

ACOMPAÑA INFORMES



SEÑOR SUPERINTENDENTE DEL MEDIO AMBIENTE

Rodrigo Pérez Stieповic, en representación de Colbún S.A. ("Colbún"), en procedimiento administrativo sancionador iniciado mediante Resolución Exenta N°1/Rol D-013-2018, de fecha 27 de febrero de 2018 ("Resolución Recurrída"), a Ud. respetuosamente digo:

Por este acto, encontrándonos dentro de plazo, vengo en acompañar los siguientes informes técnicos:

- (i) "Informe Técnico-Ambiental: Complejo Termoelectrico Santa María de Coronel", elaborado por el Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile, de la Universidad de Concepción, junio de 2018.
- (ii) "Modelación de calidad del aire CTSM, Coronel, VIII Región", elaborado por don Héctor Jorquera González, profesor de DICTUC, profesional con más de 22 años de experiencia en análisis y modelación de calidad del aire; ha publicado numerosos artículos relacionados con la calidad del aire en Chile en revistas científicas internacionales y en congresos nacionales e internacionales, de fecha 11 de junio de 2018.

En el informe elaborado por el Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile, de la Universidad de Concepción, resume las auditorías ambientales realizadas en la etapa de construcción y operación para analizar, desde la metodología de la evaluación de impacto ambiental, que el Proyecto Santa María ("CTSM" o el "Proyecto") ha sido diseñado, construido, operado –incluyendo sus modificaciones– para dar cumplimiento al estándar ambiental-operacional que exige el marco normativo para un proyecto de esta naturaleza.

✓

El análisis de dicho informe se estructura en 5 capítulos: el **primero** sobre la evaluación ambiental y la predicción de los impactos ambientales; en el **segundo** se analiza la auditoría ambiental realizada a la CTSM durante la etapa de construcción (analizando los componentes de calidad de aire, niveles de ruidos, residuos líquidos, residuos sólidos, flora y vegetación terrestre, fauna terrestre, calidad del agua y fauna marina, impacto vial, estero El Manco, paisaje, plan de compensación de emisiones de material particulado y las conclusiones de la auditoría ambiental independiente de la CTSM en la etapa de construcción); en el **tercero** se analiza la auditoría ambiental del proyecto durante la etapa de operación (analizando los componentes monitoreo de calidad de aire, emisiones, monitoreos de ruidos, residuos industriales monitoreo de la calidad del agua y temperatura de la bahía); un **cuarto** capítulo donde se establecen los indicadores operaciones de a CTSM; y finalmente en el capítulo **quinto** se realizan las conclusiones respecto de los análisis y auditorías independientes realizados a la CTSM respecto de: calidad del aire, monitoreo de emisiones en chimenea, monitoreo de ruido y residuos industriales líquidos.

Por otro lado el informe elaborado por el DICTUC tiene por objeto: **(i)** verificar los antecedentes técnicos remitidos a COREMA VIII con fecha 25 de enero de 2010 a través de una carta de solicitud de pertinencia, donde se sostuvo que el cambio introducido en las dos chimeneas de descarga de las emisiones atmosféricas del Proyecto (aumento de la altura de 90 a 130 m), no iba a causar impactos en la calidad del aire adicionales o diferentes de los autorizados en la RCA; **(ii)** analizar los impactos en calidad de aire considerando las emisiones reales y actualmente medidas en la CTSM; **(iii)** analizar los impactos en calidad de aire considerando las emisiones reales y actuales medidas en el CTSM considerando dos niveles de carga diferente (potencia generada) en el CTSM.

El análisis de dicho informe se estructura en 6 capítulos: en el **primero** una introducción del mismo; en el **segundo** los objetivos de este informe; en el **tercero** los alcances del mismo; en el **cuarto** se explica la metodología utilizada y el plan de trabajo; en el **quinto** se detallan los resultados obtenidos, considerando a su vez 3 casos: (a) caso de emisiones atmosféricas consideradas en el EIA; (b) caso de las emisiones reales del CTSM; (c) caso de las emisiones actuales y diferente potencia generada en el CTSM; finalmente en el capítulo **sexto** se incluyen las conclusiones del informe.

Las conclusiones a las que arriban ambos informes son los siguientes (los destacados son nuestros):

(I) Informe Técnico-Ambiental: Complejo Termoeléctrico Santa María de Coronel

1. *“De los antecedentes aportados en el presente informe se puede concluir que las actuaciones de Colbún, tanto para la construcción como para la operación de la Central Termoeléctrica Santa María, se enmarcan dentro de la autorización ambiental principal (RCA 176/07) y que la forma en que se hicieron, corresponde a la forma que se ajusta a la conducta esperada de un agente diligente para las variables ambientales estudiadas” (supra, § 5).*
2. *“Se da cumplimiento a las mediciones de calidad del aire comprometidas en la RCA 176/2007” (supra, § 5.1).*
3. *“De acuerdo a las emisiones estimadas en el proceso de evaluación y consideradas en la RCA N° 176/2007, y de acuerdo a los valores de monitoreo obtenidos durante el periodo de operación, se indica que se encuentran dentro de lo esperado en la evaluación ambiental del proyecto y dentro de los límites máximos permisibles en la legislación relativa a norma primaria y secundaria, no existiendo antecedentes que indiquen que sea necesario modificar la metodología, frecuencia de monitoreo”. (supra, § 5.1).*
4. *“Al comparar las emisiones autorizadas para la Unidad 1 según la RCA N° 176/2007 con las emisiones reales, se concluye que, las emisiones atmosféricas medidas y verificadas por la autoridad en la etapa de operación son inferiores en varios órdenes de magnitud a las evaluadas y proyectadas en el EIA” (supra, § 5.2).*

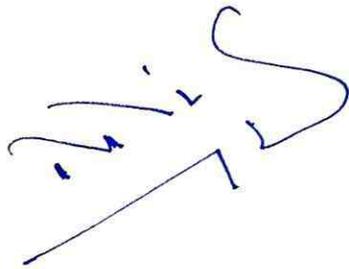
2

(II) Modelación de calidad del aire CTSM, Coronel, VIII Región

1. “Se corrobora los resultados del estudio ‘Modelación de la Dispersión de las Emisiones Atmosféricas Provenientes del Complejo Termoelectrico Santa María de Coronel’, realizados por Algoritmos S.A. con fecha enero de 2010 **así como también se confirma la total validez del análisis de la carta de pertinencia del año 2010 y la resolución respectiva de la COREMA VIII Región. Este resultado es robusto y consistente al utilizarse tres años de datos meteorológicos para la zona de estudio**” (supra, § 6).
2. “Se encuentra que **los impactos reales de calidad de aire son considerablemente inferiores a los estimados en el EIA, ya que las emisiones reales son significativamente menores a las emisiones supuestas en el EIA**” (supra, § 6).
3. “En la operación real del CTSM en los años 2016 y 2017, los datos de las emisiones atmosféricas reportados en el SICTER no presentan diferencias significativas de emisiones de MP₁₀ y SO₂ cuando la potencia generada pasa de 350 a 370 MW. **Esto significa que la variación de la potencia generada o nivel de carga del CTSM no implica cambios en la calidad del aire en el área de influencia del CTSM para estos dos contaminantes**” (supra, § 6).
4. “Se concluye que **la modificación de las dimensiones de las chimeneas del Proyecto CTSM no conlleva variación en los impactos en calidad del aire originalmente estimados en el EIA del Proyecto, y en la mayoría de los casos dichos impactos disminuyeron de magnitud. Además la operación real del Proyecto, está asociada a niveles de emisión en chimenea e impactos en calidad del aire muy inferiores a los estimados en el EIA original. Finalmente, la variabilidad en la potencia generada en el CTSM no produce cambios significativos en los aportes del CTSM a las concentraciones ambientales en la zona de influencia del Proyecto, que nuevamente son mucho menores en la práctica que los impactos autorizados en la RCA del CTSM**” (supra, § 6).

POR TANTO, en mérito de lo expuesto;

SOLICITO AL SEÑOR SUPERINTENDENTE DEL MEDIO AMBIENTE, tener por acompañado los referidos informes (en versión física y vía un CD), y tener presente su análisis y conclusiones al momento de resolver la presente formulación de cargos en contra de mi representada.

A handwritten signature in blue ink, consisting of several stylized, overlapping loops and lines, positioned in the center of the page.

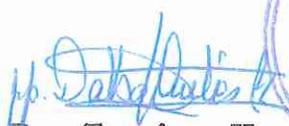
Concepción, 13 de junio 2018
EULA N° 163/2018

Señor
Daniel Gordon
Jefe de Area Ambiental
Colbún S.A.
Av. Apoquindo 4775 Piso 11
SANTIAGO

Estimado señor Gordon:

*Por medio de la presente, envié a usted 1 ejemplar del informe Técnico Ambiental
"Complejo Termoeléctrico Santa María de Coronel".*

Sin otro particular, saluda atentamente a usted,



Ruy Travieso Kramer

Coordinador de Asistencia Técnica y Convenios

c.c.: Archivo A. Técnica, Centro EULA
Archivo Dirección, Centro EULA

RTK/DAB/dab.



CENTRO DE CIENCIAS AMBIENTALES
EULA-CHILE
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN



INFORME TÉCNICO-AMBIENTAL

Complejo Termoeléctrico Santa María de Coronel



Gilberto Fagnuolo

Centro EULA-Chile, Universidad de Concepción



Junio, 2018

INDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN EJECUTIVO	3
1. LA EVALUACIÓN AMBIENTAL Y LA PREDICCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	5
2. AUDITORIA AMBIENTAL ETAPA CONSTRUCCION.....	11
2.1.- Calidad del Aire.....	11
2.2.- Niveles de Ruido en el área de influencia del complejo	14
2.3.- Residuos Líquidos.....	16
2.4.- Residuos Sólidos	17
2.5.- Flora y Vegetación Terrestre.....	17
2.6.- Fauna Terrestre	17
2.7.- Calidad del Agua y Fauna Marina	18
2.8.- Impacto Vial	18
2.9.- Estero El Manco	18
2.10 Paisaje.....	19
2.11 Plan de compensación emisiones material particulado	20
2.12 Conclusiones Auditoria Ambiental Independiente, Etapa de Construcción	21
3. AUDITORIA AMBIENTAL ETAPA DE OPERACIÓN	25
3.1 Monitoreo de la calidad del aire.....	26
3.2 Emisiones.....	26
3.3 Monitoreo de ruido	29
3.4 Residuos Industriales Líquidos.....	31
3.5 Monitoreo de la calidad del agua.....	32
3.6 Temperatura de la Bahía.....	34
4.- INDICADORES OPERACIONALES	35
5.- CONCLUSIONES	36
5.1.- Calidad del Aire.....	36
5.2.- Monitoreo de emisiones en Chimenea.....	37
5.3.- Monitoreo de Ruido en la etapa de Operación.....	37
5.4.- Residuos Industriales Líquidos	38

RESUMEN EJECUTIVO

La Central Termoeléctrica Santa María obtuvo su Resolución de Calificación Ambiental favorable, RCA N° 176 con fecha 12 de julio de 2007, en dicha resolución se califica ambientalmente al proyecto y recopila una serie de exigencias, obligaciones y compromisos que fueron adquiridos por el Titular del proyecto, para dar cumplimiento a la normativa de carácter ambiental aplicable.

Para cumplir con los compromisos establecidos en el EIA se realizaron Auditorías Ambientales Independientes al proyecto, cuyo objetivo era determinar si las instalaciones construidas y montadas como parte del Proyecto estaban acorde con lo descrito en el EIA del proyecto, sus Adendas y posibles posteriores modificaciones; y por otra parte, si son adecuadas para dar cumplimiento a la Resolución de Calificación Ambiental respectiva.

El Centro EULA desarrolló las Auditorías Ambientales Independientes tanto en la etapa de construcción como de operación. Desde enero de 2007 a julio de 2012 se realizaron inspecciones mensuales, para realizar el seguimiento y verificación de los compromisos adquiridos en la Resolución de Calificación Ambiental (RCA 176/2007) en la etapa de construcción. Posteriormente, en su etapa de operación se realizaron auditorías anuales a partir del año 2013, cuyos informes informaron a la Autoridad Ambiental de los resultados de la aplicación del Plan de Medidas de Mitigación, Reparación, Compensación, Prevención de Riesgos y Control de accidentes. Estas auditorías han permitido verificar a la fecha el cumplimiento: de las disposiciones contenidas en la RCA, de las medidas para hacerse cargo de los efectos ambientales, de los Planes de Seguimiento, de la normativa ambiental aplicable al proyecto y del desempeño ambiental.

Se revisaron los diferentes informes de auditoría para verificar los compromisos de la RCA N° 176 concluyendo que:

- El proyecto aprobado ambientalmente consiste en un complejo de dos unidades de generación eléctrica con una potencia total de 700 MW, encontrándose operativa una de dichas unidades, cumpliéndose a la fecha con todas las medidas de mitigación, reparación y compensación comprometidas para el proyecto (no existiendo impactos adicionales o no evaluados).

- Se ha dado cumplimiento a las mediciones de calidad del aire comprometidas en la RCA 176/2007.
- Desde el 2012 a la fecha, las emisiones atmosféricas medidas y constatadas por la autoridad competente son inferiores en varios órdenes de magnitud a las establecidas en el EIA y RCA 176/2007
- Las mediciones de emisiones atmosféricas y la medición isocinética anual han dado cuenta del cumplimiento de los límites de concentración de los parámetros establecidos en el D.S N° 13/2011 desde el año 2012 a la fecha.
- Se han realizado mediciones mensuales de ruido tanto diurno como nocturno en toda la fase de operación de la Central conforme a lo establecido en la normativa de emisión de ruido (D.S N°146/98 del MINSEGPRES- D.S N° 38/11 del MMA). En dicho periodo sólo se ha superado la normativa de ruido en una oportunidad, lo que dio origen a un Programa de Cumplimiento, el que se implementó exitosamente según resolvió la SMA en febrero del 2018.
- El muestreo de las descargas del efluente industrial a la bahía de Coronel ha dado cuenta del cumplimiento bajo los límites máximos permisibles de acuerdo a la Tabla N° 4 del D.S N° 90/2000.
- Se ha cumplido con lo indicado en la RCA 176/07 en determinar la toxicidad del efluente de forma anual. Los resultados indican que los RILes utilizados no presentan mayores efectos sobre los organismos existentes.

Como es natural en cualquier proyecto de esta naturaleza, la Central ha tenido modificaciones durante la etapa final de diseño y construcción, de las cuales aquellas que pudieran presentar cambios relevantes desde el punto de vista ambiental, fueron consultadas oportunamente mediante cartas de pertinencia al SEA Región del Biobío.

En base a la información recopilada y las verificaciones efectuadas durante las auditorías ambientales, se elaboró el presente informe que resume las auditorías ambientales realizadas en la etapa de construcción y operación, y que permite concluir que, desde la metodología de la evaluación de impacto ambiental, el Proyecto Santa María ha sido diseñado, construido, operado –incluyendo sus modificaciones– para dar cumplimiento al

estándar ambiental-operacional que exige el marco normativo ambiental para un proyecto de esta naturaleza.

1. LA EVALUACIÓN AMBIENTAL Y LA PREDICCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

El profesor Martín Mateo dispone que “La evaluación de impacto ambiental es un procedimiento participativo para la ponderación anticipada de las consecuencias ambientales de una prevista decisión de derecho público”.¹ Según el profesor Eduardo Astorga, la Evaluación de Impacto Ambiental constituye “una de las expresiones más significativas del principio de la prevención, en la medida que se basa en la previsión y denuncia de los riesgos de la naturaleza ambiental de las grandes obras y sus alternativas, procurando de este modo enfrentar no solo el daño ambiental sino, sobre todo, la propia amenaza”.²

Por su parte la Ley 19.300, en su artículo 2 letra j) define a la Evaluación de Impacto Ambiental como “j) Evaluación de Impacto Ambiental: el procedimiento, a cargo del Servicio de Evaluación Ambiental, que, en base a un Estudio o Declaración de Impacto Ambiental, determina si el impacto ambiental de una actividad o proyecto se ajusta a las normas vigentes”.

En base a las definiciones expuestas y a nuestro marco jurídico, podríamos decir que la evaluación de impacto ambiental supone la ejecución de una serie de actividades sucesivas y concatenadas, que conforman un procedimiento destinado a la ponderación anticipada de las consecuencias ambientales de un determinado proyecto o actividad, respecto a cuya ejecución la autoridad debe decidir, fundadamente, si autoriza o rechaza el proyecto o actividad.

En Chile, esta evaluación está regulada por la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente, LBMA, Ley N° 19.300 y el Reglamento del sistema de evaluación ambiental, D.S. N° 40/2012. MMA. Ambos cuerpos normativos, regulan tanto las tipologías de ingreso al sistema

¹ Martín Mateo, R., Tratado de Derecho Ambiental, Vol. I., Trivium, Madrid, 1991.

² Astorga Jorquera, Eduardo, Derecho Ambiental Chileno Parte General, Santiago, Editorial Lexis Nexis, 2006, P. 69.

de evaluación ambiental (SEIA), la tramitación de ésta, como también los requisitos mínimos que debe cumplir un Estudio de Impacto Ambiental (EIA), para ser admisible de tramitación y posteriormente ser evaluado.

Los contenidos mínimos de un EIA están regulados, tanto en la LBMA en su art. 12, y en mayor detalle en el art. 18 del RSEIA, para el caso de estudio, haremos referencia en particular al requisito establecido en el literal f, del citado art. 18: “f) Una predicción y evaluación del impacto ambiental del proyecto o actividad.”³

La predicción de impactos consistirá en la identificación y estimación o cuantificación de las alteraciones directas e indirectas a los elementos del medio ambiente descritos en la línea de base, derivadas de la ejecución o modificación del proyecto o actividad para cada una de sus fases.”

En virtud de ello se hace un modelo predictivo, de anticipación e identificación de los probables impactos que ocasionará un proyecto, considerando que esta es la base de modelo de evaluación ambiental como instrumento de gestión ambiental inminentemente preventivo.

Urrutia Cáceres, señala “...se puede inferir que la Evaluación de Impacto Ambiental consiste en un procedimiento destinado a determinar anticipadamente la alteración que provocará, directa o indirectamente, un determinado proyecto o actividad en el sistema global de elementos naturales y artificiales que conforman el medio ambiente”.⁴

El evaluador, es decir el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), es quien junto con los Órganos del Estado con Competencias Ambientales (OECA), revisan esta predicción considerando el estado del arte y las condiciones del proyecto en particular, que, si son consideradas idóneas, llevan finalmente a la aprobación del proyecto o actividad.

En el marco del proceso de evaluación de impacto ambiental se puede recurrir al uso de herramientas técnicas para identificar anticipadamente los impactos de un proyecto o actividad. En la medida que el ente evaluador sea acucioso en el uso de estas herramientas

³ Lo subrayado es nuestro.

⁴ Urrutia Cáceres, Ignacio “El impacto ambiental no previsto en el marco del sistema de evaluación de impacto ambiental” Memoria para optar al grado de Magíster en Derecho Ambiental, Universidad de Chile

se podrá disminuir la probabilidad de incurrir en un error de evaluación que incida posteriormente en la aparición de un impacto no evaluado.⁵

Si el proyecto o actividad cuenta con una RCA favorable, se considera que se ha hecho cargo de los posibles impactos que generará al medio.

Urrutia Cáceres señala “Por lo anteriormente señalado, la RCA viene a ser un acto administrativo que genera efectos respecto a la Administración del Estado, pero además tiene incidencia sobre los particulares, ya que autoriza en forma previa el desarrollo de una actividad lícita y compatible con un desarrollo sustentable. En este sentido, y desde el punto de vista de su objeto, se trata de una resolución administrativa que autoriza la operación o el funcionamiento de un determinado proyecto o actividad, o bien regula el ejercicio de una actividad que se prolongará en el tiempo. Por lo tanto, la autorización antes referida, en base a la información recopilada durante el proceso de evaluación ambiental, autoriza el desarrollo o instalación de un determinado proyecto o actividad bajo determinadas condiciones por tiempo indefinido (salvo que el proyecto mismo se acote a un plazo determinado), por lo que necesariamente se generará una vinculación en el tiempo entre la Administración y el administrado, en que se fiscalizará por la primera el cumplimiento de las condiciones de la autorización.”

Se ha entendido, que estas condiciones se mantienen durante toda la vida útil del proyecto, salvo que este sufra cambios de consideración o que sea revisada de oficio por la propia autoridad, de acuerdo a lo señalado en el Artículo 25 quinquies ..“*de oficio o a petición del titular o del directamente afectado, cuando ejecutándose el proyecto, las variables evaluadas y contempladas en el plan de seguimiento sobre las cuales fueron establecidas las condiciones o medidas, hayan variado sustantivamente en relación a lo proyectado o no se hayan verificado, todo ello con el objeto de adoptar las medidas necesarias para corregir dichas situaciones.*”

Ninguna de estas situaciones se ha producido para el caso de la Central Termoeléctrica Santa María, es más, es el propio titular quien, ocupa la consulta de pertinencia para determinar si los cambios técnicos realizados, deben ser considerados cambios de

⁵ Ob. citada

consideración o no (ver Tabla 1). Para dilucidar si un proyecto ha sufrido cambios de consideración, existe una definición legal dada por el Art. 2º letra g) del RSEIA.

Tabla 1. Consultas de pertinencias realizadas por el proyecto Central Termoeléctrica Santa María

Nº Carta enviada por Colbun	Fecha	Tema	Respuesta del SEA
GDG 14/09	06-03-09	Trabajos en horario nocturno (300 a 500 personas) en obras civiles, trabajos mecánicos, montaje equipos, sin alterar DS 146	Res. Ex. 86 del 27-03-09 No son cambios de consideración. Se debe realizar mediciones de ruido diurna y nocturna semanalmente por 3 meses en los 9 puntos.
GDG 13/10	25-01-10	Modificaciones a la chimenea de descarga de gases de 90 m a 130 m para garantizar la operación del desulfurizador adosado. No implica la modificación en la emisión de gases ni desplazamiento de la pluma. Modificación caudal de enfriamiento de 45.000 m ³ /h a 50.000m ³ /h. no altera la calidad de los efluentes líquidos descargados a través del emisario.	Res. Ex. 94 del 19-05-10 Se resuelve que la altura de la chimenea no constituye un cambio de consideración desde el punto de vista ambiental. Se solicitan mayores antecedentes, modelación de temperatura del cuerpo receptor
GDG 215/10	28-12-10	Ajuste en el manejo y disposición de RILEs en la etapa de puesta en marcha	Ord. 81 del 26-01-11 SEA consulta a GMT y SERNAPESCA se concluye que no representa un cambio de consideración y que se deben seguir ciertas condiciones
GDG 81/11	20-05-11	Transporte de carbón (70 mil Ton.) de carácter eventual mediante camiones desde el puerto a la cancha de acopio de la Central	Res. Ex N° 60 del 8-03-12 no constituye un cambio significativo que amerite su ingreso al SEA
GDG 128/12	28-06-12	Cambio de sitio de reforestación en 2 de los 3 sitios	Carta 383 del 30-07-12. SEA consulta a CONAF, se considera que no es un cambio significativo que amerite su ingreso al SEA

GMA 11/13	30-01-13	Suministro de agua potable, recolección y tratamiento de aguas servidas son entregadas por ESSBIO. Lo que implica una disminución de las descargas al mar. Nuevos insumos químicos para el tratamiento del agua del circuito agua-vapor	Carta 132 del 6-02-13 Las obras, acciones o medidas no son susceptibles de generar nuevos impactos adversos. Las sustancia químicas son muy similares a la RCA y no constituyen un impacto significativo, han sido aminoradas.
GMA 101/13	22-08-13	Instalación de filtros de malla (4 mm de trama) metálica de cuproníquel adosados al cabezal de succión de agua de mar (por varazones atípicas de langostinos juveniles) para evitar o minimizar el ingreso de biota marina al sistema de enfriamiento.	Res. Ex. 221/13 del 6-09-13. Las obras, acciones o medidas no son susceptibles de generar nuevos impactos adversos. Colbún debe realizar un Plan de seguimiento Ambiental y de monitoreo
GMA 137/13	03-12-13	Implementación del desnitrificador en la Unidad 2	Res. Ex. 164 SEA no corresponden a un cambio de consideración

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar, el titular ha hecho múltiples consultas de pertinencia, todas las cuales han obtenido como respuesta que no se encuentran ante la figura de "cambios de consideración", luego si no han existido este tipo de cambios, mal podría cambiar significativamente los impactos generados por el proyecto.

La Resolución de calificación Ambiental (RCA)

La RCA es un acto administrativo de efectos particulares que autoriza el funcionamiento de una actividad sujeta al cumplimiento de ciertas normas y condiciones preestablecidas.⁶ Es un acto administrativo terminal, de efectos relativos y con límites territoriales.

Por su parte, el instructivo N° 150.584 del SEA, establece que la RCA es un acto administrativo terminal del procedimiento de evaluación de impacto ambiental, en virtud del cual se puede aprobar un proyecto o actividad, pura y simplemente o sujeto a condiciones y exigencias, en los términos establecidos en el art. 60 del RSEIA.

⁶ CARRASCO QUIROGA, Edesio y HERRERA VALVERDE, Javier. LA INTERPRETACIÓN DE LA RESOLUCIÓN DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL. *Rev. chil. derecho* [online]. 2014, vol.41, n.2 [citado 2018-04-24], pp.635-671. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718>

Como se aprecia, una RCA favorable establece las condiciones bajo las cuales un proyecto o actividad puede desarrollarse, condiciones que deben cumplirse en todas sus fases, existiendo además un deber de cuidado por parte del titular del proyecto, para cumplir estos requerimientos que pueden desprenderse no sólo del texto de la RCA, sino también del instrumento de evaluación, DIA o EIA, de ICSARAS o Adendas e incluso de consultas de pertinencia.

Verificación del cumplimiento de los requisitos de la RCA

Se han realizado Auditorías Ambientales Independientes para verificar el cumplimiento de los compromisos adquiridos en la Resolución de Calificación Ambiental N° 176/2007 que aprobó ambientalmente el proyecto del Complejo Termoeléctrico Santa María y, aquellas resoluciones y pronunciamientos que aprobaron modificaciones al mismo proyecto durante su etapa de construcción y operación. Estos informes permitieron informar a la Autoridad Ambiental de los resultados de la aplicación del Plan de Medidas de Mitigación, Reparación, Compensación, Prevención de Riesgos y Control de accidentes, y las auditorías han permitido verificar a la fecha, el cumplimiento: de las disposiciones contenidas en la RCA, de las medidas para hacerse cargo de los efectos ambientales, de los Planes de Seguimiento, de la normativa ambiental aplicable al proyecto y del desempeño ambiental.

En cada una de las auditorías ambientales independientes realizadas, se consideraron los parámetros ambientales que presentaron algún nivel de afectación durante la etapa de construcción y operación. Para verificar los compromisos ambientales adquiridos por Colbún S.A, se confeccionaron fichas de verificación y registros fotográficos de las visitas a terreno para constatar el estado en cada visita y, llevar un registro en el tiempo de las medidas de mitigación de los impactos ambientales producto de actividades, obras y faenas en el área de influencia del proyecto. En cada uno de los informes se entregaron observaciones, recomendaciones y sugerencias, dependiendo la situación, para la correcta aplicación de medidas de mitigación, reparación, compensación, prevención de riesgos y control de accidentes. En los capítulos siguientes se entrega información resumida de las auditorías ambientales independientes realizadas en la etapa de construcción y operación del proyecto.

2. AUDITORIA AMBIENTAL ETAPA CONSTRUCCION

En cada una de las auditorías ambientales independientes realizadas, se consideraron los parámetros ambientales que presentaron algún nivel de afectación durante la etapa de construcción y que correspondieron a: revisión de instalación de faenas, excavaciones y movimientos de tierra, compactación de terrenos, emisiones atmosféricas, manejo de efluentes líquidos, manejo de residuos sólidos (peligrosos y no peligrosos), emisión de ruidos, flora y vegetación terrestre, fauna terrestre, impacto vial, mano de obra, paisaje, calidad del agua y fauna marina, entre otros. Se verificó además, el cumplimiento de la normativa ambiental aplicable, los permisos ambientales sectoriales, las contingencias y riesgos ambientales.

Para verificar los compromisos ambientales adquiridos por Colbún S.A, se confeccionaron fichas de verificación y registros fotográficos de las visitas a terreno para constatar el estado en cada visita y, llevar un registro en el tiempo de las medidas de mitigación de los impactos ambientales producto de actividades, obras y faenas en el área de influencia del proyecto.

En cada uno de los informes se entregaron observaciones, recomendaciones y sugerencias, dependiendo la situación, para la correcta aplicación de medidas de mitigación, reparación, compensación, prevención de riesgos y control de accidentes ambientales.

2.1.- Calidad del Aire

Este impacto se produjo principalmente por el levantamiento de polvo y la generación de gases y material particulado producto del funcionamiento de motores y maquinarias en las obras y acciones del proyecto que involucran movimientos de tierra, excavaciones, transporte y pruebas operacionales. Para mitigar este impacto se verificaron las siguientes medidas:

- Se controló el polvo fugitivo mediante el procedimiento periódico de humectación de los caminos mediante camiones aljibes con aspersores, especialmente en el periodo estival (Figura 1).
- Se construyeron carpetas de rodado estables en los accesos viales a las faenas para reducir al máximo el levantamiento de polvo.

- El transporte de materiales que podría generar polvo se efectuó cubriendo total y eficazmente los materiales con lona o plásticos de dimensiones adecuadas, para impedir su dispersión al aire (Figura 2).
- Se implementó un cerco perimetral a las obras para impedir la dispersión de polvo y la caída de material hacia sectores cercanos al predio del proyecto, a través del uso de mallas "para-polvo".
- Se realizó la capacitación a operadores respecto de evitar acciones que redunden en eventuales impactos a la calidad del aire.
- Durante la construcción estuvieron prohibidas las quemas.
- Control de la velocidad de desplazamiento vehicular en el área de influencia y en los caminos no pavimentados mediante la señalética (Figura 2).



Figura 1: Camiones aljibe humectando los caminos durante la construcción de la Central.



Figura 2: Señalética de velocidad y camión encarpado entrando al área de construcción.

Programa de Vigilancia de la Calidad del Aire:

Colbún S.A solicitó a SERPRAM efectuar campañas de mediciones de calidad de aire en un sector poblado de Coronel Norte (aguas arriba), de Coronel Sur (aguas abajo) y en Calabozo, como parte de su proyecto. A partir del 6 de mayo de 2008, la SEREMI de Salud declaró a las estaciones CORONEL SUR y CORONEL NORTE como Estaciones de Monitoreo con Representación Poblacional, según Resolución N° 2C52769 de fecha 06/05/2008 SEREMI de Salud Región del Biobío.

El programa de monitoreo consistió en realizar mediciones de calidad de aire y de parámetros meteorológicos en forma continua. Los parámetros y variables medidas fueron las siguientes: Velocidad y dirección de viento, Temperatura, Humedad relativa, Radiación solar, Precipitación, Material Particulado respirable (PM10), Dióxido de azufre (SO₂), Monóxido de carbono (CO), Óxidos de nitrógeno (NO_x), Ozono (O₃), Hidrocarburos totales (HCT), y Metano (CH₄).

El monitoreo comenzó el 1 de marzo de 2005 en estación Escuadrón y el 15 de marzo de 2005 en estación Coronel Norte. A partir del 15 de marzo de 2006 se instaló una nueva estación de medición de velocidad y dirección del viento al interior del puerto ubicado al sur de Coronel. A partir del 21 de noviembre de 2006 se instaló una nueva estación monitorea denominada Coronel Sur en reemplazo de la estación Escuadrón, esta última finalizó su monitoreo el 30 de noviembre de 2006.

A partir del 15 de enero de 2008 se instaló una nueva estación de medición de velocidad, dirección del viento y SO₂ ubicado al oeste de la estación Coronel Norte, en Calabozo, con la finalidad de monitorear la norma secundaria de SO₂. A partir del 7 de septiembre de 2011 se instaló una nueva estación meteorológica en reemplazo de la estación Puerto de Coronel, con el fin de dar cumplimiento a la RCA de mantener una meteorología en la plataforma del CT Santa María. La nueva estación se denomina Estación Santa María.

2.2.- Niveles de Ruido en el área de influencia del complejo

Se implementó un programa de monitoreo de ruido con frecuencia mensual desde el inicio de la construcción hasta la finalización de todas las actividades de construcción del proyecto. El Monitoreo fue realizado por la Empresa "Ruido Ambiental Ltda." Para evaluar los niveles de ruido se aplicó el D.S. 146/97 SEGPRES el cual establece los niveles máximos permisibles de presión sonora corregidos y los criterios técnicos para evaluar y calificar la emisión de ruidos molestos generados por fuentes fijas hacia la comunidad. Los puntos evaluados corresponden a los indicados en el EIA más un punto adicional denominado "J" incluido el mes de febrero del 2009 debido a la existencia de faenas de construcción del emisario terrestre en el sector del estero El Manco (Figura 3), entre el punto "B" (Puerto Coronel) y "D" (Calle Sotomayor con río El Manco).



Figura 3: Puntos de medición de ruido, etapa de construcción.

Durante el periodo de construcción el nivel de ruido estuvo dentro del límite normativo, excepto en una ocasión, el mes de febrero de 2009, donde los valores oscilaron entre 43,2 y 70,9 dB(A) correspondiente a obras civiles en el sector de la plataforma 1 y 2, y faenas de movimiento de tierra y construcción del emisario terrestre al sur del estero. Debido a que se superaba el límite normativo en el punto "C", se implementó un Plan de Acción de abatimiento de Ruido donde se aplicaron las medidas de mitigación propuestas a la autoridad. El sector comprendido entre el bypass de Coronel hasta la calle Sotomayor se

dispuso de una barrera de madera OSB de 15 mm de espesor y de aprox. 2.4 m de altura y entre la calle Sotomayor y el Puerto de Coronel una segunda barrera de aprox. 4.8 m.

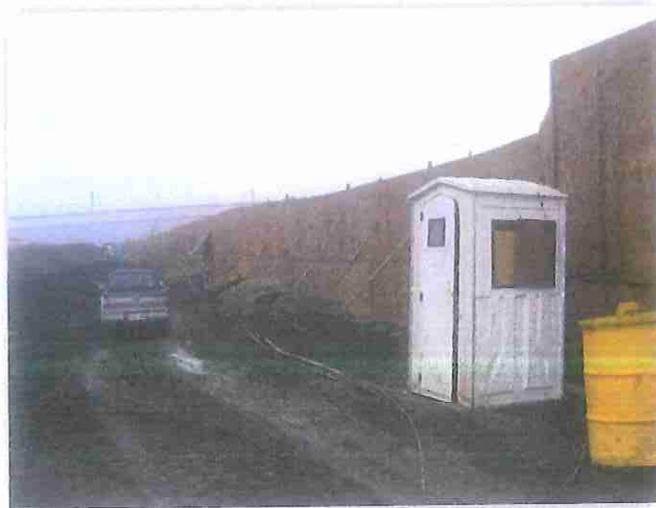


Figura 4: Medidas de mitigación implementadas durante la instalación de tuberías para disminuir el ruido en el sector de las viviendas adyacentes al Estero El Manco.

2.3.- Residuos Líquidos

Durante la etapa de construcción se instalaron plantas de tratamiento de aguas servidas modulares y diseñadas para dar cumplimiento a la Tabla N°1 del D.S.N° 90/2000 del MINSEGPRES, descargando los residuos líquidos tratados al estero El Manco (sólo al comienzo de la etapa de construcción). Los lodos de las plantas de tratamiento de aguas servidas fueron retirados por empresas con autorización sanitaria respectiva en períodos definidos por contrato y dispuestos en rellenos sanitarios ambientalmente autorizados.

Con fecha 6 de agosto de 2009, el Director de Vialidad de la Región del BioBío autorizó a Colbún a utilizar faja fiscal de la Ruta 160 para atravesio subterráneo de cañería de agua potable y colector de alcantarillado.



Figura 5: Plantas de Tratamiento utilizadas durante los primeros años de la etapa de construcción (2007-2009) por la Empresa Tecnimont (a), Salfa (b) y Colbún (c).

2.4.- Residuos Sólidos

Los residuos industriales sólidos se almacenaron en lugares acondicionados para ello y los desechos y restos de basura fueron recolectados en contenedores de plástico.

Se implementó un sistema de segregación de los residuos basados en sus características propias. Se solicitó la respectiva autorización sanitaria para los sitios de almacenamiento y transporte a sitios autorizados.

El SAG realizó periódicamente inspecciones a los embalajes de madera de importación evidenciando su certificación de cumplimiento de medidas fitosanitarias.

Los residuos sólidos peligrosos fueron almacenados conforme a los criterios que ha definido el D.S. N° 148/04 del MINSAL, sobre Manejo Sanitario de Residuos Peligrosos y no peligrosos.

2.5.- Flora y Vegetación Terrestre

Debido a que no se ejecutó la obra que originaba la mayor parte de la corta de bosque asociado al Plan de Manejo Forestal (PMF) presentado en el EIA, el 30 de noviembre del 2009 Colbún se reunió con el Director Regional de CONAF, quien recomendó ingresar un PMF correctivo en la Oficina Provincial de CONAF. Dicho plan fue presentado a la autoridad el 23 de febrero de 2010 y aprobado mediante Resolución N°8032900 del 21 de junio de 2010. A partir de esa fecha empezó a implementarse el Plan.

2.6.- Fauna Terrestre

Previo al inicio de las obras de la plataforma (diciembre de 2006) se realizó un plan de rescate de especies para asegurar el completo rescate y relocalización de fauna en toda el área de influencia directa del proyecto. Dicho Plan fue entregado a COREMA y al SAG para su visado antes de comenzar las obras. Durante el periodo de construcción Colbún exigió un programa de capacitación a cada una de las empresas contratistas para asegurar que no existiera intervención irreversible en el estero El Manco, establecer medidas y buenas prácticas para la protección de la vida silvestre que existe en el área de influencia del proyecto y evitar efectos previsibles bajo la intensa actividad que ahí se realizó. Se prohibió a todo el personal realizar acciones de caza en el sector. Se implementó un procedimiento

de rescate y avistamiento que incorporó comunicación inmediata al SAG en caso de eventos de avistamiento o contingencias que involucrara alguna especie de fauna.

2.7.- Calidad del Agua y Fauna Marina

En la Línea Base se definieron 7 estaciones de muestreo, 6 de las cuales se ubicaron frente a la zona de descarga de las aguas de refrigeración del Complejo, en tanto que una estación se definió como estación de control, ubicada en el sector sur de la Bahía de Coronel, aproximadamente frente al sector de Playa Blanca. Durante la fase de construcción se realizó un programa de seguimiento ambiental para la fase previa de la construcción y para la etapa de construcción del emisario. Dicho estudio fue desarrollado por el Instituto de Investigación Pesquera de Talcahuano (INPESCA) y en él se concluye que no se registraron alteraciones en la calidad del agua y fauna marina en el área del emisario. Las campañas realizadas corresponden a las siguientes fechas: diciembre 2008; julio y diciembre de 2009; abril, julio y diciembre de 2010; y julio de 2011. Estas campañas continuaron en la fase de operación de la Central.

2.8.- Impacto Vial

Los proyectos de ingeniería para el acceso al Complejo fueron presentados a Vialidad y se obtuvo su aprobación mediante Ord. N° 0452 con fecha 01 de marzo de 2007.

2.9.- Estero El Manco

Se construyó la tubería para evacuar las aguas lluvias del área del proyecto que desemboca en el estero, tal como lo indica la RCA 176/2007. Se mejoró el camino paralelo al curso de El Manco y se protegió con la instalación de una reja (Figura 6).

El 25 de mayo de 2009 la DGA aprobó la solicitud de atraveso aéreo sobre el estero El Manco, para las estructuras de soporte para las tuberías de enfriamiento. Asimismo, se realizaron trabajos de limpieza realizados en noviembre de 2011 que se extendieron desde la Ruta 160 hasta la Calle Prat (sector desembocadura estero) iniciativa que fue financiada por Colbún y contó con el apoyo operacional de la I. Municipalidad de Coronel y la supervisión técnica de la Dirección de Obras Hidráulicas.

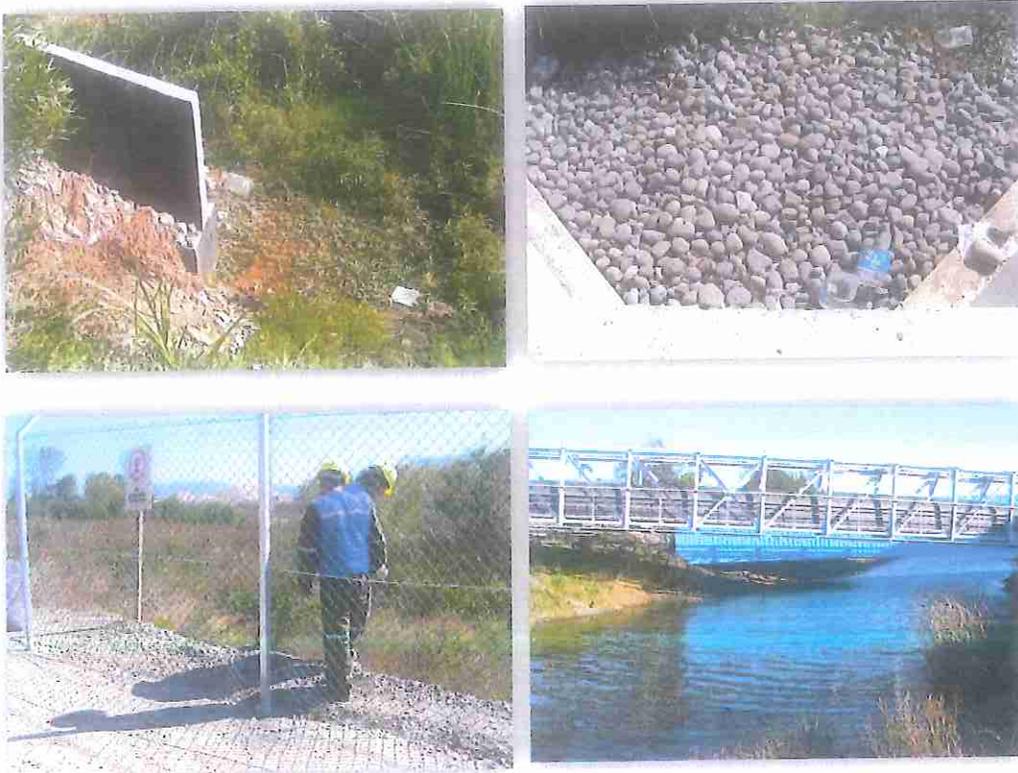


Figura 6: Evacuación de aguas lluvias el estero El Manco (Fotos superiores de febrero 2011). En la foto inferior izquierda se aprecia la construcción de una reja paralela al estero El Manco. En la foto inferior derecha se aprecia el atraveso sobre el estero El Manco en el sector de su desembocadura (foto de julio 2012).

2.10 Paisaje

Paralelamente al avance de la construcción de la Central se ha realizado un mejoramiento del entorno incorporando áreas verdes en diferentes áreas de la Central, el cual incluye la arborización y tratamiento de talud en las zonas perimetrales más cercanas a la comunidad (Figura 7).



Figura 7: Áreas verdes en diferentes sectores de la Central.

2.11 Plan de compensación emisiones material particulado

De acuerdo a lo que indica el considerando 4.2.1 de la RCA: *"la empresa deberá compensar las emisiones de material particulado que generará"*. La estimación del valor máximo anual para la Unidad I es de 434 Ton MP10/año.

El 21 de diciembre de 2011 se recibe Resolución Exenta N°281/2011 de la Comisión Evaluadora que aprueba Plan de Compensación propuesto por Colbún. Se destacan las siguientes medidas implementadas:

- **Cementos Bio Bio:** Implementación de un sistema de mitigación de emisiones del tipo Filtro de Mangas, para los Enfriadores de Parrilla de los hornos de Cementos Bio Bio del Sur S. A., Planta Talcahuano (cantidad de emisiones MP de 450 ton/año)
- **TAVEX Chile S.A.:** El 16 de junio de 2011 desmantelamiento de dos calderas (cantidad de emisiones MP de 41,6 ton/año)

- **Forestal La Esperanza:** El 21 de febrero del 2011 se dio inicio al proceso de desmantelamiento de dos calderas de Forestal la Esperanza S.A. La medida de Compensación se encuentra implementada desde junio 2011 (cantidad de emisiones MP de 102 ton/año)

Hospital de Coronel y Lota: Se colocaron en marcha 2 modernas calderas térmicas que operan con diésel y gas, reduciendo las emisiones en 26,8 ton/año y 28,6 ton/año respectivamente. **Recambio de Estufas:** Un total de 1.000 hogares de Coronel reemplazaron sus antiguas estufas por equipos de doble combustión, disminuyendo las emisiones y el ahorro de leña. En diciembre de 2012 culminó oficialmente el recambio de estufas a leña que Colbún, en coordinación con el Municipio de Coronel y las Juntas de Vecinos, contribuyeron a mejorar los índices de calidad del aire de la comuna. Esta medida ha permitido una reducción de 55 ton/año.

2.12 Conclusiones Auditoría Ambiental Independiente, Etapa de Construcción

A través de la Auditoría Ambiental independiente fue posible verificar en terreno los compromisos ambientales adquiridos por Colbún S.A. en el Estudio de Impacto Ambiental, así como los señalados en la Resolución de Calificación Ambiental 176/07 correspondiente a la Unidad I del Complejo Termoeléctrico Santa María durante su etapa de construcción.

Durante los 5 años de Auditoría Ambiental Independiente a la etapa de construcción de la Central se realizaron observaciones menores, especialmente durante los primeros años de construcción, las que fueron acogidas en su totalidad. Se verificó el cumplimiento de las medidas de mitigación comprometidas para los impactos ambientales relevantes, así como también el cumplimiento de la normativa ambiental aplicable. Dentro de los aspectos más relevantes se pueden destacar los siguientes:

- Se verificó el cumplimiento de los programas de monitoreo en calidad del aire (PM10, CO, SO₂, NO, NO₂, HCT, CH₄ y O₃) y de parámetros meteorológicos (Velocidad del viento, dirección del viento, temperatura, humedad relativa, radiación solar y precipitación) en forma continua. En las estaciones CORONEL SUR y CORONEL NORTE se realizaron mediciones de contaminantes atmosféricos, valores que no superaron los límites máximos permisibles fijados por la legislación chilena para

sustancias gaseosas. El valor fijado en el D.S. 59 para promedios de 24 horas de PM10, se superó en varias ocasiones en estación CORONEL SUR y CORONEL NORTE, lo que no se atribuye a la Central, sino que principalmente al uso de calefacción con leña.

- Se verificó cumplimiento del monitoreo de los niveles de ruido obtenidos con respecto al D.S.146/97 en horario diurno y nocturno en 10 puntos de medición (9 de ellos considerados en la línea de base del EIA). En la mayoría de las veces se cumplió con los límites máximos de inmisión de ruido de la normativa vigente, excepto durante febrero de 2009 donde se supera el límite normativo en el punto C, producto de faenas en el estero El Manco correspondiente a camiones grúa, excavadoras y golpe de tubería. Debido a lo anterior, se presentó un Plan de Acción de abatimiento de ruido a la autoridad detallando medidas de mitigación, las que fueron adecuadamente implementadas.
- Se verificó la realización de seis campañas de monitoreo marino en la zona de captación y descarga de agua en Bahía Coronel donde se estudió la hidrografía, bentos litoral y sublitoral, encontrándose que los componentes estudiados muestran un comportamiento típico con una marcada diferencia asociada a la estacionalidad, lo que es propio de las zonas marinas en la zona centro Sur de Chile.
- Colbún ha ejecutado un estudio adicional a lo dispuesto en la Resolución de Calificación Ambiental, con la Facultad de Ciencias Naturales & Oceanográficas de la Universidad de Concepción, con el objetivo de investigar y estudiar la variabilidad temporal de la hidrografía y circulación de la columna de agua en Bahía Coronel, instalando 36 termistores TIDBIT para mediciones de temperatura y 3 sensores STAR ODDI para mediciones de salinidad y temperatura. Los sensores se instalaron en diferentes sectores dentro y fuera de Bahía Coronel. Estos sensores se instalaron en líneas submareales y son inspeccionados regularmente por medio de buceo autónomo, recuperando la información almacenada en ellos.
- Se verificó que la mayoría de los residuos industriales sólidos fueron almacenados en lugares acondicionados para ello y los desechos y restos de basura fueron recolectados en contenedores de plástico. Se implementó un sistema de segregación de los residuos basados en sus características propias. Respecto de la acumulación de los residuos, se

tramitaron las respectivas autorizaciones sanitarias para los sitios de almacenamiento. Asimismo el SAG realizó periódicamente inspecciones a los embalajes que contaban con la certificación de cumplimiento de medidas fitosanitarias.

- Respecto de los residuos sólidos peligrosos, estos fueron almacenados conforme a los criterios definidos en el D.S. N° 148/01 del MINSAL, sobre Manejo Sanitario de Residuos Peligrosos.
- En relación a los Residuos Industriales Líquidos (RILES) durante la construcción se generaron RILES durante la limpieza química de la caldera, los que fueron descargados a piscinas temporales previo a su disposición final en Copiulemu. Por otro lado, a contar del mes de diciembre de 2009, las aguas servidas fueron dispuestas a través de la red de alcantarillado.
- En relación al plan de Compensación, el 17 de octubre del 2011 la Comisión Evaluadora aprueba el Plan propuesto, donde destaca las medidas aplicadas a las siguientes empresas e Instituciones: Cementos Bio Bio, Hospitales de Coronel y Lota, y Tavex. Con estas medidas se llegó a compensar 704 ton/año, número muy superior a lo comprometido por Unidad (434 ton/año), y a los valores reales de emisión, lo que se traduce en una sobrecompensación de emisiones.
- Durante todo el periodo de construcción, se realizó un análisis mensual de la mano de obra local, regional y foránea y se verificó el cumplimiento asociado a la mano de obra comprometida, ya que en todos los meses de construcción en promedio sobrepasó el 30% de mano de obra local (Coronel, Lota).
- Durante los 5 años de construcción se realizaron diversas capacitaciones a los trabajadores de las empresas contratistas acerca de temas ambientales y de seguridad tales como: impactos ambientales de la obra, Manejo de residuos, Buen uso del agua, Manejo de Residuos no peligrosos, Manejo de Residuos peligrosos, Orden y limpieza, Planificación del trabajo, Hojas de seguridad, Control de Derrames, Protección de rayos UV, charlas conducentes a asegurar que no existiera intervención en el estero El Manco, entre otras.

- Paralelo al avance de la construcción de la Central se ha realizado un mejoramiento del entorno incorporando áreas verdes en diferentes áreas de la Central, el cual incluye la arborización y tratamiento de talud en las zonas perimetrales más cercanas a la comunidad.

- Se realizaron modificaciones al proyecto durante la etapa de construcción que dicen relación con la altura de la chimenea que inicialmente era de 90 m y luego se modificó a 130 m, el horario de trabajo que debió ampliarse en horario nocturno, la solicitud para descargar las aguas de prueba de la puesta en marcha al mar, en la eventualidad que se produjera una contingencia y el carbón no pudiera descargarse en forma normal se utilizarían camiones para transportarlo al interior de la Central. Para todas las modificaciones mencionadas se presentaron cartas de pertinencia a la autoridad y se resolvió que las modificaciones no constituyen un cambio de consideración desde el punto de vista ambiental, de tal manera que no fue necesario ingresarlos al SEIA

- En relación con la comunidad fue posible verificar que Colbún S.A. organizó una serie de actividades para dar a conocer el proyecto y sus avances a las comunidades vecinas reforzando el área de las comunicaciones, realizando eventos con la comunidad, elaboración de proyectos para los Fondos de Desarrollo Social y atendiendo diversas visitas y reuniones varias.

3. AUDITORIA AMBIENTAL ETAPA DE OPERACIÓN

La Central Termoeléctrica evaluada tiene una potencia de 700 MW para dos unidades y utiliza carbón bituminoso como combustible. La Unidad I entró en operación comercial el 15 de agosto de 2012. Su vida útil se estima en 30 años, programando mantenencias anuales menores y revisiones mayores cada 3 años. La conexión al Sistema Interconectado Central (SIC) es mediante una línea de 220 kV.

El compromiso en la RCA 176/2007 fue realizar la primera auditoría a los *seis meses de haber entrado en operación la primera etapa de la central* y la *segunda auditoría a los doce meses de haber entrado en operación la primera etapa de la central*. Sin embargo, a solicitud de Colbún la auditoría ambiental anual se ha mantenido a partir del 2013 para asegurar el cumplimiento de los compromisos ambientales en esta etapa.

Desde la puesta en marcha de la Central se han realizado diversos monitoreos de variables ambientales para cumplir con los compromisos establecidos en la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) calificada favorablemente mediante Resolución Exenta N° 176 con fecha 12 de julio de 2007. Se consideró la realización de monitoreos para las siguientes variables ambientales:

- Monitoreo de la calidad del aire, por toda la vida útil del proyecto.
- Monitoreo de emisiones en chimenea, un sistema de monitoreo de emisiones para los parámetros MP, T°, caudal, CO, SO₂, NO_x, O₂.
- Monitoreo de ruido, mediciones semestrales durante el primer año de operación y anuales a partir del segundo año. A solicitud de la comunidad, Colbún ha considerado en los últimos años una frecuencia mensual.
- Calidad del agua, Programa de Vigilancia Ambiental marino con frecuencia semestral.
- Autocontrol, calidad de la descarga de la Central Termoeléctrica Santa María, según lo establecido en el D.S N° 90/2000.

Las mediciones han sido realizadas por la Empresa Técnica de Fiscalización Ambiental acreditada por la Superintendencia del Medio Ambiente PROTERM S.A. (ETFA 014-01). Todos los valores monitoreados fueron entregados como promedios horarios. También se realiza una medición isocinética anual de acuerdo al DS 138/06, de la emisión de Material Particulado Total (MPT), Óxidos de Nitrógeno (NOx), Dióxido de Azufre (SO₂) y Monóxido de Carbono (CO). Los informes emitidos por PROTERM y entregados a la autoridad ambiental indican que se ha dado cumplimiento a las emisiones comprometidas de Material Particulado Total, Óxidos de Nitrógeno, Dióxido de Azufre y Monóxido de Carbono de acuerdo a lo indicado en RCA N° 176 del año 2007. En relación a la comparación de las emisiones, se observa que las emisiones han disminuido en relación a la medición realizada en el año 2014. En la Tabla 2, se comparan los flujos máxicos de las emisiones por año de operación con lo estimado en el EIA y RCA 176/07.

Tabla 2. Comparación de los flujos máxicos estimados en el EIA y los reales en la operación

Año	Horas operación	Monóxido Carbono (Ton/año)	Óxidos Nitrógeno (Ton/año)	Dióxido de Azufre (Ton/año)	Mat. Particulado (Ton/año)
2014	7549	409,9	4438,6	2388,1	24,5
2015	7080	226,6	2967,0	1680,4	16,6
2016	7398	179,8	2792,5	1476,2	19,1
2017	7850	219,3	3413,0	1516,5	30,6
Comprometido en EIA (Ton/año)		1.703	7.041	4.357	434

Es importante mencionar que la Norma de Emisión Termoeléctrica establece los límites de concentración para la emisión de contaminantes de fuentes fijas y corresponde al Decreto Supremo N° 13/2011, la que indica en su Artículo primero que, —La presente norma de emisión para termoeléctricas tiene por objeto controlar las emisiones al aire de Material Particulado (MP), Óxidos de Nitrógeno (NOx), Dióxido de Azufre (SO₂) y Mercurio (Hg), a fin de prevenir y proteger la salud de las personas y el medio ambiente. Los límites de cumplimiento son los descritos en la Tabla 3.

Tabla 3. Requerimiento de cumplimiento DS 13 / 2011

Parámetro	Concentración límite (mg/Nm ³)	Porcentaje de cumplimiento mínimo
Material Particulado (MP)	50	100% de la horas en régimen
Dióxido de Azufre (SO ₂)	400	100% de las horas en régimen
Óxidos de Nitrógeno (NO _x)	500	Sobre 70% de las horas de funcionamiento

Los valores estimados en el EIA, son comparados con el límite máximo establecido en el DS.13/2011.

Tabla 4.1 Comparación de emisiones EIA (cargas másicas) versus reales

Contaminante	EIA (Ton/año)	Valores Anuales 2016 (ton/año)	Valores Anuales 2017 (ton/año)
MP ₁₀	946	19	29,5
SO ₂	9.524	1.472	1.515
NO _x	15.390	2.790	3.413

Tabla 4.2 Comparación de concentraciones reales versus límites establecidos en DS N°13/2011

Límite D.S. N°13/2011 (mg/Nm ³) ²	Valores promedio año 2015 (mg/Nm ³) ¹	Valores promedio año 2016 mg/Nm ³	Valores promedio año 2017 mg/Nm ³
50	1,2	1,9	2,08
400	185	155	174
500	333	298	336

(1) Condiciones normales de presión y temperatura de acuerdo DS 13/2011; (2) Tabla N°1 DS.13/2011

De los datos presentados en las Tablas 2 y 4.1 se concluye que los impactos esperados en la etapa de operación, en términos de emisiones atmosféricas, son inferiores en varios órdenes de magnitud a los proyectados en la evaluación,

Respecto al DS.13/2011 del MMA y de acuerdo a lo indicado en la tabla 4.2, las concentraciones reales para los parámetros MP, NO_x, SO₂, se encuentran muy por debajo de los límites de la Norma de emisión para Centrales Termoeléctricas.

Fiscalización de la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA)

La Central elabora un reporte trimestral del monitoreo continuo de emisiones y lo entrega a la Superintendencia de Medio Ambiente para dar cumplimiento al artículo 12° del D.S. 13/11.

Para el caso de MP, SO₂ y NO_x, se debe determinar el promedio horario de cada hora de funcionamiento, durante un año calendario. El promedio horario obtenido (o sustituido) en cada hora de funcionamiento debe compararse con el límite de emisión aplicable y determinar para cada una de esas horas de funcionamiento si es una hora de conformidad o de inconformidad.

Las conclusiones emitidas por la SMA indican lo siguiente: *La revisión realizada a los antecedentes asociados a la Unidad I del Complejo Termoeléctrico Santa María I de Coronel, y a los 4 Reportes Trimestrales ingresados, cumplió con los límites de emisión de MP, SO₂, Hg y NO_x establecidos en el D.S. 13/2011 durante el año 2016.*

3.3 Monitoreo de ruido

Las mediciones de ruido durante la etapa de operación comienzan en agosto de 2012. Los puntos de control para estos monitoreos de ruido fueron los indicados en la resolución RCA N°176/2007, y el horario de medición fue el establecido por el D.S. N° 38/11 (anterior D.S. N° 146/97) para período diurno (de 7 a 21 horas) y período nocturno (21 a 7 horas).

Los puntos evaluados corresponden a los indicados en el EIA más un punto adicional denominado J, incluido el mes de febrero de 2009, debido a la existencia de faenas de construcción del emisario terrestre en el sector del estero El Manco, entre el punto B (Puerto Coronel) y D (Calle Sotomayor con estero El Manco).

Tabla 5. Detalles de puntos de monitoreo de ruido

Punto	Descripción
A	Carlos Humberto Erratchou 1572. Viviendas de un piso ubicadas en la intersección de la Ruta 160 (Bypass)
B	Acceso Puerto, frente a bodegas en cruce estero Manco y línea ferrocarril.
C	Calle Esmeralda #1665 cruce estero. Sector residencial con comercio.
D	Calle Sotomayor #3 cruce estero Manco. Sector residencial con comercio.
E	Calle Lientur esquina Esmeralda #1390. Sector residencial con comercio.
F	Calle Orompello esquina Ruta 160 (Bypass). Sector residencial con comercio.
G	Calle Lota #659 esquina Ruta 160 (Bypass). Sector residencial con comercio.
H	Calle Lautaro al llegar a Ruta 160 (Bypass), frente al Hospital de Coronel.
I	Calle Los Litres, sector quebrada.
J	Viviendas habitacionales sector norte estero, costado cancha de fútbol, Calle S/N. (entre pto. B y D).

Se han realizado mediciones mensuales desde el inicio de la operación en el año 2012 hasta el 2016. En el año 2017 se realizaron mediciones en abril, mayo, junio, octubre y diciembre.

En una inspección realizada por la SMA el 14 de junio de 2016 se detectó una superación de niveles de ruido nocturno constitutivos de infracción leve. Para mitigar esta superación Colbún comprometió mediante un Programa de Cumplimiento (PDC) la implementación en la cara poniente de la caldera del CT Santa María, una barrera acústica de una superficie aproximada de 360 m², compuesta por una estructura metálica soportante y por un material aislante y absorbente acústico, para garantizar el cumplimiento de los límites de ruido nocturno establecidos en el DS N°38/11. Una vez instalada la barrera, los valores asociados a la operación de la Central Termoeléctrica Santa María oscilaron durante el periodo diurno entre 24 y 62 dBA, cuyos valores no superaron el límite máximo permisible (55 y 65 dBA), mientras que para el periodo nocturno los niveles fluctuaron entre 19 y 50 dBA, encontrándose éste último dentro del límite máximo permisible (50 dBA) según lo establecido en el D.S N° 38/11 del MMA.

Los niveles de ruido en periodo nocturno que se encuentran en el límite máximo permitido corresponden a los Punto A y F sectores que se encuentra entre la intersección de la ruta

160, donde las mediciones son afectadas por el flujo de tránsito de camiones con carga que pasan por la ruta.

De acuerdo a las mediciones realizadas por la empresa RUIDO AMBIENTAL SpA y SEMAM (ETFA de Ruido), los resultados indican que la Central Termoeléctrica Santa María, da cumplimiento con los límites máximos permisibles de ruido establecidos en el D.S N° 38/11 del Ministerio de Medio Ambiente (Ver niveles promedio de ruido en Anexo 2, Tablas 16 y 17).

3.4 Residuos Industriales Líquidos

Colbún S.A., descarga sus aguas de refrigeración al cuerpo de agua superficial, en la Bahía de Coronel, dentro de la zona de protección litoral (ZPL), por lo que los resultados de la caracterización de los riles se comparan con los estándares establecidos en el Decreto Supremo N° 90/2000 —Norma de emisión para la regularización de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficialesll, dentro de la Zona de Protección Litoral (ZPL).

Los muestreos al agua de entrada (captación) y de salida (descarga), fueron realizados en forma semanal desde septiembre del año 2012, de acuerdo a los procedimientos establecidos en la Norma Chilena 411/10. Of2005. Los resultados de los monitoreos realizados, obtienen un porcentaje de cumplimiento del 100%, para sus descargas dentro de la zona de protección litoral, comparando con los límites máximos de la tabla 4 del DS 90/2000.

Los parámetros analizados por la RCA 176/2007 y programa de autocontrol corresponden a: pH, temperatura, cloro libre residual, cloro libre total, arsénico, cobre, fluoruro, sólidos suspendidos totales, zinc, hidrocarburos aromáticos totales.

En el anexo 3, Tabla 18 se presentan los promedios de las descargas v/s los límites permitidos para la descarga de residuos industriales líquidos a cuerpos de agua marinos dentro de la zona de protección litoral

Los resultados de los monitoreos realizados en el periodo de estudio, son valores que se encuentran bajo los límites máximos permitidos para la descarga de residuos industriales a cuerpos de agua marinos dentro de la Zona de Protección Litoral, de acuerdo a lo establecido en Tabla N° 4 del D.S N° 90/2000, por lo que da cumplimiento la normativa ambiental exigible.

3.5 Monitoreo de la calidad del agua

Desde el comienzo de la fase de operación en el año 2012 INPESCA ha realizado semestralmente el programa de vigilancia marina y a partir del año 2017 lo realiza la Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas de la Universidad de Concepción según lo indica la Tabla 24 del numeral 7.1.2.e. de la RCA 176-2007, cuyo objetivo es “*actualizar la información existente y de este modo propender hacia la preservación de las actuales y futuras condiciones del ecosistema marino en el sector de interés*”. En la Tabla se describen las variables, el número de estaciones y la frecuencia que considera cada monitoreo.

Tabla N°24
Programa de Vigilancia Ambiental Fase C: Durante la operación del emisario

Variables	Estaciones	Ubicación	Estratos	Frecuencia
Temperatura Transparencia Oxígeno disuelto Salinidad	05	Una vez que las obras estén operativas, se procederá a seleccionar 05 estaciones de vigilancia del conjunto (identificado en la Fase A. Si es necesario incorporar nuevas estaciones de medición, la modificación se efectuará previo acuerdo con la autoridad ambiental.	Perfiles térmicos en la columna de agua (al menos a intervalos de 1 m de profundidad).	Semestral
Granulometría	03	En principio las siguientes estaciones: Estero El Manco (COR-1; COR-5; CONTROL) Cuando se disponga del trazado definitivo, se analizará la opción de incorporar más estaciones de muestreo.	—	Semestral
Macrofauna submareal de fondos blandos	05	En principio las siguientes estaciones Estero El Manco (COR-1; COR-5; COR-6; CONTROL. En caso que se introduzca modificaciones a la red de vigilancia, se consultará previamente a la autoridad ambiental.	—	Semestral
Macrofauna intermareal	3 transectos	Punta Puchoco (distribuidos en playa Chollin); Estero El Manco (distribuidos en Playa Negra)	—	Semestral

De acuerdo a la caracterización de las condiciones hidrográficas, composición y caracterización faunística y ecológica de la comunidad macrobentónica sublitoral y el análisis de las características sedimentológicas de la macroinfauna presente en las playas de arena de la Bahía Coronel, en el sector de Playa Negra, es posible determinar que se han realizado de acuerdo a lo comprometido en la RCA y luego de analizar los resultados de los diferentes monitoreos realizados del 2012 a la fecha, la inexistencia de variaciones significativas respecto al comportamiento de los sedimentos y comunidades existentes en la Bahía de Coronel durante el periodo de estudio.

Los valores más altos de Temperatura se producen, como era de esperarse, en la época estival, produciendo una diferencia a lo largo de la columna de agua, cuyos mayores valores se presentaron en la superficie de la Bahía. Del mismo modo, se comportó el parámetro salinidad y densidad, los cuales también presentaron variaciones para las campañas de invierno y verano, registrando a mayor profundidad mayor salinidad y mayor densidad.

El oxígeno disuelto no presentó grandes variaciones entre las estaciones muestreadas. No obstante, es importante destacar que para la campaña de julio de 2013 se presentaron mayores variaciones entre los puntos de muestreo, asimismo la estación COL-1 en diciembre de 2014 con las demás estaciones.

El análisis del bentos sublitoral y litoral los resultados indican que el tamaño del grano del sedimento no varió significativamente entre sitios de muestreo, pues el incremento de la media fue homogéneo entre estaciones. Respecto a la materia orgánica se presentó en similares proporciones en todas las estaciones de muestreo, destacando la estación control por presentar siempre los valores más bajos respecto a las estaciones cercanas al emisario.

En relación a la diversidad de especies se indica que se mantuvo heterogénea entre estaciones. Esto sugiere que existe cierto grado de dominancia entre especies de mayor volumen respecto a individuos más pequeños. La densidad de especies se mantuvo estable para todas las campañas, sin embargo, hubo un aumento en la campaña realizada en diciembre de 2013 para el transecto T-1, esto como resultado del aumento en el número de individuos. La biomasa de especies se comportó de una manera similar a la densidad, siendo mayor en la campaña de diciembre de 2013 en el transecto T-1.

De acuerdo a los resultados analizados durante los primeros 3 años de operación INPESCA concluye en su informe que, no habiendo variaciones significativas se indica que no existen antecedentes que indiquen que se hace necesario modificar el Programa de Vigilancia Ambiental marino en sus estaciones, frecuencias o metodologías utilizadas.

3.6 Temperatura de la Bahía

En el Estudio de Impacto Ambiental se realizó una modelación numérica de la futura descarga considerando un supuesto de temperatura de descarga equivalente a 20 °C (ΔT 10 °C, respecto al cuerpo receptor), estimando que aproximadamente a los 200 m de las aguas de descarga se alcanzaría una diferencia de temperatura respecto del agua del cuerpo receptor de 1,5 °C.

Para verificar la temperatura de la Bahía de Coronel, Colbún contrato un estudio a la Universidad de Concepción para monitorear la temperatura con una serie de termistores que entregan mediciones continuas de este parámetro. Estos fueron instalados en enero de 2010 y continúan allí hasta la fecha. En el grafico siguiente se presentan las variaciones de temperatura en la bahía antes y después de la entrada en funcionamiento de la Central termoeléctrica Santa María.

El estudio permitió verificar, además, que a 31 metros del punto de descarga, la diferencia de temperatura es menor a 1 °C.

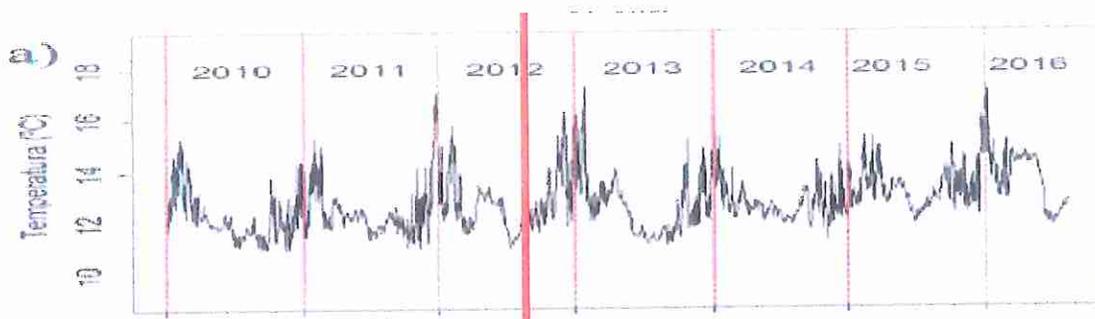


Figura 10: Variaciones de temperatura en Bahía Coronel antes y después de entrada en funcionamiento la Central Termoeléctrica Santa María, en agosto de 2012. (Fuente: *Monitoreo continuo con Termistores, Universidad de Concepción*)

4.- INDICADORES OPERACIONALES

A continuación se presentan los indicadores operacionales globales del periodo (2012-2017), en el cual se describen los porcentajes de horas en que la central se mantuvo en régimen para cada año declarado, el porcentaje de horas anuales de detención o falla y la energía eléctrica anual generada según reportes del Centro de Despacho Económico Carga CDEC.

Tabla 6. Indicadores operacionales Central Termoeléctrica Santa María (periodo agosto 2012-2017)

Año	Tiempo en Régimen (%)	Tiempo de detención o falla (%)	Generación Anual (MWh)
2012	93,8	3,4	1.216.002
2013	80,9	18,9	2.616.731
2014	82,3	16,8	2.623.094
2015	74,7	22,7	2.404.882
2016	80,7	15,9	2.504.907
2017	87,6	10,5	2.716.179

Fuente: Colbún

Los consumos estimados y comprometidos en la RCA 176/2007 fueron los siguientes:

- Los consumos de carbón serán del orden de 3000 ton /día por unidad.
- El consumo estimado de diésel será de 27 m³/h durante las partidas
- La cantidad de agua de mar requerida para el sistema de circulación de cada unidad será de 45.000 m³/h.

Los consumos reales desde el comienzo de la operación de la Central coinciden con las estimaciones realizadas y se presentan en el Anexo 4, Tabla 19.

5.- CONCLUSIONES

De los antecedentes aportados en el presente informe se puede concluir que las actuaciones de Colbún, tanto para la construcción como para la operación de la Central Termoeléctrica Santa María, se enmarcan dentro de la autorización ambiental principal (RCA 176/07) y que la forma en que se hicieron, corresponde a la forma que se ajusta a la conducta esperada de un agente diligente para las variables ambientales estudiadas.

5.1.- Calidad del Aire

El monitoreo de la calidad del aire se realizó tanto en etapa de construcción como para la operación de la Central de acuerdo a lo comprometido en la RCA 176/2007, es decir realizar mediciones en *dos estaciones de monitoreo de calidad del aire de carácter urbanas para el seguimiento de las normas primarias de calidad del aire. Una estación para el seguimiento de la norma secundaria de SO₂ y cuatro estaciones de meteorología completa (tres de ellas incorporadas en las estaciones de calidad del aire y una cuarta en el Complejo Termoeléctrico Coronel).*

Se da cumplimiento a las mediciones de calidad del aire comprometidas en la RCA 176/2007. Las estaciones de monitoreo de calidad del aire Coronel Norte y Sur se ubican de modo que cumplen con los criterios establecidos en la normativa respecto a representatividad/protección poblacional. La estación Calabozo no cuenta con representatividad de recursos naturales, pero sí está orientada en la red de monitoreo de SINCA.

De acuerdo a los valores de monitoreo obtenidos durante el periodo de operación, se indica que se encuentran dentro de lo esperado en la evaluación ambiental del proyecto y dentro de los límites máximos permisibles en la legislación relativa a norma primaria y secundaria, no existiendo antecedentes que indiquen que sea necesario modificar la metodología o frecuencia de monitoreo.

5.2.- Monitoreo de emisiones en Chimenea

Lo comprometido en la RCA 176/2007 respecto a las emisiones en chimenea, corresponde a la implementación de un sistema de monitoreo de emisiones de los siguientes parámetros: *Material Particulado, monitoreo de parámetros en chimenea: temperatura, caudal de los gases, monitoreo de los contaminantes CO, SO₂, NO_x y monitoreo de las emisiones de O₂. Todos los valores monitoreados serán entregados al menos como promedios horarios en forma continua y en línea con la autoridad. Además, de acuerdo al DS 138/06 se realizará una medición isocinética anual, la cual se remitirá a la autoridad en conformidad a dicho decreto.*

Las mediciones de emisiones en chimenea desde el 2012 a la fecha han sido realizadas por la Empresa PROTERM (ETFA) quién informa que la Central Termoeléctrica Santa María da cumplimiento con los límites de concentración para los parámetros establecidos en el D.S N° 13/2011.

Al comparar las emisiones autorizadas para la Unidad 1 según la RCA N° 176/2007 con las emisiones reales, se concluye que, las emisiones atmosféricas medidas y verificadas por la autoridad en la etapa de operación, son inferiores en varios órdenes de magnitud a las evaluadas y proyectadas en el EIA.

Respecto al DS.13/2011 del MMA las concentraciones reales para los parámetros MP, NO_x, SO₂, se encuentran muy por debajo de los límites de la Norma de emisión para Centrales Termoeléctricas.

5.3.- Monitoreo de Ruido en la etapa de Operación

Lo comprometido en la RCA 176/2007 en el punto 7.1.2c indica que se debe *realizar una campaña de seguimiento, en el marco del programa de vigilancia, que contempla mediciones semestrales durante el primer año y anuales a partir del segundo año de operación de la primera unidad, en los mismos puntos descritos en el plan de vigilancia de la etapa de construcción y bajo la misma metodología.*

Se han realizado mediciones mensuales de ruido tanto diurno como nocturno en toda la fase de operación de la Central conforme a lo establecido en la normativa de emisión de ruidos. En los casi 6 años de operación sólo se ha superado en una oportunidad y de manera leve la normativa de ruido, lo cual fue abordado con la Autoridad Ambiental implementando una barrera acústica comprometida en un Programa de Cumplimiento, el cual se cerró exitosamente mediante Resolución Exenta N° 246 del 28 de febrero del 2018 de la SMA.

5.4.- Residuos Industriales Líquidos

De acuerdo a las mediciones realizadas en el efluente del complejo se ha dado cumplimiento a los límites máximos permisibles establecidos en la Tabla N° 4 del D.S N° 90/2000.

ANEXOS

ANEXO 1: Calidad del Aire

Mediciones realizadas en la Estación Coronel Norte

Tabla 1. Cumplimiento Normativo MP₁₀ Percentil 98 Concentración en 24 horas, Norma de calidad primaria, D.S N° 59/98.

Contaminantes	Periodo	Percentil 98 Concentración media 24 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Valor normado ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Superaciones de media diaria
MP10	Ago-Dic 2012	104	150 Percentil 98 24 h (equivale a 7 superaciones al año de medias 24 h de 150 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	1
	Ene-Dic 2013	148		7
	Ene-Dic 2014	159		8
	Ene-Dic 2015	133		4
	Ene-Dic 2016	112		5
	Ene-Dic 2017	136		7

Tabla 2. Cumplimiento Normativo MP₁₀ anual, Norma de calidad primaria

Contaminantes	Periodo	Media Anual periodo ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Promedio ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Superaciones de media diaria
MP10	Ago-Dic 2012	49	46 (promedio 6 años consecutivos)	50
	Ene-Dic 2013	60		
	Ene-Dic 2014	49		
	Ene-Dic 2015	41		
	Ene-Dic 2016	40		
	Ene-Dic 2017	36		

Tabla 3. Cumplimiento Normativo SO₂ Concentración anual, Norma de calidad primaria, D.S N° 113/02.

Contaminantes	Periodo	Concentración media anual ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Promedio anual ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Valor normado $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)
SO ₂	Ago-Dic 2012	11	10 (promedio 6 años consecutivos)	80
	Ene-Dic 2013	13		
	Ene-Dic 2014	11		
	Ene-Dic 2015	8		
	Ene-Dic 2016	10		
	Ene-Dic 2017	8		

Tabla 4. Cumplimiento Normativo SO₂ Concentración 24 horas, Norma de calidad primaria

Contaminantes	Periodo	Concentración media anual (µg/m ³ N)	Promedio anual (µg/m ³ N)	Valor normado µg/m ³ N)
SO ₂	Ago-Dic 2012	44	51 (promedio 6 años consecutivos)	250
	Ene-Dic 2013	67		
	Ene-Dic 2014	55		
	Ene-Dic 2015	46		
	Ene-Dic 2016	46		
	Ene-Dic 2017	46		

Tabla 5. Cumplimiento Normativo NO₂ Concentración anual, Norma de calidad primaria, D.S N° 114/02.

Contaminantes	Periodo	Concentración media anual (µg/m ³ N)	Promedio aritmético 3 años (µg/m ³ N)	Valor normado µg/m ³ N)
NO ₂	Ago-Dic 2012	7	10 (promedio 6 años consecutivos)	100
	Ene-Dic 2013	9		
	Ene-Dic 2014	13		
	Ene-Dic 2015	10		
	Ene-Dic 2016	8		
	Ene-Dic 2017	10		

Tabla 6. Cumplimiento Normativo NO₂ Concentración 1 hora, Norma de calidad primaria

Contaminantes	Periodo	Percentil 99 máx. diarios concentración 1h (µg/m ³ N)	Promedio aritmético 3 años (µg/m ³ N)	Valor normado µg/m ³ N)
NO ₂	Ago-Dic 2012	40	91 (promedio 6 años consecutivos)	400
	Ene-Dic 2013	108		
	Ene-Dic 2014	87		
	Ene-Dic 2015	69		
	Ene-Dic 2016	61		
	Ene-Dic 2017	181		

Tabla 7. Cumplimiento Normativo O₃ Concentración 8 hora, Norma de calidad primaria, D.S N° 112/02.

Contaminantes	Periodo	Percentil 99 máx. diarios concentración 1h (µg/m ³ N)	Promedio aritmético 3 años (µg/m ³ N)	Valor normado µg/m ³ N)
O ₂	Ago-Dic 2012	43	43 (promedio 6 años consecutivos)	120
	Ene-Dic 2013	48		
	Ene-Dic 2014	39		
	Ene-Dic 2015	41		
	Ene-Dic 2016	42		
	Ene-Dic 2017	45		

Mediciones realizadas en la Estación Coronel Sur

Tabla 8. Cumplimiento Normativo MP₁₀ Percentil 98 Concentración en 24 horas, Norma de calidad primaria, D.S N° 59/98.

Contaminantes	Periodo	Percentil 98 Concentración media 24 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Valor normado ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Superaciones de media diaria
MP10	Ago-Dic 2012	107	150 Percentil 98 24 h (equivale a 7 superaciones al año de medias 24 h de 150 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	0
	Ene-Dic 2013	132		1
	Ene-Dic 2014	165		8
	Ene-Dic 2015	143		7
	Ene-Dic 2016	124		1
	Ene-Dic 2017	93		0

Tabla 9. Cumplimiento Normativo MP₁₀ anual, Norma de calidad primaria

Contaminantes	Periodo	Media Anual periodo ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Promedio ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Superaciones de media diaria
MP10	Ago-Dic 2012	55	48 (promedio 6 años consecutivos)	50 concentración anual
	Ene-Dic 2013	58		
	Ene-Dic 2014	59		
	Ene-Dic 2015	41		
	Ene-Dic 2016	40		
	Ene-Dic 2017	36		

Tabla 10. Cumplimiento Normativo SO₂ Concentración en anual, Norma de calidad primaria, D.S N° 113/02.

Contaminantes	Periodo	Concentración media anual ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Promedio anual ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Valor normado $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$
SO ₂	Ago-Dic 2012	14	8 promedio (6 años consecutivos)	80
	Ene-Dic 2013	8		
	Ene-Dic 2014	6		
	Ene-Dic 2015	6		
	Ene-Dic 2016	5		
	Ene-Dic 2017	6		

Tabla 11. Cumplimiento Normativo SO₂ Concentración 24 horas, Norma de calidad primaria

Contaminantes	Periodo	Concentración media anual (µg/m ³ N)	Promedio anual (µg/m ³ N)	Valor normado µg/m ³ N)
SO ₂	Ago-Dic 2012	41	27 (promedio 6 años consecutivos)	250
	Ene-Dic 2013	27		
	Ene-Dic 2014	28		
	Ene-Dic 2015	24		
	Ene-Dic 2016	20		
	Ene-Dic 2017	20		

Tabla 12. Cumplimiento Normativo NO₂ Concentración anual, Norma de calidad primaria, D.S N° 114/02.

Contaminantes	Periodo	Concentración media anual (µg/m ³ N)	Promedio aritmético 3 años (µg/m ³ N)	Valor normado µg/m ³ N)
NO ₂	Ago-Dic 2012	8	10 (promedio 6 años consecutivos)	100
	Ene-Dic 2013	10		
	Ene-Dic 2014	10		
	Ene-Dic 2015	10		
	Ene-Dic 2016	11		
	Ene-Dic 2017	11		

Tabla 13. Cumplimiento Normativo NO₂ Concentración 1 hora, Norma de calidad primaria

Contaminantes	Periodo	Percentil 99 máx. diarios concentración 1h (µg/m ³ N)	Promedio aritmético 3 años (µg/m ³ N)	Valor normado µg/m ³ N)
NO ₂	Ago-Dic 2012	42	54 (promedio 6 años consecutivos)	400
	Ene-Dic 2013	50		
	Ene-Dic 2014	54		
	Ene-Dic 2015	56		
	Ene-Dic 2016	65		
	Ene-Dic 2017	59		

Tabla 14. Cumplimiento Normativo O₃ Concentración 8 hora, Norma de calidad primaria, D.S N° 112/02.

Contaminantes	Periodo	Percentil 99 máx. diarios concentración 1h (µg/m ³ N)	Promedio aritmético 3 años (µg/m ³ N)	Valor normado (µg/m ³ N)
O ₂	Ago-Dic 2012	48	45 (promedio 6 años consecutivos)	120
	Ene-Dic 2013	57		
	Ene-Dic 2014	38		
	Ene-Dic 2015	47		
	Ene-Dic 2016	33		
	Ene-Dic 2017	47		

Mediciones realizadas en la Estación Calabozo

Tabla 15. Cumplimiento Normativo SO₂ Norma de calidad secundaria, D.S N° 22/10.

Contaminantes	Periodo	Concentración media anual (µg/m ³ N)	Percentil 99,7 medias de 24 h (µg/m ³ N)	Percentil 99,73 horaria (µg/m ³ N)
SO ₂	Ago-Dic 2012	4	18	98
	Ene-Dic 2013	5	21	108
	Ene-Dic 2014	2	31	69
	Ene-Dic 2015	3	26	68
	Ene-Dic 2016	3	19	63
	Ene-Dic 2017	3	19	61
	Valor normado (µg/m³N)		60	260

ANEXO 2: Emisiones de ruido

Tabla 16. Niveles promedio de ruido (periodo 2012-2017), mediciones diurnas (dBA)

Punto	2012	2013	2014	2015	2016	2017
A	47,5	47,8	46,5	47,4	46,5	55,6
B	36,2	36,2	35,7	36,9	35,1	57,2
C	42,3	42,0	41,4	42,6	40,8	53,4
D	40,2	40,0	39,2	40,5	39,5	52,6
E	41,5	41,3	40,8	39,6	38,0	48,2
F	41,5	41,3	40,8	41,9	40,1	56,2
G	39,0	38,8	38,4	39,5	37,6	57,8
H	33,0	33,0	32,8	33,9	32,0	60,0
I	35,5	35,4	35,3	36,2	34,3	45,4
J	38,6	38,5	38,2	39,3	37,3	51,4

Fuente: RUIDO AMBIENTAL SpA. y SEMAM a partir de abril de 2017

Tabla 17. Niveles promedio de ruido, periodo nocturno (dBA)

Punto	2012	2013	2014	2015	2016	2017
A	47,7	47,4	46,3	47,6	46,5	47,3
B	37,2	36,2	35,2	36,2	35,1	43,5
C	43,9	42,3	41,8	43	41,6	48,0
D	43,9	40,8	40,0	41,3	39,5	47,5
E	40,5	39,2	38,2	39,1	38,0	46,5
F	42,4	41,4	40,4	41,2	40,2	48,3
G	40,3	38,9	38,0	38,9	37,6	48,8
H	34,0	33,0	32,2	33,1	31,9	47,5
I	36,6	35,6	34,7	35,7	34,4	40,8
J	42,2	38,4	38,2	39,4	37,4	47,5

Fuente: RUIDO AMBIENTAL SpA. y SEMAM a partir de abril de 2017

ANEXO 3: Autocontrol

Tabla 18. Promedios periodo 2012 – 2017 de las descargas v/s los límites permitidos para la descarga de residuos industriales líquidos a cuerpos de agua marinos dentro de la zona de protección litoral (fuente INPESCA)

Parámetros	Unidad	Mínimo registrado	Máximo registrado	Promedio	Límite DS 90 Tabla 4	Estado
Arsénico	mg/L	0,001	0,145	0,09	0,2	cumple
Cobre	mg/L	0,01	0,773	0,05	1	cumple
Fluoruro	mg/L	0,01	1,5	0,83	1,5	cumple
Zinc	mg/L	0,01	0,91	0,06	5	cumple
H. Aromáticos	mg/L	0,00	0,00	0,00	-	cumple
Sól. suspendidos	mg/L	2,5	95,7	20	100	cumple
Cloro residual total	mg/L	0	2,71	0,04	-	cumple
Cloro libre residual	mg/L	0	9	0,03	1	cumple
pH	-	6	8,5	8	6 - 9	cumple
Temperatura	°C	13,2	27,8	26	30	cumple

ANEXO 4: Indicadores Operacionales

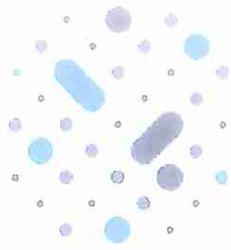
Tabla 19. Consumos de combustibles y agua de mar en Central Termoelectrica Santa María (periodo agosto 2012-2017)

Mes	Cantidad por Tipo			
	Diésel [m ³ /mes]	Carbón [Ton/día]	Agua Mar [m ³ /mes]	Generación MWh
2012				
Agosto	980	48.441	10.609.054	240.790
Septiembre	97	90.132	30.215.708	254.629
Octubre	1.459	77.917	28.006.862	222.649
Noviembre	393	88.376	29.025.291	247.474
Diciembre	839	89.639	28.786.317	250.460
2013				
Enero	405	93.778	23.306.364	259.637
Febrero	842	81.037	29.067.403	224.374
Marzo	308	90.032	33.468.595	247.852
Abril	1.085	83.883	32.708.452	234.958
Mayo	1.131	55.076	44.835	151.512
Junio	362	94.543	26.390.214	260.366
Julio	273	98.876	-	270.064
Agosto	641	78.083	227	212.591
Septiembre	444	60.964	3.799.089	163.455
Octubre	1.817	38.104	20.389.293	103.613
Noviembre	723	83.093	31.503.288	223.128
Diciembre	207	97.654	32.876.729	265.181
2014				
Enero	747	72.388	27.101.205	199.767
Febrero	147	90.504	31.384.454	246.700
Marzo	569	95.983	32.650.709	259.529
Abril	958	83.154	31.562.249	226.264

Mayo	451	86.095	31.223.330	230.651
Junio	12	99.154	29.540.164	260.992
Julio	9	99.549	30.648.826	269.333
Agosto	516	77.828	30.332.529	207.736
Septiembre	702	73.821	27.504.867	194.790
Octubre	802	57.026	21.8847.12	154.281
Noviembre	871	42.440	18.468.591	114.582
Diciembre	175	94.406	29.725.196	258.469
2015				
Enero	0	97.040	32.892.984	273.020
Febrero	0	87.684	29.498.784	246.326
Marzo	0	96.483	33.389.976	272.298
Abril	681	81.617	30.364.709	226.512
Mayo	132	95.598	32.110.943	267.304
Junio	434	74.320	28.946.625	205.632
Julio	469	78.345	30.652.241	220.501
Agosto	3	87.597	31.139.861	243.544
Septiembre	354	67.413	21.077.544	186.748
Octubre	174	82.994	30.363.328	228.738
Noviembre	252	9.807	7.142.966	27.504
Diciembre	1.246	2.232	5.544.840	6.755
2016				
Enero	18	89.454	31.779.318	254.142
Febrero	257	81.020	30.183.493	229.296
Marzo	901	75.284	29.339.749	216.075
Abril	250	73.735	27.105.693	212.097
Mayo	8	88.243	31.097.245	260.662
Junio	0	86.747	30.640.629	251.214
Julio	451	82.590	30.243.441	232.443

Agosto	3	90.900	30.359.516	259.411
Septiembre	7	88.721	30.812.780	250.998
Octubre	8	20.292	10.138.489	56.835
Noviembre	499	5.777	3.661.960	16.868
Diciembre	829	91.553	31.342.940	264.866
2017				
Enero	215	83.907	30.216.761	241.475
Febrero	181	78.362	28.510.279	226.693
Marzo	10	92.728	31.913.974	267.781
Abril	425	77.506	29.456.391	218.336
Mayo	4	93.482	32.391.621	264.887
Junio	16	90.232	31.241.467	254.951
Julio	418	81.795	29.280.880	220.879
Agosto	120	94.866	29.280.879	265.648
Septiembre	27	92.344	30.744.832	260.400
Octubre	73	78.720	28.802.681	220.754
Noviembre	768	8.009	2.963.050	22.451
Diciembre	217	89.422	31.911.742	251.924

Fuente: Elaboración propia con datos aportados por Colbún



dictuc
INGENIERÍA QUE TRANSFORMA

Informe Número

1480697

Original

Modelación de calidad del aire CTSM, Coronel, VIII Región

Para: COLBUN S.A.

Santiago, 11 de junio de 2018

Empresa



Certificada

Título del Proyecto

Modelación de calidad del aire CTSM, Coronel, VIII Región

Autores:

Jefe de proyecto: Héctor Jorquera González

Dictuc S.A.

Vicuña Mackenna N° 4860, Macul – Santiago

Datos Mandante

Razón Social: COLBÚN S.A.

RUT : 96505760-9

Dirección: Avda. Apoquindo N° 4775 piso 11,

Las Condes, Santiago

Datos Cliente (si es distinto al Mandante)

Razón Social:

RUT :

Resumen

Este Informe presenta modelaciones de calidad del aire actualizadas para el Complejo Termoeléctrico Santa María (CTSM), ubicado en la comuna de Coronel, Región del Biobío. También se hace un análisis comparativo de la situación teórica del EIA con la situación real de emisiones del CTSM para los años 2016 y 2017.

Cuerpo del Informe

23 hojas (incluye portada)

Fecha del informe

11/06/2018

Información Contractual

OC N°: 4700125849, 25/04/2018

Contraparte técnica

Nombre: Claudio Alberto Sanhueza Sandoval

Cargo: Jefe Unidad Gestión Ambiental Térmicas

E-mail: Csanhueza@colbun.cl



Sr. Héctor Jorquera G.
Profesor Responsable

Dictuc S.A.



Sr. Felipe Bahamondes
Gerente General

Dictuc S.A.



NORMAS GENERALES

- El presente informe presenta los resultados finales del estudio “Modelación de calidad del aire CTSM, Coronel, VIII Región”, desarrollado durante el período abril/2018 a junio/2018.
- El presente informe fue preparado por **Dictuc** a solicitud del **Mandante** para incluirlo como téngase presente complementario al Tercer Tribunal Ambiental, bajo su responsabilidad exclusiva.
- Los alcances de este estudio están definidos explícitamente en la Sección 3 del presente informe. Las conclusiones de este informe se limitan a la información disponible para su ejecución.
- Para el desarrollo de este estudio **Dictuc** utilizó información individualizada en la Sección 4 del presente Informe. Toda la información utilizada en el presente Estudio es pública, verificable y reproducible.
- La información contenida en el presente informe no podrá ser reproducida total o parcialmente, para fines publicitarios, sin la autorización previa y por escrito de **Dictuc** mediante un Contrato de Uso de Marca.
- El **Mandante** podrá manifestar y dejar constancia verbal y escrita, frente a terceros, sean estos autoridades judiciales o extrajudiciales, que el trabajo fue preparado por **Dictuc**, y si decide entregar el conocimiento del presente informe de **Dictuc**, a cualquier tercero, deberá hacerlo en forma completa e íntegra, y no partes del mismo.
- El presente informe es propiedad del **Mandante** sin embargo si **Dictuc** recibe la solicitud de una instancia judicial hará entrega de una copia de este documento al tribunal que lo requiera, previa comunicación por escrito al **Mandante**.
- El presente informe es resultado de las metodologías desarrolladas por **Dictuc**, del alcance del informe encomendado y de los antecedentes que el **Mandante** puso a disposición de **Dictuc**. El **Mandante** acepta expresamente que los resultados del presente informe pueden en definitiva, no serles favorables a sus intereses particulares.
- El **Mandante** declara conocer y aceptar los términos y condiciones generales para la prestación de servicios, disponibles para todo el público en su sitio web oficial <http://www.dictuc.cl/tyc>.

CONTENIDO

1.	Introducción.....	7
2.	Objetivos	8
3.	Alcances.....	8
4.	Metodología y plan de trabajo	9
4.1	Recopilación de antecedentes.....	9
4.2	Modelación de calidad del aire	9
5.	Resultados	13
5.1	Caso de las emisiones atmosféricas consideradas en el EIA.....	13
5.2	Caso de las emisiones reales del CTSM	14
5.3	Caso de las emisiones actuales y diferente potencia generada en el CTSM	16
6.	Conclusiones.....	19
7.	ANEXOS	21
7.1	Anexo 1: Tablas complementarias de resultados de la actividad 1	21

RESUMEN EJECUTIVO

Este Estudio realizó un análisis de los impactos en calidad del aire atribuibles a la operación del Complejo Termoeléctrico Santa María (CTSM) de COLBÚN S.A. (en adelante, el Mandante), en la comuna de Coronel, Región del Biobío. Para estos fines, el Consultor ocupó exclusivamente información pública, reproducible y que ha sido validada por la autoridad.

El Proyecto CTSM fue aprobado ambientalmente y cuenta con Resolución de Calificación Ambiental (RCA) de la Comisión Regional del Medio Ambiente (COREMA) VIII Región, de acuerdo a la Resolución Exenta N°176 de fecha 12 de julio de 2007.

Los objetivos de este Informe son: 1) verificar los antecedentes técnicos remitidos a COREMA VIII con fecha 25 de enero de 2010 a través de una carta de solicitud de pertinencia, donde se sostuvo que el cambio introducido en las dos chimeneas de descarga de las emisiones atmosféricas del Proyecto (aumento de la altura de 90 a 130 m), no iba a causar impactos en la calidad del aire adicionales o diferentes a los autorizados en la RCA; 2) analizar los impactos en calidad del aire considerando las emisiones reales y actualmente medidas en el CTSM; 3) analizar los impactos en calidad del aire considerando las emisiones reales y actualmente medidas en el CTSM considerando dos niveles de carga diferentes (potencia generada) en el CTSM.

Para cumplir con el primer objetivo, el Consultor ha realizado modelaciones de calidad del aire, empleando meteorología de los años 2015, 2016 y 2017, y utilizando el modelo de dispersión AERMOD. Estas modelaciones se realizaron empleando exactamente las mismas emisiones atmosféricas consideradas en el estudio: "Modelación de la Dispersión de las Emisiones Atmosféricas Provenientes del Complejo Termoeléctrico Santa María de Coronel", realizado por Algoritmos S.A. con fecha enero 2010. Las modelaciones se realizaron considerando dos escenarios: un escenario 1 (base), correspondiente al Proyecto aprobado por la citada RCA, y un escenario 2 con cambio en las dimensiones de las dos chimeneas del CTSM, aumentando las alturas de las chimeneas de 90 a 130 m. La diferencia entre los resultados de ambos escenarios representa el cambio en calidad del aire asociado a las modificaciones de dimensiones de las chimeneas que son los únicos cambios relevantes en materia de emisiones y calidad del aire del CTSM con respecto a lo aprobado en la RCA.

En las modelaciones realizadas el Consultor ha constatado que, para todos los contaminantes modelados: material particulado respirable total (MP₁₀), anhídrido sulfuroso (SO₂), y dióxido de nitrógeno (NO₂), las concentraciones son menores en el escenario 2, para todos los promedios (horarios, diarios, anuales) en los seis receptores considerados en el EIA: Coronel, Chiguayante, Hualpén, San Pedro, Concepción y Talcahuano. Además, las diferencias de concentraciones son pequeñas con respecto a la incertidumbre de los modelos de dispersión; por ejemplo, en el caso del MP₁₀ las diferencias son menores al 10% del escenario base para promedio anual y percentil 98 de promedios diarios. Para SO₂ y NO₂ anuales las diferencias son también menores al 10%. Estos resultados se han verificado exhaustivamente usando tres años de meteorología: 2015, 2016 y 2017, por lo que incluyen la variabilidad interanual de la meteorología en la zona del Proyecto y se trata entonces de resultados robustos. En resumen, **se ha validado la modelación de calidad del aire presentada en la carta de pertinencia de fecha 25 de enero de 2010.**

Modelación de calidad del aire CTSM, Coronel, VIII Región

Informe Final

Página 5 de 23

Código V01: FI-A.03-DSA

Para cumplir con el segundo objetivo, el Consultor analizó las emisiones reales medidas en el CTSM en los años 2016 y 2017, disponibles públicamente en el SICTER de la Superintendencia del Medio Ambiente. **Las emisiones reales medidas (MP₁₀, NO_x, SO₂) son sustancialmente menores a las consideradas en la formulación original del Proyecto y que constan en la RCA**, para esos tres contaminantes considerados: 97% menos para el MP₁₀, 85% menos para el SO₂ y 78% menos para los NO_x. Esto se debe a que: a) en el EIA se usó información del fabricante que sobrestima las emisiones reales y se consideró las dos unidades generadoras del CTSM, b) en la realidad solo existe y opera una sola unidad generadora, y c) las emisiones actuales incluyen controles de emisiones aún más estrictos asociados a la regulación de emisiones de las centrales termoeléctricas en Chile. Por lo tanto, la magnitud real de los impactos en calidad del aire en los seis receptores considerados en el EIA es muy inferior a los valores calculados en el presente Informe para las emisiones teóricas consideradas en el EIA.

Para cumplir con el tercer objetivo, el Consultor realizó un análisis estadístico de las emisiones de MP₁₀, SO₂ y NO_x medidas en el CTSM para los años 2016 y 2017, tomando los datos de emisiones representativos de dos niveles de carga diferentes (potencia generada). Se comparó dos subconjuntos de datos: a) Las emisiones con la planta operando entre 349 y 351 MW; b) ídem pero para una potencia entre 369 y 371 MW. Se encontró que no hay diferencias significativas en las emisiones de MP₁₀ y SO₂ al cambiar la potencia en el CTSM; por lo tanto, no hay cambios significativos en los aportes del CTSM a las concentraciones ambientales cuando se modifica la potencia generada en el CTSM. Solamente las emisiones de NO_x aumentan un 15% cuando la potencia aumenta de 350 a 370 MW, pero esa variación es marginal cuando se considera que las emisiones reales de NO_x del CTSM son solo un 22% del valor usado en el EIA y autorizado en la RCA, es decir, se trata de efectos marginales en los aportes a las concentraciones de NO_x en la zona de influencia del CTSM.

En resumen, se concluye que **la modificación de las dimensiones de las chimeneas del Proyecto CTSM no cambió los impactos en calidad del aire originalmente estimados en el EIA del Proyecto**, y más aún que en la gran mayoría de los casos dichos impactos disminuyeron en magnitud. Más aún, **la operación real del Proyecto CTSM, con los cambios en las dimensiones de las chimeneas y con las emisiones al aire significativamente más bajas que las autorizadas por RCA**, conlleva a que **los impactos en calidad del aire sean muy inferiores a los estimados en el EIA original**. Esto último no depende en absoluto del nivel de carga (potencia generada) por la unidad actual del CTSM.



1. Introducción

El Complejo Termoeléctrico Santa María, de propiedad de COLBÚN S.A. opera en la comuna de Coronel desde el año 2010, generando potencia eléctrica a partir de la combustión de carbón. El Proyecto fue presentado al SEIA el año 2006 y fue calificado favorablemente por la COREMA VIII Región mediante Resolución Exenta N°176 de fecha 12 de julio de 2007. Actualmente el Proyecto está operando con una unidad generadora de 350 MW de potencia, mientras que el Proyecto original consideraba dos unidades generadoras con una potencia total de 700 MW.

A comienzos de 2010, el Titular del Proyecto dirigió una carta de pertinencia a COREMA VIII Región señalando lo siguiente:

- a) De acuerdo al ítem 3.6.1 de la RCA (12 de julio 2007), se debía construir un desulfurizador de las emisiones de la primera unidad generadora construida, como requisito previo a la entrada en operación de dicha unidad.
- b) Debido a esto, hubo que incrementar la altura de la chimenea de los 90 m originales a 130 m, de manera de poder acomodar el desulfurizador conectado en serie a la chimenea. Esto además incrementó los diámetros basal y superior de la chimenea a 11 y 5,3 m, respectivamente.
- c) Los cambios arriba descritos no modifican las emisiones atmosféricas del Proyecto, las que se mantienen tal como se presentaron en el EIA.
- d) Se incluyó un Informe de modelación de calidad del aire¹ que señala que el cambio en las dimensiones de las chimeneas del Proyecto no produce cambios significativos en las concentraciones ambientales modeladas, ni en el receptor Coronel ni en el punto de máximo impacto (PMI) ambiental del Proyecto.

En la actualidad, el titular del Proyecto se encuentra bajo un proceso sancionatorio por parte del SEA. Este proceso se originó en una sentencia del Tercer Tribunal Ambiental, la que a su vez se originó en una denuncia a ese Tribunal por daños ambientales causados por presuntas modificaciones al Proyecto original.

Como parte de la respuesta del titular a ese proceso sancionatorio, el Mandante ha solicitado al Consultor la generación de un informe técnico que corrobore los resultados del citado Informe 2010 de Algoritmos S.A., para ser presentado como antecedentes complementarios a los descargos ya presentados por el Titular ante el Tercer Tribunal Ambiental.

¹ "Modelación de la Dispersión de las Emisiones Atmosféricas Provenientes del Complejo Termoeléctrico Santa María de Coronel", realizado por Algoritmos S.A. con fecha enero 2010.



2. Objetivos

Los objetivos específicos de este Estudio son:

a) Realizar nuevas modelaciones de calidad del aire para las emisiones ambientalmente aprobadas para el CTSM, considerando dos escenarios de emisiones:

- i) Escenario 1 (base): CTSM aprobado por RCA (dos unidades generadoras) más la Unidad 2 de la Central Termoeléctrica Bocamina, de ENEL.
- ii) Escenario 2: CTSM con cambios en las chimeneas de ambas unidades generadoras, más la Unidad 2 de la Central Termoeléctrica Bocamina, de ENEL.

Estimar el cambio en concentraciones aportadas por el Proyecto CTSM, tomando la diferencia de concentraciones entre ambos escenarios y evaluando esas diferencias en la estación Coronel y en otros receptores de interés, para los contaminantes MP_{10} , SO_2 y NO_2 . Concluir respecto a la magnitud y relevancia de dichos cambios y comparar con los resultados del estudio previo del año 2010.

b) Realizar un análisis de calidad del aire, para el caso de las condiciones actuales de operación del CTSM, que incluyen solo una unidad generadora, usando esta vez en el análisis las mediciones de emisiones reales del CTSM correspondientes a los años 2016 y 2017.

c) Realizar un análisis de calidad del aire, incluyendo ahora la variabilidad de la potencia generada en el CTSM.

3. Alcances

El Informe considera exclusivamente información disponible en forma pública, reproducible y trazable. Además, en el caso de las emisiones del CTSM, se trata de información pública validada por la autoridad competente y que es trazable a su origen.



4. Metodología y plan de trabajo

4.1 Recopilación de antecedentes

Una primera fase del estudio consistió en revisar los documentos disponibles para el Proyecto CTSM:

- a) Estudio de Impacto Ambiental (EIA), su Addenda N°1 (incluyendo Anexo 10 Informe Complementario de Calidad del Aire), todos desarrollados por Consultores EMG.
- b) Carta de pertinencia enviada a COREMA VIII por el Titular con fecha 25 de enero 2010.
- c) El estudio: "Modelación de la Dispersión de las Emisiones Atmosféricas Provenientes del Complejo Termoeléctrico Santa María de Coronel", realizado por Algoritmos S.A. con fecha enero 2010.
- d) La sentencia del Tercer Tribunal Ambiental, de fecha 22 de enero de 2018.
- e) El documento RES. EX. N°1/ ROL D-013-2018 de la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), de fecha 27 de febrero de 2018, donde se formulan cargos al Titular del CTSM.

A partir de esta recopilación de información pertinente, se desarrolló la siguiente etapa del trabajo, la modelación propiamente tal, la que se describe a continuación.

4.2 Modelación de calidad del aire

Se aplicó el mismo modelo de calidad del aire (AERMOD) que se empleó en el citado estudio de Algoritmos de fecha enero 2010. Para configurar el modelo de dispersión el Consultor realizó las siguientes actividades:

- i) Recopilación de la información meteorológica para la zona del Proyecto, específicamente de la estación Santa María, de coordenadas geográficas UTM (WGS 84) 666.030,5 m E y 5.898.977,8 m N. Esta información está disponible en dominio público en la siguiente página web: <http://estaciones.monitoreosserpram.cl/coronel/publico/>
- ii) La información de la estación meteorológica Santa María se complementó con información de nubosidad proveniente del aeropuerto Carriel Sur de Concepción, la que se descargó desde una página web especializada (www.ogimet.com).
- iii) La información de meteorología en altura para el periodo modelado fue construida a partir de los datos del NCAR (National Center for Atmospheric Research, EEUU), datos generados por el modelo global del NCEP² (National Center for Environmental Prediction, EEUU) cada 6

² Este tipo de información se genera mediante la aplicación de modelos globales del tiempo, los cuales incorporan toda la información meteorológica global disponible, y poseen una resolución especial de 0,5° en ambas direcciones horizontales.



- horas, y que permiten extraer las variables de vientos, temperatura, presión, etc. necesarias para construir un radio-sondeo en un punto geográfico dado cada 12 horas, información disponible en: <https://rda.ucar.edu/>. El punto escogido tiene coordenadas geográficas 37 °S y 73.5° W, es decir, se encuentra sobre el océano Pacífico frente a la costa de Coronel; esta información es representativa de la estructura vertical de la atmósfera en la zona del Proyecto.
- iv) Toda la información meteorológica anteriormente descrita se recopiló para los años 2015, 2016 y 2017, con el fin de incluir la variabilidad interanual de la meteorología y así estimar la incertidumbre de los resultados con respecto a la meteorología ingresada en el modelo de dispersión.
- v) Se configuró el modelo de dispersión AERMOD para el dominio de modelación que se muestra en la Figura 1, el cual tiene por origen SW el punto de coordenadas UTM (WGS 84) 657.000 m E, 5.892.000 m N, con 26 km de extensión E-O y 45 km de extensión N-S. Este dominio es el mismo utilizado en el citado estudio de Algoritmos de enero 2010.
- vi) Se recopiló también la información de calidad del aire correspondiente al monitoreo en la estación Coronel Sur, ubicada³ en el punto de coordenadas UTM (WGS 84) 665.556 m E, 5.899.980 m N, ya que la modelación del NO₂ utiliza la concentración ambiental de ozono para estimar la conversión de NO a NO₂.
- vii) Las emisiones atmosféricas y características de las chimeneas consideradas en los dos escenarios de modelación considerados se presentan en las Tablas 1, 2 y 3, respectivamente. Estas emisiones son conservadoras, ya que asumen niveles de emisiones entregados por el fabricante, los que normalmente son ampliamente superiores a los que se presentan en la operación real de las unidades generadoras, como se muestra en este Informe en la sección 5.2.
- viii) En el caso de las emisiones actuales del CTSM, se ocupó la información disponible en el Sistema de Información de Centrales Termoeléctricas (SICTER) de la Superintendencia del Medio Ambiente: <http://snifa.sma.gob.cl/v2/DatosAbiertos>.
- ix) Los receptores considerados consistieron en una grilla cartesiana de 25 receptores en sentido E-O y 46 receptores en sentido N-S, como se muestra en la Figura 1. Además de esta grilla de receptores, se incluyeron seis receptores discretos, los que se muestran en la Tabla 4. Estos seis receptores discretos fueron los mismos considerados en el Anexo 10 Informe Complementario de Calidad del Aire, incluido en el Addenda N°1 del EIA del Proyecto, y corresponden a zonas pobladas cercanas en la zona estudiada.

³ Fuente: Sistema Nacional de Calidad del Aire: <https://sinca.mma.gob.cl/index.php/estacion/index/key/816>

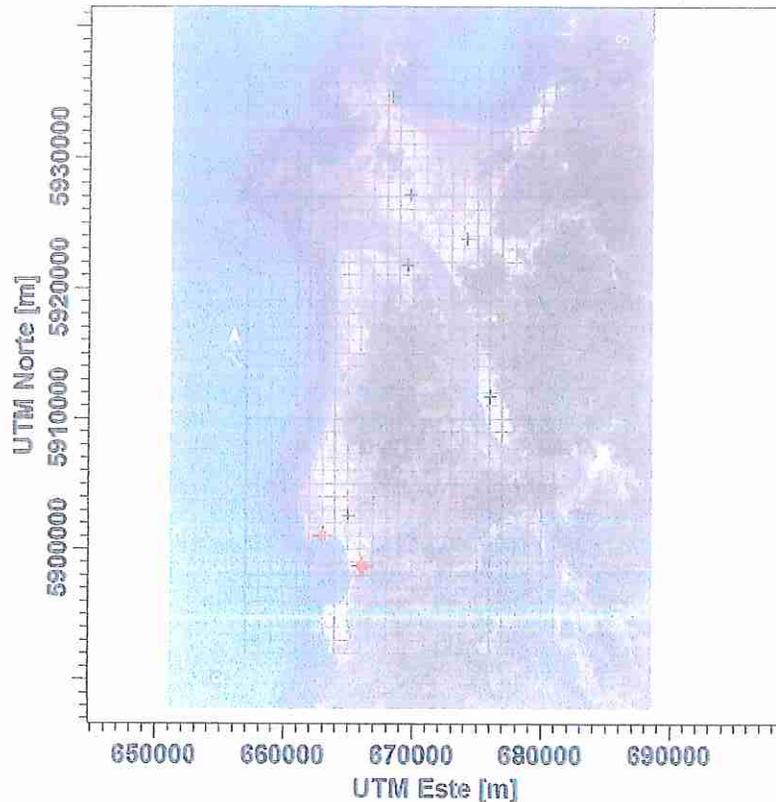


Figura 1. Dominio de modelación que incluye las fuentes emisoras (chimeneas, en rojo) de las centrales Santa María (unidades 1 y 2) y Bocamina (Unidad 2). El retículo representa los receptores donde se evalúan las concentraciones simuladas por AERMOD. Las cruces verdes son los seis receptores discretos especificados en la Tabla 4.

Tabla 1. Características originales de las emisiones del Proyecto CTSM

Parámetro	Unidad 1	Unidad 2
Coordenadas UTM WGS 84 (m)	666.219 E 5.898.739 m N	666.131 E 5.898.739 m N
Altura chimenea (m)	90	90
Diámetro interno de salida (m)	4,85	4,85
Velocidad de salida de los gases (m/s)	24	24
Temperatura de salida de los gases (°C)	125	125
Emisión dióxido de azufre SO ₂ (g/s)	151	151
Emisión óxidos de nitrógeno NO _x (g/s)	244	244
Emisión material particulado respirable MP ₁₀ (g/s)	15	15

Fuente: EIA CTSM, Addenda N°1.

Modelación de calidad del aire CTSM, Coronel, VIII Región

Informe Final

Página 11 de 23

Código V01: FI-A.03-DSA



Tabla 2. Características geométricas modificadas de las chimeneas CTSM.

Parámetro	Unidad 1	Unidad 2
Coordenadas UTM WGS 84 (m)	666.219 E 5.898.739 m N	666.131 E 5.898.739 m N
Altura chimenea (m)	130	130
Diámetro interno de salida (m)	5,3	5,0
Velocidad de salida de los gases (m/s)	20,1	22,6
Temperatura de salida de los gases (°C)	125	125
Emisión dióxido de azufre SO ₂ (g/s)	151	151
Emisión óxidos de nitrógeno NO _x (g/s)	244	244
Emisión material particulado respirable MP ₁₀ (g/s)	15	15

Fuente: "Modelación de la Dispersión de las Emisiones Atmosféricas Provenientes del Complejo Termoeléctrico Santa María de Coronel", realizado por Algoritmos S.A. con fecha enero 2010.

Tabla 3. Características de las emisiones Unidad 2 Central Bocamina.

Parámetro	Unidad 2
Coordenadas UTM WGS 84 (m)	663.008 E, 5.901.062 m N
Altura chimenea (m)	100
Diámetro interno de salida (m)	5,92
Velocidad de salida de los gases (m/s)	13
Temperatura de salida de los gases (°C)	135
Emisión dióxido de azufre SO ₂ (g/s)	108,8
Emisión óxidos de nitrógeno NO _x (g/s)	290,5
Emisión material particulado respirable MP ₁₀ (g/s)	18,9

Fuente: "Modelación de la Dispersión de las Emisiones Atmosféricas Provenientes del Complejo Termoeléctrico Santa María de Coronel", realizado por Algoritmos S.A. con fecha enero 2010.

Tabla 4. Ubicaciones de los receptores discretos incluidos en la modelación.

Receptor	Coordenadas UTM (WGS84)	
	Este (m)	Norte (m)
Coronel	665.013	5.902.576
Chiguayante	676.000	5.911.700
Hualpén	669.790	5.927.130
San Pedro	669.570	5.921.720
Concepción	674.150	5.923.742
Talcahuano	668.340	5.934.670

Fuente: EIA CTSM, Addenda N°1.

Modelación de calidad del aire CTSM, Coronel, VIII Región

Informe Final

Página 12 de 23

Código V01: FI-A.03-DSA



5. Resultados

5.1 Caso de las emisiones atmosféricas consideradas en el EIA.

Las Tablas 5, 6 y 7 resumen las diferencias en concentraciones ambientales estimadas con el modelo AERMOD para los tres contaminantes modelados (MP_{10} , SO_2 , NO_2), respectivamente. Se presentan los resultados para los seis receptores considerados en la Addenda N°1 del EIA del Proyecto (listados en la Tabla 4) y para la meteorología del año 2016. Los resultados de las modelaciones de los escenarios 1 y 2 para la meteorología de los años 2015 y 2017 se presentan en el Anexo 2, ya que son muy similares a los presentados en las siguientes Tablas.

Tabla 5. Cambios en concentraciones de MP_{10} ($\mu g/m^3$) estimadas en los seis receptores de la Tabla 4. Caso de la meteorología 2016.

Receptor	Escenario 1: emisiones consideradas en EIA		Escenario 2: =1 pero con cambios en chimeneas		Escenario 2 - Escenario 1	
	anual	P98 24h	anual	P98 24h	anual	P98 24h
Coronel	0,65	1,63	0,64	1,59	-0,013	-0,037
Chiguayante	0,20	0,70	0,19	0,66	-0,008	-0,044
Hualpén	0,03	0,14	0,03	0,12	-0,002	-0,010
San Pedro	0,04	0,17	0,04	0,14	-0,003	-0,028
Concepción	0,05	0,16	0,04	0,15	-0,003	-0,009
Talcahuano	0,03	0,11	0,02	0,09	-0,002	-0,017

Tabla 6. Cambios en concentraciones de SO_2 ($\mu g/m^3$) estimadas en los seis receptores de la Tabla 4. Caso de la meteorología 2016.

Receptor	Escenario 1: emisiones consideradas en EIA			Escenario 2: =1 pero con cambios en chimeneas			Escenario 2 - Escenario 1		
	anual	P99 24h	Máx. 1h	anual	P99 24h	Máx. 1h	anual	P99 24h	Máx. 1h
Coronel	4,27	11,5	103	4,13	11,2	102	-0,14	-0,24	-1
Chiguayante	1,60	6,9	91	1,51	6,0	69	-0,09	-0,99	-23
Hualpén	0,29	1,3	56	0,26	1,2	42	-0,03	-0,10	-15
San Pedro	0,37	2,0	71	0,34	1,6	47	-0,03	-0,41	-24
Concepción	0,38	1,8	49	0,35	1,5	45	-0,03	-0,30	-4
Talcahuano	0,22	1,3	37	0,21	1,0	31	-0,02	-0,30	-6

Modelación de calidad del aire CTSM, Coronel, VIII Región

Informe Final

Página 13 de 23

Código V01: FI-A.03-DSA



Tabla 7. Cambios en concentraciones de NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) estimadas en los seis receptores de la Tabla 4. Caso de la meteorología 2016.

Receptor	Escenario 1: emisiones consideradas en EIA		Escenario 2: =1 pero con cambios en chimeneas		Escenario 2 - Escenario 1	
	anual	Máx. 1h	anual	Máx. 1h	anual	Máx. 1h
Coronel	6,97	138	6,85	138	-0,12	-1
Chiguayante	2,52	94	2,44	90	-0,08	-4
Hualpén	0,44	56	0,41	46	-0,03	-10
San Pedro	0,55	66	0,52	49	-0,03	-17
Concepción	0,59	67	0,56	42	-0,03	-26
Talcahuano	0,34	41	0,32	39	-0,02	-1

En las tres Tablas precedentes se aprecia que los cambios son negativos y muy pequeños comparados con la situación base (Escenario 1) considerada en el EIA del Proyecto. En otras palabras, los cambios en las dimensiones de las chimeneas (aumento de 90 a 130 m) del Proyecto no son significativos y no hay un deterioro de la calidad del aire en la zona de influencia del Proyecto debido a esa modificación estructural de las chimeneas.

5.2 Caso de las emisiones reales del CTSM

En esta Sección del Informe consideramos las emisiones actuales del CTSM, obtenidas a partir de la información recuperada desde el SICTER. La siguiente Tabla muestra las emisiones totales anuales para los años 2016 y 2017 y comparadas con las emisiones consideradas en el EIA (emisiones teóricas). Se aprecia que todas las emisiones reales del CTSM son considerablemente menores respecto a las emisiones declaradas en el EIA. Las emisiones actuales de MP_{10} corresponden a un 2% a un 3% de las usadas en las modelaciones presentadas en la sección anterior de este informe. Para el SO_2 , las emisiones en 2016 y 2017 fueron de un 15% y 16%, respectivamente, de las emisiones modeladas en el EIA. Para los óxidos de nitrógeno, los respectivos porcentajes en 2016 y 2017 fueron de 18% y 22% con respecto a las emisiones modeladas en el EIA.

Tabla 8. Comparación de las emisiones originalmente usadas en el EIA y las medidas los años 2016 y 2017 en el CTSM. Todas las emisiones expresadas en ton/año.

Contaminante	EIA (teórico)	CTSM 2016 (real)	CTSM 2017 (real)
MP_{10}	946	19	29,5
SO_2	9.524	1.472	1.515
NO_x	15.390	2.790	3.413

Fuente: elaboración del Consultor en base a datos recuperados del SICTER.

Modelación de calidad del aire CTSM, Coronel, VIII Región

Informe Final

Página 14 de 23

Código V01: FI-A.03-DSA



Las siguientes Figuras muestran la comparación de las emisiones actuales (años 2016 y 2017) del CTSM versus las originalmente declaradas en el EIA. Se aprecia una gran diferencia entre las emisiones del EIA y las reales que ocurrieron esos dos años. Esa diferencia se debe a que: a) el fabricante (dato teórico informado en el EIA) normalmente entrega estimaciones conservadoras de las emisiones de las unidades generadoras, b) el CTSM solo opera una de las dos unidades aprobadas en el EIA, y c) está en vigencia la normativa de límites de emisión para centrales termoeléctricas en el país, lo que ha hecho que se incluyan más controles de emisiones atmosféricas en todas ellas, en particular en el CTSM.

Dados los bajos valores reales de las emisiones atmosféricas del CTSM con respecto a las usadas en la sección 5.1 del presente Informe, se puede concluir que los impactos en la calidad del aire en la actualidad son mucho menores que los mostrados en las Tablas 5, 6 y 7. Por ejemplo, en el caso del MP_{10} los impactos son menores en magnitud a la precisión con la que se puede medir el MP_{10} en el monitoreo ambiental, por ejemplo. En otras palabras, los impactos reales en calidad del aire son mucho menores que los teóricamente calculados en el EIA y recalculados en la sección 5.1 de este Informe.

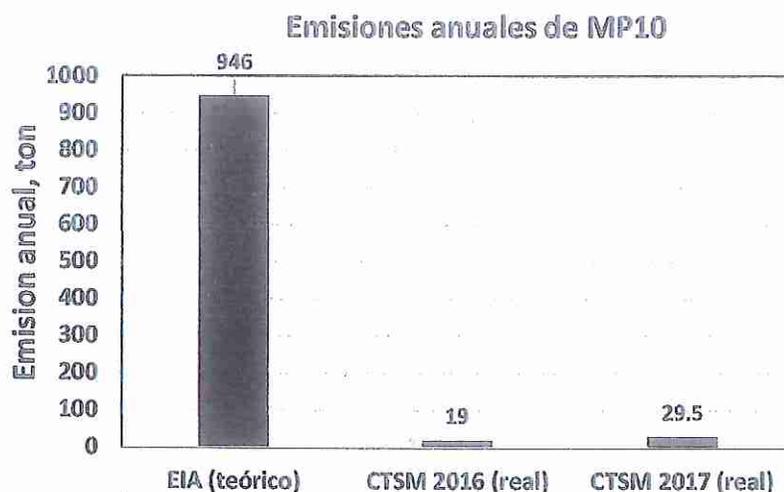


Figura 2. Comparación de las emisiones teóricas del EIA con las reales del CTSM para MP_{10} , años 2016 y 2017.

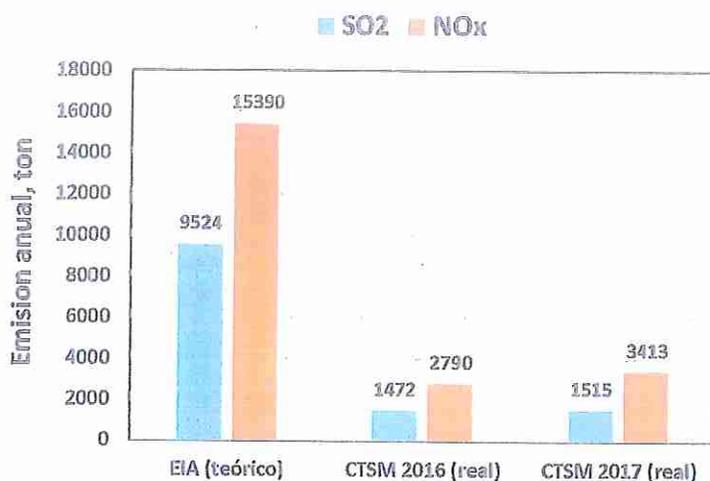


Figura 3. Comparación de las emisiones teóricas del EIA con las reales del CTSM para SO₂ y NO_x y, años 2016 y 2017.

5.3 Caso de las emisiones actuales y diferente potencia generada en el CTSM

En esta Sección del Informe realizamos un análisis de la variabilidad de las emisiones atmosféricas reales del CTSM, considerando que la unidad existente opera puede operar a distintos niveles de carga (potencia), la cual puede llegar hasta los 370 MW. Este análisis permite cuantificar el eventual cambio causado en los impactos en calidad del aire por concepto de generación a distintos niveles de potencia por el CTSM con respecto a la situación originalmente evaluada en el EIA (dos unidades con 700 MW totales).

La siguiente Figura muestra un histograma de la potencia medida en cada hora de operación del CTSM para el periodo 2016-2017. Para facilitar la vista, no se incluyen potencias más bajas o cero (CTSM fuera de operación). Se aprecia que la mayoría del tiempo en operación, la potencia está en una banda entre 350 y 370 MW.



Histograma de potencia en CTSM, 2016-2017

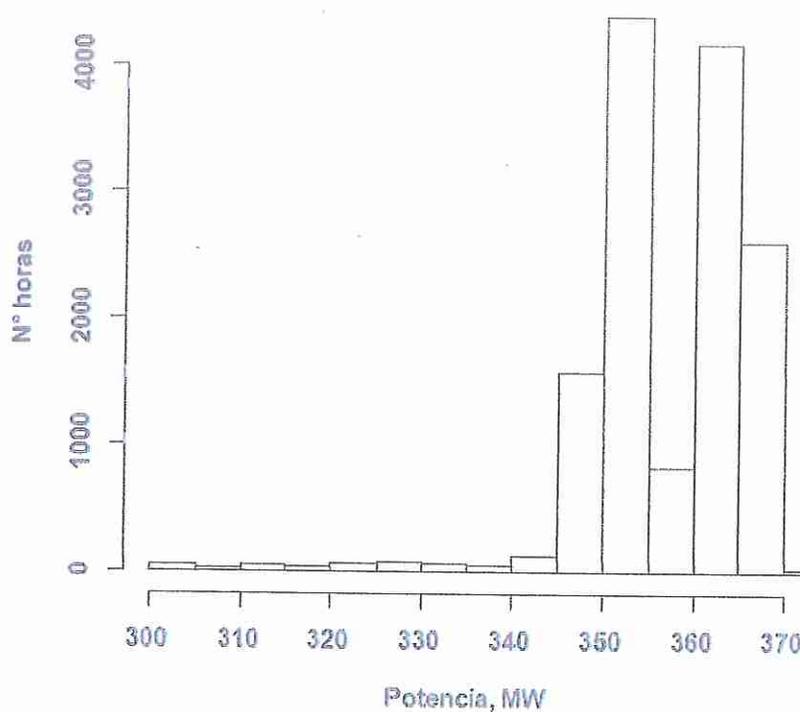


Figura 4. Histograma de potencia entregada por el CTSM, años 2016 y 2017. Fuente: elaboración del Consultor en base a información del SICTER. Por simplicidad, no se grafican potencias menores a 300 MW.

Para comparar las emisiones atmosféricas reales del CTSM para diferentes condiciones de carga (potencia), se construyen dos conjuntos de datos: uno con potencia generada entre 349 y 351 MW (centrada alrededor de los 350 MW) y otro conjunto con potencias entre 369 y 371 MW (centrada alrededor de los 370 MW), a fin de comparar las emisiones atmosféricas en ambos casos.

La siguiente tabla muestra la estadística de ambos conjuntos de datos, para la potencia y las emisiones de NO_x, SO₂ y MP₁₀.



Tabla 9. Estadística de los datos en dos bandas de potencia generada. Emisiones en kg/h y potencia en MW.

	Potencia alrededor de 350 MW				Potencia alrededor de 370 MW			
	NOx	SO ₂	MP ₁₀	Potencia	NOx	SO ₂	MP ₁₀	Potencia
Mínimo	207	118	0,00	349,0	391	171	1,0	369,0
Perc. 25	378	169	2,05	349,5	445	183	1,0	369,3
Mediana	406	188	2,20	350,1	461	200	1,0	369,8
Promedio	406	208	2,26	350,1	457	216	1,9	369,9
Perc. 75	436	233	2,42	350,6	474	239	2,0	370,4
Máximo	595	491	23,0	351,0	524	479	7,0	370,9

Para establecer si es que hay diferencias estadísticamente significativas entre emisiones atmosféricas en ambas bandas de generación eléctrica, se procedió a realizar el test de comparación estadística de las medias de cada contaminante emitido en esos dos grupos de datos. La siguiente Tabla presenta los resultados de esas comparaciones.

Tabla 10. Comparación estadística entre emisiones atmosféricas medidas a distinta potencia generada en CTSM.

Contaminante emitido	Valor t del test para E(370)-E(350)	Valor p del test	Intervalo de confianza al 95% para la diferencia media E(370)-E(350), kg/h
NOx	12,5	$< 10^{-15}$	42,7 a 58,9
SO ₂	1,09	0,278	-6,8 a 23,0
MP ₁₀	-1,73	0,089	-0,79 a 0,058

Luego, se puede concluir que las emisiones de MP₁₀ y SO₂ no cambian de manera significativa cuando la potencia del CTSM cambia entre 350 y 370 MW de potencia, ya que el valor p del test es mayor a 0,05. En otras palabras, no hay efecto en calidad del aire (MP₁₀ o SO₂) asociado al cambio de la potencia generada en el CTSM de 350 a 370 MW.

Solo en el caso del NOx se aprecia un incremento de emisión, la que cambia de 406 a 457 kg/h al aumentar la potencia de 350 a 370 MW. Sin embargo, este efecto es marginal, ya que solo representa un incremento del 15%, y ya se ha visto en la sección 5.2 del presente informe que las emisiones de NOx del CTSM son del 22% (o menos) del valor aprobado en el EIA del CTSM. Luego, se trata de cambios marginales en emisiones de NOx, por lo que el efecto en calidad del aire es neutro, ya que se trata de impactos que son mucho más bajos que los evaluados y aprobados ambientalmente.



6. Conclusiones

Este Estudio realizó un análisis de los impactos en calidad del aire atribuibles al CTSM en la zona de Coronel, Región del Biobío. Para estos fines, el Consultor ocupó información pública, reproducible y que ha sido validada por la autoridad (caso de las emisiones reales del CTSM, disponibles en el SICTER).

En este Estudio se ha realizado las siguientes actividades:

- 1) Una modelación de calidad del aire para las emisiones ambientalmente aprobadas del Complejo Termoeléctrico Santa María, de Colbún S.A. Se modeló dos escenarios de operación del Proyecto: un primer escenario que considera las dos unidades generadoras operando en las mismas condiciones aprobadas por la RCA (año 2007), y un segundo escenario que considera cambios en las dimensiones de las chimeneas de ambas unidades generadoras (carta de pertinencia del año 2010). La diferencia de concentraciones modeladas (escenario 2 – escenario 1) permite estimar la magnitud de los cambios en calidad del aire, en el área de influencia del Proyecto, asociados a dicha modificación de las dimensiones de las chimeneas.
- 2) También se hizo un análisis considerando las emisiones másicas aprobadas del EIA en comparación con las emisiones reales y actualmente medidas en el CTSM.
- 3) Se hizo también un análisis considerando las emisiones actuales del CTSM y como ellas varían al cambiarse el nivel de carga (potencia generada) del CTSM.

En la actividad 1), los resultados obtenidos con el modelo de dispersión AERMOD, para tres años de meteorología en la zona del Proyecto (2015, 2016 y 2017) y las emisiones originalmente consideradas en el EIA, indican que en los seis receptores considerados en el EIA original, las concentraciones de todos los contaminantes modelados no cambian significativamente al modificarse las dimensiones de las chimeneas. Por lo tanto, se corrobora los resultados del estudio: "Modelación de la Dispersión de las Emisiones Atmosféricas Provenientes del Complejo Termoeléctrico Santa María de Coronel", realizado por Algoritmos S.A. con fecha enero 2010 así como también se confirma la total validez del análisis de la carta de pertinencia del año 2010 y la resolución respectiva de la COREMA VIII Región. Este resultado es robusto y consistente al utilizarse tres años de datos meteorológicos para la zona de estudio.

En la actividad 2), se encuentra que los impactos reales de calidad del aire son considerablemente inferiores a los estimados en el EIA, ya que las emisiones reales son significativamente menores a las emisiones supuestas en el EIA: el MP_{10} anual bajó de 946 ton a 29,5 ton en el año 2017, lo que



representa una reducción del 97% en impactos. Para el SO_2 y NO_x , las reducciones de emisiones son del 84% y 78% en comparación con el EIA, respectivamente.

En la actividad 3), se encontró que en la operación real del CTSM en los años 2016 y 2017, los datos de emisiones atmosféricas reportados en el SICTER no presentan diferencias estadísticamente significativas de emisiones de MP_{10} y SO_2 cuando la potencia generada pasa de 350 a 370 MW. Esto significa que la variación de la potencia generada o nivel de carga del CTSM no implica cambios en la calidad del aire en el área de influencia del CTSM para esos dos contaminantes. Solamente las emisiones de NO_x se incrementan en un 15% al pasar de 350 MW a 370 MW de generación. Sin embargo, dado que las emisiones reales de NO_x siguen siendo muy inferiores a las consideradas en el EIA, este efecto es marginal en la calidad del aire en la zona de influencia del CTSM.

En resumen, se concluye que la modificación de las dimensiones de las chimeneas del Proyecto CTSM no conlleva variación en los impactos en calidad del aire originalmente estimados en el EIA del Proyecto, y en la mayoría de los casos dichos impactos disminuyeron en magnitud. Además, la operación real del Proyecto CTSM está asociada a niveles de emisión en chimenea e impactos en calidad del aire muy inferiores a los estimados en el EIA original. Finalmente, la variabilidad en la potencia generada en el CTSM no produce cambios significativos en los aportes del CTSM a las concentraciones ambientales en la zona de influencia del proyecto, que nuevamente son mucho menores en la práctica que los impactos autorizados en la RCA del CTSM.



7. ANEXOS

7.1 Anexo 1: Tablas complementarias de resultados de la actividad 1

En este Anexo se incluyen los resultados de las modelaciones realizadas en la actividad 1, con la meteorología 2015 y 2017, para facilitar la lectura del Informe.

En primer lugar, las Tablas 11 a 13 presentan los cambios en concentraciones estimadas por el modelo AERMOD, en los seis receptores considerados en el Addenda N°1 del EIA, para la meteorología 2015.

Tabla 11. Cambios en concentraciones de MP_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) estimadas en los seis receptores de la Tabla 5. Caso de la meteorología 2015.

Receptor	Escenario 1: emisiones consideradas en EIA		Escenario 2: =1 pero con cambios en chimeneas		Escenario 2 - Escenario 1	
	anual	P98 24h	anual	P98 24h	anual	P98 24h
Coronel	0,77	1,7	0,75	1,7	-0,015	-0,053
Chiguayante	0,25	0,7	0,24	0,7	-0,008	-0,041
Hualpén	0,04	0,2	0,04	0,1	-0,003	-0,013
San Pedro	0,05	0,2	0,05	0,2	-0,003	-0,005
Concepción	0,06	0,2	0,05	0,2	-0,002	0,000
Talcahuano	0,03	0,1	0,03	0,1	-0,002	-0,004

Tabla 12. Cambios en concentraciones de SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) estimadas en los seis receptores de la Tabla 5. Caso de la meteorología 2015.

Receptor	Escenario 1: emisiones consideradas en EIA			Escenario 2: =1 pero con cambios en chimeneas			Escenario 2 - Escenario 1		
	anual	P99 24h	Máx. 1h	anual	P99 24h	Máx. 1h	anual	P99 24h	Máx. 1h
Coronel	5,00	11,4	108	4,84	11,1	99	-0,15	-0,21	-9
Chiguayante	2,04	7,3	75	1,96	6,0	57	-0,08	-1,36	-18
Hualpén	0,34	2,1	65	0,32	1,9	46	-0,03	-0,24	-19
San Pedro	0,44	2,4	67	0,41	2,3	51	-0,03	-0,07	-16
Concepción	0,47	2,5	68	0,44	2,5	64	-0,02	-0,06	-3
Talcahuano	0,27	1,7	66	0,24	1,6	40	-0,03	-0,15	-26



Tabla 13. Cambios en concentraciones de NO_2 ($\mu g/m^3$) estimadas en los seis receptores de la Tabla 5. Caso de la meteorología 2015.

Receptor	Escenario 1: emisiones consideradas en EIA		Escenario 2: =1 pero con cambios en chimeneas		Escenario 2 - Escenario 1	
	anual	Máx. 1h	anual	Máx. 1h	anual	Máx. 1h
Coronel	8,23	139	8,09	138	-0,14	-1
Chiguayante	3,30	73	3,22	66	-0,08	-6
Hualpén	0,55	97	0,51	69	-0,04	-28
San Pedro	0,69	97	0,65	69	-0,04	-28
Concepción	0,76	68	0,73	64	-0,03	-4
Talcahuano	0,43	109	0,40	63	-0,03	-46

A continuación, las Tablas 14 a 16 presentan los cambios en concentraciones estimadas por el modelo AERMOD, en los seis receptores considerados en el Addenda N°1 del EIA, para la meteorología 2017.

Tabla 14. Cambios en concentraciones de MP_{10} ($\mu g/m^3$) estimadas en los seis receptores de la Tabla 5. Caso de la meteorología 2017.

Receptor	Escenario 1: emisiones consideradas en EIA		Escenario 2: =1 pero con cambios en chimeneas		Escenario 2 - Escenario 1	
	anual	P98 24h	anual	P98 24h	anual	P98 24h
Coronel	0,63	1,56	0,62	1,56	-0,012	-0,002
Chiguayante	0,21	0,72	0,20	0,69	-0,006	-0,036
Hualpén	0,04	0,11	0,03	0,11	-0,002	-0,002
San Pedro	0,05	0,15	0,04	0,15	-0,002	-0,006
Concepción	0,05	0,23	0,05	0,21	-0,002	-0,022
Talcahuano	0,03	0,08	0,02	0,08	-0,002	-0,001



Tabla 15. Cambios en concentraciones de SO_2 ($\mu g/m^3$) estimadas en los seis receptores de la Tabla 5. Caso de la meteorología 2017.

Receptor	Escenario 1: emisiones consideradas en EIA			Escenario 2: =1 pero con cambios en chimeneas			Escenario 2 - Escenario 1		
	anual	P99 24h	Máx. 1h	anual	P99 24h	Máx. 1h	anual	P99 24h	Máx. 1h
Coronel	4,20	10,78	133	4,07	10,68	133	-0,12	-0,10	0
Chiguayante	1,69	7,64	123	1,63	7,17	70	-0,06	-0,48	-53
Hualpén	0,30	2,01	46	0,28	1,38	43	-0,02	-0,63	-4
San Pedro	0,39	2,56	61	0,37	1,56	48	-0,03	-1,00	-13
Concepción	0,41	2,27	42	0,39	2,06	39	-0,02	-0,21	-3
Talcahuano	0,23	1,01	70	0,21	0,93	34	-0,02	-0,08	-36

Tabla 16. Cambios en concentraciones de NO_2 ($\mu g/m^3$) estimadas en los seis receptores de la Tabla 5. Caso de la meteorología 2017.

Receptor	Escenario 1: emisiones consideradas en EIA		Escenario 2: =1 pero con cambios en chimeneas		Escenario 2 - Escenario 1	
	anual	Máx. 1h	anual	Máx. 1h	anual	Máx. 1h
Coronel	6,73	176	6,62	176	-0,11	0
Chiguayante	2,61	102	2,55	68	-0,06	-34
Hualpén	0,47	58	0,44	55	-0,02	-3
San Pedro	0,59	66	0,57	59	-0,03	-7
Concepción	0,66	49	0,63	47	-0,02	-2
Talcahuano	0,36	78	0,34	48	-0,02	-30