00	25,40

Fecha / Hora	Unidad 1	Unidad 2	Unidad 3	Unidad 4	Unidad 5
	T° Descarga				
12-10-2016 22:00	24,40	23,80	24,30	25,00	23,20
12-10-2016 23:00	24,40	23,70	24,00	24,50	19,50

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los antecedentes presentados, se puede indicar que los valores de temperaturas de descarga del día 12 de octubre de 2016 **no superan los parámetros establecidos en el D.S. N° 90/2000 de MINSEGPRES** para el parámetro temperatura.

6.4 Revisión de Plan de Vigilancia Ambiental y Verificación de Potenciales Efectos Asociados

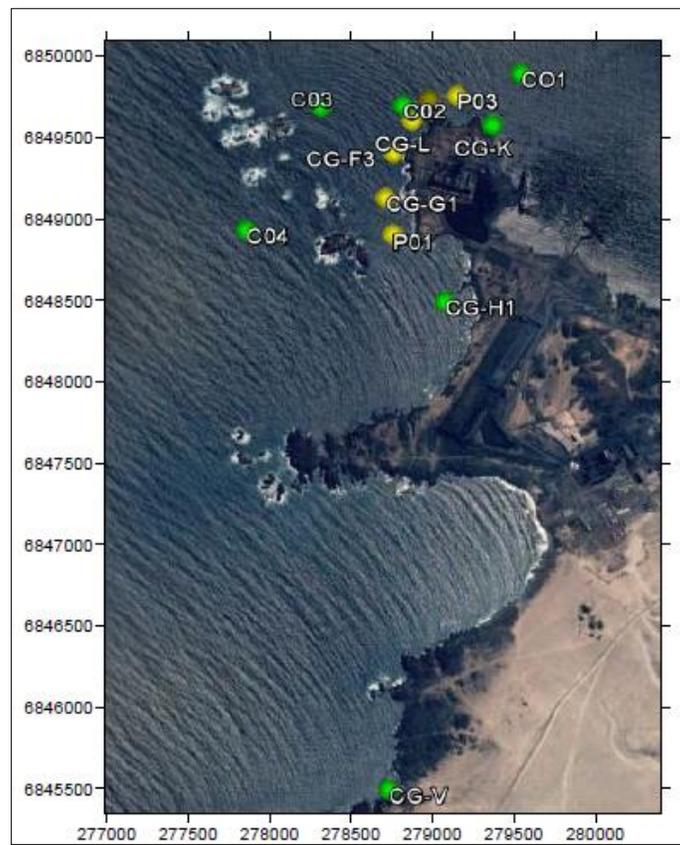
Para visualizar un posible efecto sobre el objeto de protección se realizó una revisión de los Programas de Vigilancia Ambiental asociados al medio marino que la Unidad Fiscalizable comprometió en sus procesos de Evaluación Ambiental. Para esto se utilizó el PVA asociado al año 2016, en la campaña de muestreo N°2 desarrollada entre los días 13 y 22 de diciembre del mismo año (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 del registro de las temperaturas de ingreso y descarga de la Unidad Generadora N°3, 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).

6.4.1 Temperatura

La caracterización de la pluma de dispersión térmica de las aguas del sistema de enfriamiento se efectuó en base a mediciones en diez (10) estaciones (CG-H1, CG-G1, CG-F3, CG-K, CG-L, CG-V, C01, C02, C03, C04). En la Figura 3 se despliega su distribución dentro del área de monitoreo.

Figura 3. Red de estaciones para el monitoreo de pluma dispersión térmica



Fuente: Programa de Vigilancia Ambiental. Oikos, 2016.

La temperatura superficial de mar (TSM), se comparan los registros obtenidos *in situ* del monitoreo correspondiente al segundo semestre de 2016, con la temperatura promedio mensual e histórica publicada por el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA) para Huasco y Caldera, respectivamente. El valor referencial de TSM promedio mensual correspondiente al mes de diciembre

de 2016 fue de 16,00°C, mientras que la TSM promedio histórico para el mismo mes fue de 16,80°C.

Al comparar los resultados obtenidos en la campaña (diciembre 2016) con los referentes señalados por el SHOA, se observa diferenciales térmicos que fluctúan entre +0,61°C y +2,53°C en el caso del promedio mensual, y -0,19°C y +1,73°C respecto al promedio histórico (Tabla 7).

Tabla 7. Comparación entre las mediciones superficiales de temperatura y la TSM promedio mensual e histórica señalada por SHOA

Estación	Mediana	ΔTM	ΔTH
CG-H1	16,61	0,61	-0,19
CG-G1	18,53	2,53	1,73
CG-F3	17,96	1,96	1,16
CG-K	16,88	0,88	0,08
CG-L	17,47	1,47	0,67
CG-V	17,86	1,86	1,06
C01	18,20	2,20	1,40
C02	17,92	1,92	1,12
C03	17,61	1,61	0,81
C04	18,40	2,40	1,60
TSM promedio mensual	16,00	-	-
TSM promedio histórico	16,80	-	-

TSM: temperatura superficial del mar; ΔTM : variación de la TSM actual respecto de TSM promedio mensual; ΔTH : variación de la TSM actual respecto de TSM promedio histórico

Fuente: Programa de Vigilancia Ambiental. Oikos, 2016.

En base a lo indicado en la Guía CONAMA (2004), la mayoría de las estaciones tipificaron en la Clase de Calidad 1 (muy buena calidad), excepto las aguas de las estaciones CG-G1, C01 y C04 que se ubicaron en la Clase de Calidad 2 (buena calidad) (Tabla 8).

Tabla 8. Contratación entre las mediciones superficiales de temperatura del mar y las Clases de Calidad establecidas en la Guía CONAMA (2004)

Estación	Mediana	ΔTM	CC
CG-H1	16,61	0,61	①
CG-G1	18,53	2,53	②
CG-F3	17,96	1,96	①
CG-K	16,88	0,88	①
CG-L	17,47	1,47	①
CG-V	17,86	1,86	①
C01	18,20	2,20	②
C02	17,92	1,92	①
C03	17,61	1,61	①
C04	18,40	2,40	②
TSM promedio mensual	16,00	-	-

TSM: temperatura superficial del mar; ΔTM : variación de la TSM actual respecto de TSM promedio mensual

Fuente: Programa de Vigilancia Ambiental. Oikos, 2016.

Los resultados obtenidos muestran que las aguas ligeramente más cálidas tienden a ubicarse principalmente en el estrato superficial (0-2 m de profundidad). Al contrastar estos resultados con lo reportado en Estudio de Línea Base (agosto de 2009), se observó un comportamiento similar, registrando un ligero incremento de la temperatura en las aguas superficiales de la estación cercana a la descarga (CG-G1).

En consecuencia, las presentes mediciones se mantuvieron acorde a lo reportado en el estudio de Línea Base, asociado a la RCA 191/2010 COREMA Región de Atacama.

6.4.2 Macrofauna Submareal de Fondos Blandos

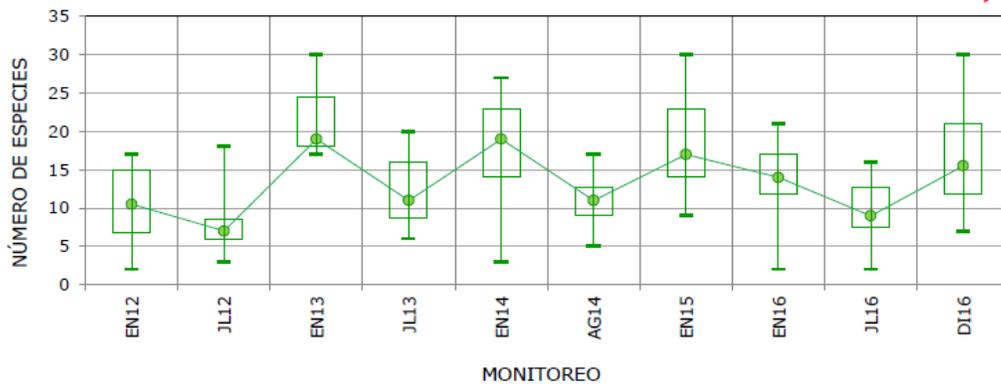
Número de Especies

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 4). 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 4. Número de especies de macrofauna submareal de fondos blandos



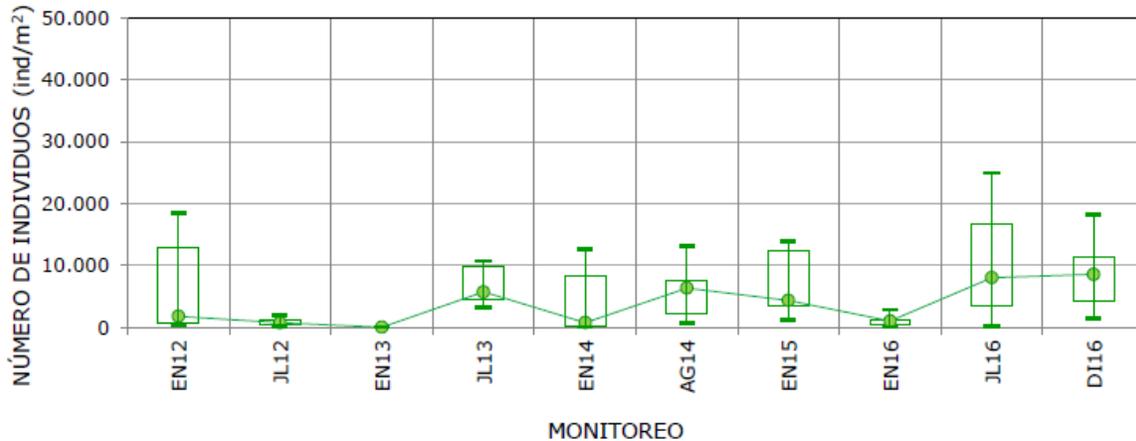
Fuente: Programa de Vigilancia Ambiental. Oikos, 2016.

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 la Figura 5.

Figura 5. Número de individuos de macrofauna submareal de fondos blandos



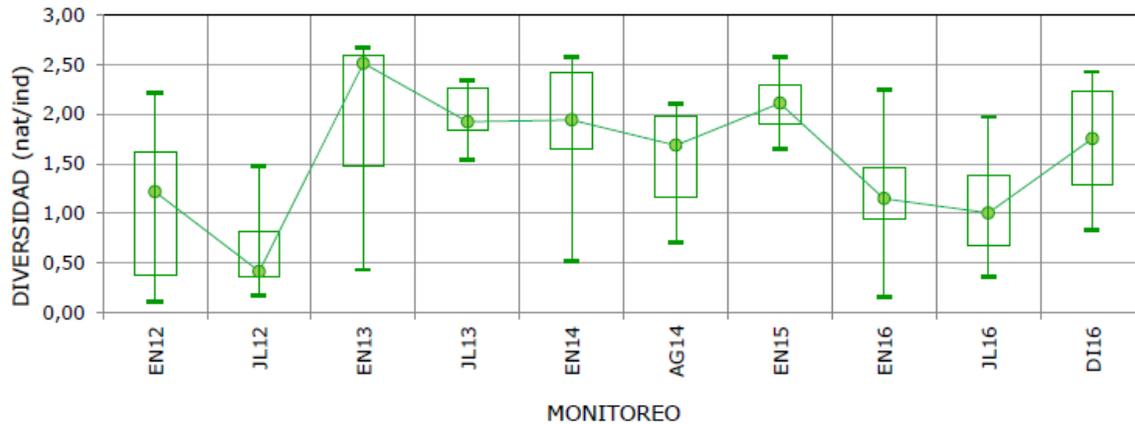
Fuente: Programa de Vigilancia Ambiental. Oikos, 2016.

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 2015 (2,11 nat/ind), denotando niveles moderados de diversidad dentro del área de monitoreo (Figura 6).

Figura 6. Diversidad específica de macrofauna submareal de fondos blandos



Fuente: Programa de Vigilancia Ambiental. Oikos, 2016.

6.4.3 Macrobiota Intermareal de Fondos Duros

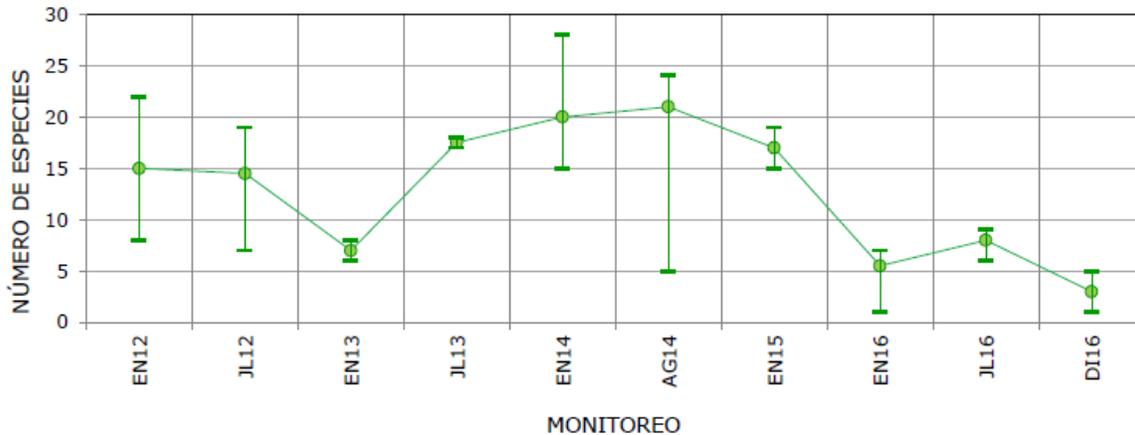
Número de especies

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 7.

Figura 7. Número de especies de Macrobiota Intermareal de Fondos Duros



Fuente: Programa de Vigilancia Ambiental. Oikos, 2016.

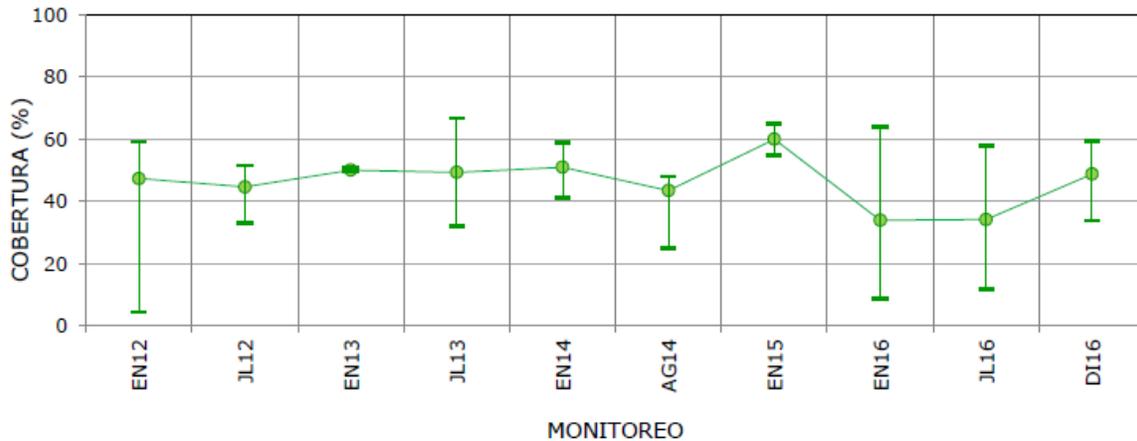
Cobertura Biótica

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 8.

Figura 8. Cobertura biótica de Macrobiota Intermareal de Fondos Duros



Fuente: Programa de Vigilancia Ambiental. Oikos, 2016.

7 DETERMINACION Y CUANTIFICACIÓN DE EFECTOS AMBIENTALES

En conformidad a lo expuesto en los acápite anteriores, el análisis efectuado permite señalar que, si bien se verificó un monitoreo no adecuado de los valores de temperatura del agua de ingreso al mar, utilizada en la Unidad Generadora 3 de la Central Termoeléctrica Guacolda durante el día 12 de octubre de 2016, se puede determinar que **no existe afectación del objeto de protección, en este caso, el medio ambiente marino.**

Lo anterior sustentado en la no superación **de la temperatura máxima del agua de descarga establecida en el D.S. N° 90/2000 de MINSEGPRES.**

Adicionalmente, en los PVA asociados a esta Unidad fiscalizable se ha podido observar que las temperaturas se han mantenido acorde a lo reportado en el estudio de Línea Base, asociado a la RCA 191/2010 COREMA Región de Atacama. En cuanto a la macrofauna submareal y macrobiota intermareal, 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 un monitoreo no adecuado de los valores de temperatura del agua de ingreso al mar, utilizada en la Unidad Generadora 3 de la Central Termoeléctrica Guacolda durante el día 12 de octubre de 2016, este correspondería a un error puntal del equipo de medición y que a su respecto no se verifica una superación de la temperatura máxima del agua de descarga establecida en el D.S. N° 90/2000 de MINSEGPRES, por lo cual podemos inferir que esta situación **no generó efectos adversos sobre el medio marino**.

A mayor abundamiento, la revisión de los Planes de Vigilancia Ambiental asociados a Medio Marino arroja que los principales parámetros ecológicos relacionados con las mediciones de temperatura, macrofauna submareal y macrobiota intermareal 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 resultados de los hechos infraccionales analizados.

9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Autoridad Sanitaria R.M. (2007). Objetivos D.S. N° 90/200. Decreto Supremo N° 90/2001 del MINSEGPRES. Gobierno de Chile.
- 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 literature. *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*. Gobierno de Chile. 9 pp.