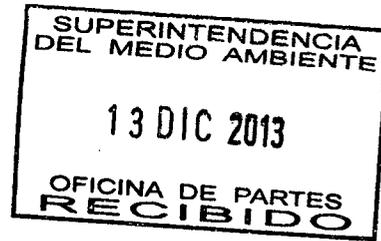


Santiago, 13 de diciembre de 2013

Señores  
Superintendencia del Medio Ambiente  
Miraflores 178, Piso 3 y 7,  
Santiago



**Ref. : Procedimiento administrativo sancionatorio con reformulación de cargos a Empresa Nacional de Electricidad S.A., RUT 91.081.000-6 – Proyecto “Ampliación Central Termoeléctrica Bocamina (Segunda Unidad)”, según ORD. U.I.P.S. N°976 del 26 de noviembre de 2013 – ACOMPAÑA NUEVOS ANTECEDENTES.**

Estimados señores:

Me refiero al procedimiento administrativo sancionatorio mediante el cual la Superintendencia del Medio Ambiente reformuló cargos en contra de Empresa Nacional de Electricidad S.A., RUT 91.081.000-6, según ORD. U.I.P.S. N°976 del 26 de noviembre de 2013, emitido por el Jefe de la Unidad de Instrucción de Procedimiento Sancionatorio de esa Superintendencia y, particularmente, al cargo formulado en el numeral 29.4 de dicho acto administrativo, esto es, “[e]/ inicio de la operación del proyecto ‘Optimización Central Termoeléctrica Bocamina Segunda Unidad’, que modifica el proyecto ‘Ampliación Central Bocamina Segunda Unidad’, sin contar con Resolución de Calificación Ambiental’.

La presente tiene por objeto poner en vuestra atención que - con posterioridad a la emisión del citado ORD. U.I.P.S. N°976- han surgido nuevos antecedentes que confirmarían los hechos denunciados -atingentes al cargo antes señalado- a partir de los antecedentes del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto denominado “Optimización Central Termoeléctrica Bocamina Segunda Unidad” recientemente presentado por la misma Empresa Nacional de Electricidad S.A. al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) el 03 de diciembre de 2013.

Todos los antecedentes de este proyecto obran en el respectivo expediente de evaluación de impacto ambiental en la página web del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental en [http://seia.sea.gob.cl/expediente/expedientesEvaluacion.php?modo=ficha&id\\_expediente=2128853023](http://seia.sea.gob.cl/expediente/expedientesEvaluacion.php?modo=ficha&id_expediente=2128853023)

Para efectos de ilustrar lo que se viene señalando vengo en acompañar copia de:

- 1) Capítulo 1 – Antecedentes y Descripción del Proyecto, correspondiente a Estudio de Impacto Ambiental del proyecto “Optimización Central Termoeléctrica Bocamina Segunda Unidad” de fecha noviembre de 2013, recientemente presentado por Empresa Nacional de Electricidad S.A. al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) el 03 de diciembre de 2013; y



- 2) Descripción cronológica de las fases del proyecto "Optimización Central Termoeléctrica Bocamina Segunda Unidad" acompañada al Estudio de Impacto Ambiental, recientemente presentado por Empresa Nacional de Electricidad S.A. al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) el 03 de diciembre de 2013.

Sin perjuicio del hecho que Empresa Nacional de Electricidad S.A. haya desistido continuar la tramitación de este proyecto, por motivos que se desconocen, -ya que su carta de 10 de diciembre de 2013 no los expresa-, el contenido del aludido Estudio de Impacto Ambiental confirmaría la efectividad del cargo formulado antes aludido como se desprende de los documentos que se acompañan, según veremos a continuación:

A. Respecto del mencionado "Capítulo 1 – Antecedentes y Descripción del Proyecto" interesa destacar las siguientes afirmaciones:

- Pág. 1: "Producto de estudios de ingeniería realizados a partir del año 2008 y de un análisis del rendimiento de las máquinas, **el Titular optimizó** el diseño de la Segunda Unidad, lo que permite mejorar su funcionamiento en términos ambientales y de seguridad (tanto para el suministro energético como para sus instalaciones), sin modificar las características esenciales del proyecto aprobado, lo que, a la vez, permite un aumento de potencia en 20 MW." (Lo destacado es de quien suscribe).
- Pág. 7: "... **Estas mejoras se obtuvieron** a través de la aplicación de un conjunto de modificaciones detalladas más adelante, como por ejemplo: el cambio del tipo de caldera (reemplazando la caldera del tipo "circulación natural" por una caldera del tipo "circulación asistida"), lo que derivó en la redistribución de los equipos y obras de la Segunda Unidad, traducándose en un ahorro en los consumos de energía internos y en un aumento de 20 MW de potencia... Además de lo anterior, **se optimizó** el manejo de insumos y residuos, y **se aumentó** la eficiencia y seguridad del suministro eléctrico de la Segunda Unidad. **Cada una de estas adecuaciones requirió** de otras modificaciones menores, todas necesarias para la operación de ésta... Considerando lo anterior, **las obras y actividades que fueron modificadas se pueden clasificar en tres grupos... Estos tres grupos de modificaciones, generaron efecto** en la disposición general de los equipos de la Segunda Unidad (layout)..." (Lo destacado es de quien suscribe).
- Pág. 9: "... 1.3.2.1 Obras modificadas respecto del proyecto aprobado ... La optimización de la Segunda Unidad de la CT Bocamina, respecto del proyecto aprobado, **consideró la modificación de las siguientes obras**, las cuales se encuentran agrupadas en torno a una modificación principal..." (Lo destacado es de quien suscribe).
- Pág. 10: "Obras relacionadas con la optimización de la Segunda Unidad... Con el fin de optimizar la generación de energía, **se realizó** el cambio del tipo de generador de vapor (caldera), lo cual, a la vez, **requirió** de la modificación del sistema de refrigeración con agua de mar y del turbogenerador..." (Lo destacado es de quien suscribe).



- Pág. 11: "... 1.3.3.1 Fase de Construcción... Las actividades durante la fase de construcción de la Segunda Unidad **no fueron modificadas** respecto de lo indicado en el proyecto aprobado..." (Lo destacado es de quien suscribe).
- Pág. 12: "... Como se observa en la Tabla 1.3, la modificación del tipo de caldera **implicó un aumento en la tasa de generación de vapor de la caldera, con menor consumo de combustible y, por tanto, menores emisiones totales en operación normal. Además, el proyecto optimizado eliminó el uso de petróleo pesado para las partidas y detenciones de la caldera, empleando únicamente petróleo liviano ASTM Nº 2, lo que se traduce en la disminución de las emisiones por el uso de este combustible...**" (Lo destacado es de quien suscribe).
  - Pág. 13: "... A su vez, el cambio en el tipo de caldera, **introdujo modificaciones al sistema de refrigeración con agua de mar y al turbogenerador, las que se describen a continuación:...** El proyecto aprobado consideraba tres bombas para la refrigeración principal, cada una de ellas con una capacidad del 50% del caudal, una bomba para la refrigeración del circuito cerrado y un intercambiador de calor para la transferencia de calor al circuito primario (agua de mar). El caudal de agua de mar necesario para la refrigeración del condensador correspondía a 45.000 m<sup>3</sup>/h cuando la Segunda Unidad operase a máxima potencia... Por su parte, el proyecto optimizado **consta de dos bombas de refrigeración principal en configuración 2 x 60% y una bomba de respaldo para el enfriamiento de componentes y llenado en línea. Además, el nuevo sistema incorporó dos intercambiadores de calor en configuración 2 x 100% (uno en servicio y uno en stand by), tres bombas para llenado en línea en configuración 3 x 60% y un circuito de distribución de las mismas...**" (Lo destacado es de quien suscribe).
  - Pág. 15: "... El aumento en la potencia de la Segunda Unidad **requirió, a la vez, un aumento aproximado de 5.000 m<sup>3</sup>/h en el caudal de agua de mar necesaria para refrigerar el condensador (de 45.000 m<sup>3</sup>/h a 50.000 m<sup>3</sup>/h aproximados), ya que requiere un mayor volumen de agua para que la diferencia de temperatura entre el agua de entrada y el agua de salida no supere los 8,17°C, temperatura menor a la empleada en las modelaciones presentadas en el proyecto aprobado (equivalente a 9 °C), con descarga a orilla de playa...**" (Lo destacado es de quien suscribe).
  - Pág. 23: "... Respecto de las coordenadas de la descarga de agua de refrigeración, éstas **fueron precisadas** respecto de lo presentado en el proyecto aprobado, pues **el sistema de georeferenciación de dicho punto no fue preciso en el EIA presentado en el 2006, ya que se localizaba a aproximadamente 38 m de las coordenadas reales (proyecto optimizado). Se hace presente que la descarga del efluente de la Segunda Unidad corresponde a una descarga a orilla de playa... La Tabla 1.5 muestra un resumen de las diferencias entre el sistema de refrigeración del proyecto aprobado y del sistema de refrigeración del proyecto optimizado...**" (Lo destacado es de quien suscribe).
  - Pág. 24: "... La Tabla 1.6 **muestra las modificaciones realizadas** al turbogenerador de la Segunda Unidad... Sin embargo, como parte del proceso de ingeniería de detalle de las



obras de la Segunda Unidad de la CT Bocamina, **se incluyó** la optimización de la cancha de carbón, almacenándola en dos grandes canchas (Norte y Sur), permitiendo el acopio de 309.000 ton...” (Lo destacado es de quien suscribe).

- Pág. 25: “... **Se eliminó** el triturador de carbón, reemplazándolo por un sistema de clasificación de tamaño del tipo harnero; ... **Se modificó** el tipo de apilador de carbón: de un apilador longitudinal (estático), por apiladores de pivote vertical y horizontal en ambas canchas; **Se modificó** el tipo de alimentadores, de subterráneos a superficiales en ambas canchas; y **Se incorporó** sistemas de abatimiento de material particulado fugitivo en los puntos de transferencia de carbón (ver Anexo E)... Adicionalmente, **se implementaron** dos edificios de servicios (uno en cada cancha), cuya función es albergar las instalaciones para mantenimiento menor de las máquinas, baños, sala de merienda y botiquín de primeros auxilios...” (Lo destacado es de quien suscribe).
- Págs. 31 y 32: “... Luego de una revisión de detalle de las áreas necesarias para la instalación de esta cancha y el uso del equipo auxiliar asociado (cargadores frontales, molinos de bolas, cintas transportadoras en altura), **se determinó** optimizar el sistema de almacenamiento, cuyas características son: - Eliminación de los molinos de bola; - Descarte del uso de cargadores frontales; y - Eliminación de la cancha de acopio, reemplazándola por un silo de caliza pulverizada de 1.500 m<sup>3</sup> de capacidad...” (Lo destacado es de quien suscribe).
- Pág. 33: “... **A consecuencia de las modificaciones realizadas**, la caldera de la Segunda Unidad **emplea** sólo petróleo diésel ASTM N° 2 (estanque de 735 m<sup>3</sup>) durante las partidas y detenciones, descartando el uso de petróleo pesado...” (Lo destacado es de quien suscribe).
- Pág. 34: “... Bajo esta premisa, **se determinó** la construcción de una nueva bodega con un área de 1.300 m<sup>2</sup> para el almacenamiento de insumos no peligrosos y repuestos, y dos bodegas para el almacenamiento transitorio de insumos peligrosos con un área de 160 m<sup>2</sup> cada una...” (Lo destacado es de quien suscribe).
- Pág. 37: “... Con el fin de hacer más eficiente el almacenamiento de ambos tipos de cenizas, y eventualmente su posterior venta a terceros, **se determinó** la segregación de éstas en silos independientes, para cenizas de fondo y cenizas volantes, con capacidades de 160 ton y 1.200 ton respectivamente. Lo anterior representa un leve aumento en la capacidad de almacenamiento respecto de lo declarado en el proyecto aprobado (equivalente al 0,9%)...” (Lo destacado es de quien suscribe).
- Pág. 38: “... El proyecto optimizado considera en su diseño un sistema de colección ante eventuales derrames de aceite en el foso de transformadores. **Este sistema incluye** una piscina de separación primaria agua aceite (320 m<sup>3</sup> de capacidad) y un sistema de separación de agua aceite (Skid separador agua aceite), cuyo objetivo es remover el aceite, grasas e hidrocarburos presentes en el agua...” (Lo destacado es de quien suscribe).



- Pág. 42: "... Como parte de la optimización realizada a la Segunda Unidad, el sistema **fue redimensionado** para atender el flujo de Riles, tanto del desulfurizador como de otros puntos de la planta (aguas provenientes del Skid separador agua aceite, planta de agua desmineralizada, aguas de la primera lluvia, purgas de la caldera y lavado del precalentador de aire de la caldera). La planta de tratamiento de Riles del desulfurizador de la Segunda Unidad es, en términos de proceso, equivalente a la presentada en el proyecto aprobado, **con la diferencia** que su capacidad de tratamiento **augmentó** de 40 m<sup>3</sup>/h a 51 m<sup>3</sup>/h. La optimización **consideró no reinyectar** los lodos resultantes del proceso en la caldera, sino que coleccionarlos independientemente, para posteriormente ser dispuestos en el depósito de cenizas de la Segunda Unidad..." (Lo destacado es de quien suscribe).
- Pág. 45: "... El sistema de tratamiento de agua lluvia de la cancha de carbón (**obra nueva respecto del proyecto aprobado**) considera la colección y el tratamiento de las agua lluvia dentro de las canchas de carbón Norte y Sur, independiente del sistema de colección de agua lluvia de la Segunda Unidad de la CT Bocamina..." (Lo destacado es de quien suscribe).
- Págs. 51 y 52: "... Sin embargo, durante el desarrollo de la ingeniería de detalle de la Segunda Unidad, se realizaron nuevos análisis físico - químico del agua industrial (ver Anexo J) a emplear en el proceso, **determinándose** la necesidad de incorporar una planta de prefiltrado. De esta forma, la planta del proyecto optimizado **quedó constituida** por una etapa de pretratamiento (prefiltrado y ósmosis inversa) y la etapa de remoción química por medio de filtros catiónico, aniónicos y lecho mixto... La capacidad de la planta de agua desmineralizada **augmentó** de 20 m<sup>3</sup>/h a 50 m<sup>3</sup>/h (dos módulos de 25 m<sup>3</sup>/h cada uno), cuyo caudal es destinado a los consumos propios de la Segunda Unidad (caldera y sistema auxiliar de enfriamiento)..." (Lo destacado es de quien suscribe).
- Pág. 53: "... Durante el desarrollo de la ingeniería de detalle del proyecto **se observó que este último transformador no era suficiente** en términos de capacidad y nivel de voltaje para todos los consumos propios de la planta, pudiendo ser un riesgo para la operación de la Segunda Unidad. Es por ello, y con motivo de aumentar la seguridad en el suministro eléctrico, **se determinó aumentar el número de transformadores auxiliares de uno a cuatro:** dos para los consumos de alto voltaje (uno conectado a la salida del generador y otro de respaldo conectado a la Subestación Bocamina en 154 kV) y dos para los consumos propios de alto/medio voltaje (uno de los cuales es de respaldo). Se mantiene el transformador principal..." (Lo destacado es de quien suscribe).
- Pág. 54: "... El proyecto optimizado consideró dos centrales de aire comprimido: ... Con esta optimización **se logró hacer un uso más eficiente de la energía, asegurando el suministro de aire comprimido en cualquiera de los escenarios de operación que presentase la Segunda Unidad...**" (Lo destacado es de quien suscribe).
- Pág. 55: "... Debido al cambio en la orientación geográfica de varias de las obras y equipos del proyecto optimizado, **se reconsideraron** las medidas de atenuación de ruido, respecto



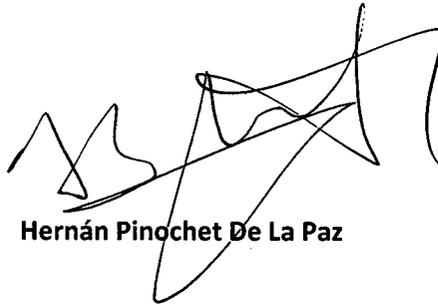
de lo indicado en el proyecto aprobado, permitiendo cumplir con la normativa aplicable (D.S. N° 146/97, del MINSEGPRES), las cuales se detallan a continuación...” (Lo destacado es de quien suscribe).

- Pág. 57: “... **Los cambios descritos anteriormente implicaron una modificación en la disposición de las obras de la Segunda Unidad (layout), que sólo consiste en la reubicación general de las obras de la Segunda Unidad, en el mismo espacio considerado en el proyecto aprobado, sin intervenir nuevos terrenos... La Figura 1.22 muestra la nueva disposición de las obras permanentes del proyecto optimizado...**” (Lo destacado es de quien suscribe).
  - Pág. 59: “... **Además, debido al cambio en la disposición de los equipos y sus características producto de la optimización de la Segunda Unidad, las coordenadas y características de la chimenea fueron modificadas respecto de lo aprobado...**” (Lo destacado es de quien suscribe).
  - Págs. 60 a 64: El encabezado de la Tabla 1.14 se denomina “**Modificaciones realizadas a las obras permanentes del proyecto aprobado**” (Lo destacado es de quien suscribe).
  - Pág. 80: “... Cabe precisar que el desulfurizador de la Segunda Unidad es equivalente al aprobado en la Res. Ex. N° 206/2007, y su descripción corresponde a aquella indicada en el considerando 3.3 de la citada resolución, **sin embargo, por inexactitud de lo indicado en dicho proceso, se corrige el nombre de dispositivo, el cual corresponde a un desulfurizador de lechada de caliza...**” (Lo destacado es de quien suscribe).
  - Pág. 90: “... Durante la fase de operación del proyecto optimizado, se genera una diferencia de temperatura entre la descarga del efluente y el agua de mar, de máximo 8,17 °C. De acuerdo a las modelaciones realizadas (ver Anexo D), **no se produce un impacto significativo sobre el componente marino, dado que el aumento de caudal produce un incremento de la temperatura de 2°C a una distancia máxima de 937 m desde la descarga, tanto en verano como en invierno (sólo en condición favorable al hundimiento)**...” (Lo destacado es de quien suscribe).
- B. Respecto de la mencionada “Descripción cronológica de las fases” cabe destacar que su gráfica indica que la fase de construcción habría finalizado en el 2° semestre del año 2011, confirmando que su construcción habría sido efectuada aún antes de la presentación que efectuó Empresa Nacional de Electricidad S.A. de la Declaración de Impacto Ambiental del mismo proyecto con fecha 25 de noviembre de 2011. Lo anterior se condice y confirma la afirmación antes citada de la página 11 del “Capítulo 1 – Antecedentes y Descripción del Proyecto” que se acompaña, en el sentido que “[l]as actividades durante la fase de construcción de la Segunda Unidad no fueron modificadas respecto de lo indicado en el proyecto aprobado” y, por lo tanto, las instalaciones habrían sido construidas en el 2° semestre del año 2011.

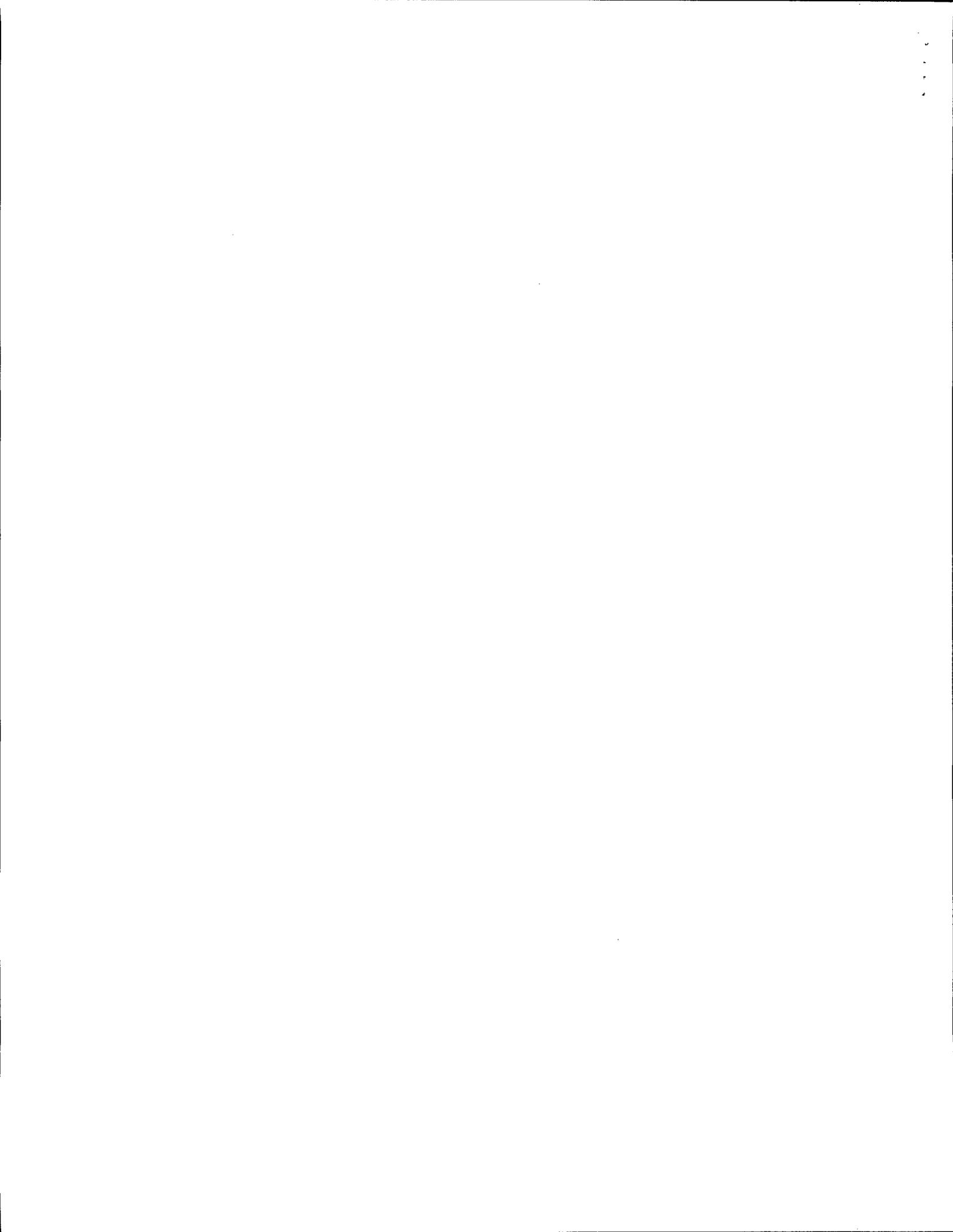


Los nuevos antecedentes que se acompañan a la presente, junto con los antecedentes ya presentados con la denuncia, aportan elementos que, a juicio del suscrito, entregan indicios que hacen necesario investigar más a fondo los hechos denunciados, implementando las medidas que fueron solicitadas en nuestra denuncia del 16 de septiembre del año en curso, sin perjuicio de otras que la Superintendencia estime pertinente; todo ello, en conformidad a lo dispuesto en el artículo 50 de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente contenida en el artículo 2° de la ley 20.417.

En espera de su favorable acogida, saluda atentamente,



**Hernán Pinochet De La Paz**



DESCRIPCIÓN CRONOLÓGICA DE LAS FASES  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL  
OPTIMIZACIÓN CENTRAL TERMOELÉCTRICA BOCAMINA SEGUNDA UNIDAD

FASE	AÑO																																															
	2007	2008	2008	2009	2009	2010	2010	2011	2011	2012	2012	2013	2014	2016	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042							
Res. Ex. N° 206/2007																																																
Fase de construcción <sup>(1)</sup>																																																
Inicio etapa de prueba y puesta en servicio <sup>(2)</sup>																																																
Puesta en servicio <sup>(3)</sup>																																																
Fase de operación comercial <sup>(4)</sup>																																																

(1): Informado a la Autoridad mediante Carta GEP - ACBO - N° 012/07

(2): Informado a la Autoridad mediante Carta GEP - ACBO - N° 396/11

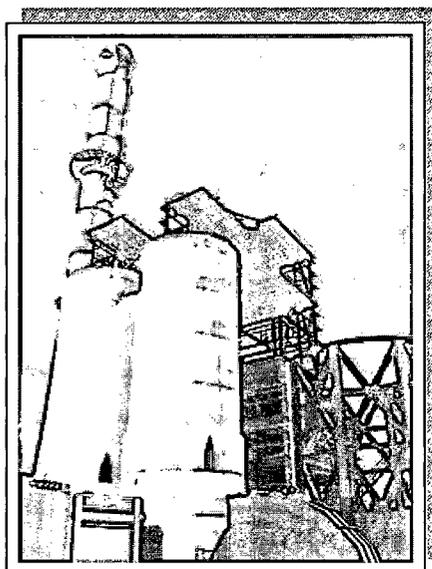
(3): Informado a la Autoridad mediante Carta GEP - ACBO - N° 513/12

(4): Informado a la Autoridad mediante Carta GEP - ACBO - N° 634/12



**ESTUDIO DE IMPACTO  
AMBIENTAL**

**“OPTIMIZACIÓN CENTRAL  
TERMOELÉCTRICA BOCAMINA  
SEGUNDA UNIDAD”**



Chile, Santiago, Noviembre 2013

endesa chile  
EM

---

**CAPÍTULO 1**

**ANTECEDENTES Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

---

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

### OPTIMIZACIÓN CENTRAL TERMOELÉCTRICA BOCAMINA SEGUNDA UNIDAD

#### CAPÍTULO 1 - ANTECEDENTES Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

##### TABLA DE CONTENIDOS

1.1	Introducción .....	1
1.2	Antecedentes generales del proyecto.....	2
1.2.1	Nombre del proyecto e identificación del Titular .....	2
1.2.2	Objetivo del proyecto .....	3
1.2.3	Tipología del proyecto .....	3
1.2.3.1	Tipología primaria.....	4
1.2.3.2	Tipología secundaria .....	4
1.2.4	Localización del proyecto .....	5
1.2.5	Justificación de la localización .....	6
1.2.6	Características generales del proyecto .....	6
1.2.7	Superficie del proyecto .....	8
1.2.8	Monto estimado de la inversión.....	8
1.2.9	Vida útil del proyecto.....	8
1.2.10	Cronograma de actividades .....	9
1.3	Definición de etapas, obras y actividades del proyecto.....	9
1.3.1	Fases del proyecto .....	9
1.3.2	Obras del proyecto .....	9
1.3.2.1	Obras modificadas respecto del proyecto aprobado .....	9
1.3.2.2	Obras nuevas respecto del proyecto aprobado .....	10
1.3.2.3	Obras que se eliminan respecto del proyecto aprobado .....	10
1.3.3	Actividades del proyecto .....	10
1.3.3.1	Fase de construcción.....	11
1.3.3.2	Fase de operación .....	11
1.3.3.3	Actividades en la etapa de cierre.....	12
1.4	Descripción de las obras del proyecto .....	12
1.4.1	Obras relacionadas con la optimización de generación de energía .....	12
1.4.2	Obras relacionadas con el manejo de insumos y residuos .....	24
1.4.2.1	Carbón .....	24
1.4.2.2	Caliza .....	31

1.4.2.3	Agua de proceso .....	32
1.4.2.4	Petróleo diésel .....	33
1.4.2.5	Otros insumos .....	34
1.4.2.6	Cenizas .....	36
1.4.2.7	Residuos líquidos .....	38
1.4.3	Obras relacionadas con otras adecuaciones de seguridad y respaldo.	51
1.4.3.1	Planta de agua desmineralizada .....	51
1.4.3.2	Transformadores eléctricos .....	53
1.4.3.3	Sistema de generación de aire comprimido .....	54
1.4.3.4	Generador diésel de emergencia .....	54
1.4.3.5	Medidas de atenuación de ruido .....	55
1.4.4	Disposición de obras y equipos del proyecto optimizado .....	57
1.4.5	Resumen de las modificaciones de las obras permanentes .....	59
1.5	Definición de las acciones y actividades del proyecto .....	64
1.5.1	Fase de construcción .....	64
1.5.1.1	Actividades relacionadas con la instalación del sistema primario de burbujas .....	65
1.5.2	Fase de operación .....	67
1.5.3	Cierre .....	75
1.6	Insumos y servicios .....	75
1.6.1	Electricidad .....	75
1.6.2	Agua .....	75
1.6.3	Carbón .....	76
1.6.4	Petróleo diésel .....	76
1.6.5	Caliza .....	76
1.6.6	Otros insumos .....	77
1.6.7	Equipos y maquinaria .....	78
1.7	Emisiones y descargas al medio ambiente .....	78
1.7.1	Emisiones a la atmósfera .....	79
1.7.2	Residuos líquidos .....	81
1.7.2.1	Residuos líquidos domésticos .....	81
1.7.2.2	Residuos industriales líquidos .....	82
1.7.3	Residuos sólidos .....	84
1.7.3.1	Residuos domésticos .....	84
1.7.3.2	Residuos industriales no peligrosos .....	84
1.7.3.3	Residuos industriales peligrosos .....	85
1.7.4	Ruidos y vibraciones .....	86
1.7.5	Formas de energía y radiación .....	90

## **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL OPTIMIZACIÓN CENTRAL TERMOELÉCTRICA BOCAMINA SEGUNDA UNIDAD**

### **CAPÍTULO 1 – ANTECEDENTES Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

---

#### **1.1 Introducción**

La Empresa Nacional de Electricidad S.A., en adelante Endesa Chile o “el Titular”, es propietaria del proyecto “Ampliación Central Bocamina (Segunda Unidad)”, el cual corresponde a una central termoeléctrica de 350 MW de potencia, aledaña a la Primera Unidad de la actual Central Termoeléctrica (CT) Bocamina, en el sector Lo Rojas, comuna de Coronel, aproximadamente 30 kilómetros al sur de la ciudad de Concepción.

Dicho proyecto fue sometido al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) el 28 de julio de 2006, a través de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA), siendo calificado favorablemente por la Comisión Regional del Medio Ambiente (COREMA) de la Región del Biobío, a través de la Resolución Exenta N° 206/07, de 2 de agosto de 2007 (en adelante la RCA).

Producto de estudios de ingeniería realizados a partir del año 2008 y de un análisis del rendimiento de las máquinas, el Titular optimizó el diseño de la Segunda Unidad, lo que permite mejorar su funcionamiento en términos ambientales y de seguridad (tanto para el suministro energético como para sus instalaciones), sin modificar las características esenciales del proyecto aprobado, lo que, a la vez, permite un aumento de potencia en 20 MW.

Es por ello que Endesa Chile, conforme a lo establecido en la normativa ambiental aplicable, presentó al SEIA, en noviembre del 2011, la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) del proyecto “Optimización Central Termoeléctrica Bocamina, Segunda Unidad” por las modificaciones respecto al proyecto aprobado, conforme a lo establecido en los artículos 8° y 10° de la Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente (LBGMA) y en los artículos 2° (letra d) y 3° (letra c, ñ y o) del D.S. N° 30/97 (Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, RSEIA), del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES) y sus modificaciones.

Sin embargo, avanzado el proceso de tramitación ambiental de la mencionada DIA, el 15 de junio de 2012, la Corte Suprema revocó la

sentencia de 9 de abril de 2012 (Rol N° 3141-2012), de la Ilustre Corte de Apelaciones de Concepción, acogiendo el recurso de protección presentado por la Confederación Nacional de Federaciones de Pescadores Artesanales de Chile (Rol N° 1919-2011) en contra del examen de admisibilidad efectuado por la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región del Biobío<sup>1</sup>, ordenando a Endesa Chile a reingresar el proyecto a través de un Estudio de Impacto Ambiental. Posteriormente, la Res. Ex. N° 154, de 4 de julio de 2012, de la Comisión de Evaluación Ambiental del Biobío, puso término anticipado al procedimiento de evaluación ambiental de la mencionada DIA, como consecuencia del fallo de la Corte Suprema.

Atendiendo a lo anterior, Endesa Chile presenta al SEIA el EIA del proyecto "Optimización Central Termoeléctrica Bocamina, Segunda Unidad". Este EIA considera sólo la evaluación de los efectos, características o circunstancias derivadas de la optimización de la Segunda Unidad de la CT Bocamina, respecto de aquellos ya evaluados en el EIA del proyecto aprobado, sin modificar el objetivo principal, que corresponde a la construcción y operación de una central de generación eléctrica a carbón.

Asimismo, y considerando lo establecido en el artículo 11 ter de la Ley 19.300, modificada por la Ley 20.417, la evaluación ambiental del proyecto optimizado recae sobre aquellas modificaciones respecto de lo evaluado y exigido en la Res. Ex. N° 206/2007, y no sobre el proyecto o actividad existente. Sin perjuicio de ello, la presente evaluación ambiental considera la suma de los impactos provocados por la modificación y el proyecto ya aprobado (proyecto existente).

Además, el presente Estudio de Impacto Ambiental incorpora todas aquellas materias observadas por los Servicios Públicos durante el proceso de evaluación de la citada DIA.

## **1.2 Antecedentes generales del proyecto**

### **1.2.1 Nombre del proyecto e identificación del Titular**

El presente proyecto se denomina "Optimización Central Termoeléctrica Bocamina Segunda Unidad" (en adelante e indistintamente "el proyecto optimizado") y es propiedad de la Empresa Nacional de Electricidad S.A. (Endesa Chile).

---

<sup>1</sup> El Examen de Admisibilidad fue realizado por la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región del Biobío el 28 de noviembre de 2011, según consta el expediente de la DIA "Optimización Central Termoeléctrica Bocamina Segunda Unidad" ([http://seia.sea.gob.cl/expediente/expedientesEvaluacion.php?modo=ficha&id\\_expediente=6298412](http://seia.sea.gob.cl/expediente/expedientesEvaluacion.php?modo=ficha&id_expediente=6298412))

A continuación se detallan los antecedentes del Titular y del Representante Legal del proyecto.

- Titular : Empresa Nacional de Electricidad S.A. (Endesa Chile).
- R.U.T. : 91.081.000-6.
- Dirección : Santa Rosa 76, comuna de Santiago, Santiago.
- Fono : (56)(2) 630 9000.
- Fax : (56)(2) 635 3938.
- Giro social : Generación de energía eléctrica.
- Rep. Legal : Joaquín Galindo Vélez.
- R.U.T. : 23.295.610-0
- Dirección : Santa Rosa 76, comuna de Santiago, Santiago.
- e-mail : [ahmu@endesa.cl](mailto:ahmu@endesa.cl).

Los antecedentes legales que acreditan tanto al Titular del proyecto como a su Representante Legal se adjuntan en la carta conductora del presente EIA.

#### 1.2.2 Objetivo del proyecto

El objetivo general del proyecto es optimizar la Segunda Unidad de la CT Bocamina, ajustando la descripción de proyecto e ingeniería de detalle permitiendo mejorar el funcionamiento en términos ambientales y de seguridad de suministro y de sus instalaciones, sin agregar nuevos efectos ambientales desfavorables al medio ambiente, respecto al proyecto aprobado.

A nivel específico, el proyecto tiene entre sus objetivos incorporar y describir aquellas obras, elementos y acciones que permiten a la Segunda Unidad de la CT Bocamina mejorar sus aspectos ambientales y de seguridad, ajustando la ubicación y características de algunas de las obras declaradas inicialmente en el proyecto aprobado, además de permitir el aumento en 20 MW de potencia, alcanzando finalmente, 370 MW.

Finalmente, es importante destacar que los ajustes y las optimizaciones propuestas a la Segunda Unidad no modifican las características esenciales ni el objetivo principal del proyecto aprobado.

#### 1.2.3 Tipología del proyecto

El artículo 8° de la Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente (LBGMA), modificada por la Ley N° 20.417, indica que los proyectos o actividades señalados en el artículo 10 sólo podrán ejecutarse o modificarse previa evaluación de su impacto ambiental.

La misma disposición se establece en el artículo 3° del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (RSEIA), cuyo texto refundido, coordinado y sistematizado lo contiene el artículo 2° del D.S. N° 95/01, del MINSEGPRES.

A partir del análisis de estos artículos, el proyecto "Optimización Central Termoeléctrica Bocamina Segunda Unidad" corresponde a una modificación de proyecto existente (aprobado por la Res. Ex. N° 206/2007) y cumple con lo indicado en algunos de sus literales, según se presenta a continuación.

#### 1.2.3.1 *Tipología primaria*

**Artículo 10 literal c) de la LBGMA y artículo 3° literal c) del RSEIA, los que señalan: "Centrales generadoras de energía mayores a 3 MW".**

Las optimizaciones realizadas al proyecto aprobado permiten un ahorro en los consumos de energía internos y un aumento de 20 MW de potencia, alcanzando una potencia total de 370 MW.

#### 1.2.3.2 *Tipología secundaria*

**Artículo 10 literal o) de la LBGMA y artículo 3 literal o) del RSEIA, los que señalan: "Proyectos de saneamiento ambiental, tales como sistemas de alcantarillado y agua potable, plantas de tratamiento de agua o de residuos sólidos de origen domiciliario, rellenos sanitarios, emisarios submarinos, sistemas de tratamiento y disposición de residuos industriales líquidos o sólidos".**

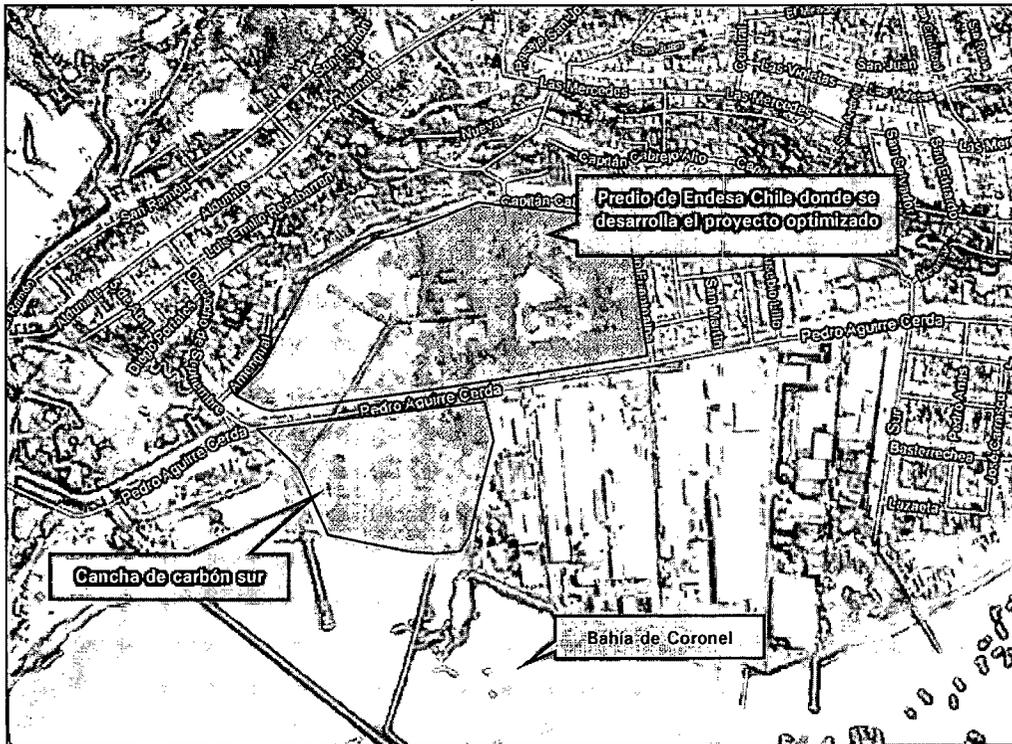
El proyecto optimizado considera un sistema integrado para el tratamiento de residuos líquidos industriales (Riles) generados durante la operación del proyecto.

**Artículo 10 literal ñ) de la LBGMA y artículo 3 literal ñ) del RSEIA, los que señalan: "Producción, almacenamiento, transporte, disposición o reutilización habituales de sustancias tóxicas, explosivas, radioactivas, inflamables, corrosivas o reactivas".**

El proyecto optimizado considera el almacenamiento de sustancias inflamables, corrosivas y tóxicas, necesarias para la operación de la Segunda Unidad.



Figura 1.2 Plano de localización de las obras del proyecto “Optimización Central Termoeléctrica Bocamina”, a nivel local.



Fuente: Google Maps 2013.

### 1.2.5 Justificación de la localización

Dado que el presente proyecto corresponde a la optimización de la Segunda Unidad de la CT Bocamina, su localización está condicionada por las obras que se encuentran aprobadas para el proyecto original. Por esto, el proyecto se localiza en las mismas dependencias del actual Complejo CT Bocamina, sin que sea necesario adquirir o intervenir nuevos terrenos.

### 1.2.6 Características generales del proyecto

El proyecto “Optimización Central Termoeléctrica Bocamina Segunda Unidad” considera la optimización de la Segunda Unidad de la Central Termoeléctrica (CT) Bocamina, a través de modificaciones al diseño y a la ubicación de sus obras permanentes. Ello, respecto del diseño y disposición de las obras indicadas en el proyecto “Ampliación Central Bocamina (Segunda Unidad)”, calificado favorablemente mediante la Resolución Exenta N° 206/07, de 2 de agosto de 2007 (en adelante la RCA), de la

Comisión Regional del Medio Ambiente (COREMA) de la Región de Biobío, y sus posteriores modificaciones.

Estudios de ingeniería de detalle realizados a partir de 2008, indicaron que se podían implementar mejoras en el diseño original de la Segunda Unidad, sin agregar nuevos efectos ambientales a los ya evaluados en el proyecto aprobado. Estas mejoras se obtuvieron a través de la aplicación de un conjunto de modificaciones detalladas más adelante, como por ejemplo: el cambio del tipo de caldera (reemplazando la caldera del tipo "circulación natural" por una caldera del tipo "circulación asistida"), lo que derivó en la redistribución de los equipos y obras de la Segunda Unidad, traducándose en un ahorro en los consumos de energía internos y en un aumento de 20 MW de potencia.

Además de lo anterior, se optimizó el manejo de insumos y residuos, y se aumentó la eficiencia y seguridad del suministro eléctrico de la Segunda Unidad. Cada una de estas adecuaciones requirió de otras modificaciones menores, todas necesarias para la operación de ésta.

Es preciso mencionar que la optimización de la Segunda Unidad de la CT Bocamina, no modifica el objetivo principal del proyecto aprobado, que corresponde a la construcción y operación de una central de generación eléctrica a carbón.

Conforme a lo anterior, la optimización del proyecto corresponde principalmente a obras o actividades que se modifican en relación al proyecto aprobado de la Segunda Unidad, además de tres obras nuevas y una instalación que se elimina.

Considerando lo anterior, las obras y actividades que fueron modificadas se pueden clasificar en tres grupos, a saber:

- Primer grupo: obras relacionadas con la optimización de la Segunda Unidad, que corresponden a las modificaciones que fueron necesarias desde el punto de vista del diseño de ingeniería;
- Segundo grupo: manejo de insumos y residuos;
- Tercer grupo: adecuaciones de seguridad y respaldo, necesarias para asegurar la operación de la Segunda Unidad; y

Estos tres grupos de modificaciones, generaron efecto en la disposición general de los equipos de la Segunda Unidad (layout).

Las cartas y resoluciones emitidas por la Autoridad durante la fase de construcción de la Segunda Unidad, se detallan en el Anexo I del presente EIA.

Cabe indicar que las obras que no se mencionan explícitamente en este Capítulo, mantienen las mismas características declaradas y descritas en el proyecto aprobado.

Más adelante, en el presente Capítulo, estas modificaciones se desarrollan abordando las partes y obra físicas, las acciones y actividades, y los insumos, servicios, residuos y descargas asociados a la optimización de la Segunda Unidad de la CT Bocamina.

### 1.2.7 Superficie del proyecto

Tal como se indicó en el numeral 1.2.6, las obras del proyecto optimizado de la Segunda Unidad de la CT Bocamina se emplazan en la misma superficie indicada en el proyecto aprobado.

Por lo anterior, el presente proyecto se emplaza en aproximadamente 8,5 ha de superficie total, tal como se indica en la Tabla 1.1.

<b>Tabla 1.1 Superficies de las obras del proyecto "Optimización Central Termoeléctrica Bocamina Segunda Unidad"</b>	
<b>Obra</b>	<b>Superficie (ha)</b>
Componentes principales Segunda Unidad	4,2
Cancha Sur	3,9
Casa de bombas y otras obras	0,4
<b>Total</b>	<b>8,5</b>

Fuente: Gerencia de Ingeniería Endesa Latam, 2013.

### 1.2.8 Monto estimado de la inversión

El monto total estimado de la inversión, para materializar el proyecto "Optimización Central Termoeléctrica Bocamina Segunda Unidad", es de 184 millones de dólares (US\$), donde se incluyen mejoras ambientales, optimizaciones tecnológicas y de seguridad y otras inversiones inherentes al proyecto.

### 1.2.9 Vida útil del proyecto

Las optimizaciones y ajustes presentados en este EIA no implican cambios en la vida útil estimada para el proyecto aprobado, por lo que ésta se mantiene en 30 años.

### 1.2.10 Cronograma de actividades

La fase de operación del proyecto "Optimización Central Termoeléctrica Bocamina Segunda Unidad" se estima en 30 años a partir de la puesta en marcha de esta unidad.

Respecto de la instalación de los sistemas piloto para evitar o disminuir la biomasa en ambas unidades, éste se realizó en cuatro semanas.

## 1.3 Definición de etapas, obras y actividades del proyecto

### 1.3.1 Fases del proyecto

Las fases de construcción, operación y cierre o abandono del proyecto optimizado no se modifican respecto de lo presentado en el proyecto aprobado "Ampliación Central Bocamina (Segunda Unidad)".

<b>Tabla 1.2 Fases del proyecto "Ampliación Central Bocamina (Segunda Unidad)".</b>	
<b>Fase</b>	<b>Descripción general</b>
Construcción	Contempla la construcción de las obras físicas de la Segunda Unidad, los montajes, la puesta en servicio de los equipos, el desmantelamiento de las obras temporales y la restauración ambiental de todas las zonas utilizadas por las obras y actividades temporales.
Operación	Contempla todas las actividades asociadas a la generación de energía eléctrica, la mantención de los equipos y de las instalaciones.
Cierre	Una vez que las obras construidas cumplan su vida útil o por razones comerciales, se procederá a desmantelar y restituir las condiciones del lugar, lo más similar posible a la del terreno actual.

Fuente: Elaboración propia en base a Tabla 1.3 del Capítulo 1 del EIA del proyecto "Ampliación Central Bocamina (Segunda Unidad)".

### 1.3.2 Obras del proyecto

Tal como se indicó en el numeral 1.2.6 del presente Capítulo, la optimización de la Segunda Unidad considera las obras o actividades modificadas en comparación con el proyecto aprobado, además de tres obras nuevas y una instalación eliminada. Es preciso indicar que el proyecto optimizado no considera obras temporales distintas a las ya señaladas en el proyecto aprobado.

#### 1.3.2.1 *Obras modificadas respecto del proyecto aprobado*

La optimización de la Segunda Unidad de la CT Bocamina, respecto del proyecto aprobado, consideró la modificación de las siguientes obras, las cuales se encuentran agrupadas en torno a una modificación principal.

## Obras relacionadas con la optimización de la Segunda Unidad

Con el fin de optimizar la generación de energía, se realizó el cambio del tipo de generador de vapor (caldera), lo cual, a la vez, requirió de la modificación del sistema de refrigeración con agua de mar y del turbogenerador.

### Manejo de insumos y residuos

- Carbón: Modificación del sistema de transporte, almacenamiento y manejo en cancha de carbón;
- Caliza: Optimización en el sistema de almacenamiento de caliza;
- Agua industrial: Modificación de los estanques de almacenamiento de agua industrial;
- Petróleo diésel: Modificación de los estanques de almacenamiento de petróleo diésel N°2;
- Otros insumos: Modificación en la capacidad de las bodegas de almacenamiento de insumos;
- Cenizas: Optimización del sistema de abatimiento de material particulado y sistema de almacenamiento de cenizas volantes y de fondo;
- Residuos líquidos: Integración del sistema de tratamiento de Riles.

### Otras adecuaciones de seguridad y respaldo

- Planta de agua desmineralizada;
- Transformadores eléctricos;
- Sistema de generación de aire comprimido; y
- Generador diésel de emergencia.

#### 1.3.2.2 Obras nuevas respecto del proyecto aprobado

- Sistemas de reducción de ingreso de biomasa;
- Canal de devolución de biomasa; y
- Sistema de colección y tratamiento de agua lluvia para el sistema de manejo de carbón.

#### 1.3.2.3 Obras que se eliminan respecto del proyecto aprobado

- Estanque de almacenamiento de petróleo ASTM N°6 de 1.000 m<sup>3</sup>.

### 1.3.3 Actividades del proyecto

A continuación se presentan las principales actividades identificadas para cada etapa del proyecto "Optimización Central Termoeléctrica Bocamina

Segunda Unidad", las cuales no se modifican respecto a las actividades indicadas en el proyecto aprobado.

#### *1.3.3.1 Fase de construcción*

Las actividades durante la fase de construcción de la Segunda Unidad no fueron modificadas respecto de lo indicado en el proyecto aprobado.

Respecto de los áridos requeridos para la construcción de las obras que forman parte de la optimización de la Segunda Unidad de la Central Termoeléctrica (CT) Bocamina, éstos no variaron respecto de los volúmenes declarados en el EIA del proyecto aprobado, el cual fue suministrado por empresas autorizadas.

En relación a la implementación del sistema para la reducción de ingreso de biomasa, dado que las variables ambientales no evolucionaron de acuerdo a lo previsto en el EIA del proyecto aprobado, y considerando que la solución propuesta es sitio - específica, se implementaron sistemas pilotos para evitar o disminuir el ingreso de biomasa por ambas unidades (sistema primario de burbujas y sistema de retención secundario de mallas)<sup>2</sup>. Es preciso mencionar que no fue necesario contar con una instalación de faenas y sus obras y/o acciones fueron desarrolladas en los actuales predios de la CT Bocamina, no interviniendo superficies adicionales a ésta. Lo anterior, ya que los materiales fueron abastecidos directamente desde la bodega del proveedor, donde se realizó su montaje en blanco (montaje en la bodega del proveedor), para su instalación en el mar.

#### *1.3.3.2 Fase de operación*

- Contratación de personal y de servicios complementarios;
- Transporte de materiales e insumos;
- Transporte y almacenamiento de petróleo diésel;
- Extracción, transporte y acondicionamiento de agua de mar;
- Almacenamiento y acondicionamiento de agua industrial (agua de pozo);
- Generación eléctrica;
- Manejo y disposición de cenizas; y
- Mantenimiento de equipos y obras civiles

Estas actividades son descritas con mayor detalle en el numeral 1.5 del presente Capítulo.

---

<sup>2</sup> Cabe precisar que la ejecución de las pruebas piloto para evitar o disminuir la biomasa entrante en la Primera y Segunda Unidad fue aprobada por la Res. Ex. N° 241/2013, de 27 de septiembre de 2013, del Servicio de Evaluación Ambiental de la Región del Biobío (Ver Anexo I del presente EIA).

### 1.3.3.3 Actividades en la etapa de cierre

Las actividades identificadas para la fase de cierre no se modifican respecto a las actividades indicadas en el proyecto aprobado.

## 1.4 Descripción de las obras del proyecto

A continuación se detallan las obras permanentes que conforman el presente proyecto, agrupadas según el tipo de modificación al que están asociadas. Estas obras corresponden a aquellas modificadas respecto del proyecto aprobado, así como aquellas obras nuevas no descritas en él.

### 1.4.1 Obras relacionadas con la optimización de generación de energía

El proyecto aprobado contemplaba la instalación de una caldera de circulación natural, mientras que la optimización del proyecto considera una caldera del tipo circulación asistida. Si bien, ambos tipos de caldera (natural y asistida) son similares, se identifican las siguientes diferencias:

Tabla 1.3 Comparación de las características de la caldera del proyecto "Optimización Central Termoeléctrica Bocamina Segunda Unidad" respecto del proyecto aprobado.		
Parámetro	Proyecto aprobado	Proyecto optimizado
Circulación de agua	• Natural	• Asistida
Combustibles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carbón sub-bituminoso y bituminosos (4.200 – 7.000 kcal/kg)</li> <li>• Petróleo pesado N°6 y petróleo liviano ASTM N°2</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carbón sub-bituminoso y bituminoso (poder calorífico superior de 6.900 kcal/kg)</li> <li>• Petróleo liviano ASTM N°2</li> </ul>
Molinos de carbón	5 x 25%	4 X 34%
Silos de carbón	5	4
Alimentadores de carbón	5	4
Consumo de carbón (ton/h)	225	129
Generación de vapor (ton/h)	1.190	1.215
Tasa de generación de vapor (ton vapor/ton carbón)	5,29	9,42

Fuente: Gerencia de Ingeniería Endesa Latam, 2013.

Como se observa en la Tabla 1.3, la modificación del tipo de caldera implicó un aumento en la tasa de generación de vapor de la caldera, con menor consumo de combustible y, por tanto, menores emisiones totales en operación normal. Además, el proyecto optimizado eliminó el uso de petróleo pesado para las partidas y detenciones de la caldera, empleando únicamente petróleo liviano ASTM N° 2, lo que se traduce en la disminución de las emisiones por el uso de este combustible.

Respecto de las características del carbón a emplear, la Segunda Unidad de la CT Bocamina empleará carbón térmico, cuyas características físico químicas se lograrán de los diferentes proveedores a nivel nacional e internacional de carbón bituminoso y sub bituminoso, los que combustionados puros o en diferentes porcentajes de mezclas, siempre permitirán cumplir con los límites establecidos en el D.S. N° 13/11, Norma de Emisión para Centrales Termoeléctricas y las exigencias de diseño del fabricante de la caldera.

A su vez, el cambio en el tipo de caldera, introdujo modificaciones al sistema de refrigeración con agua de mar y al turbogenerador, las que se describen a continuación:

### **Sistema de refrigeración con agua de mar**

El sistema de refrigeración del proyecto optimizado es equivalente, en cuanto al diseño, al sistema del proyecto aprobado: consta de un sifón para la captación de agua de mar<sup>3</sup>, una casa de bombas para la refrigeración del condensador, una tubería de impulsión de agua de mar hacia el condensador, una línea de impulsión de agua de refrigeración hacia el sistema de refrigeración de componentes, sus respectivas líneas de descarga hasta un pozo de sello y un canal abierto que finalmente devuelve el agua al mar.

El proyecto aprobado consideraba tres bombas para la refrigeración principal, cada una de ellas con una capacidad del 50% del caudal, una bomba para la refrigeración del circuito cerrado y un intercambiador de calor para la transferencia de calor al circuito primario (agua de mar). El caudal de agua de mar necesario para la refrigeración del condensador correspondía a 45.000 m<sup>3</sup>/h cuando la Segunda Unidad operase a máxima potencia.

Por su parte, el proyecto optimizado consta de dos bombas de refrigeración principal en configuración 2 x 60% y una bomba de respaldo para el enfriamiento de componentes y llenado en línea. Además, el nuevo sistema incorporó dos intercambiadores de calor en configuración 2 x 100% (uno en servicio y uno en stand by), tres bombas para llenado en línea en configuración 3 x 60% y un circuito de distribución de las mismas.

---

<sup>3</sup> Cabe destacar que el trazado de la tubería de aducción (sifón) fue modificado respecto de lo indicado en el proyecto original. La Res. Ex. N° 324/2009, de la Corema de la Región del Biobío (ver Anexo I del presente EIA) señaló que esta modificación no es de consideración desde el punto de vista ambiental.

Al igual que en el proyecto aprobado, el nuevo sistema de refrigeración se compone, además, de sistemas auxiliares como:

- Sistema de filtrado y control de succión: éste no difiere del sistema de filtrado del proyecto aprobado;
- Sistema de inyección de antifouling: compuesto por un tren de inyección de hipoclorito de sodio ubicado en la campana de succión y en la casa de bombas. Dado el alto contenido de coliformes fecales y materia orgánica presente en el agua de mar, el sistema opera en forma continua con peaks de inyección de hipoclorito de sodio, el cual es almacenado en dos estanques de 180 m<sup>3</sup> cada uno. Dichos estanques cuentan con un pretil de contención y un tren de bombas de dosificación continua y peak; y
- Sistema de limpieza automática del condensador: compuesto por un sistema de inyección y recuperación de esferas de esponja abrasiva biodegradables, las que limpian los tubos del condensador de material orgánico y sedimentos que se puedan acumular, optimizando la transferencia de calor en el condensador.

Tal como se indicó anteriormente, el sistema de filtrado y control de succión del proyecto optimizado no difiere del sistema de filtrado del proyecto aprobado, el cual en el punto de captación de agua de mar, cuenta con una rejilla vertical perimetral en torno a la bocatoma del sifón. El objetivo es captar agua con un flujo radial y horizontal, para así disminuir la velocidad de entrada de agua al sifón, entre 0,32 y 0,36 m/s, permitiendo al necton alejarse sin ser succionado<sup>4</sup>. El diámetro de la campana es de 6,4 m, e incorporó una rejilla de protección cuyos barrotes generan espacios de 20,4 cm de ancho y 1,25 m de alto. Estos barrotes, restringen el paso de animales medianos y grandes, permitiendo una velocidad de captación de agua de mar similar a la velocidad promedio de las corrientes de la zona. La Figura 1.3 muestra el plano en elevación de la campana de succión.

<sup>4</sup> El estudio de Vásquez *et al*, 2008, recomienda velocidades en el punto de succión menores a 0,5 m/s para la protección de organismos marinos



<b>Tabla 1.4 Características canal de descarga del proyecto optimizado.</b>	
Altura	3,2 m
Ancho	3,6 m
Largo	242 m
Nivel máximo de agua	2,6 m
Caudal de diseño	50.000 m <sup>3</sup> /h
Material constructivo	Hormigón armado H-30
Coordenadas descarga (Datum WGS 84)	E: 663.006 m N: 5.900.730 m

Fuente: Gerencia de Ingeniería Endesa Latam, 2013

En relación a la velocidad de succión para la protección de organismos acuáticos, el estudio de Vásquez *et al.*, 2008, recomienda una velocidad en el punto de aducción menor a 0,5 m/s, mayor a aquella considerada por la Segunda Unidad (0,32 y 0,36 m/s).

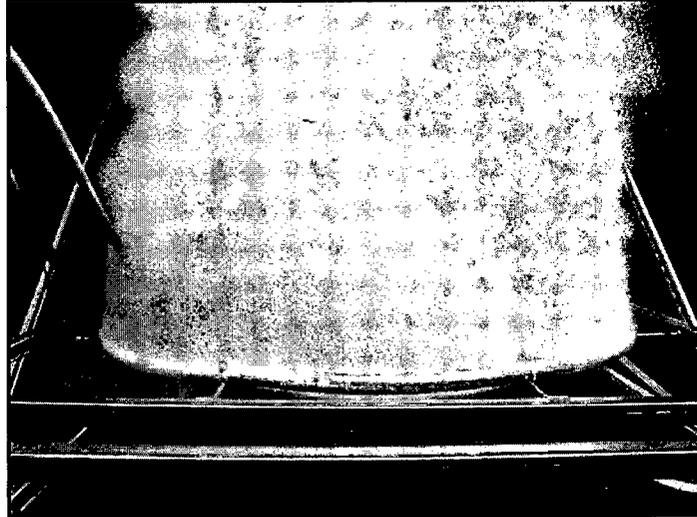
Adicionalmente, como parte de las obras de optimización, y con la intención de realizar los mayores esfuerzos para evitar el ingreso de especies a través de la aducción de agua de mar de la Primera y Segunda Unidad de la CT Bocamina, Endesa Chile ha instalado un sistema de reducción de ingreso de biomasa. Dado que el diseño de estas soluciones son sitio – específicas se instalaron dos sistemas piloto de control para evitar o disminuir el ingreso de biomasa, consistentes en un sistema primario de burbujas y una red de retención secundaria (sistema de mallas)<sup>5</sup>, localizados en los sifones de cada unidad. Al respecto, es preciso mencionar que el sistema de burbujas tiene como finalidad desviar a peces y otras especies de los alrededores de las bocatomas, actuando como primera barrera, mientras que las mallas, permiten retener aquellos elementos o especies que logren traspasar la cortina de burbujas evitando que éstos sean succionados.

El sistema primario de burbujas consiste en la implementación de un anillo conectado a una manguera de alimentación de aire, la cual generará una cortina de burbujas de aire alrededor del cada bocatoma de la CT Bocamina, permitiendo el desvío de la biomasa (peces, jaibas, langostinos y otros invertebrados) susceptible de ingresar. Estos sistemas se encuentran a 27 m y 24 m del punto de succión de la Primera y Segunda Unidad respectivamente (distancias aproximadas). Dichas distancias fueron determinadas considerando el radio mínimo necesario para evitar el ingreso de burbujas por el sifón de ambas unidades, lo cual ocasionaría problemas técnicos del sistema de vacío del sifón que forma parte del circuito de

<sup>5</sup> Es preciso indicar que, producto de la instalación y operación del “Sistema piloto de control de ingreso de biomasa a la Primera y Segunda Unidad de la CT Bocamina”, no se intervinieron accesos viales. Adicionalmente, el proyecto no contempla la explotación y/o cultivo de recursos bióticos.

refrigeración de la CT Bocamina. La Figura 1.4 muestra un ejemplo de esta cortina de burbujas.

**Figura 1.4 Ejemplo de cortina de burbujas**

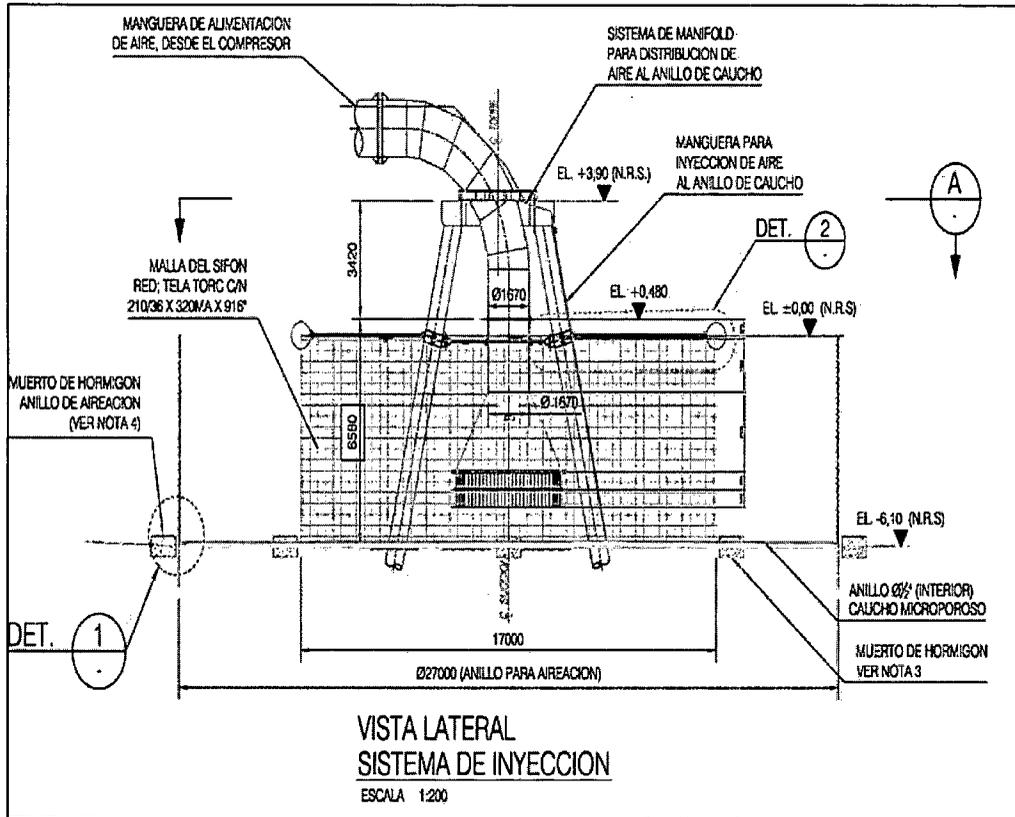


Fuente: nationalgeographic.com (James Piper, University of Texas, Austin).

La red de retención secundaria (sistema de mallas) es un sistema fijo que tiene por finalidad retener la biomasa que logre atravesar la barrera de burbujas de aire, impidiendo que ésta sea succionada por el sifón de las unidades de la CT Bocamina. Este sistema fue localizado aprovechando las obras soportantes del sifón de ambas unidades, generando una envolvente alrededor de las bocatomas de ambas unidades.

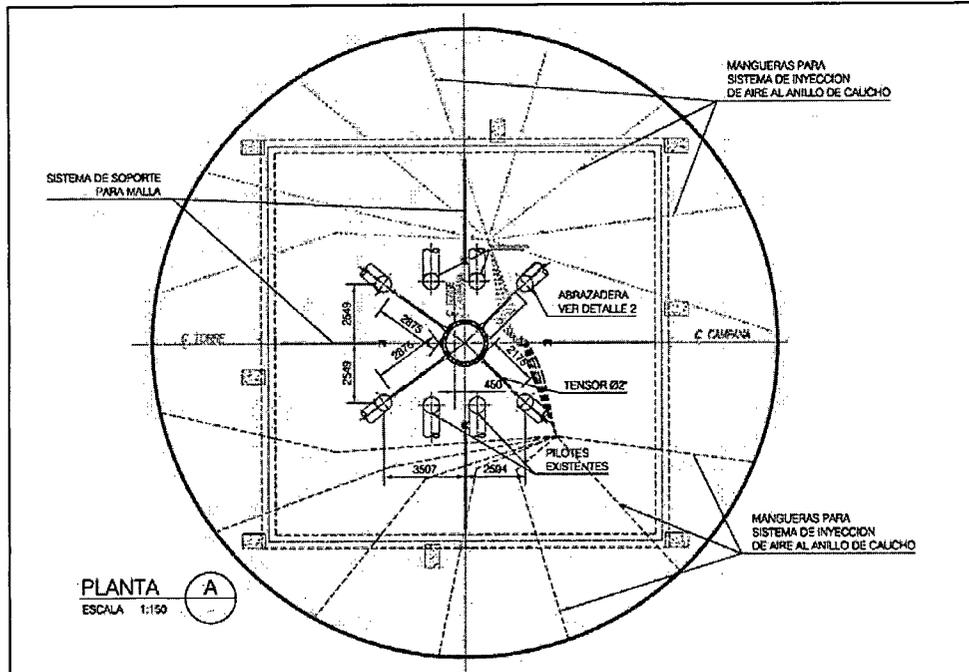
Las siguientes figuras muestran un esquema conceptual de dicha instalación, donde en ambos casos, se ha dispuesto el sistema primario de burbujas en un radio mayor al sistema de retención secundario (sistema de mallas).

Figura 1.5 Esquema de prueba piloto sistema de control para el ingreso de biomasa, Primera Unidad de la CT Bocamina. (Vista lateral)



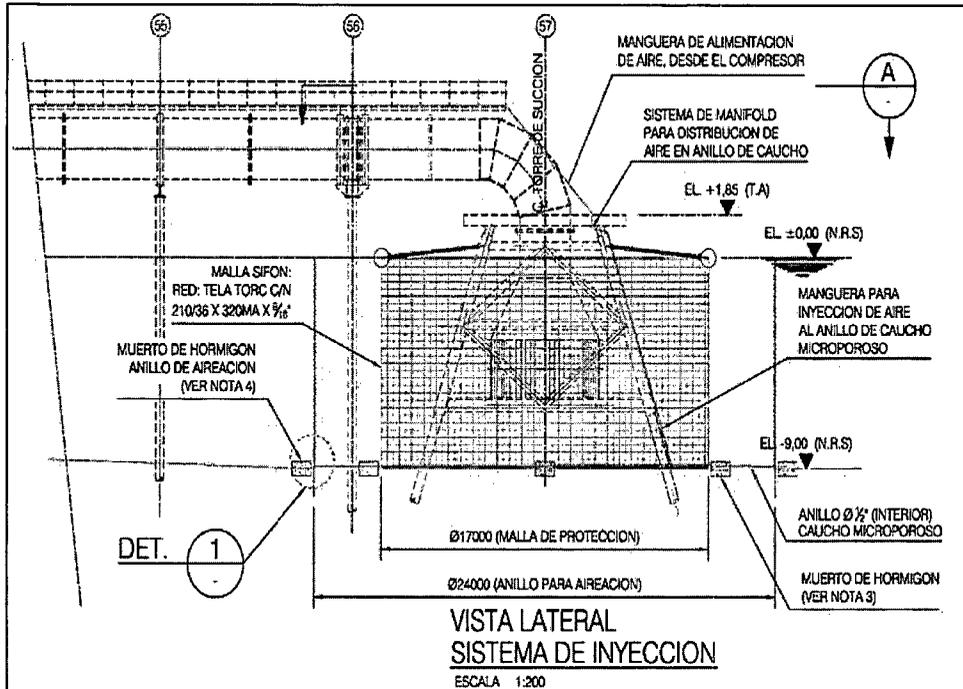
Elaboración: Gerencia de Ingeniería Endesa Latam, 2013.

Figura 1.6 Esquema de prueba piloto sistema de control para el ingreso de biomasa de la Primera Unidad de la CT Bocamina. (Vista en planta)



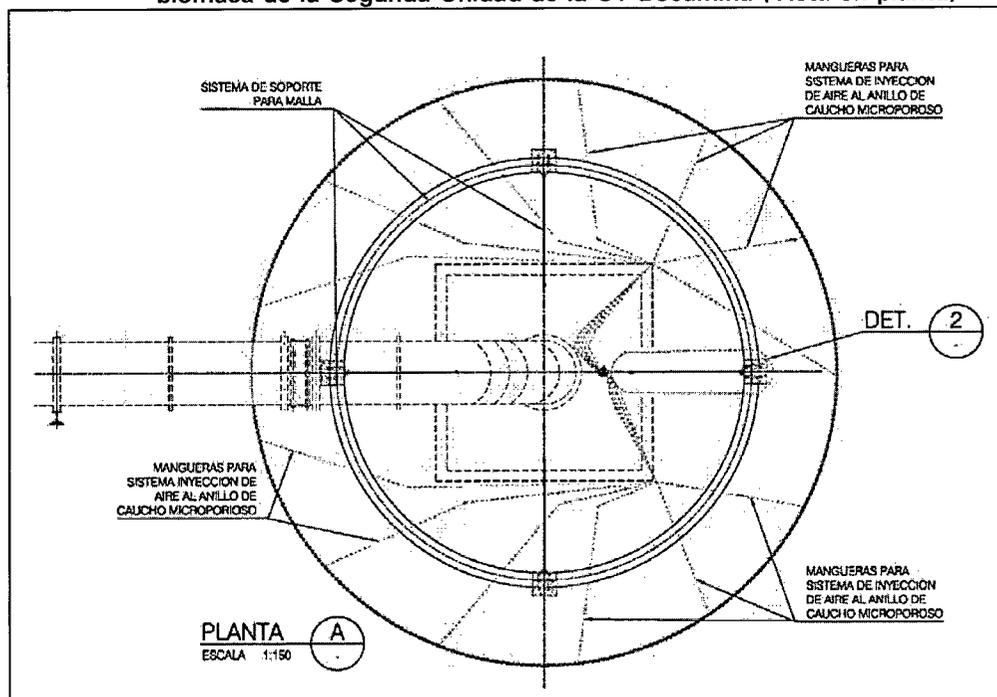
Elaboración: Gerencia de Ingeniería Endesa Latam, 2013.

Figura 1.7 Esquema de prueba piloto sistema de control para el ingreso de biomasa de la Segunda Unidad de la CT Bocamina (Vista lateral)



Elaboración: Gerencia de Ingeniería Endesa Latam, 2013.

Figura 1.8 Esquema de prueba piloto sistema de control para el ingreso de biomasa de la Segunda Unidad de la CT Bocamina (Vista en planta)



Elaboración: Gerencia de Ingeniería Endesa Latam, 2013.

Respecto de la materialidad de los sistemas que forman parte del presente proyecto, el sistema primario de burbujas está compuesto por un anillo de material microporoso, anclados al fondo marino mediante bloques de hormigón y con boyas para marcar su ubicación en superficie. Los dispositivos fueron localizados 27 y 24 m de la bocatoma de la Primera y Segunda Unidad respectivamente (distancias aproximadas). La generación de burbujas se realiza con ayuda de un compresor eléctrico localizado en el sector de casa de bombas de la CT Bocamina. Respecto de la red de retención secundaria, las mallas son de 9/16" y están localizadas alrededor de las bocatomas, formando un rectángulo de 17 x 13,5 m para la Primera Unidad, y un círculo de 17 m de diámetro para la Segunda Unidad.

Como se indicó anteriormente, dado que estas soluciones son sitio específicas y su eficacia debe ser corroborada en terreno, la prueba piloto tendrá una duración de un año. Durante este periodo se busca comprobar la efectividad del presente sistema de control a través de un monitoreo por el mismo periodo, a fin de obtener registros que permitan elaborar las estadísticas que reflejen el comportamiento estacional de la biomasa y la eficiencia del sistema (ver Anexo T). Una vez finalizado el tiempo proyectado para esta prueba piloto, y de acuerdo a los resultados de

efectividad, se evaluará su implementación definitiva. De comprobarse que los sistemas no han sido efectivos para evitar la entrada de peces, jaibas, langostinos u otros organismos invertebrados por los sifones de ambas unidades, Endesa Chile propondrá una optimización de éste o un nuevo sistema de mayor eficacia, lo cual será informado oportunamente a la Autoridad competente.

Respecto de la potencia necesaria para el sistema de retención de ingreso de biomasa, ésta es de 110 KW, asociados a los dos compresores eléctricos necesarios para proporcionar aire al sistema de burbujas a ambas unidades.

Es preciso indicar que el montaje de estos sistemas fue realizado en blanco (en las bodegas del proveedor) y, posteriormente, instalados en el mar. Por lo anterior, las obras y/o acciones realizadas con ocasión de la Prueba Piloto fueron realizadas en los actuales predios de la CT Bocamina, no interviniendo superficies adicionales a éstas.

Además, el diseño del proyecto incorporó un canal de devolución al mar de la biomasa que es captada por los filtros rotatorios de la casa de bombas. Dicho canal conduce la biomasa hacia el canal de devolución de agua de mar de la Primera Unidad, para posteriormente ser descargado al mar, evitando su retención.

El canal de devolución de biomasa es de sección cuadrada, de 500 mm de lado, con una longitud aproximada de 60 m desde el borde oriente de la casa de bombas de la Segunda Unidad, y es de hormigón H-25. El caudal que transporta este canal corresponde a una porción marginal del agua de mar captada por el sifón, aproximadamente 10 l/s, suficientes para la utilización en los filtros rotatorios ya descritos, no adicionando ningún elemento químico a este caudal. Para detalles del canal de devolución de biomasa ver Esquema ES-ACB-OIF-AC-000 VO adjunto en el Anexo G del presente EIA.

La descarga de la Segunda Unidad cumple con los límites establecidos en la Tabla 4 del D.S. N° 90/00, del MINSEGPRES (ver Anexo L). Para la toma de muestra se cuenta con una cámara o dispositivo de fácil acceso habilitada para tal efecto, que no es afectada por el cuerpo receptor, cuyas coordenadas son E: 663.011 m / N: 5.900.767 m (Datum WGS 84, Huso 18). En el Anexo G, Planos 07287-14-01-IIC-PLN-001 001 VA y 07287-14-01-IIC-PLN-001 002 VA se adjunta detalle del dispositivo de toma de muestras del D.S. N° 90/00 en el canal de descarga de la Segunda Unidad. Adicionalmente, el Titular realiza el monitoreo del efluente a la salida de la planta de tratamiento de aguas del desulfurizador y previo a la descarga, el que también cumple con los valores límites establecidos en la Tabla 4 del

D.S. N° 90/00, del MINSEGPRES. Asimismo, el Titular compromete voluntariamente un límite máximo de 1,0 mg/l de cloro libre residual previo a la descarga del efluente, valor propuesto para la modificación de la Tabla 4 del citado decreto, en la Res. Ex. N° 135/10, del MINSEGPRES.

Respecto de las coordenadas de la descarga de agua de refrigeración, éstas fueron precisadas respecto de lo presentado en el proyecto aprobado, pues el sistema de georeferenciación de dicho punto no fue preciso en el EIA presentado en el 2006, ya que se localizaba a aproximadamente 38 m de las coordenadas reales (proyecto optimizado). Se hace presente que la descarga del efluente de la Segunda Unidad corresponde a una descarga a orilla de playa.

La Tabla 1.5 muestra un resumen de las diferencias entre el sistema de refrigeración del proyecto aprobado y del sistema de refrigeración del proyecto optimizado.

<b>Tabla 1.5 Comparación de las características del sistema de refrigeración con agua de mar del proyecto "Optimización Central Termoeléctrica Bocamina Segunda Unidad" respecto del proyecto aprobado.</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Proyecto aprobado</b>	<b>Proyecto optimizado</b>
Número de bombas de refrigeración principal	3 x 50%	2 x 60%
Número de bombas de refrigeración circuito cerrado	1 x 100%	3 x 60%
Número de bombas para llenado en línea	0	1 x 100%
Número de intercambiadores de calor circuito cerrado	1 x 100%	2 x 100%
Capacidad estanque de almacenamiento hipoclorito de sodio (m <sup>3</sup> )	3,4	2 x 180
Caudal total agua de mar (m <sup>3</sup> /h)	45.000	50.000
Diferencia de temperatura in/out condensador (°C)	9	8,17
Coordenadas UTM de la descarga, Datum WGS 84	E: 663.030 m N: 5.900.700 m	E: 663.006 m N: 5.900.730 m

Fuente: Gerencia de Ingeniería Endesa Latam, 2013.

En el Anexo D de este EIA se presenta la modelación de la pluma térmica del proyecto optimizado, realizando una comparación respecto de la dispersión del caudal de agua de refrigeración considerada en el proyecto aprobado. Las simulaciones realizadas indican que el efecto de la descarga de 5.000 m<sup>3</sup>/h adicionales, no es significativo respecto del efecto del proyecto aprobado.

## Turbogenerador

El turbogenerador tiene por función convertir energía térmica (en la forma de vapor) en energía cinética y luego, mediante un generador, transforma la energía cinética en energía eléctrica.

La Tabla 1.6 muestra las modificaciones realizadas al turbogenerador de la Segunda Unidad.

Tabla 1.6 Comparación de las características del turbogenerador del proyecto "Optimización Central Termoeléctrica Bocamina Segunda Unidad" respecto del proyecto aprobado.		
Parámetro	Proyecto aprobado	Proyecto optimizado
Potencia bruta	350 MW	370 MW
Consumos auxiliares de la planta	35 MW	29 MW
Generación neta	315 MW	341 MW

Fuente: Gerencia de Ingeniería Endesa Latam, 2013.

Tal como se indica en la Tabla 1.6, el proyecto optimizado contempló el aumento en la capacidad del turbogenerador, repercutiendo en un aumento de la capacidad nominal (potencia bruta) de la Segunda Unidad.

### 1.4.2 Obras relacionadas con el manejo de insumos y residuos

A continuación se describe la optimización del proyecto en relación al manejo de insumos y residuos de la Segunda Unidad.

#### 1.4.2.1 *Carbón*

El proyecto aprobado consideraba el almacenamiento de carbón en tres canchas de acopio, dos para el acopio de carbón sub-bituminoso y una para carbón bituminoso, además de un sistema de recuperación de carbón mediante un buzón, un harnero y un molino triturador. Para el abatimiento de material particulado, el proyecto aprobado incorporaba un sistema de riego automático para la humectación del carbón en cancha.

Sin embargo, como parte del proceso de ingeniería de detalle de las obras de la Segunda Unidad de la CT Bocamina, se incluyó la optimización de la cancha de carbón, almacenándola en dos grandes canchas (Norte y Sur), permitiendo el acopio de 309.000 ton. Por otra parte, producto de una exigencia de la Res. Ex. N° 206/07, que obliga a transportar el carbón bajo la Av. Pedro Aguirre Cerda (mediante un sistema soterrado), se realizó la redistribución de la disposición del sistema de manejo de carbón, eliminando además, las correas de transporte e instalaciones existentes. Las diferencias principales entre ambos sistemas son:

- Se eliminó el triturador de carbón, reemplazándolo por un sistema de clasificación de tamaño del tipo harnero;
- Se modificó el tipo de apilador de carbón: de un apilador longitudinal (estático), por apiladores de pivote vertical y horizontal en ambas canchas;
- Se modificó el tipo de alimentadores, de subterráneos a superficiales en ambas canchas; y
- Se incorporó sistemas de abatimiento de material particulado fugitivo en los puntos de transferencia de carbón (ver Anexo E).

Adicionalmente, se implementaron dos edificios de servicios (uno en cada cancha), cuya función es albergar las instalaciones para mantenimiento menor de las máquinas, baños, sala de merienda y botiquín de primeros auxilios.

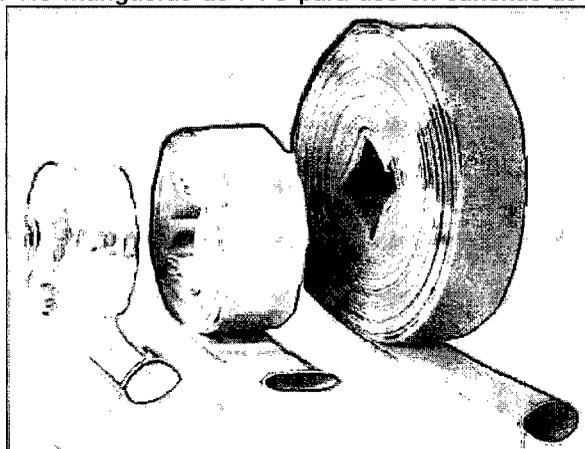
El Anexo E detalla el sistema de transporte, manejo y almacenamiento de carbón del proyecto optimizado.

El proyecto optimizado incorporó en su diseño un sistema combinado de monitores y mangueras en las canchas de acopio de carbón para el rociado de las pilas, además de un sistema de rociadores para el abatimiento de polvo en las torres de transferencia de carbón.

El sistema de control de emisiones de material particulado en las canchas de carbón se basa en dos principios: prevención y supresión. Éstos son aplicados mediante la adición de agua en los focos de generación de polvo de carbón, tales como chutes de descarga y faldones de las correas, zonas de reclamo de carbón, y las áreas de trabajo alrededor de las pilas de carbón.

El sistema de adición de agua cuenta con una estación de bombeo, compuesta por dos bombas, ubicadas en las proximidades del estanque de agua de proceso. La Cancha Norte y Cancha Sur cuentan con un anillo de distribución, el cual alimenta las boquillas de aspersion en las descargas y faldones, lavado de piso en pasillos y torres de transferencia, rociadores fijos para las pilas y conexiones para mangueras de cancha en el perímetro de cada pila.

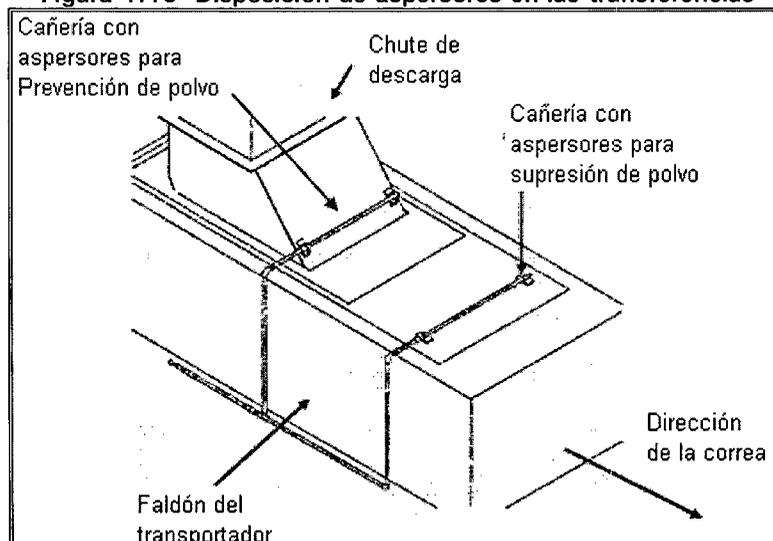
Figura 1.9 Mangueras de PVC para uso en canchas de carbón



Fuente: Gerencia de Ingeniería Endesa Latam, 2013

Para el control de polvo en las transferencias de las correas se emplean aspersores de agua a presión ubicados estratégicamente en el chute de descarga y en el faldón de la correa, como se muestra en la Figura 1.10.

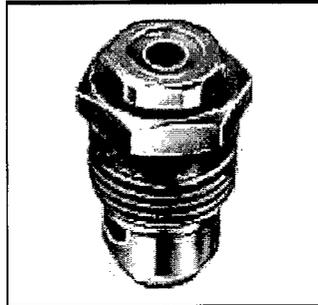
Figura 1.10 Disposición de aspersores en las transferencias



Fuente: Gerencia de Ingeniería Endesa Latam, 2013

Los aspersores son del tipo "hollow cone" (cono hueco), de acero inoxidable, similares al de la Figura 1.11.

**Figura 1.11 Aspersor para transferencias en cancha de carbón**



Fuente: Gerencia de Ingeniería Endesa Latam, 2013

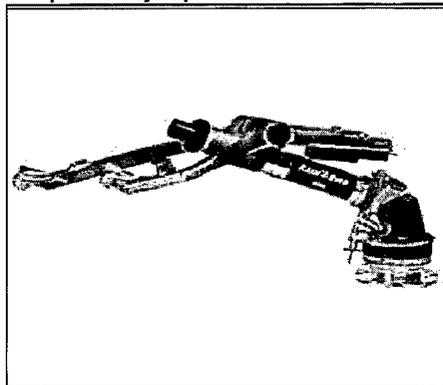
En cada transferencia se emplea un total de 4 aspersores; 2 en el chute de descarga y 2 en el faldón. Este sistema es controlado automáticamente, disponiendo también de la opción de control manual.

Las conexiones para mangueras de lavado de pisos están ubicadas en los pasillos de las correas y en cada uno de los niveles de las torres de transferencia.

Los rociadores fijos están ubicados en la cercanía de cada reclamador y son utilizados en forma intermitente para mojar el carbón acumulado y así evitar las emisiones de polvo de carbón causadas por el viento.

Estos rociadores a presión, conocidos como "pistolas de lluvia", tienen un radio de alcance de 35 m y una trayectoria de giro entre 20° y 25°. A continuación se muestra una foto referencial de este tipo de rociadores.

**Figura 1.12 Rociador para mojar pilas en las canchas de acopio de carbón**



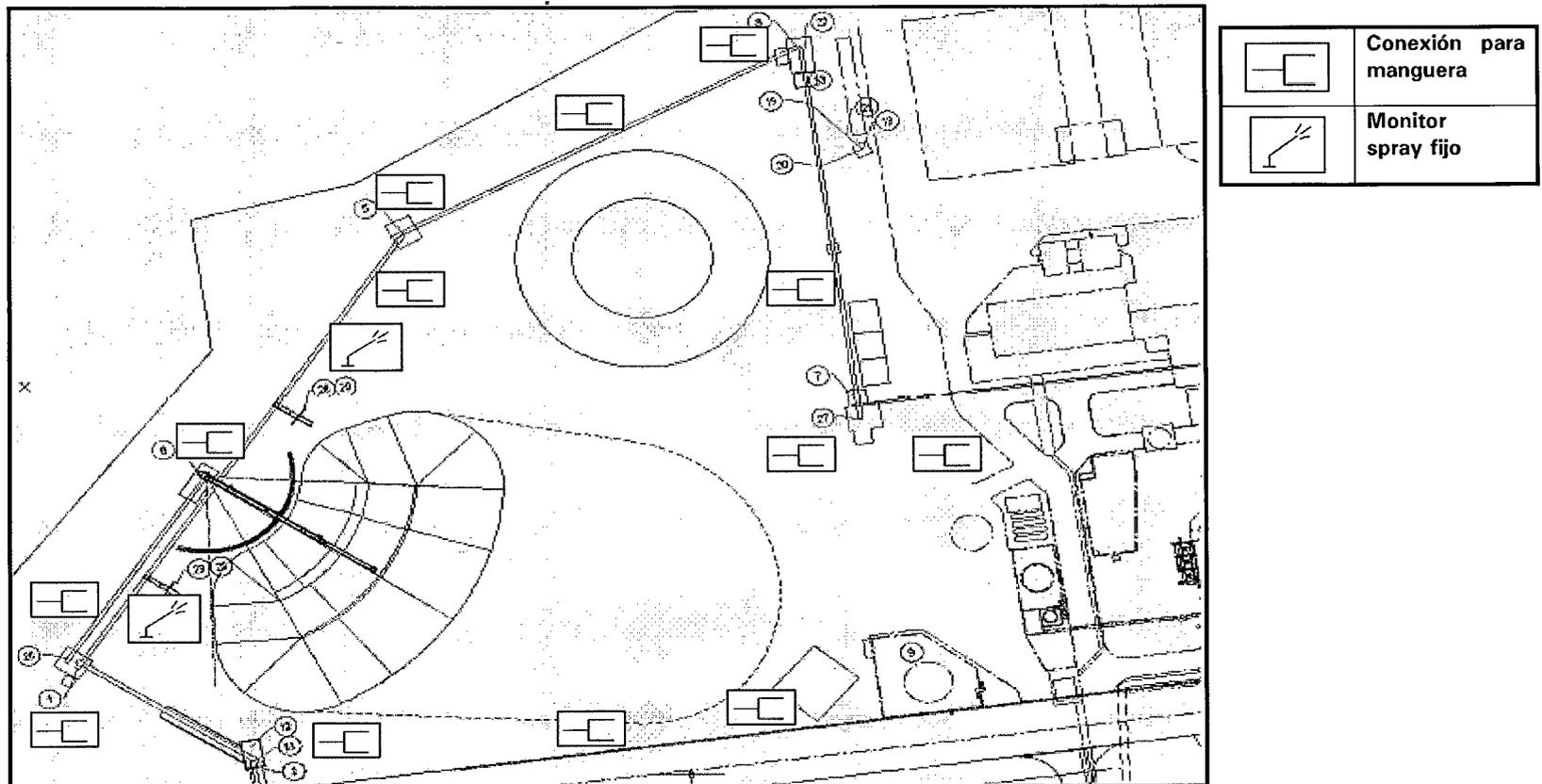
Fuente: Gerencia de Ingeniería Endesa Latam, 2013

El sistema permite la operación por tipos de rociador y zonas en forma flexible, modular e independiente, accionando grupos o combinaciones de

rociadores y mangueras, de acuerdo a las necesidades específicas de la operación de la cancha, para asegurar la supresión de polvo.

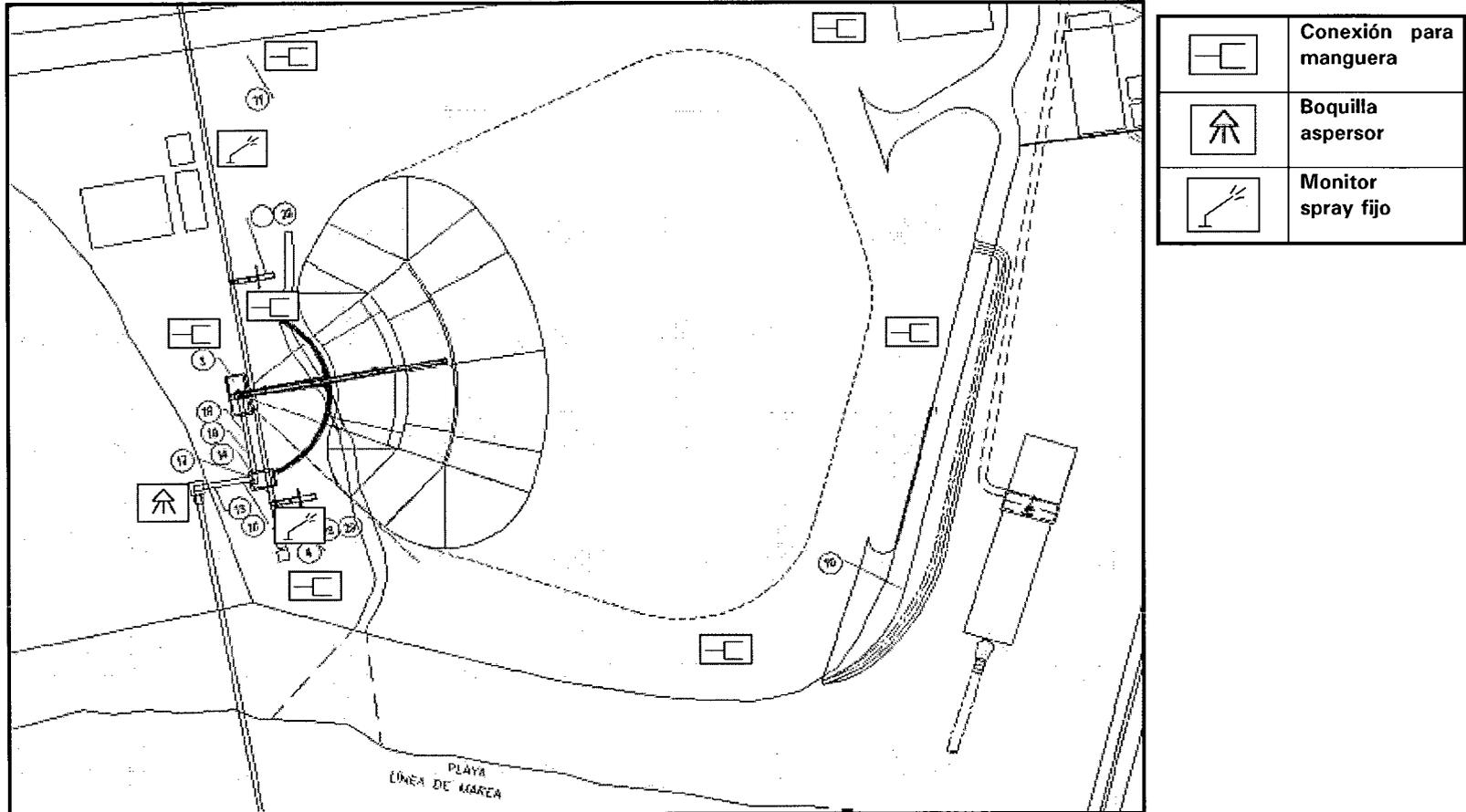
La Figura 1.13 y la Figura 1.14 muestran esquemáticamente la distribución de los elementos del sistema de humectación para mitigar la emisión de material particulado en la cancha de acopio de carbón.

Figura 1.13 Esquema de la distribución de los elementos del sistema de humectación en la Cancha Norte



Fuente: Gerencia de Ingeniería Endesa Latam, 2013

Figura 1.14 Esquema de la distribución de los elementos del sistema de humectación en la Cancha Sur



Fuente: Gerencia de Ingeniería Endesa Latam, 2013

**Tabla 1.7 Listado de equipos indicados en la Figura 1.13 y la Figura 1.14.**

Ítem	Equipo
1	Motor de cinta de carbón 90 kW 1.465 RPM
2	Motor de cinta de carbón 45 kW 1.460 RPM
3	Motor de cinta de carbón 75 kW 1.470 RPM
4	Motor de cinta de carbón 37 kW 1.500 RPM
5	Motor de cinta de carbón 75 kW 1.475 RPM
6	Motor de cinta de carbón 75 kW 1.475 RPM
7	Motor de cinta de carbón 110 kW 1.465 RPM
8	Motor de cinta de carbón 90 kW 1.465 RPM
9	Bomba de supresión de polvo 37 kW 1.465 RPM
10	Bombas de transferencia 9 kW 1.450 RPM
11	Bombas de transferencia 5,5 kW 1.450 RPM
12	Bombas de sumidero 5,5 kW 1.450 RPM
13	Ventilador 4 kW 3.000 RPM
14	Sistema de muestreo, muestreador primario 9,2 kW 1.470/84 RPM
15	Sistema de muestreo, cinta transportadora 1/2 0,55/0,75 kW 1.400/5,19 RPM
16	Sistema de muestreo, trituradora 2 x 5.5 kW RPM 1.455/81
17	Sistema de muestreo, muestreador secundario 0.75 kW 1.435/71 RPM
18	Sistema de muestreo, muestreador primario 11 kW 1.475/85 RPM

Fuente: Gerencia de Ingeniería Endesa Latam, 2013

Por otra parte, debido a la ampliación de las instalaciones portuarias, propiedad de Portuaria Cabo Froward S.A., el carbón necesario para la operación del proyecto optimizado es descargado en su totalidad a través de dicho puerto. A diferencia de lo indicado en el proyecto aprobado, donde se indicó que el carbón sería descargado desde Cabo Froward S.A. y Puerto Coronel, ahora sólo en casos de indisponibilidad del primero, se empleará Puerto Coronel para la descarga de combustible.

#### 1.4.2.2 Caliza

La piedra caliza es el principal reactivo en el proceso de mitigación de óxidos de azufre presentes en los gases de escape de la Segunda Unidad. El proyecto aprobado contemplaba un sistema de almacenamiento de piedra caliza en cancha, ubicado a aproximadamente 100 m del desulfurizador. El sistema contaba con molinos de bolas para la pulverización de la caliza y con cargadores frontales para su manejo.

Luego de una revisión de detalle de las áreas necesarias para la instalación de esta cancha y el uso del equipo auxiliar asociado (cargadores frontales,

molinos de bolas, cintas transportadoras en altura), se determinó optimizar el sistema de almacenamiento, cuyas características son:

- Eliminación de los molinos de bola;
- Descarte del uso de cargadores frontales; y
- Eliminación de la cancha de acopio, reemplazándola por un silo de caliza pulverizada de 1.500 m<sup>3</sup> de capacidad.

Asimismo, el proyecto aprobado contemplaba el transporte de piedra caliza en barcos, llegando en un 50% a Puerto Coronel (desde donde se transportaba por camiones a la central) y en un 50% por correas transportadoras desde Puerto Cabo Froward. Sin embargo, producto de la optimización del sistema de almacenamiento, la caliza se provee pulverizada (de modo de poder almacenarla en silos), siendo transportada en camiones silos (herméticos) desde las instalaciones del proveedor, evitando la dispersión de material particulado.

De esta forma, el proyecto optimizado disminuye las emisiones de material particulado y ruido, por el manejo y transporte de caliza.

#### 1.4.2.3 Agua de proceso

Como consecuencia del proceso de análisis de detalle de la operación de la Segunda Unidad, se contemplan los siguientes estanques de almacenamiento de agua de proceso:

<b>Tabla 1.8 Comparación de los estanques de almacenamiento de agua de proceso del proyecto "Optimización Central Termoeléctrica Bocamina Segunda Unidad" respecto del proyecto aprobado.</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Capacidad del estanque proyecto aprobado (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Capacidad del estanque proyecto optimizado (m<sup>3</sup>)</b>
Estanque de almacenamiento de agua desmineralizada	1.000	3.600
Estanque de almacenamiento de agua industrial	1.500	2.500
Estanque de agua de lavado precalentador de aire	Sin antecedentes	125
Estanque de almacenamiento de condensado	Sin antecedentes	90
Estanque de agua de reposición desulfurizador lechada de caliza	Sin antecedentes	43
Estanque para flash de caldera	Sin antecedentes	37
Estanque para partida de caldera	Sin antecedentes	1

Fuente: Gerencia de Ingeniería Endesa Latam, 2013.

#### 1.4.2.4 *Petróleo diésel*

En el EIA del proyecto aprobado, se indicó que la Segunda Unidad contaría con un sistema de manejo de combustibles líquidos (petróleo diésel ASTM N°2 y petróleo pesado ASTM N°6), el que consistía en estanques, sistemas de contención, instalaciones para el llenado de los estanques, sistema de bombeo a la caldera y un sistema de calefacción para las líneas de petróleo pesado. Para ello, se instalaría un estanque de 500 m<sup>3</sup> para petróleo diésel y de 1.000 m<sup>3</sup> para petróleo pesado.

A consecuencia de las modificaciones realizadas, la caldera de la Segunda Unidad emplea sólo petróleo diésel ASTM N° 2 (estanque de 735 m<sup>3</sup>) durante las partidas y detenciones, descartando el uso de petróleo pesado.

Adicionalmente, el proyecto aprobado consideraba un estanque de 50 m<sup>3</sup> para el grupo de emergencia, con una autonomía de 24 horas. Sin embargo, se rediseñó la capacidad de este estanque, entendiéndose que sólo será empleado en situaciones de emergencia, reemplazándose por un estanque de 3,5 m<sup>3</sup>, respaldado por una conexión al estanque de petróleo diésel de 735 m<sup>3</sup>.

<b>Tabla 1.9 Comparación de los estanques de almacenamiento de petróleo diésel del proyecto "Optimización Central Termoeléctrica Bocamina Segunda Unidad" respecto del proyecto aprobado.</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Capacidad del estanque proyecto aprobado (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Capacidad del estanque proyecto optimizado (m<sup>3</sup>)</b>
Estanque de almacenamiento de petróleo ASTM N°2	500	735
Estanque de uso diario generador diésel de emergencia	50	3,5
Estanque de purgas de petróleo	-	4,5
Estanque de almacenamiento de petróleo ASTM N°6	1.000	-

Fuente: Gerencia de Ingeniería Endesa Latam, 2013.

Dadas las condiciones y el diseño del proyecto no se prevé riesgo por eventuales derrames, debido a que los estanques de almacenamiento de petróleo y otros insumos, cuentan con pretiles de contención con una capacidad equivalente al 110% del contenido de cada estanque. Éstos cumplen con lo establecido en el D.S. N° 78/10, del Ministerio de Salud (MINSAL); D.S. N° 160/08, de la Superintendencia de Electricidad y Combustible (SEC); y el D.S. N° 90/96, del Ministerio de Economía, Fomento

y Reconstrucción. Están inscritos en la Superintendencia de Electricidad y Combustibles y cuentan con las medidas de seguridad que la normativa aplicable establece (ver Anexo I del presente EIA). Adicionalmente, los sistemas de almacenamiento cuentan con procedimientos de respuesta ante emergencia, los cuales son conocidos por el personal a cargo de las operaciones.

En el Anexo N se presenta el Plan de Contingencias de la Segunda Unidad, el cual establece los procedimientos a seguir en caso de un eventual derrame de combustible.

#### 1.4.2.5 *Otros insumos*

Durante la construcción de la Segunda Unidad, se revisó y analizó la condición de almacenamiento de insumos y repuestos, detectándose que la capacidad de almacenamiento de la bodega existente no sería suficiente para las necesidades del proyecto optimizado.

Bajo esta premisa, se determinó la construcción de una nueva bodega con un área de 1.300 m<sup>2</sup> para el almacenamiento de insumos no peligrosos y repuestos, y dos bodegas para el almacenamiento transitorio de insumos peligrosos con un área de 160 m<sup>2</sup> cada una.

Estas bodegas se localizan según lo muestra el Plano Disposición General de Obras, 07287-07-04-IMA-PLN-001-001 Version 0, Anexo G. Su ubicación y la cercanía de sus instalaciones permite minimizar el tránsito de vehículos al interior de la CT Bocamina, mejorar la capacidad de supervisión frente a eventuales derrames y otros accidentes en las bodegas de insumos peligrosos y asegurar una gestión de bodegaje más segura y eficiente.

El diseño e implementación de las dos bodegas de 160 m<sup>2</sup> consideró los requerimientos señalados en el D.S. N° 78/10, del MINSAL y se ajusta a lo indicado en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, siendo las principales características de éstas las siguientes:

- Poseen rótulos externos e internos, que indican las clases y divisiones de las sustancias almacenadas, de acuerdo a la Norma Chilena Oficial N°2190 de 2003, siendo éstos visibles a una distancia de 10 m;
- Consideran una estructura semi-abierta en base a muros tipo método EXACTA, vigas y pilares de hormigón armado, cerradas en su perímetro por muros sólidos, resistentes a la acción del agua, incombustibles, piso

sólido lavable y resistente estructural y químicamente. La terminación de estos muros corresponde a ESTUCO EXACTA® grueso. El espesor del estuco es de 2,5 cm, incorporando mallas adicionales para aumentar su espesor de carga (según recomendaciones del fabricante). Su diseño y características de construcción se ajusta a lo señalado en la Ordenanza General de Urbanismo Construcción;

- El tipo de fundación es un radier armado de 15 cm de espesor, con una zarpa en todo el perímetro, en los cuales hay muros de 100 x 60 cm;
- La estructura de techo es en base a paneles prefabricados del tipo TE-130 (EXACTA®), los cuales se encuentran apoyados en los muros, vigas enrejadas y de hormigón armado;
- La estructura de hormigón armado (frente solamente) contempla, como revestimiento, la instalación de paneles metálicos PV-6, además de contar con perfiles metálicos adicionales a la estructura con el propósito de aplomar y soportar los paneles;
- Las puertas de carga y descarga, así como las de evacuación, tienen un 75% de Resistencia al Fuego (RF) de los muros que las contienen y están ubicadas en muros externos;
- Las puertas de escape tienen un ancho mínimo de 90 cm, y consideran apertura hacia el exterior de la instalación;
- Las puertas de escape tienen manillas antipánico;
- Cuentan con ventilación natural y un sistema automático de detección de incendios, además de pasillos internos demarcados con líneas amarillas, con un ancho mínimo 1,2 m y de 2,4 m para la eventual circulación de grúas horquilla;
- Poseen un sistema manual de extinción de incendios (extintores de 12 kg embutidos en muros de acuerdo a las Normas Chilenas);
- Poseen un sistema de contención de derrames con una capacidad de un 110% respecto al volumen de los líquidos almacenados en cada bodega, además de piso con pendiente no inferior al 0,5%, que permite el escurrimiento de derrames hacia una zona de contención perimetral;
- Al exterior de las bodegas se dispone de duchas y lavaojos de emergencia;
- El diseño considera un sistema automático de alumbrado de emergencia, para los efectos de iluminar las vías de escape;
- Se dispone de cierre de malla tipo Acmafor 3D Galvanizado de Prodalam o equivalente técnico. El cerco está constituido por malla galvanizada en módulos de 1,8 m de alto por 2,5 m de ancho, con fijación galvanizada para perno coche. Los postes son galvanizados en perfil 75 x 75 x 2 mm, embebidos en el radier de las bodegas. Las fundaciones de los postes son de hormigón, de dimensiones según estudios de mecánica de

suelos y cálculo estructural. El cierre cuenta con un portón metálico de dos hojas, de 1,5 m de ancho cada una, también de Acmafor 3D, las fijaciones y accesorios son de línea;

- Todos los tubos fluorescentes son de 5.000 °K luz blanca cálida; y
- Respecto de la instalación eléctrica, ésta se ha realizado según normativa vigente.

Las sustancias requeridas por la Segunda Unidad de la CT Bocamina almacenadas en las bodegas de 160 m<sup>2</sup> se detallan en la Tabla 1.10.

<b>Tabla 1.10 Detalle de las sustancias peligrosas almacenadas en las bodegas de 160 m<sup>2</sup> del proyecto "Optimización CT Bocamina Segunda Unidad".</b>	
<b>Producto</b>	<b>Cantidad</b>
Poliectrolito	2 m <sup>3</sup>
Sulfato ferroso	80.000 kg
Cloruro férrico	2 m <sup>3</sup>
Sulfato orgánico	2 m <sup>3</sup>
Amoniaco	200 kg
Fosfato	1.040 kg
Hidracina	2.200 kg
Permanganato de potasio	3 m <sup>3</sup>
Bisulfito de sodio	1 m <sup>3</sup>
Hipoclorito de sodio	1 m <sup>3</sup>

Fuente: Gerencia de Ingeniería Endesa Latam, 2013.

Endesa Chile ha solicitado a la Autoridad Sanitaria Regional la autorización para el funcionamiento de las dos bodegas destinadas para los insumos peligrosos, según lo señalado en el artículo 5 del D.S. N° 78/10, del MINSAL.

#### 1.4.2.6 Cenizas

##### **Sistema de abatimiento de material particulado**

El proyecto aprobado consideraba la instalación de un filtro de mangas en la Segunda Unidad de la CT Bocamina, cuya función era recolectar el material particulado presente en los gases de combustión de la caldera. La eficiencia del filtro de mangas del proyecto era superior al 99,8% y permitía retener 30,64 ton/h de cenizas volantes, emitiendo 0,068 ton/h a la atmósfera (1,63 ton/día).

Sin embargo, producto de la optimización del diseño de la Segunda Unidad, estudios determinaron que la emisión de material particulado emitido es de 1,1

ton/día, inferior en un 33% a lo declarado en el proyecto aprobado. Esta emisión fue informada a la COREMA de la Región del Biobío mediante la carta GEP-ACBO-194/10, de 7 de enero de 2010, siendo aprobada por dicha entidad mediante la carta N° 028/2010, de 15 de enero de 2010 (ver Anexo I del presente EIA) y ratificada, en conjunto con el respectivo Plan de Compensación, a través de la Res. Ex. N° 289, de 20 de diciembre de 2011, de la Comisión de Evaluación de la Región del Biobío (Ver el Anexo M con el detalle de la referida compensación).

Desde el punto de vista operacional, el filtro de mangas del proyecto optimizado es equivalente al filtro de mangas del proyecto aprobado.

Asimismo, Endesa Chile ha realizado la compensación de 2,23 ton/día de material particulado, de los cuales 1,7 ton/día corresponden a medidas de compensación en fuentes fijas externas al Complejo CT Bocamina y 0,53 ton/día corresponden a una compensación en la Segunda Unidad con motivo de la mejor eficiencia del sistema de abatimiento, cumpliendo con lo exigido durante la tramitación del proyecto "Ampliación Central Bocamina (Segunda Unidad)".

### **Sistema de manejo de cenizas y escoria**

En el proyecto aprobado, la Segunda Unidad contaba con un silo de almacenamiento de cenizas volantes y de fondo (escoria) de 1.348 ton de capacidad.

Con el fin de hacer más eficiente el almacenamiento de ambos tipos de cenizas, y eventualmente su posterior venta a terceros, se determinó la segregación de éstas en silos independientes, para cenizas de fondo y cenizas volantes, con capacidades de 160 ton y 1.200 ton respectivamente. Lo anterior representa un leve aumento en la capacidad de almacenamiento respecto de lo declarado en el proyecto aprobado (equivalente al 0,9%).

En el caso de las cenizas de fondo, éstas son extraídas de la caldera, enfriadas y trituradas por medio de un sistema de correas de acero encapsuladas y dispuestas en el silo de 160 ton de capacidad. Dicho silo dispone de un sistema de acondicionamiento de las cenizas, obteniendo una humedad final aproximada del 25%. Esta humedad ayuda a minimizar las emisiones de material particulado fugitivo durante la descarga hacia camiones del tipo "ecotolva". Estos camiones se caracterizan por disponer de una tolva cerrada, evitando las emisiones fugitivas de cenizas durante su traslado al depósito

autorizado mediante Res. Ex. N° 017/2010, tal como se muestra en la Figura 1.15.

**Figura 1.15** Ejemplo de camión tipo “ecotolva”, empleado para el transporte de cenizas.



Fuente: Gerencia de Ingeniería Endesa Latam, 2013.

En el caso de las cenizas volantes, el sistema de extracción desde las tolvas de la caldera y el filtro de mangas es neumático por fase diluida (presión negativa), disponiendo de las cenizas en el silo de 1.200 ton de capacidad. Este silo cuenta con dos sistemas de descarga: un sistema de acondicionado de las cenizas, equivalente al mencionado anteriormente (descarga hacia camiones del tipo “ecotolva”); y un sistema de extracción seco para descarga a camiones tipo silo.

#### 1.4.2.7 *Residuos líquidos*

##### **Sistema de tratamiento de aguas oleosas desde área edificio de caldera, nave de turbina y otros**

Las aguas oleosas no forman parte del sistema de tratamiento de Riles. El proyecto optimizado considera en su diseño un sistema de colección ante eventuales derrames de aceite en el foso de transformadores. Este sistema incluye una piscina de separación primaria agua aceite (320 m<sup>3</sup> de capacidad) y un sistema de separación de agua aceite (Skid separador agua aceite), cuyo objetivo es remover el aceite, grasas e hidrocarburos presentes en el agua.

El Skid está constituido por placas de filtros fabricados en polipropileno con carbonato de calcio que permite capturar la totalidad de las trazas de aceite que pudieren permanecer después de la piscina de separación o del agua con bajo contenido de aceite, las que son recolectadas para ser gestionadas como residuo sólido peligroso. Por lo tanto, el agua que sale de este equipo queda en condición de ser utilizada en el proceso de la planta, por estar libre de aceites y grasas. Es por ello que estas aguas pueden ser enviadas a la planta de tratamiento de agua del desulfurizador y, en consecuencia, los lodos (yeso) generados durante la desulfuración, tampoco contienen aceites y grasas.

Los lodos generados en el Skid, dado su carácter peligroso de acuerdo al D.S. N° 148/08, del MINSAL (pues su composición es en gran parte aceite), se estiman serán eventuales (0,75 ton/año). Son colectados en tambores para ser dispuestos en sitios autorizados para tales fines. Estos residuos no son tratados en la planta de tratamiento de Riles del desulfurizador, siendo segregados en una etapa anterior (ver antecedentes para solicitar el Permiso Ambiental Sectorial establecido en el artículo N° 90 del RSEIA, en el Capítulo 10 del presente EIA).

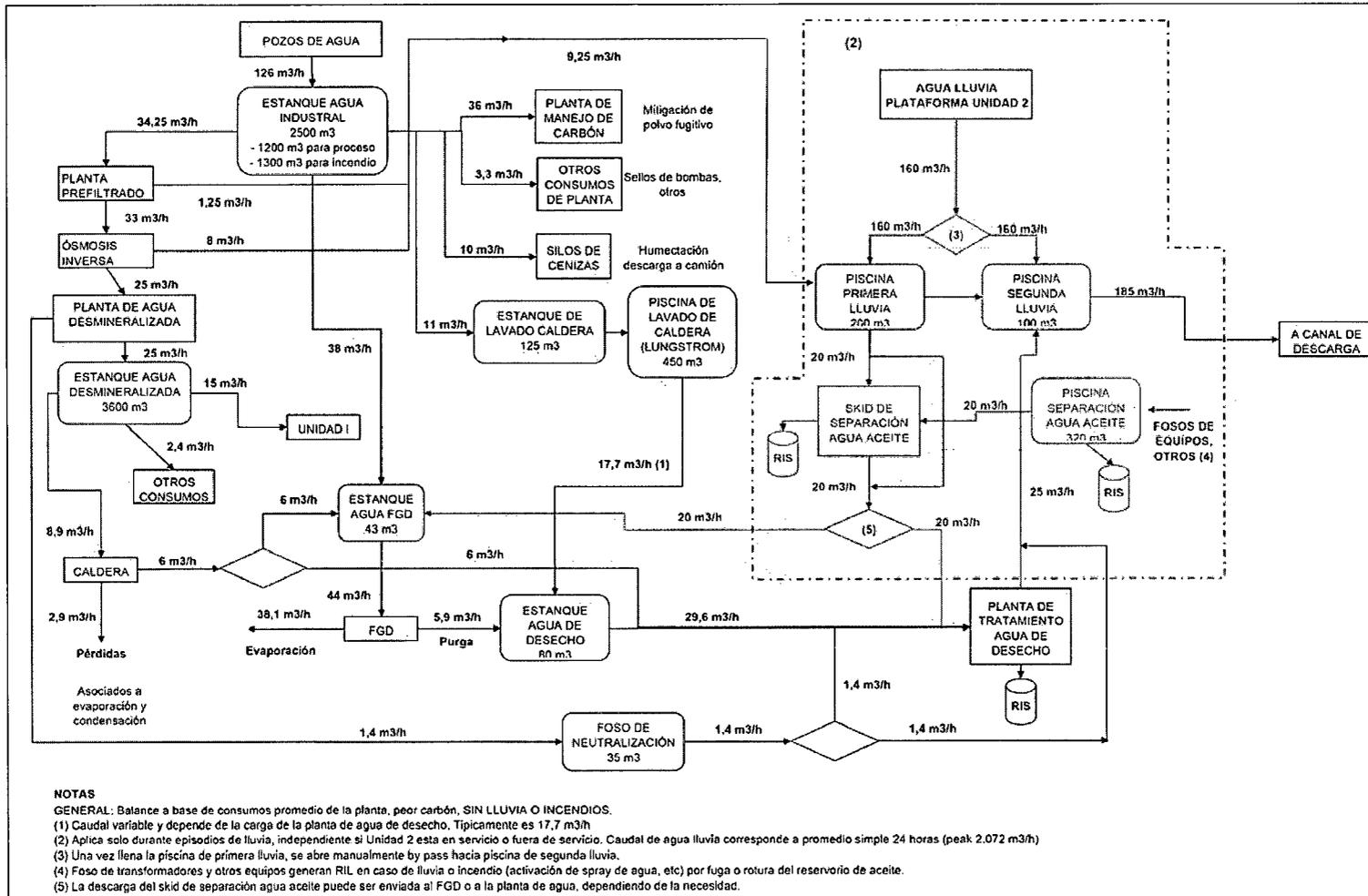
### **Sistema integrado de tratamiento de Riles**

La planta de tratamiento de agua de desecho del proyecto aprobado, consistía en una estación dedicada a tratar sólo los residuos industriales líquidos (Riles) generados por el desulfurizador de la Segunda Unidad.

En el proyecto optimizado se decidió tratar la totalidad de los Riles que genera la Segunda Unidad en un único sistema, el cual incluye el tratamiento del sistema colector de agua lluvia de la Segunda Unidad (primeras agua lluvia).

La Figura 1.16 muestra el sistema integrado de tratamiento de Riles del proyecto optimizado.

Figura 1.16 Diagrama de flujo de agua y Riles del proyecto "Optimización Central Termoeléctrica Bocamina Segunda Unidad"



Fuente: Gerencia de Ingeniería Endesa Latam, 2013.

El sistema integrado de Riles de la Segunda Unidad contempla los siguientes componentes:

Sistema de tratamiento de Riles de la planta de agua desmineralizada (regeneración de resinas)

Este sistema consiste en descargar a una piscina de neutralización (35 m<sup>3</sup>) los Riles generados en la planta de agua desmineralizada. En esta piscina se realiza el ajuste de pH mediante la adición de ácido clorhídrico y soda cáustica (consumo de 0,005 y 0,0025 m<sup>3</sup>/h respectivamente), para posteriormente ser enviado al estanque de colección de la Planta de Tratamiento de Riles del desulfurizador (Planta de tratamiento de agua de desecho) o a la piscina de segunda aguas lluvia.

Sistema de tratamiento de agua lluvia, diferenciadas en "primera lluvia" y "segunda lluvia"

El proyecto optimizado incorpora un sistema de colección de agua lluvia para la Segunda Unidad, el cual permite segregar el agua lluvia en "primera lluvia" en un estanque de 200 m<sup>3</sup> y luego el estanque de "segunda lluvia" con 100 m<sup>3</sup> de capacidad. Como primera lluvia se consideran los primeros 200 m<sup>3</sup> que pudiesen arrastrar aceite u otros elementos. Este volumen es colectado y posteriormente tratado en la planta de tratamiento de aguas oleosas. Se precisa que al estanque de 200 m<sup>3</sup> también se conducen los caudales de rechazo de la planta de prefiltrado y planta de osmosis inversa, cuyos caudales equivalen a 1,25 m<sup>3</sup>/h y 8 m<sup>3</sup>/h respectivamente. En caso que las aguas lluvias recolectadas posean un contenido de aceite superior a 5 ppm, el sistema automáticamente deriva el flujo hacia el Skid de separación agua aceite para su tratamiento. De lo contrario, es enviado a la piscina de "segunda agua lluvia".

La "segunda lluvia", la cual colecta el agua ya tratada de la "primera lluvia", aquella agua lluvia que no arrastra aceite u otros elementos, y aquella proveniente del sistema de tratamiento de aguas de desecho, se descarga directamente al mar valiéndose de bombas que toman el agua desde el estanque de colección de 100 m<sup>3</sup>, conduciéndola al canal de descarga del agua de refrigeración principal, para finalmente ser descargado al mar.

### Sistema de tratamiento de Riles provenientes del lavado del precalentador de aire de caldera

Este sistema corresponde a una piscina de decantación con capacidad de 450 m<sup>3</sup>, cuya función es colectar y promover una decantación natural del agua utilizada para el lavado del precalentador de aire, drenajes menores desde el área de caldera y drenajes menores desde el filtro de mangas. Es preciso indicar que el efluente de esta piscina (17,7 m<sup>3</sup>/h), es discontinuo y sólo se genera durante las labores de limpieza de la caldera. El lodo que se decanta (cenizas) es removido por medio de un cargador frontal, mientras que el agua es enviada al estanque de colección de Riles del desulfurizador (estanque de agua de desecho, de 80 m<sup>3</sup> de capacidad) para su posterior tratamiento. Los lodos (cenizas) son enviados al depósito de cenizas de la CT Bocamina, cuya ampliación fue calificada ambientalmente favorable mediante Resolución Exenta N° 017/2010, de la Comisión Regional de Medio Ambiente de la Región del Biobío.

### Sistema de tratamiento de Riles del desulfurizador

Tal como se mencionó anteriormente, el proyecto aprobado consideraba un sistema para el tratamiento del Ril proveniente del desulfurizador de la Segunda Unidad.

Como parte de la optimización realizada a la Segunda Unidad, el sistema fue redimensionado para atender el flujo de Riles, tanto del desulfurizador como de otros puntos de la planta (aguas provenientes del Skid separador agua aceite, planta de agua desmineralizada, aguas de la primera lluvia, purgas de la caldera y lavado del precalentador de aire de la caldera).

La planta de tratamiento de Riles del desulfurizador de la Segunda Unidad es, en términos de proceso, equivalente a la presentada en el proyecto aprobado, con la diferencia que su capacidad de tratamiento aumentó de 40 m<sup>3</sup>/h a 51 m<sup>3</sup>/h.

La optimización consideró no reinyectar los lodos resultantes del proceso en la caldera, sino que colectarlos independientemente, para posteriormente ser dispuestos en el depósito de cenizas de la Segunda Unidad. Tal como se indicó en la DIA del proyecto "Ampliación del vertedero Central Termoeléctrica Bocamina"<sup>6</sup>, Endesa Chile ha realizado un análisis físico-químico que demuestra

---

<sup>6</sup> El proyecto "Ampliación del vertedero Central Termoeléctrica Bocamina" fue aprobado mediante la Resolución Exenta N° 017/2010, otorgada por la Comisión Regional de Medio

que el residuo en cuestión no presenta características de peligrosidad de las establecidas en el D.S. N° 148/04 del Ministerio de Salud (MINSAL). Ver Anexo O del presente EIA.

El sistema de tratamiento de Riles del desulfurizador está compuesto por las siguientes obras y actividades:

- **Estanque de colección de agua de desecho de la Segunda Unidad (almacenamiento transitorio):** Este estanque cuenta con un agitador para evitar la precipitación de sólidos presentes en los efluentes (en particular la purga del desulfurizador).
- **Estanque de neutralización:** En este estanque se aumenta el pH mediante la dosificación de cal hidráulica, iniciándose el proceso de coagulación - floculación de sólidos por medio de la adición combinada de cloruro férrico (agente coagulante) y lodos obtenidos del clarificador (que operan como promotores de la floculación).
- **Estanque de reacción:** El efluente neutralizado es conducido a este estanque para adicionar cal hidráulica para aumentar el pH, continuando con el proceso de coagulación - floculación, por medio de la adición de polielectrolito aniónico (agente floculante) y sulfuro orgánico, el cual promueve la precipitación de elementos más pesados.
- **Estanque de floculación:** En este estanque los efluentes provenientes del estanque de neutralización y del estanque de agua clara de lodos son tratados por medio de sulfato ferroso y polielectrolito aniónico (promotores de floculación y precipitación).
- **Clarificador y estanque de rebose:** En esta etapa los efluentes provenientes del estanque de floculación son separados en efluente líquido y lodos. El efluente líquido se envía al estanque de rebose, donde se le adiciona ácido clorhídrico para neutralizar el pH, previo a su descarga. En esta etapa existe un monitoreo de pH y sólidos suspendidos totales. En caso que el efluente no cumpla con los límites de pH y sólidos suspendidos totales exigidos en la Tabla 4 del D.S. N° 90/00, del MINSEGPRES, éstos son recirculados a la planta para su tratamiento. Los lodos se envían en gran parte al filtro prensa, mientras que una pequeña cantidad se envía al estanque de neutralización para operar como promotores de floculación.

---

Ambiente de la Región del Biobío (ver Anexo I del presente EIA).

- Filtro prensa y estanque de agua clara de lodos:** En esta etapa los lodos son separados en efluente líquido (el que se envía al tanque de floculación) y sólidos. Dadas las características de no peligroso de este lodo (de acuerdo al D.S. N° 148/04, del MINSAL), y su composición (ver Tabla 1.11, el 92% de éste corresponde a yeso y cenizas, mientras que el resto (8%) corresponde a caliza y sus derivados. En base a estos antecedentes, se considera que estos lodos son asimilables a los residuos dispuestos en el depósito de cenizas de la CT Bocamina, cuya ampliación fue calificada ambientalmente favorable mediante Resolución Exenta N° 017/2010, otorgada por la Comisión Regional de Medio Ambiente de la Región del Biobío. La citada Resolución permite la disposición de las cenizas, escoria y los residuos provenientes del sistema de desulfurización de gases de la CT Bocamina. Sin perjuicio de lo anterior, Endesa Chile ha realizado una caracterización de estos lodos previo a su disposición en el mencionado depósito, cuyos resultados han sido enviados a la autoridad (Seremi de Salud, Seremi de Medio Ambiente y SEA de la Región del Biobío). En el Anexo O del presente EIA se adjunta la caracterización de las cenizas y yeso generados durante la operación de la Segunda Unidad, comprobándose que éste no constituye un residuo peligroso de acuerdo al D.S. N° 148/04, del MINSAL.

Cabe precisar que el depósito de cenizas tiene declarado un flujo máximo de 378.038 ton/año. Por tanto, el residuo sólido proveniente de la planta de tratamiento de aguas residuales constituye un aporte marginal a la capacidad del depósito.

<b>Tabla 1.11 Composición de los lodos provenientes de la Planta de tratamiento de agua del proyecto "Optimización CT Bocamina Segunda Unidad"</b>		
<b>Origen RISES</b>	<b>kg/h</b>	<b>% del total</b>
<b>Purga FGD</b>	<b>148,3</b>	
Ca (como CaO)	9,5	2
Mg (como MgSO <sub>3</sub> )	2	0
CaSO <sub>4</sub> 2H <sub>2</sub> O (yeso)	115,7	26
CaSO <sub>3</sub> 1/2H <sub>2</sub> O (Sulfito de calcio)	0,17	0
CaCO <sub>3</sub> (piedra caliza)	6,9	2
Inertes	10,59	2
Cenizas	0,92	0
CaF <sub>2</sub>	2,52	1
<b>Lavado de caldera (cenizas). Flujo intermitente</b>	<b>298</b>	<b>66</b>
<b>Foso de neutralización (inertes: Ca, Mg)</b>	<b>3,70</b>	<b>1</b>
<b>Total lodos</b>	<b>450</b>	<b>100</b>

Fuente: Gerencia de Ingeniería Endesa Latam, 2013

Adicionalmente, el sistema fue dimensionado para recibir y tratar los eventuales efluentes de la laguna de contingencias localizada en el depósito de cenizas, aprobado mediante la Resolución Exenta N° 017/2010, otorgada por la Comisión Regional de Medio Ambiente de la Región del Biobío.

El efluente generado por el sistema de tratamiento de Riles del desulfurador de la Segunda Unidad, junto con el efluente de la piscina de "segunda agua lluvia", es descargado al mar, de acuerdo a los límites establecidos en la Tabla 4 del D.S. N° 90/00, del MINSEGPRES.

### **Sistema de colección de agua lluvia en las canchas de carbón**

El sistema de tratamiento de agua lluvia de la cancha de carbón (obra nueva respecto del proyecto aprobado) considera la colección y el tratamiento de las agua lluvia dentro de las canchas de carbón Norte y Sur, independiente del sistema de colección de agua lluvia de la Segunda Unidad de la CT Bocamina.

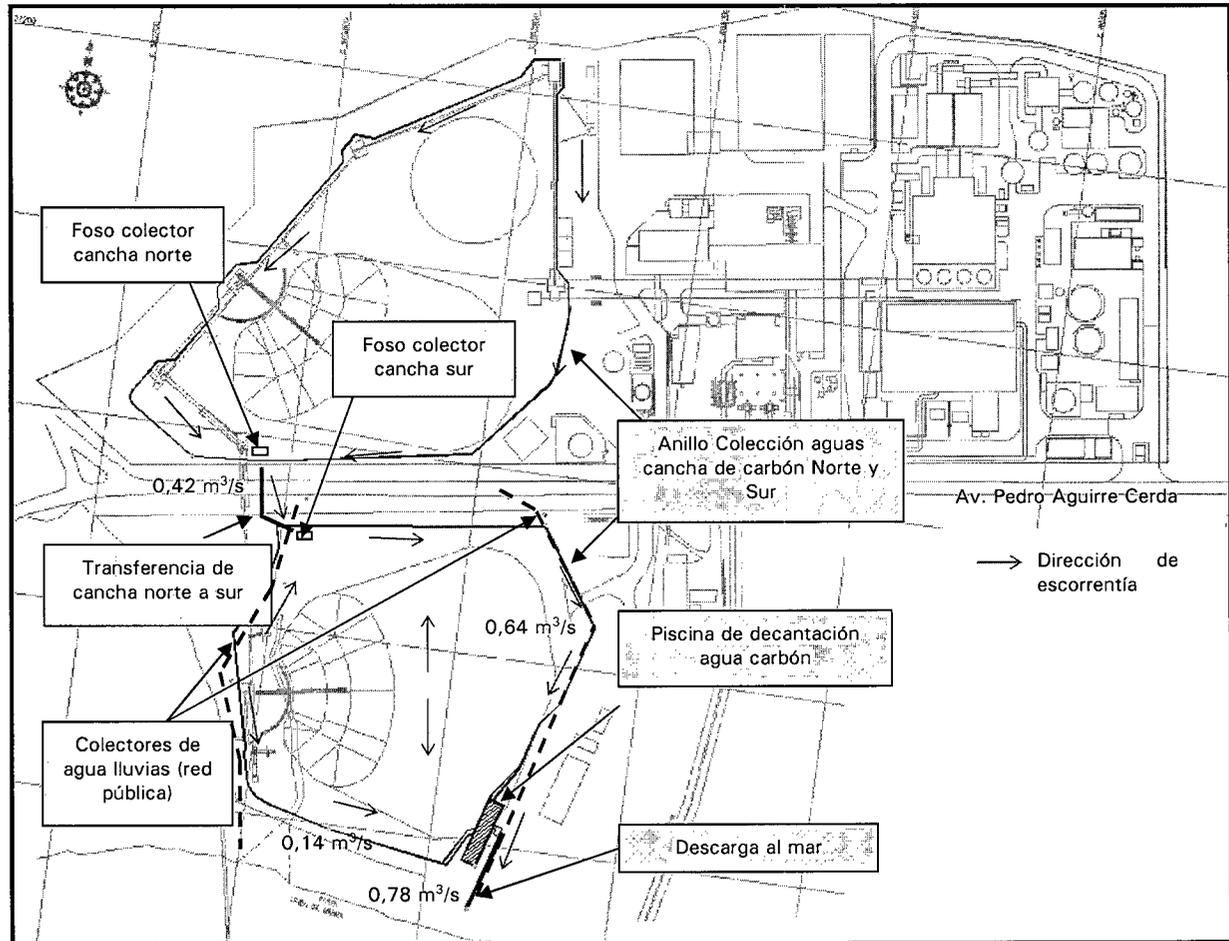
Este sistema reemplazó al sistema de colección de agua lluvia de la cancha norte. Las agua lluvia, al entrar en contacto con el carbón, arrastran finos, por lo cual se diseñó una etapa de decantación previa a la descarga de estas aguas hacia el canal de descarga de la Segunda Unidad. El sistema consiste en:

- Dos sistemas de colección de agua lluvia (uno en cada cancha);
- Una estación de bombeo para el cruce bajo calle de las aguas colectadas en Cancha Norte;
- Una piscina de decantación natural, instalada en la Cancha Sur, que atiende a las aguas provenientes de ambos sistemas. Los finos decantados son retirados de la piscina por medio de un cargador frontal, para ser reutilizados como combustible; y
- Una conexión de descarga de aguas tratadas.

A mayor abundamiento, el diseño permite mantener una velocidad de flujo mínima, que previene la sedimentación de finos de carbón en las canaletas. El agua lluvia colectada en la Cancha Norte se conecta con el sistema de la Cancha Sur mediante una estación de bombeo ubicada en esta última cancha.

La Figura 1.17 muestra la disposición de las canaletas en las canchas Norte y Sur.

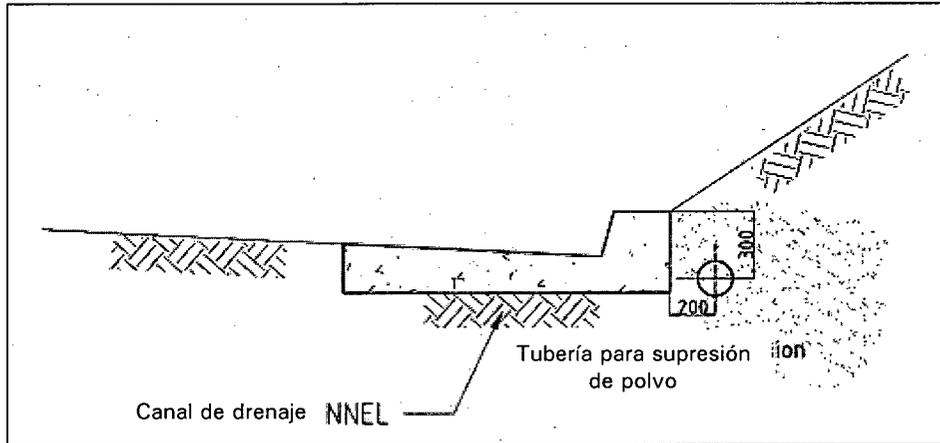
Figura 1.17 Sistema de colección de agua lluvia en las canchas de carbón Norte y Sur.



Fuente: Gerencia de Ingeniería Endesa Latam, 2013

La Figura 1.18 muestra en corte, la geometría de los canales perimetrales de colección de agua lluvia.

**Figura 1.18 Geometría de los canales perimetrales de colección de agua lluvia de las canchas Norte y Sur del proyecto "Optimización CT Bocamina Segunda Unidad"**



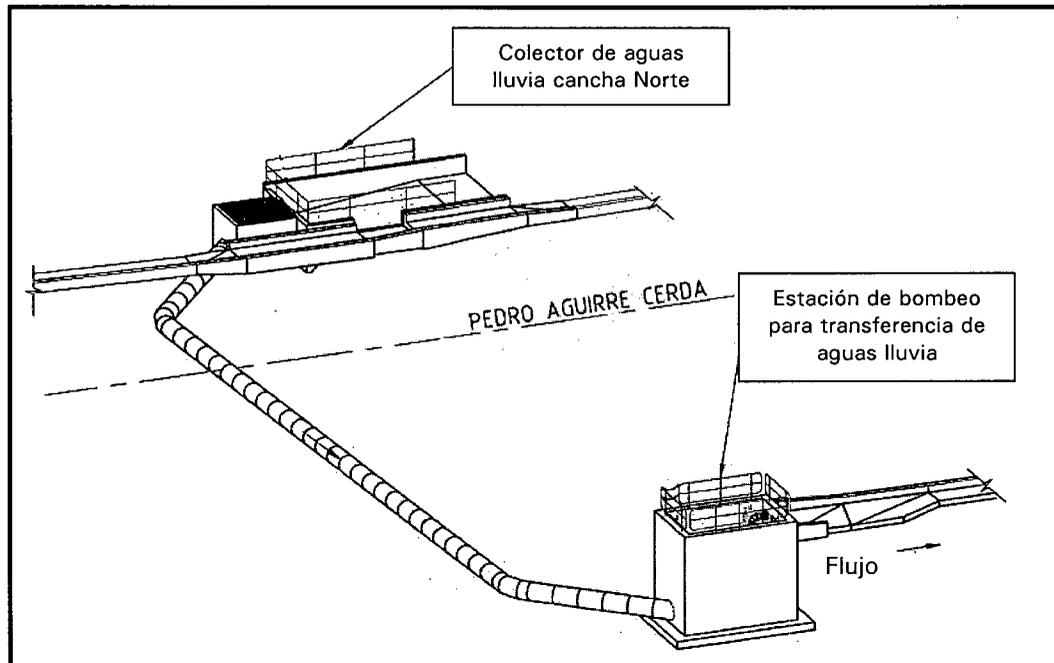
Fuente: Gerencia de Ingeniería Endesa Latam, 2013

La recolección del agua lluvia de la Cancha Norte es conducida por diferencia de cota hacia las canaletas ubicadas en el perímetro de la cancha, hacia un foso ubicado en el vértice sur-poniente de la misma.

Desde dicho foso, por gravedad, el agua lluvia pasa hacia un foso equivalente, ubicado en el vértice norponiente de la Cancha Sur.

La Figura 1.19 muestra la disposición del sistema de transferencia de agua lluvia desde la Cancha Norte a la Cancha Sur.

**Figura 1.19 Disposición del sistema de transferencia de agua lluvia desde la cancha Norte a la Cancha Sur del proyecto "Optimización CT Bocamina Segunda Unidad"**



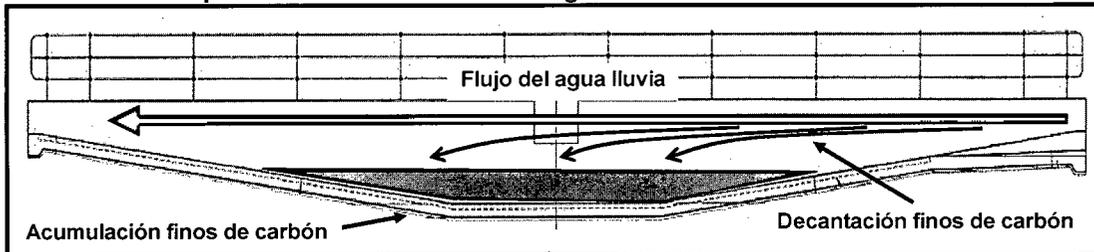
Fuente: Gerencia de Ingeniería Endesa Latam, 2013

Desde el foso de la Cancha Sur, el agua es bombeada hacia la cancheta ubicada en el perímetro oriente de la cancha, desde donde es conducida por gravedad hacia la piscina decantadora ubicada en el vértice sur oriente de ésta.

El agua lluvia se colecta en una piscina de separación agua - carbón ubicada en la Cancha Sur, donde, mediante decantación por gravedad, se remueven los finos de carbón que puede transportar el agua lluvia, evitando el uso de reactivos químicos para promover la sedimentación.

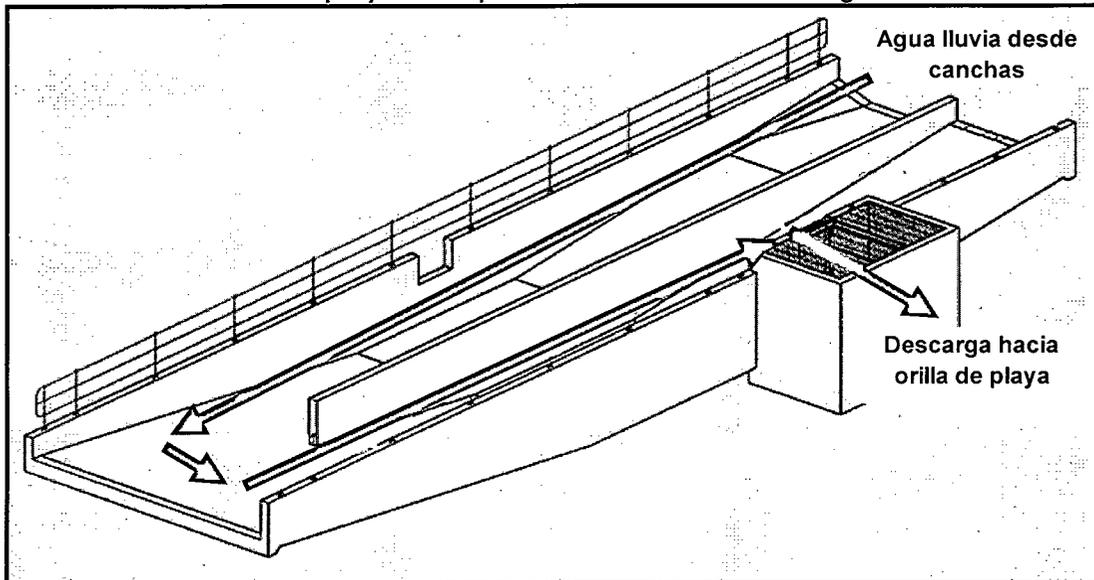
La Figura 1.20 y la Figura 1.21 muestran el diseño de la piscina de decantación de finos de carbón de la Cancha Sur (Anexo F del presente EIA).

**Figura 1.20** Piscina de decantación de finos de carbón de la Cancha Sur del proyecto "Optimización CT Bocamina Segunda Unidad"



Fuente: Gerencia de Ingeniería Endesa Latam, 2013

**Figura 1.21** Esquema de la descarga al mar de las aguas de la piscina de decantación de finos del proyecto "Optimización CT Bocamina Segunda Unidad"



Fuente: Gerencia de Ingeniería Endesa Latam, 2013

Desde la piscina de decantación, el agua lluvia sin sólidos en suspensión es descargada por gravedad al mar a través de una tubería en un único punto, ubicado en las coordenadas E: 662.924 m / N: 5.900.765 m (Datum WGS 84).

El dimensionamiento de los colectores y los drenajes se diseñó basado en las siguientes consideraciones:

- El drenaje superficial de la Cancha Norte se lleva a cabo mediante canaletas perimetrales para drenar un área de 39.100 m<sup>2</sup>. Se consideró

una lluvia con  $Tr = 10$  años y 20 minutos de duración, lo que entrega un caudal de  $0,42 \text{ m}^3/\text{s}$ . Esta agua se capta y conduce hacia el extremo sur de la cancha mediante dos cunetas: una de capacidad  $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$  y la otra de  $0,44 \text{ m}^3/\text{s}$ .

- Desde la Cancha Norte el agua lluvia se pasa al pozo de bombeo de la Cancha Sur mediante un tubo de 600 mm de diámetro, 33 m de longitud y 3,3% de pendiente. El flujo a través de este tubo, en superficie libre, tiene un valor máximo de  $1,13 \text{ m}^3/\text{s}$ .
- Por otro lado, el drenaje superficial de la Cancha Sur se lleva a cabo mediante canaletas perimetrales para drenar un área de  $33.600 \text{ m}^2$ . Se consideró una lluvia con  $Tr = 10$  años y 20 minutos de duración, lo que entrega un caudal de  $0,36 \text{ m}^3/\text{s}$ .
- El drenaje de la agua lluvia de la Cancha Sur se diseñó para captar y conducir el caudal de una lluvia con  $Tr = 10$  años y 20 minutos de duración. El análisis considera el caudal combinado de ambas canchas que se estimó anteriormente, equivalente a  $0,78 \text{ m}^3/\text{s}$ . Este caudal se separa en dos partes para ser conducido por ambos márgenes de la cancha Sur. Es así como la cuneta de la parte norte y este de la cancha tomará el 60% del caudal colectado en la Cancha Sur, esto es  $0,22 \text{ m}^3/\text{s}$  más el 100% del caudal drenado en la Cancha Norte ( $0,42 \text{ m}^3/\text{s}$ ), equivalente a un total de  $0,64 \text{ m}^3/\text{s}$ . Los restantes ( $0,14 \text{ m}^3/\text{s}$ ), se conducen por la cuneta del lado sur y poniente de la cancha Sur.

Para mayor detalle de este sistema, ver Anexo F, mientras que en el Anexo K se adjunta la memoria de cálculo de esta obra.

Cabe precisar que, al no tratarse una modificación de un cauce natural (red primaria de agua lluvia), no le es aplicable el Permiso Ambiental Sectorial establecido en el Artículo N° 106 (PAS 106) del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (RSEIA). Sin perjuicio de lo anterior, Endesa Chile ha presentado ante la Dirección de Obras Hidráulicas los antecedentes correspondientes a esta obra.

### 1.4.3 Obras relacionadas con otras adecuaciones de seguridad y respaldo

#### 1.4.3.1 *Planta de agua desmineralizada*

La planta de agua desmineralizada es un sistema que consiste en remover minerales y acondicionar el agua industrial para su uso en la caldera y en circuitos de refrigeración de componentes.

En el proyecto aprobado se describe una planta mixta que utiliza una fase de filtrado (filtro de arena y osmosis inversa) y una fase de remoción química de minerales (lecho mixto) para lograr la calidad de agua desmineralizada deseada.

Sin embargo, durante el desarrollo de la ingeniería de detalle de la Segunda Unidad, se realizaron nuevos análisis físico - químico del agua industrial (ver Anexo J) a emplear en el proceso, determinándose la necesidad de incorporar una planta de prefiltrado.

De esta forma, la planta del proyecto optimizado quedó constituida por una etapa de pretratamiento (prefiltrado y ósmosis inversa) y la etapa de remoción química por medio de filtros catiónico, aniónicos y lecho mixto.

A continuación se detalla la planta de pretratamiento:

- **Planta de prefiltrado:** Consiste en una serie de filtros intermedios, ubicados entre el estanque de agua cruda y el sistema de osmosis inversa. Su objetivo es remover el contenido de manganeso y hierro presente naturalmente en el agua de pozo, de manera de cumplir con la especificación de calidad necesaria para la desmineralización; y
- **Planta de osmosis inversa:** Este sistema contempla dos módulos de 25 m<sup>3</sup>/h de capacidad, y considera un flujo de retorno y uno de rechazo. El flujo de retorno recircula el caudal para optimizar la remoción de elementos químicos, para luego ser enviada a la planta de agua desmineralizada. El flujo de rechazo (equivalente a 12 m<sup>3</sup>/h) contiene los elementos químicos concentrados (sales y sulfatos) que se han retirado del agua cruda, el cual es conducido a la piscina de "primera lluvia".

El proyecto optimizado dispone de una configuración 2 x 100%, es decir, existen dos conjuntos de equipos idénticos de los cuales uno opera normalmente y el otro será empleado en casos de emergencia, aumentando la seguridad de la planta. La capacidad de la planta de agua desmineralizada

aumentó de 20 m<sup>3</sup>/h a 50 m<sup>3</sup>/h (dos módulos de 25 m<sup>3</sup>/h cada uno), cuyo caudal es destinado a los consumos propios de la Segunda Unidad (caldera y sistema auxiliar de enfriamiento). El sistema está compuesto por:

- Filtros de arena;
- Bombas de dosificación para floculador;
- Intercambiadores catiónicos;
- Intercambiadores aniónicos;
- Torre de descarbonización;
- Ventiladores de aire para la torre de descarbonización;
- Estanque de agua descarbonizada;
- Bombas de agua descarbonizada; una para la línea en producción, otra para la línea en regeneración y la última en espera;
- Intercambiadores de lecho mixto;
- Intercambiadores de lecho mixto de pulimentación; y
- Sopladores de aire para el lecho mixto, complementados con una tubería de succión con filtro de aire y silenciadores.

La planta de tratamiento de agua desmineralizada consiste en dos líneas de trabajo al 100% alternativamente. Al final de cada ciclo, la línea agotada es detenida y regenerada, mientras que la que permanecía en espera, es puesta en servicio.

La regeneración es iniciada por la totalización del flujo de agua o por las alarmas y la señal de alta conductividad para la desmineralización y las unidades de pulimentación. Una de las líneas de la unidad de desmineralización (intercambiadores catiónico + aniónico) es regenerada a la vez. La regeneración de las resinas catiónicas es realizada por medio de ácido clorhídrico al 32%, mientras que la regeneración de las resinas aniónicas por medio de una solución de hidróxido de sodio al 50%. La solución de soda para la regeneración de las resinas aniónicas es calentada a 45 °C con vapor de baja presión con el objeto de remover SiO<sub>2</sub> de las resinas aniónicas.

Durante la operación normal de la planta, el consumo promedio de agua desmineralizada es del orden de 25 m<sup>3</sup>/h, salvo condiciones de operación particulares que pudieren elevar dicho requerimiento sobre los 58 m<sup>3</sup>/h, como por el llenado de emergencia del condensador y primer llenado de este equipo durante las partidas.

La Tabla 1.12 muestra las diferencias entre la planta de agua desmineralizada del proyecto aprobado y la del proyecto optimizado.

Tabla 1.12 Comparación de las características de la planta de agua desmineralizada del proyecto "Optimización Central Termoeléctrica Bocamina Segunda Unidad" respecto del proyecto aprobado.		
Parámetro	Proyecto aprobado	Proyecto optimizado
Planta de pretratamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Filtros de arena; y</li> <li>• Osmosis inversa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Filtros de arena con inyección hipoclorito de sodio, metabisulfito de sodio y permanganato de potasio; y</li> <li>• Osmosis inversa.</li> </ul>
Etapa de pulido químico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecho mixto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Filtro catiónico;</li> <li>• Filtro aniónico; y</li> <li>• Lecho mixto.</li> </ul>
Capacidad máxima (m <sup>3</sup> /h)	1 x 25	2 x 25
Consumo nominal de agua desmineralizada (m <sup>3</sup> /h)	20	25
Consumo peak de agua desmineralizada (m <sup>3</sup> /h)	Sin detalle	58

Fuente: Gerencia de Ingeniería Endesa Latam, 2013.

#### 1.4.3.2 Transformadores eléctricos

En el proyecto aprobado se especifican dos transformadores eléctricos: el transformador principal elevador (220 kV) y un transformador auxiliar para proveer de alimentación eléctrica a los consumos propios de planta (de 6,6 kV).

Durante el desarrollo de la ingeniería de detalle del proyecto se observó que este último transformador no era suficiente en términos de capacidad y nivel de voltaje para todos los consumos propios de la planta, pudiendo ser un riesgo para la operación de la Segunda Unidad.

Es por ello, y con motivo de aumentar la seguridad en el suministro eléctrico, se determinó aumentar el número de transformadores auxiliares de uno a cuatro: dos para los consumos de alto voltaje (uno conectado a la salida del generador y otro de respaldo conectado a la Subestación Bocamina en 154 kV) y dos para los consumos propios de alto/medio voltaje (uno de los cuales es de respaldo). Se mantiene el transformador principal.

### *1.4.3.3 Sistema de generación de aire comprimido*

El sistema de generación de aire comprimido consiste en un conjunto de compresores y secadores de aire, destinados a generar el aire de servicio y el aire seco para instrumentos que el proyecto requiere para operar.

En el proyecto aprobado el sistema de generación de aire comprimido consideraba dos compresores con capacidad para atender el 100% de la necesidad de la Segunda Unidad operando a plena carga. El proyecto optimizado consideró dos centrales de aire comprimido:

- Para consumos de planta: considera tres compresores y dos sistemas de secado de aire, todos dimensionados para atender el 100% de los requerimientos normales del proyecto optimizado; y
- Para consumos del desulfurizador de lechada de caliza: el desulfurizador de la Segunda Unidad posee un intercambiador gas-gas, cuya función es enfriar los gases de entrada al equipo y luego calentar los gases de salida del mismo. Dicho intercambiador requiere de un sistema de remoción de los depósitos de pulpa o particulado que se puedan arrastrar desde el desulfurizador. Dado que este equipo requiere caudales de aire importantes por periodos puntuales, se instalaron dos compresores dimensionados para atender el 100% de los requerimientos del consumo.

Con esta optimización se logró hacer un uso más eficiente de la energía, asegurando el suministro de aire comprimido en cualquiera de los escenarios de operación que presentase la Segunda Unidad.

### *1.4.3.4 Generador diésel de emergencia*

La Segunda Unidad de la CT Bocamina dispone de dos sistemas de protección ante un evento de blackout<sup>7</sup>. Uno de ellos corresponde a la operación en modo isla, que permite que la planta reduzca su carga y autogenera la energía necesaria para alimentar sus consumos propios, mientras que otro sistema corresponde al uso de un generador de emergencia. Este último es un generador eléctrico accionado por un motor diésel de cuatro tiempos, cuya función es proveer de energía eléctrica de emergencia para un limitado número de equipos al interior de la Segunda Unidad, asegurando una detención segura y sin daños permanentes en las condiciones antes mencionadas.

---

<sup>7</sup> Un blackout o apagón eléctrico es la pérdida del suministro de energía eléctrica en el SIC.

Durante el desarrollo en detalle del sistema, se detectó que el generador diésel de emergencia comprometido en el proyecto aprobado (equivalente a 700 kVA) era insuficiente, debiendo aumentar su potencia a 2.000 kVA. Es importante destacar que dicho generador diésel será empleado sólo en la eventualidad de una emergencia, no constituyendo una fuente emisora permanente.

#### *1.4.3.5 Medidas de atenuación de ruido*

Debido al cambio en la orientación geográfica de varias de las obras y equipos del proyecto optimizado, se reconsideraron las medidas de atenuación de ruido, respecto de lo indicado en el proyecto aprobado, permitiendo cumplir con la normativa aplicable (D.S. N° 146/97, del MINSEGPRES), las cuales se detallan a continuación.

##### Primera Unidad:

- Cierre acústico nave de turbina (pared norte y oriente);
- Silenciadores en control de descarga de aire a presión;
- Barrera acústica de contenedores, costado poniente de cancha de carbón;
- Barrera acústica ventiladores de tiro forzado (VTF) 1A;
- Barrera acústica en filtro colector de cenizas;
- Encapsulamiento acústico en sala de generadores de vacío; y
- Aislación acústica en nave de turbina.

##### Segunda Unidad:

- Aislamiento de la nave de turbina, edificio eléctrico y equipos mediante paneles de lana mineral;
- Límite de emisión acústica en cabina de equipos, transformadores, salas eléctricas, salas de control, válvulas de venteo y válvulas de seguridad;
- Silenciador en tubería de venteo de vapor de la turbina;
- Pantalla acústica en ventiladores de tiro inducido (VTI);
- Cierre acústico en sala de generadores de vacío;
- Pantalla acústica superior en ventiladores de aire primario de la caldera;
- Pantalla acústica en VTF este;
- Silenciadores y encierros acústicos en la sala de compresores;
- Cierres acústicos en sala de bombas de petróleo;
- Pantalla acústica en VTI oeste;
- Pantalla acústica en planta de osmosis inversa;
- Pantalla acústica en ductos de gases de VTF oriente;
- Encierro sector VTF este, oeste y ventiladores de aire primario centrales;

- Encierro acústico Ljungstrom A y B, sector caldera;
- Barrera acústica horizontal en sectores de VTI A y B;
- Cierre de juntas de expansión en VTF central, A y B;
- Cierre de juntas de expansión en ducto de gases (costado norte y sur) de filtro de mangas;
- Cierre en sector de molinos de carbón;
- Cierre en vanos en nave de turbina;
- Mejoramiento acústico de portón de FGD;
- Encierro en filtro colector de cenizas;
- Encapsulamiento de siete bombas en sector del FGD;
- Barrera acústica vertical oriente VTI A y B; y
- Mejoramiento paredes, vanos y techo en sala de válvulas de filtro de mangas.

Adicionalmente, se han contemplado aquellas medidas que permitirán cumplir con los límites establecidos en el D.S. N° 38/11, del MINSEGPRES, cuyo detalle se adjunta en el Anexo C del presente EIA (todas para la Primera Unidad):

- Completar mejoramiento de la cara norte, de la nave de turbina;
- Paneles en los sectores sur, oriente y poniente de los molinos;
- Barrera acústica en los VTF del desulfurizador;
- Silenciador tipo Blowdown, con IL (Insertion Loss);
- Mejoramiento acústico del filtro de mangas;
- Atenuación en el atomizador del desulfurizador;
- Atenuación en la toma de aire del ventilador del desulfurizador;
- Atenuación en la salida de aire del ventilador del desulfurizador;
- Atenuación en el silo de caliza del desulfurizador; y
- Paneles de fibrocemento de 6 mm en motores, ventiladores, bombas, silos, y otros equipos del desulfurizador.

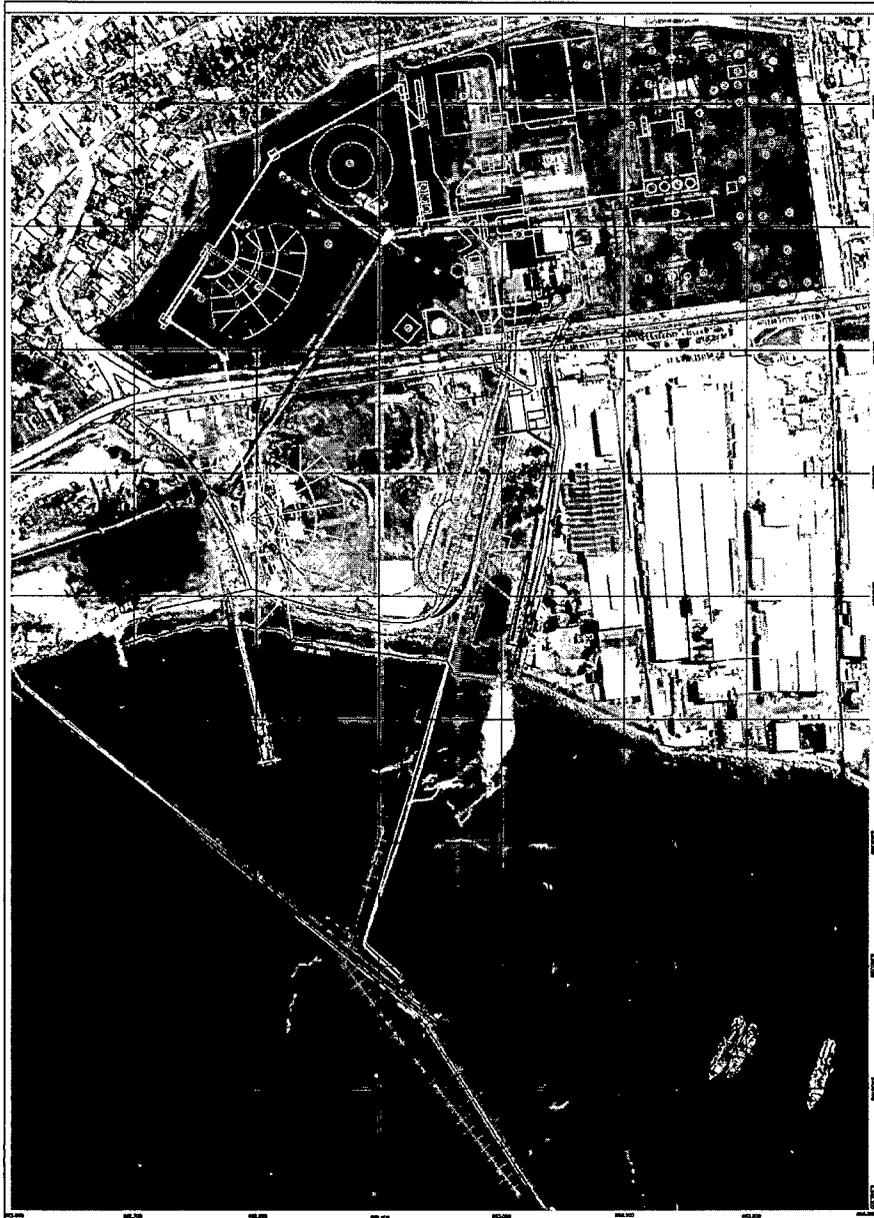
Todas estas soluciones estarán implementadas previo a la entrada en vigencia de la citada norma.

#### 1.4.4 Disposición de obras y equipos del proyecto optimizado

Los cambios descritos anteriormente implicaron una modificación en la disposición de las obras de la Segunda Unidad (layout), que sólo consiste en la reubicación general de las obras de la Segunda Unidad, en el mismo espacio considerado en el proyecto aprobado, sin intervenir nuevos terrenos.

La Figura 1.22 muestra la nueva disposición de las obras permanentes del proyecto optimizado.

Figura 1.22 Nueva disposición de las obras permanentes del proyecto "Optimización de la Central Termoeléctrica Bocamina Segunda Unidad"



Fuente: Gerencia de Ingeniería Endesa Latam, 2013.

El Plano 07287-07-04-IMA-PLN-001-001 Versión 0 del Anexo G, muestra la disposición general del proyecto optimizado, con el detalle de la ubicación de las obras. Los planos 07287-07-04-IMA-PLN-002-001 y 07287-07-04-IMA-

PLN-003-001 del citado anexo, comparan las obras del proyecto aprobado y optimizado.

Además, debido al cambio en la disposición de los equipos y sus características producto de la optimización de la Segunda Unidad, las coordenadas y características de la chimenea fueron modificadas respecto de lo aprobado.

La Tabla 1.13 muestra las diferencias de las características de la chimenea del proyecto aprobado y del proyecto optimizado.

<b>Tabla 1.13 Comparación de las características de la chimenea del proyecto "Optimización Central Termoeléctrica Bocamina Segunda Unidad" respecto del proyecto aprobado.</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Proyecto aprobado</b>	<b>Proyecto optimizado</b>
Diámetro superior (m)	5,92	6,25
Temperatura de salida (°C)	135	80
Velocidad de salida (m/s)	13	13,6
Coordenadas UTM, Datum WGS 84	E: 663.008 m N: 5.901.062 m	E: 663.174 m N: 5.901.210 m

Fuente: Gerencia de Ingeniería Endesa Latam, 2013.

#### 1.4.5 Resumen de las modificaciones de las obras permanentes

La **Tabla 1.14** muestra un resumen de las modificaciones realizadas a las obras permanentes del proyecto aprobado, resultado de la optimización:

<b>Tabla 1.14 Modificaciones realizadas a las obras permanentes del proyecto aprobado</b>		
<b>Modificación principal</b>	<b>Obras del proyecto aprobado que se modifican</b>	<b>Proyecto optimizado</b>
Optimización del proceso de generación de energía	Generador de vapor (caldera de circulación natural).	Generador de vapor (caldera de circulación asistida).
	Sistema de refrigeración de tres bombas de refrigeración principal, una bomba de refrigeración circuito cerrado, un intercambiador de calor de circuito cerrado. El sistema considera un caudal de agua de refrigeración de 45.000 m <sup>3</sup> /h.	Sistema de refrigeración de dos bombas de refrigeración principal, dos bombas auxiliares para el circuito cerrado, dos intercambiadores de calor de circuito cerrado. El sistema considera un caudal de agua de refrigeración de aproximadamente 50.000 m <sup>3</sup> /h. Incorporación de los sistemas de reducción de ingreso de biomasa (sistema primario de burbujas y red de retención secundaria o sistema de mallas). Incorporación de canal de devolución de biomasa que ingresa por el sifón.
	Turbogenerador de 350 MW.	Turbogenerador de 370 MW.
Manejo de insumos y residuos	<u>Carbón:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacenamiento en tres canchas de carbón;</li> <li>• Triturador de carbón;</li> <li>• Apilador longitudinal estático;</li> <li>• Alimentador subterráneo de carbón;</li> <li>• Sistema de riego automático para humectar el carbón y prevenir la ocurrencia de incendios; y</li> <li>• El 50% del transporte de carbón se realiza en cintas transportadoras desde Cabo Froward y el resto mediante camiones desde Puerto Coronel.</li> </ul>	<u>Carbón:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacenamiento en dos canchas de carbón;</li> <li>• Incorporación de un harnero para la selección del tamaño del carbón;</li> <li>• Apilador con pivote vertical y horizontal;</li> <li>• Alimentador superficial de carbón en ambas canchas;</li> <li>• Sistema de abatimiento de material particulado en puntos de transferencia de carbón y apilador; y</li> <li>• Transporte de carbón en cintas transportadoras desde Cabo Froward. Sólo en casos eventuales (indisponibilidad de este puerto) se empleará la descarga desde Puerto Coronel.</li> </ul>

Tabla 1.14 Modificaciones realizadas a las obras permanentes del proyecto aprobado		
Modificación principal	Obras del proyecto aprobado que se modifican	Proyecto optimizado
Manejo de insumos y residuos (continuación)	<u>Caliza:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Almacenamiento de caliza en cancha; y</li> <li>Transporte de caliza en barco, desde puerto Coronel y Puerto Cabo Froward.</li> </ul>	<u>Caliza:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Almacenamiento de caliza en silos; y</li> <li>Transporte de caliza camiones silo (herméticos).</li> </ul>
	<u>Agua de proceso:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Estanque de almacenamiento de agua desmineralizada de 1.000 m<sup>3</sup>; y</li> <li>Estanque de almacenamiento de agua industrial de 1.500 m<sup>3</sup>.</li> </ul>	<u>Agua de proceso:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Estanque de almacenamiento de agua desmineralizada de 3.600 m<sup>3</sup>;</li> <li>Estanque de almacenamiento de agua industrial de 2.500 m<sup>3</sup>;</li> <li>Estanque de agua de lavado precalentador de aire de 125 m<sup>3</sup>;</li> <li>Estanque de almacenamiento de condensado de 90 m<sup>3</sup>;</li> <li>Estanque de agua de reposición desulfurizador lechada de caliza de 43 m<sup>3</sup>;</li> <li>Estanque para flash de caldera de 37 m<sup>3</sup>; y</li> <li>Estanque para partida de caldera de 1 m<sup>3</sup>.</li> </ul>
	<u>Petróleo diésel:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Estanque de almacenamiento de petróleo ASTM N°2 de 500 m<sup>3</sup>;</li> <li>Estanque de almacenamiento de petróleo ASTM N°6 de 1.000 m<sup>3</sup>; y</li> <li>Estanque de uso diario de generador diésel de emergencia de 50 m<sup>3</sup>.</li> </ul>	<u>Petróleo diésel:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Estanque de almacenamiento de petróleo ASTM N°2 de 735 m<sup>3</sup>; y</li> <li>Estanque de uso diario de generador diésel de emergencia de 3,5 m<sup>3</sup>.</li> </ul>
	<u>Otros insumos:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Almacenamiento de insumos para la operación de la Segunda Unidad en las instalaciones de la Primera Unidad.</li> </ul>	<u>Otros insumos:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bodegas de insumos y repuestos de 1.300 m<sup>2</sup> y dos bodegas de 160 m<sup>2</sup>, para insumos peligrosos.</li> </ul>

Tabla 1.14 Modificaciones realizadas a las obras permanentes del proyecto aprobado		
Modificación principal	Obras del proyecto aprobado que se modifican	Proyecto optimizado
Manejo de insumos y residuos (continuación)	<u>Cenizas:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de abatimiento de material particulado: el sistema del proyecto aprobado consideraba la operación de un filtro de mangas. La emisión de material particulado era de 1,63 ton/día; y</li> <li>• Almacenamiento de cenizas volantes y de fondo en un silo.</li> </ul>	<u>Cenizas:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de abatimiento de material particulado: el sistema del proyecto optimizado consideró la operación de un filtro de mangas, cuya emisión de material particulado equivale de 1,1 ton/día; y</li> <li>• Almacenamiento de cenizas volantes en un silo de 1.200 ton y las cenizas de fondo en un silo de 160 ton.</li> </ul>
	<u>Residuos líquidos:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planta de tratamiento de Riles para desulfurizador de la Segunda Unidad.</li> </ul>	<u>Residuos líquidos:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema integrado de tratamiento de Riles, que incluye el tratamiento de los Riles de la planta de agua desmineralizada, aguas de la primera lluvia, efluentes del sistema de lavado del precalentador de aire de caldera y tratamiento de Riles del desulfurizador de la Segunda Unidad; y</li> <li>• Sistema de colección de agua lluvia.</li> </ul>
Otras adecuaciones de seguridad y respaldo	Capacidad de la planta de agua desmineralizada de 25 m <sup>3</sup> /h.	Capacidad de la planta de agua desmineralizada de 50 m <sup>3</sup> /h.
	Dos transformadores eléctricos (principal y auxiliar).	Cinco transformadores eléctricos (uno principal, dos auxiliares para consumos de alto voltaje y dos auxiliares para consumos propios).
Otras adecuaciones de seguridad y respaldo	Sistema de aire comprimido: Estación de aire comprimido compuesta por dos compresores.	Sistema de aire comprimido: Configuración de dos centrales de aire comprimido: la primera para consumos de la planta con tres compresores, y la segunda para los consumos del desulfurizador, con dos compresores.
	Generador de emergencia (diésel) de 700 kVA.	Generador de emergencia (diésel) de 2.000 kVA

<b>Tabla 1.14 Modificaciones realizadas a las obras permanentes del proyecto aprobado</b>		
<b>Modificación principal</b>	<b>Obras del proyecto aprobado que se modifican</b>	<b>Proyecto optimizado</b>
Otras adecuaciones de seguridad y respaldo (continuación)	<p>Se contemplan las siguientes medidas de atenuación de ruido para la Segunda Unidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cabinas para motores de ventiladores y silenciadores tipo Splitter;</li> <li>• Barrera acústica en planta de tratamiento de agua de tres metros de altura;</li> <li>• Aislación acústica en nave de turbina, incrementando la masa de los paneles de la nave, de tal forma que logre la densidad superficial de una plancha de acero de 2 mm;</li> <li>• En la nave de molino se sellará los sectores laterales abiertos con un elemento aislante que genere una aislación equivalente a una plancha de cajero de 2 mm;</li> <li>• Las bombas de extracción de escoria incluirán un encierro tipo cabina (plancha de acero de 2 mm de espesor o similar, revestido por su cara interior con material absorbente con un NRC, Noise Reduction Coefficient);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primera Unidad: Cierre acústico nave turbina (pared norte y oriente); silenciadores en descarga de aire a presión; barreras acústicas de contenedores en cancha de carbón, VTI 1A y filtro colector de cenizas; encapsulamiento acústico en sala de generador de vacío; y aislación nave turbina.</li> <li>• Segunda Unidad: aislamiento en nave de turbina, edificio eléctrico y equipos mediante paneles con lana mineral; límite de emisión acústica en equipos; silenciador en tubería de venteo y sala de compresores; pantallas acústicas VTI, ventiladores de aire primario, VTF este, VTI oeste, planta de osmosis inversa, ductos de gases de VTF oriente; cierres acústicos en sala de bombas de petróleo, salas de bombas de vacío, juntas de expansión VTF central, A y B, juntas de expansión ductos de gases de filtro de mangas, molinos de carbón, vanos de turbina, sala de válvulas de filtro de mangas; encierros en VTF este, oeste y ventilador de aire primario, Ljungstrom A y B, y filtro colector de cenizas; barreras acústicas en VTI A y B; mejoramiento acústico del portón y encapsulamiento de bombas en sector del FGD.</li> </ul>

<b>Tabla 1.14 Modificaciones realizadas a las obras permanentes del proyecto aprobado</b>		
<b>Modificación principal</b>	<b>Obras del proyecto aprobado que se modifican</b>	<b>Proyecto optimizado</b>
Otras adecuaciones de seguridad y respaldo (continuación)		Adicionalmente, se contemplan las siguientes medidas para dar cumplimiento al D.S. N° 38/11 en la Primera Unidad: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejoramiento cara norte de la nave de turbina;</li> <li>• Paneles acústicos en las caras sur, oriente y poniente de los molinos;</li> <li>• Barreras acústicas en VTF del desulfurizador;</li> <li>• Silenciador tipo Blowdown en toma de vapor;</li> <li>• Mejoramiento filtro de mangas (atenuación de 30 dBA); y</li> <li>• Atenuaciones en equipos del Desulfurizador de la Primera Unidad.</li> </ul>
Disposición general de la planta	Layout presentado en el EIA del proyecto	Cambio en la disposición de los equipos y las obras permanentes.
	Características de la chimenea y salida de gases: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diámetro superior: 5,92 m;</li> <li>• Temperatura de salida: 135 °C;</li> <li>• Velocidad de salida de gases: 13 m/s; y</li> <li>• Coordenadas UTM WGS 84: E 663.008 m/N 5.901.062 m.</li> </ul>	Características de la chimenea y salida de gases: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diámetro superior: 6,25 m;</li> <li>• Temperatura de salida: 80 °C;</li> <li>• Velocidad de salida de gases: 13,6 m/s; y</li> <li>• Coordenadas UTM WGS 84: E 663.174 m/N 5.901.210 m.</li> </ul>

Fuente: Gerencia de Ingeniería Endesa Latam, 2013.

## 1.5 Definición de las acciones y actividades del proyecto

### 1.5.1 Fase de construcción

Tal como se indicó en el numeral 1.3.3.1 del presente capítulo, las actividades durante la fase de construcción de la Segunda Unidad no fueron modificadas respecto de lo indicado en el proyecto aprobado. Sin perjuicio de ello, a continuación se describen aquellas actividades que fueron realizadas durante la

instalación de los sistemas pilotos para evitar o disminuir el ingreso de biomasa por ambas unidades.

Es preciso mencionar que, para la instalación de los sistemas piloto para evitar o disminuir el ingreso de biomasa, no fue necesario contar con una instalación de faenas. Lo anterior, ya que los materiales empleados para la fase de instalación fueron provistos directamente desde la bodega del proveedor para su montaje en el mar.

#### *1.5.1.1 Actividades relacionadas con la instalación del sistema primario de burbujas*

La instalación del sistema primario de burbujas en ambas unidades se llevó a cabo de la siguiente manera:

- Se realizó la instalación en el fondo marino de los bloques de hormigón, con un diámetro aproximado de 27 m respecto al centro del sifón para la Primera Unidad y 24 m aproximadamente de diámetro para la Segunda Unidad, instalando boyas para marcar su ubicación en la superficie. Esta tarea se realizó con dos buzos especializados, amarrados mediante cuerda al bote, el cual se ubicó en el exterior de los diámetros indicados.
- Se ensambló el anillo de Plansa de 4", donde, posteriormente, se amarrará la cañería microporosa. Este anillo cuenta en su interior con un cable de acero de 2" para darle peso muerto al anillo. A medida que se introdujeron al mar, éstos se mantuvieron en la superficie mediante boyas, hasta conformar el anillo completo. Lo anterior fue realizado mediante la ayuda de un bote y dos personas, las cuales contaron con sus respectivos elementos de seguridad (salvavidas y amarra), además de un buzo amarrado al bote.
- Una vez armado el anillo de cañería de Plansa, éste fue descendido hasta el fondo marino, para, posteriormente, ser amarrado mediante abrazaderas plásticas a los bloques de hormigón previamente dispuestos. Lo anterior fue realizado por dos buzos, los cuales, por seguridad, se encontraron amarrados al bote que estaba fuera del diámetro de los 27 m y 24 m para la Primera y Segunda Unidad respectivamente.
- Desde el bote, se desplegó la cañería microporosa, amarrándola mediante abrazaderas plásticas al anillo conformado por la cañería de Plansa, la cual se encontrará en el fondo marino.

- Posteriormente, se conectó la manguera de alimentación de aire en ocho puntos del anillo conformado por la cañería microporosa, con el fin de mantener una presión constante de aire a través de éste.
- Esta manguera de aire fue conducida a través de la estructura del sifón hasta los compresores ubicados en el interior de la central (sector de casa de bombas).

#### **1.5.1.2 Actividades relacionadas con la instalación de la red de retención secundaria (sistema de malla)**

- Para la Primera Unidad, se realizó la instalación en el fondo marino de los cuatro bloques de hormigón, de 0,5 m<sup>3</sup> cada uno, en los vértices de un rectángulo de 17 x 13,5 m respecto al centro del sifón, instalando boyas para marcar en la superficie su ubicación. Para la Segunda Unidad, se realizó la instalación en el fondo marino de los 16 bloques de hormigón, de 0,5 m<sup>3</sup> cada uno, formando un círculo de 17 m de diámetro, concéntrico respecto a la boca del sifón, e instalando boyas para marcar su ubicación en superficie. Esta tarea fue ejecutada con dos buzos especializados amarrados mediante cuerda al bote.
- Se soldaron las orejas para perno de 1" en la estructura metálica soportante de cada sifón. Las orejas fueron ubicadas sobre la superficie del agua. Lo anterior, se realizó con la ayuda de un soldador localizado sobre la tarima del sifón, con cuerda de vida hacia la estructura. Se contó con un bote de auxilio al lado de la estructura.
- Se ensambló cuatro distanciadores, los cuales permitieron afianzar los puntos centrales de la línea de flotación, a modo de evitar el acercamiento de la red al sifón. Todo el conjunto se armó desde la estructura soportante del sifón y se depositó en el agua controladamente mediante el uso de una cuerda.
- Mediante el bote, se desplegó la malla y se ubicó en la posición adecuada, amarrándola a los flotadores previamente dispuestos. Este trabajo fue realizado mediante un buzo y personal ubicado en el bote.
- Finalmente, con ayuda de dos buzos, se desplegó la malla bajo el agua, amarrándola mediante grilletes a los muertos dispuestos en el fondo marino.

### 1.5.2 Fase de operación

A continuación se presentan las acciones y actividades que se desarrollan en la fase de operación del proyecto optimizado.

#### **Contratación de personal permanente y servicios complementarios**

El proyecto optimizado no presenta modificaciones respecto del proyecto aprobado, es decir:

- La operación del proyecto optimizado consideró la contratación de 33 trabajadores;
- La administración del proyecto optimizado fue asignada a personal perteneciente a la Primera Unidad de la CT Bocamina; y
- Las labores de mantenimiento industrial, aseo, mantenimiento de jardines y servicios de seguridad son contratadas a personal de servicios externos.

#### **Transporte y almacenamiento de materiales e insumos**

Tal como se indicó en el numeral 1.4.2.1 del presente EIA, el proyecto optimizado consideró el transporte de carbón bituminoso y sub-bituminoso a través del muelle de Portuaria Cabo Froward S.A., mediante cintas transportadoras cubiertas, minimizando las emisiones fugitivas de material particulado. Sólo en caso de imposibilidad de emplear esta alternativa, se considerará la descarga de carbón en Puerto Coronel S.A. El sistema de manejo y almacenamiento de carbón se detalla en el Anexo E del presente EIA. El almacenamiento del carbón se realiza con ayuda de un apilador vertical y horizontal en la cancha Norte y cancha Sur. El reclamo se realiza mediante los alimentadores superficiales habilitados en ambas canchas. En todos los puntos de transferencia de material, se ha dispuesto de sistemas de supresión de polvo. La selección del carbón se realiza mediante harneros, para ser transportado posteriormente a la caldera.

Durante la fase de operación del proyecto optimizado, el flujo vehicular que ingresa al área de la Segunda Unidad por su propio acceso, está asociado al transporte de piedra caliza e insumos necesarios para su operación. Endesa Chile verifica que las empresas que transporten dichos insumos, posean las autorizaciones necesarias para tales fines.

Para el transporte de caliza se ha considerado un flujo máximo de 9 camiones/día (equivalentes a 270 camiones al mes), flujo menor en un 57% a

lo declarado en el Estudio de Impacto Vial (EIV) presentado junto al EIA del proyecto “Ampliación Central Bocamina (Segunda Unidad)”.

La Tabla 1.15 muestra el detalle del transporte mensual de caliza y de otros insumos necesarios para la operación del proyecto optimizado.

Insumo	Camiones/mes
Reactivo desulfurizador (caliza)	270
Hipoclorito de sodio	19
Cal hidratada	3
Ácido hidroclicóric	2
Soda cáustica	2
Otros insumos químicos	1
Transporte de petróleo diésel	9
<b>Total</b>	<b>297</b>

Fuente: Gerencia de Ingeniería Endesa Latam, 2013.

El resto de los insumos necesarios para la operación de la Segunda Unidad se almacenan en las bodegas de insumos y repuestos de 1.300 m<sup>2</sup>, mientras que los insumos peligrosos se almacenan en dos bodegas de 160 m<sup>2</sup>.

### **Transporte y almacenamiento de petróleo diésel**

El abastecimiento de petróleo diésel se realiza a través de una empresa distribuidora de combustible de la Región del Biobío. Endesa Chile exige al proveedor las autorizaciones para el transporte y distribución del combustible, cumpliendo con las exigencias establecidas en el D.S. N° 298/95, del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, y el D.S. N° 160/08, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. El flujo promedio de camiones para el transporte de petróleo diésel es de 9 camiones/mes.

### **Extracción, transporte y acondicionamiento de agua de mar**

Las actividades realizadas durante el proceso de extracción, transporte y acondicionamiento de agua de mar no son distintas a las señaladas en el proyecto aprobado, con la excepción que el proyecto optimizado considera la implementación de los sistemas de reducción de ingreso de biomasa, los cuales permitirán retener o disminuir aquellos elementos o especies presentes en el medio, evitando que éstos sean succionados.

El agua de mar necesaria para el proceso de refrigeración del condensador de la turbina de vapor es provista por un sistema de circulación, cuyo caudal es de aproximadamente 50.000 m<sup>3</sup>/h. El agua de mar es acondicionada mediante la adición de hipoclorito de sodio, con concentraciones entre 0,5 a 1 ppm, a modo de evitar el crecimiento de moluscos en el circuito de agua de refrigeración. En la casa de bombas, y a través de los filtros rotatorios que en ella se encuentran, se capta aquella biomasa que logra atravesar los sistemas piloto, reintegrándolos al mar a través del canal de devolución y canal de descarga. Una vez realizado el enfriamiento del condensador, esta agua es conducida al mar a través del canal de descarga. Endesa Chile cumple con los límites máximos establecidos en la Tabla 4 del D.S. N° 90/00, del MINSEGPRES en el punto de descarga del efluente.

### **Almacenamiento y acondicionamiento de agua industrial (agua de pozo)**

El proyecto optimizado no modifica los cauces superficiales existentes. El agua cruda necesaria para los procesos de la Segunda Unidad es obtenida desde pozos localizados en el sector de Paso Seco, comuna de Coronel, aproximadamente, a 3 km al norte de la CT Bocamina, cuyos derechos y autorizaciones fueron adquiridos por Endesa Chile, con una capacidad nominal de bombeo de 40 l/s, limitado a un máximo de 60 l/s. En el Anexo J se adjunta la caracterización físico – química de estas aguas.

Al igual que en el proyecto aprobado, el agua industrial necesaria para el ciclo de vapor, es conducida a un estanque de almacenamiento (de 2.500 m<sup>3</sup>), para posteriormente ser tratada en la planta de agua desmineralizada.

El consumo promedio de agua desmineralizada es de 26,3 m<sup>3</sup>/h, salvo condiciones de operación particulares que pudieren elevar dicho requerimiento sobre los 58 m<sup>3</sup>/h, como por ejemplo, durante el primer llenado y el llenado de emergencia del condensador.

El agua de desecho (Riles) de la planta de agua desmineralizada, es conducida a una piscina de neutralización (de 35 m<sup>3</sup>), donde se ajusta el pH mediante la adición de ácido clorhídrico y soda cáustica (consumo de 0,005 y 0,0025 m<sup>3</sup>/h respectivamente). Posterior a la neutralización, el efluente es conducido al estanque de colección de Riles del desulfurizador.

### **Generación eléctrica**

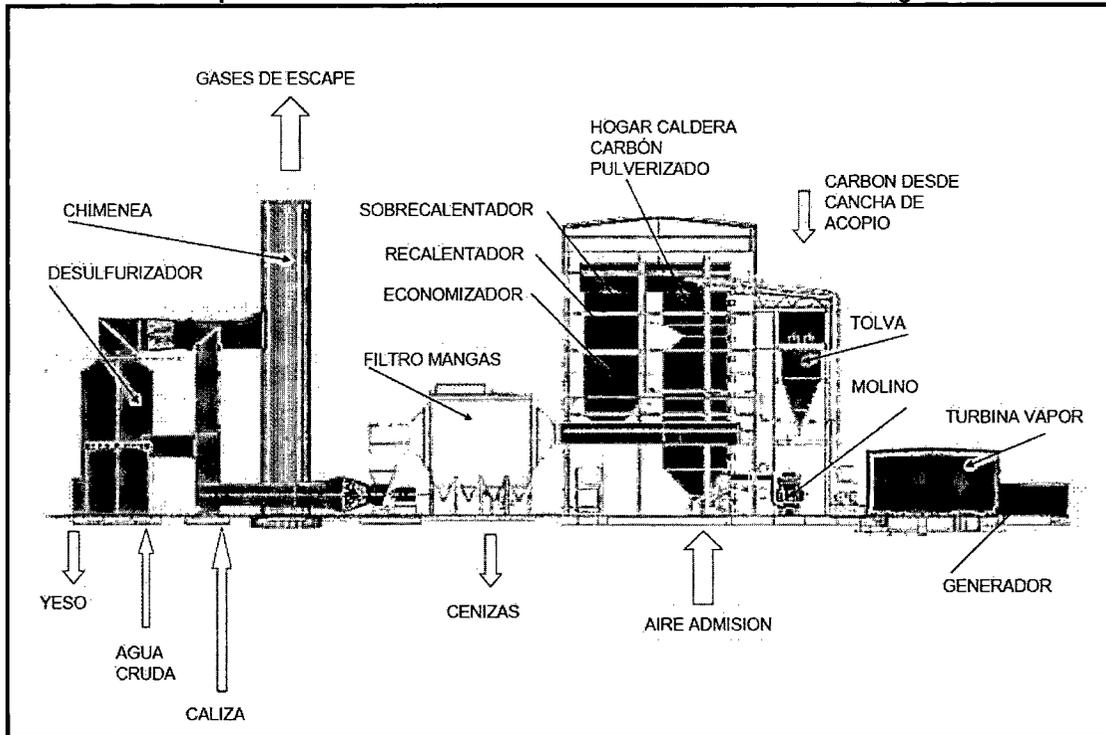
La energía generada por el proyecto optimizado no presenta modificaciones respecto del proyecto aprobado, siendo, inyectada al Sistema Interconectado Central (SIC) a través de la Subestación Bocamina.

El proceso de generación eléctrica es equivalente al proceso del proyecto aprobado, a saber:

- El combustible necesario para la operación de la Segunda Unidad es transportado en cintas transportadoras cubiertas desde la cancha a los silos adyacentes a la caldera, desde donde es descargado por gravedad hacia un alimentador mecánico que dosifica el flujo a la caldera;
- El calor producido por la combustión de carbón es empleado para generar vapor de agua. Los gases y cenizas volantes provenientes de la combustión son conducidos al filtro de manga para la captura del material particulado y posteriormente son llevados al desulfurizador de lechada de caliza para el abatimiento de óxidos de azufre;
- Los gases limpios son conducidos a la chimenea, donde son descargados a la atmósfera;
- El vapor generado alimenta la turbina a vapor, la que transforma la energía calórica – cinética en energía eléctrica en un generador conectado mediante un eje;
- El vapor que pasa por la turbina es conducido hacia el condensador, donde, con la ayuda de agua de mar, es condensado. El condensado es bombeado nuevamente a la caldera, formando el ciclo agua – vapor;
- El desulfurizador de la Segunda Unidad remueve 2,8 ton/h de las emisiones de SO<sub>2</sub> desde los gases de escape a través de la inyección atomizada de una mezcla de agua y piedra caliza, en contracorriente a los gases de escape; y
- El efluente del desulfurizador es conducido al sistema integrado de tratamiento de Riles para su tratamiento.

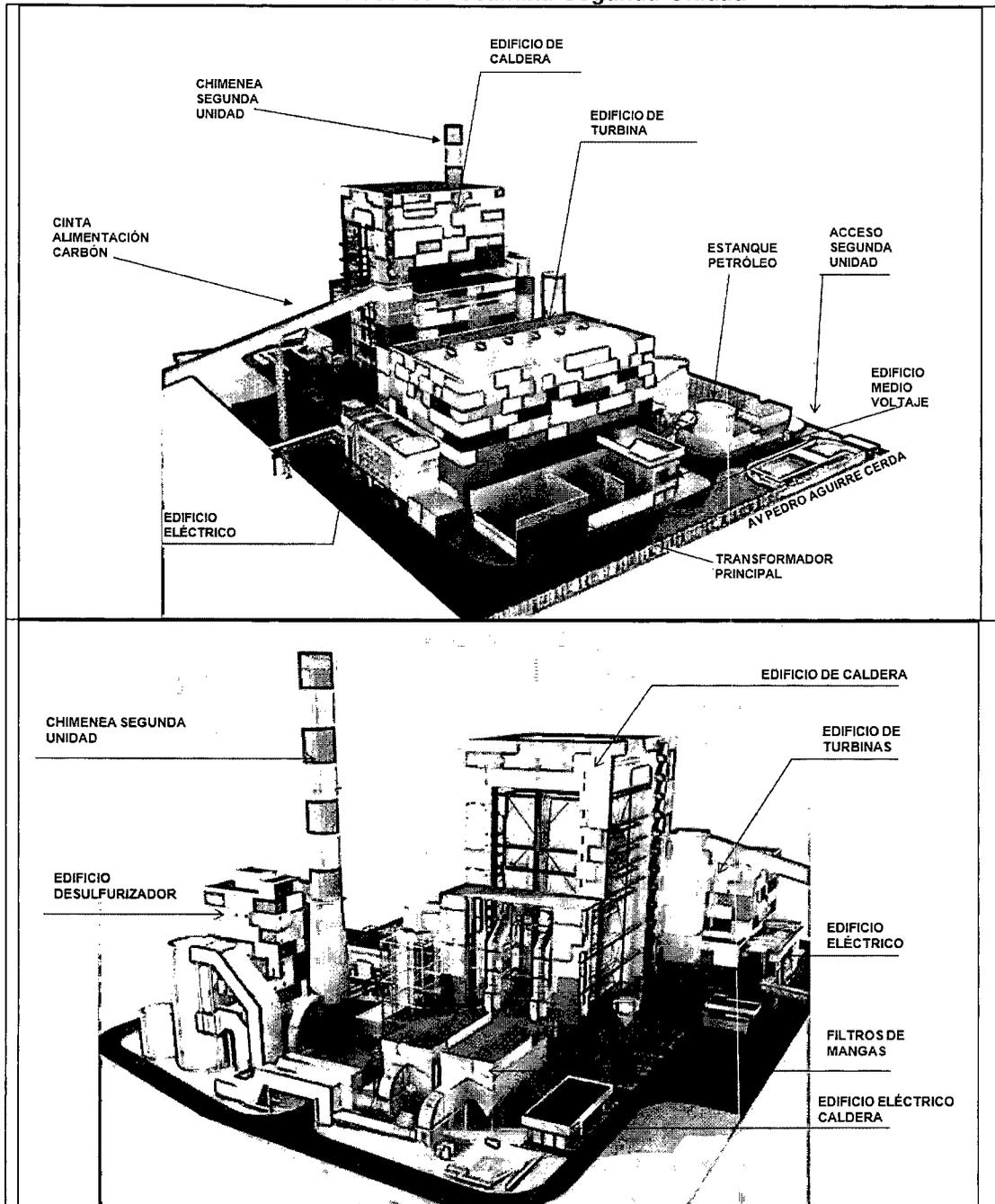
La Figura 1.23 muestra el esquema del proceso de generación de energía del proyecto optimizado, mientras que la Figura 1.24 muestra la disposición de dichos equipos:

Figura 1.23 Esquema general del proceso de generación eléctrica del proyecto "Optimización de la Central Termoeléctrica Bocamina Segunda Unidad"



Fuente: Gerencia de Ingeniería Endesa Latam, 2013.

Figura 1.24 Disposición de los equipos y obras del proyecto "Optimización de la Central Termoeléctrica Bocamina Segunda Unidad"



Fuente: Gerencia de Ingeniería Endesa Latam, 2013.

Los efluentes provenientes de los diferentes procesos son tratados en el sistema integrado de tratamiento de Riles, cuyo detalle y disposición se indican en el numeral 1.4.2.7 del presente EIA.

### **Manejo y disposición de cenizas de la Segunda Unidad**

Durante la operación del proyecto optimizado se generan aproximadamente 31.000 ton/mes de cenizas, cuyo manejo y disposición se describen en el proyecto "Ampliación del vertedero Central Termoeléctrica Bocamina", aprobado mediante la Resolución Exenta N° 017/2010, de la Comisión Regional de Medio Ambiente de la Región del Biobío.

### **Monitoreo, mantención y limpieza del sistema de reducción de ingreso de biomasa**

El proyecto optimizado contempla la incorporación definitiva de sistemas de reducción de ingreso de biomasa. Dado que estos dispositivos son sitio - específicos, se realizó la instalación de sistemas pilotos para evitar o disminuir la biomasa en ambas unidades. Se realiza mantención y limpieza del ambos sistemas, además de la cuantificación de la efectividad de éstos.

El monitoreo y la cuantificación de biomasa retenida y circulante que no obstante las medidas implementadas, ingresen a la CT Bocamina, es realizado en la casa de bombas de cada unidad mediante un protocolo (ver Anexo T), el cual fue diseñado para ser ejecutado por el personal de Endesa Chile perteneciente a la CT Bocamina.

La biomasa que se encuentra fuera del circuito de refrigeración o retenida en algún sector que no permita su retorno al mar desde las instalaciones de las unidades de la CT Bocamina, es considerada biomasa retenida.

Aquella biomasa que circule sumergida, en la reja fija o en los canales de devolución de biomasa, que sea conducida al mar, es considerada biomasa circulante. En el mismo sentido, la biomasa circulante estará compuesta por biomasa muerta y biomasa viva, cuya proporción es cuantificada, tal como se indica en el Anexo T del presente EIA.

Se establece un protocolo para la cuantificación de biomasa, destinado a biomasa retenida y a la biomasa circulante. Para esta última, además, se cuantifica su porcentaje de sobrevivencia. Ver Anexo T.

Este protocolo tiene una duración de un año a partir del funcionamiento del sistema. Lo anterior, para establecer un análisis estadístico estacional de la prueba piloto. La eficiencia del sistema es determinada a partir de la medición de abundancia en el exterior del sistema de burbujas, entre el sistema de burbujas y la red de retención secundaria, y dentro de la red de retención secundaria, procedimiento que se realiza con la misma frecuencia que el monitoreo de cuantificación de biomasa establecido en el Anexo T. Completado el año de pruebas, se enviará un informe final a la Autoridad competente (Seremi de Medio Ambiente, Servicio de Evaluación Ambiental, Sernapesca y Gobernación Marítima de Talcahuano), con los resultados de la prueba realizada y la determinación de su efectividad, de modo de evaluar la continuidad, mejora o cambio de los sistemas de control para evitar o disminuir el ingreso de biomasa. Sin perjuicio de lo anterior, se enviarán informes trimestrales sobre el estado de avance de la Prueba piloto, a los Servicios antes indicados.

Se considera una limpieza y mantención manual en el mar, que es realizada por un buzo especializado una vez a la semana, en donde toda la biomasa es devuelta al mar fuera del anillo burbujeador. En caso de otros materiales no orgánicos (bolsas, botellas plásticas, etc.), éstos son incorporados al sistema de manejo y disposición de residuos que actualmente posee la CT Bocamina.

Para la mantención, de acuerdo a las características técnicas de los materiales que conforman cada uno de los sistemas, se ha considerado la revisión mensual realizada por un buzo especializado, quién verifica el correcto funcionamiento de las mallas, pernos, estructuras, mangueras de aire y uniones plásticas. Además, se realiza la revisión de los compresores de aire en el caso del sistema primario de burbujas.

Durante la operación del sistema, se considera el reemplazo de las mallas cada vez que éstas no puedan ser reparadas, las que son trasladadas a tierra firme, para ser dispuestas conforme a los procedimientos de manejo y disposición de residuos establecidos en el sistema de gestión ambiental de la CT Bocamina.

### **Mantención de equipos y obras civiles**

Las actividades de mantención del proyecto optimizado son las mismas del proyecto aprobado, dividiéndose en tres categorías: inspecciones, mantenimientos menores y reparaciones mayores. El intervalo de tiempo entre cada uno de ellos depende del régimen de operación de la Segunda Unidad. Sin embargo, y para asegurar el suministro eléctrico, la Segunda Unidad realiza

un mantenimiento programado, a fin de reducir las eventuales fallas que puedan conducir a detenciones forzadas (no programadas).

### 1.5.3 Cierre

La fase de cierre no tiene diferencias con el proyecto aprobado. Normalmente, se considera que una planta termoeléctrica culmina su vida útil a los 30 años. Alcanzado este periodo, se analizará la condición general de la central, el estado del arte de la generación eléctrica y las condiciones del medio ambiente que rodean la planta.

## 1.6 Insumos y servicios

A continuación se describen los insumos y servicios necesarios para la operación del proyecto optimizado.

### 1.6.1 Electricidad

La energía eléctrica es autoabastecida a partir de la operación del proyecto aprobado y es equivalente al 7,8% de la generación. Esto representa una disminución respecto de los consumos auxiliares declarados en el EIA del proyecto aprobado.

<b>Tabla 1.16 Comparación de las características del turbogenerador del proyecto "Optimización Central Termoeléctrica Bocamina Segunda Unidad" respecto del proyecto aprobado.</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Proyecto aprobado</b>	<b>Proyecto optimizado</b>
Potencia bruta	350 MW	370 MW
Consumos auxiliares de la planta	35 MW	29 MW
Porcentaje de energía para autoconsumo de la Segunda Unidad	10%	7,8%

Fuente: Gerencia de Ingeniería Endesa Latam, 2013.

En caso de fallas, se requerirá de la operación del grupo diésel de emergencia descrito en el numeral 1.4.3.4.

### 1.6.2 Agua

Al igual que en el proyecto aprobado, el proyecto optimizado considera un consumo diario de 0,2 m<sup>3</sup> de agua potable por persona durante la fase de operación, la cual es provista por la empresa sanitaria local.

El abastecimiento de agua industrial, necesaria para el ciclo de vapor, es a través de pozos, cuyos derechos fueron adquiridos por Endesa Chile, y cuya capacidad nominal de bombeo es de 40 l/s, limitado a un máximo de 60 l/s.

Para la operación de la Segunda Unidad, el agua industrial es conducida hasta un estanque de almacenamiento de agua de 2.500 m<sup>3</sup>, ubicado en las inmediaciones de la planta de agua desmineralizada. Posteriormente el agua es conducida a dicha planta.

### 1.6.3 Carbón

Corresponde al principal insumo del proyecto optimizado. La Tabla 1.17 muestra el consumo de carbón bituminoso y sub-bituminoso requerido para la operación de la Segunda Unidad.

<b>Tabla 1.17 Detalle del consumo de carbón para la operación del proyecto optimizado</b>		
<b>Uso</b>	<b>Proyecto aprobado</b>	<b>Proyecto optimizado</b>
Consumo de carbón (ton/mes)	119.284	115.200

Fuente: Gerencia de Ingeniería Endesa Latam, 2013.

### 1.6.4 Petróleo diésel

El petróleo diésel se emplea sólo durante la partida de la caldera, ante la eventualidad de operar en modo isla, durante la colocación y retiro de molinos de carbón y cuando opere el generador de emergencia. Su consumo máximo se estima en 40 m<sup>3</sup>/h.

### 1.6.5 Caliza

La Tabla 1.18 muestra el consumo de caliza necesaria para abatir el SO<sub>2</sub> a través del proceso de desulfurización, el cual no se modifica respecto del proyecto aprobado.

<b>Tabla 1.18 Detalle del consumo de caliza para la operación de la Segunda Unidad de la CT Bocamina.</b>	
<b>Uso</b>	<b>Cantidad (ton/mes)</b>
Reactivo desulfurizador Segunda Unidad	5.040

Fuente: Gerencia de Ingeniería Endesa Latam, 2013.

Las características fisicoquímicas de la caliza a emplear para el proceso de desulfurización de la Segunda Unidad difieren de lo indicado en el proyecto aprobado, a saber:

<b>Tabla 1.19 Características fisicoquímicas de la caliza empleada para el abatimiento de SO<sub>2</sub> del proyecto "Optimización Central Termoeléctrica Bocamina Segunda Unidad"</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Proyecto aprobado</b>	<b>Proyecto optimizado</b>
<b>Características de la caliza</b>		
Densidad aparente (ton/m <sup>3</sup> )	2,55	1,11
<b>Componentes (%)</b>		
Carbonato de calcio (CaCO <sub>3</sub> )	98,97	89
Carbonato de magnesio (MgCO <sub>3</sub> )	0,35	0,3
Humedad	-	0,5
Otros	0,68	10,2

Fuente: Gerencia de Ingeniería Endesa Latam, 2013.

#### 1.6.6 Otros insumos

La Tabla 1.20 presenta los insumos químicos necesarios para el acondicionamiento de agua de la planta de agua desmineralizada, circuito de vapor y sistema de enfriamiento:

<b>Tabla 1.20 Detalle de los insumos promedios empleados durante la operación del proyecto optimizado.</b>		
<b>Insumo</b>	<b>Uso</b>	<b>Cantidad (ton/mes)</b>
Fosfato trisódico	Caldera (acondicionamiento químico)	1,0
Cal Hidratada	Control de pH planta agua de desecho	46,0
Cloruro férrico	Floculante planta agua de desecho	1,0
Sulfuro orgánico	Precipitación planta agua de desecho	3,0
Sulfato ferroso	Precipitación planta agua de desecho	1,0
Ácido hidroclicórico al 30%	Ajuste pH planta agua de desecho	0,1
Ácido hidroclicórico al 32%	Regeneración de resinas planta de agua	30,0
Polielectrolito aniónico	Floculante planta agua de desecho	0,1
Policloruro de aluminio al 5% de Al	Floculante planta agua de desecho	1,0
Soda cáustica al 50%	Regeneración de resinas planta de agua	22,0
Hidracina al 15%	Caldera (secuestrante de O <sub>2</sub> )	2,0
Amoníaco al 25%	Caldera (control de pH)	1,0
Metabisulfito de Sodio	Planta desmineralizadora	0,4
Permanganato de Potasio	Planta desmineralizadora	0,1
Hipoclorito de sodio al 10%	Circuito de refrigeración y planta desmineralizadora	370

Fuente: Gerencia de Ingeniería Endesa Latam, 2013.

En el Anexo H del presente EIA se adjuntan las Hojas de Seguridad de los insumos mencionados.

### 1.6.7 Equipos y maquinaria

Durante la operación del proyecto optimizado se emplean camiones para el transporte de caliza, además de camiones para el traslado de cenizas y yeso al depósito autorizado para tal fin<sup>8</sup>.

<b>Tabla 1.21 Detalle de los equipos y las maquinarias empleados durante la operación del proyecto optimizado.</b>	
<b>Equipo - maquinaria</b>	<b>Unidad</b>
Transporte de caliza en camiones tolva (cam/día)	9
Transporte de cenizas, yeso y lodos en camiones tolva (cam/día)	36
Recolección de residuos desde la central al vertedero municipal	1

Fuente: Gerencia de Ingeniería Endesa Latam, 2013.

## 1.7 Emisiones y descargas al medio ambiente

El proyecto optimizado implica la modificación y optimización de obras de la Segunda Unidad de la Central Termoeléctrica (CT) Bocamina respecto al proyecto aprobado mediante Resolución Exenta N° 206/07 (en adelante la RCA), el 2 de agosto de 2007, por la Comisión Regional del Medio Ambiente (COREMA) de la Región de Biobío.

A continuación se detalla las emisiones, efluentes y residuos sólidos que se generadas durante la instalación de los sistemas piloto para evitar o disminuir el ingreso de biomasa y durante la fase de operación del proyecto "Optimización Central Termoeléctrica Bocamina Segunda Unidad".

<sup>8</sup> El transporte de cenizas y yeso fue evaluado a través del proyecto "Ampliación del vertedero, Central Termoeléctrica Bocamina", aprobado por la Resolución Exenta N° 017/2010, otorgada por la Comisión Regional de Medio Ambiente de la Región del Biobío, y autorizado por la Resolución Exenta N° 2978/2012, del 01 de octubre de 2012, otorgada por la Seremi de Salud de la Región del Biobío. Ambas resoluciones se adjuntan en el Anexo I del presente EIA.

### 1.7.1 Emisiones a la atmósfera

Sólo se generan emisiones a la atmósfera durante la fase de operación del proyecto optimizado.

Al igual que en el proyecto aprobado, las emisiones atmosféricas generadas durante la fase de operación de la Segunda Unidad están asociadas a la combustión del carbón necesario para la generación de vapor en la caldera y a la operación de la cancha de carbón.

Tal como se indicó en el numeral 1.4.2.1 del presente Capítulo, el proyecto aprobado consideraba el sistema de transporte y manejo de carbón a través de tres canchas de acopio, además de un sistema de recuperación de carbón mediante un buzón, un harnero y un molino triturador. Para el abatimiento de material particulado, el proyecto aprobado incorporaba un sistema de riego automático para la humectación del carbón en cancha.

El proyecto optimizado redistribuye el sistema de almacenamiento en dos canchas (Norte y Sur), elimina el triturador de carbón reemplazándolo por un sistema de clasificación tipo harnero, sustituye el apilador existente por apiladores de pivote, modifica los alimentadores de subterráneos a superficiales e incorpora sistemas de abatimiento de material particulado en los puntos de transferencia.

Respecto al proyecto aprobado, las emisiones atmosféricas asociadas a las actividades de operación del proyecto son equivalentes para SO<sub>2</sub> y CO, mientras que para NO<sub>x</sub> y MP, los valores de emisión son menores en un 13% y 33% respectivamente.

La Tabla 1.22 detalla las emisiones de gases y partículas generadas durante la operación del proyecto optimizado.

<b>Tabla 1.22 Emisión de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y MP de la Segunda Unidad generadas durante la operación del proyecto "Optimización Central Termoeléctrica Bocamina Segunda Unidad".</b>		
<b>Contaminante</b>	<b>Emisión proyecto aprobado (ton/día)</b>	<b>Emisión proyecto optimizado (ton/día)</b>
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	9,4	9,4
Óxidos de nitrógeno (NO <sub>x</sub> )	25,1	21,82
Monóxido de carbono (CO)	2,69	2,69
Material particulado (MP)	1,63	1,10

Fuente: Gerencia de Ingeniería Endesa Latam, 2013.

Para el control de estas emisiones, el proyecto optimizado no modifica los dispositivos y equipos comprometido en el proyecto aprobado, a saber:

- Filtro de mangas para el abatimiento de MP;
- Desulfurizador de lechada de caliza para el control de SO<sub>2</sub>; y
- Quemadores de baja producción de NO<sub>x</sub> para los NO<sub>x</sub>.

Cabe precisar que el desulfurizador de la Segunda Unidad es equivalente al aprobado en la Res. Ex. N° 206/2007, y su descripción corresponde a aquella indicada en el considerando 3.3 de la citada resolución, sin embargo, por inexactitud de lo indicado en dicho proceso, se corrige el nombre de dispositivo, el cual corresponde a un desulfurizador de lechada de caliza.

Adicionalmente, la Segunda Unidad de la CT Bocamina cumple anticipadamente, desde la puesta en marcha en octubre del 2012, con los límites de emisión establecidos en el D.S. N° 13/11, Norma de emisión para termoeléctricas, del Ministerio del Medio Ambiente, y sus disposiciones, para MP, SO<sub>2</sub> y Hg, exigible a partir del 23 de diciembre de 2013 en las áreas declaradas latentes o saturadas (en este caso, exigible en esa fecha para MP). Para el caso del NO<sub>x</sub>, la Segunda Unidad de la CT Bocamina instalará los dispositivos que sean necesarios para cumplir con los límites exigidos en los plazos indicados en la citada normativa (junio 2015).

Respecto de las emisiones de CO de la Primera Unidad, de acuerdo a lo indicado en la Carta N° 243, de 02 de abril de 2013, del Servicio de Evaluación Ambiental de la Región del Biobío (Ver Anexo I del presente EIA), que da respuesta a la carta GEP-ACBO-419/11, del 20 de septiembre del 2011, las emisiones de CO de la Primera Unidad de la CT Bocamina deben ser rectificadas en el presente proceso de evaluación ambiental. Ello, por cuanto aquellas emisiones exigidas en la Tabla 11 de la Res. Ex. N° 206/2007 (equivalentes a 0,063 ton/día) contienen un manifiesto error, necesario de corregir por las razones indicadas en la citada carta y en su aclaración (GEP-ACBO-621/12, de 22 de octubre del 2012). Sin perjuicio de ello, en el Anexo Q se adjuntan las emisiones históricas de la Primera Unidad. La Tabla 1. 23 detalla las emisiones corregidas de la Primera Unidad.

<b>Tabla 1. 23 Emisión de CO de la Primera Unidad de la CT Bocamina.</b>		
<b>Contaminante</b>	<b>Emisión proyecto aprobado (ton/día)</b>	<b>Emisión proyecto optimizado (ton/día)</b>
Monóxido de carbono (CO)	0,063	2,6

Fuente: Gerencia de Ingeniería Endesa Latam, 2013.

Es preciso indicar que las emisiones de SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y MP generadas por la Primera Unidad son aquellas exigidas en la Res. Ex. N° 206/2007 y que las modelaciones de calidad del aire presentadas en el Anexo B, consideran la emisión corregida de CO de la Primera Unidad, lo cual considera el caso más desfavorable. Los resultados indican que las emisiones de ambas unidades a plena carga, no generan nuevos efectos adversos sobre la calidad del aire, respecto del proyecto aprobado.

### 1.7.2 Residuos líquidos

#### 1.7.2.1 Residuos líquidos domésticos

Durante la instalación de la Prueba Piloto, los residuos líquidos domésticos correspondieron a aguas servidas provenientes del uso por parte de los trabajadores durante la etapa de instalación del sistema. Éstos utilizaron las dependencias actuales de la CT Bocamina, siendo los residuos descargados a la matriz del sistema de alcantarillado de la empresa sanitaria local. La estimación del volumen de residuos domésticos líquidos se detalla en la Tabla 1.24.

<b>Tabla 1.24 Residuos domiciliarios líquidos generados durante la fase de instalación del sistema de control de biomasa.</b>			
<b>Etapa</b>	<b>Número de trabajadores</b>	<b>Días trabajados en el mes</b>	<b>Residuos domiciliarios líquidos generados (m<sup>3</sup>/mes)</b>
Fase de instalación del sistema (mallas y burbujas)	11	25	27,5
<b>Total de residuos domiciliarios líquidos fase de instalación</b>			<b>27,5</b>

Nota: Considerando una tasa de provisión de agua de 100 l/día/trabajador, según lo establece el D.S. N°594/99, del Ministerio de Salud; y un coeficiente de recuperación de aguas servidas de 0,8 según lo contempla el D.S. N°609/98, del Ministerio de Obras Públicas.

Elaboración: Gerencia de Ingeniería Endesa Latam, 2013.

En relación al proyecto aprobado, los residuos líquidos domésticos que se generan durante la fase de operación del proyecto no varían en cantidad ni calidad.

Los residuos líquidos domésticos corresponden a aguas servidas provenientes de las instalaciones sanitarias de la casa de máquinas, oficinas y casino, y son descargadas a la matriz del sistema de alcantarillado de la empresa sanitaria local.

Considerando que el personal que opera en forma simultánea durante la fase de operación de la Segunda Unidad corresponde a 33 personas, se estima que el volumen de residuos líquidos domésticos es de 4 m<sup>3</sup>/día.

#### 1.7.2.2 Residuos industriales líquidos

Durante la fase de instalación de la Prueba Piloto, no se generaron Residuos industriales líquidos (Riles).

Durante la fase de operación, los Riles generados por el proyecto optimizado corresponden a aquellos provenientes del sistema de colección de agua lluvia (primera agua lluvia), tratamiento de agua de desecho del desulfurizador y del sistema de refrigeración de la Segunda Unidad.

La Tabla 1.25 presenta la estimación de generación de Riles del proyecto optimizado:

<b>Tabla 1.25 Residuos industriales líquidos generados por el proyecto "Optimización Central Termoeléctrica Bocamina Segunda Unidad"</b>	
<b>Efluente</b>	<b>Valor (m<sup>3</sup>/h)</b>
Agua refrigeración condensador	50.000
Tratamiento de agua de desecho desulfurizador	25
Agua lluvia	160
<b>Total</b>	<b>50.185</b>

Fuente: Gerencia de Ingeniería Endesa Latam, 2013.

La Figura 1.16 muestra el diagrama de flujo de Riles del proyecto optimizado.

La Tabla 1.26 presenta la caracterización teórica del Ril crudo, previo a su tratamiento y neutralización en el sistema de tratamiento de Riles del desulfurizador (25 m<sup>3</sup>/h). El resto del efluente descargado corresponde al agua de mar empleada en el sistema de refrigeración del condensador (50.000 m<sup>3</sup>/h).

<b>Tabla 1.26 Caracterización teórica del Ril crudo del proyecto "Optimización CT Bocamina Segunda Unidad"</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Ril total crudo antes de ser tratado</b>
Caudal promedio	m <sup>3</sup> /h	25
Aluminio	mg/l	1,69
Arsénico	mg/l	0,12
Cadmio	mg/l	0,13
Cloruros	mg/l	6.194,70

<b>Tabla 1.26 Caracterización teórica del Ril crudo del proyecto "Optimización CT Bocamina Segunda Unidad"</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>RIL total crudo antes de ser tratado</b>
Cobre	mg/l	0,43
Cromo total	mg/l	0,76
Fluoruro	mg/l	0,66
Hierro disuelto	mg/l	614,99
Manganeso	mg/l	8,41
Mercurio	mg/l	0,00
Nitrógeno total Kjeldahl	mg/l	3,20
pH	Unidad	5,0
Sólidos sedimentables	ml/l 1h	8.543,44
Sólidos suspendidos totales	mg/l	10.910,28
Sulfatos	mg/l	2.139,30
Temperatura	°C	46,26

Fuente: Gerencia de Ingeniería Endesa Latam, 2013

Con relación al punto de descarga, éstos cumplen con los parámetros exigidos en la Tabla 4 del D.S. N° 90/00, del MINSEGPRES.

Adicionalmente, el Titular compromete voluntariamente un límite máximo de 1,0 mg/l de cloro libre residual, que fue propuesto para la modificación de la Tabla 4 del citado decreto, en la Res. Ex. N° 135/10, del MINSEGPRES.

Los Riles generados son descargados al mar a través de un canal abierto, con un exceso de temperatura máximo de 8,17 °C respecto de la temperatura del cuerpo receptor, cumpliendo con lo establecido en la Tabla 4 del D.S. N° 90/00, del MINSEGPRES. Los resultados de la modelación de la descarga al mar indican que el efecto del proyecto optimizado es semejante al del proyecto aprobado, detectándose un aumento de un 2,6% como máximo en verano y un 5,3% en invierno del área afecta por exceso de temperatura (ver Anexo D del presente EIA).

Para la descarga del efluente al mar, el Titular presenta los antecedentes para solicitar el Permiso Ambiental Sectorial del artículo 73 (PAS 73) del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, y para el tratamiento de residuos líquidos industriales presenta los antecedentes para solicitar el Permiso Ambiental Sectorial del artículo 90 (PAS 90) del señalado reglamento (ver Capítulo 10 del presente EIA).

Se hace presente que mediante carta GETB N° 119/13, de 16 de febrero del 2013, Endesa Chile presentó a la Autoridad Marítima la caracterización del

efluente para la elaboración de la Resolución de Caracterización y Monitoreo de Autocontrol, conforme a los parámetros establecidos en la Tabla 3.7 del D.S. N° 90/00, del MINSEGPRES (ver Anexo I). Dicha Autoridad solicitó mayores antecedentes a través del ORD. N° 12600/213 Directemar, en la cual indica además que, en cumplimiento de la Resolución Exenta N°117 del 11 de febrero de 2013, la información complementaria debe ser remitida a la Superintendencia del Medio Ambiente. Endesa Chile envió los antecedentes solicitados a la SMA a través de la carta GETB N°508 del 03 de julio de 2013.

### 1.7.3 Residuos sólidos

#### 1.7.3.1 *Residuos domésticos*

Los residuos sólidos generados durante la fase de instalación de la Prueba Piloto, correspondieron a residuos sólidos domésticos y asimilables. La generación de residuos domésticos alcanzó los 302,5 kg/mes, los cuales fueron incorporados al sistema de manejo y disposición que actualmente posee la CT Bocamina, a través de su sistema de gestión ambiental.

Durante la fase de operación de la Segunda Unidad, los residuos sólidos domésticos se almacenan en contenedores identificados y localizados en los sectores con mayor tránsito de personal. Los residuos sólidos domésticos se disponen en rellenos sanitarios, para lo cual se cuenta con una empresa para el retiro, transporte y disposición final. Tanto el relleno sanitario, como la empresa que se contrata para el servicio, cuentan con autorización sanitaria.

Respecto a lo evaluado en el proyecto aprobado, no existe variación en cuanto a las cantidades ni las características de este tipo de residuos, dado que se mantiene el número de trabajadores.

#### 1.7.3.2 *Residuos industriales no peligrosos*

Durante la fase de instalación de la Prueba Piloto, se consideró un montaje en blanco (montaje en las bodegas del proveedor), por lo cual no se generaron residuos sólidos industriales en su instalación definitiva.

Durante la fase de operación de la Segunda Unidad, los residuos industriales no peligrosos corresponden, en su mayoría, a cenizas y yeso generados durante el proceso de desulfurización de gases de la Segunda Unidad, cuyo transporte, manejo y disposición se describen en el proyecto "Ampliación del Vertedero Central Termoeléctrica Bocamina", aprobado mediante la Resolución Exenta N° 017/2010, de la Comisión Regional de Medio Ambiente de la

Región del Biobío. La composición y cantidad de residuos no difiere respecto de lo indicado en el proyecto aprobado. Se estima que estos residuos corresponden a aproximadamente 31.000 ton/mes.

Adicionalmente, se generan lodos provenientes de la planta de tratamiento de agua de desecho del desulfurizador, equivalentes a 0,45 ton/h (humedad aproximada del 10%). La Tabla 1.11 presenta la caracterización de los residuos sólidos no peligrosos (lodos) provenientes de la planta de tratamiento de agua del desulfurizador, en el escenario de máxima generación de residuos sólidos. Como se observa, el 92% del lodo generado corresponde a yeso y cenizas, mientras que el resto, corresponde a piedra caliza y sus derivados. Es por ello, que se considera que estos lodos son asimilables a los residuos dispuestos en el depósito de cenizas de la CT Bocamina, cuya ampliación fue aprobada mediante la Resolución Exenta N° 017/2010, de la Comisión Regional de Medio Ambiente de la Región del Biobío, y autorizada por la Seremi de Salud del Biobío mediante la Resolución Exenta N° 2978/2012, de 01 de octubre de 2012. Las citadas resoluciones permiten la disposición de las cenizas, escoria y los residuos provenientes del sistema de desulfurización de gases de la CT Bocamina. Sin perjuicio de lo anterior, Endesa Chile ha realizado una caracterización de estos lodos previo a su disposición en el mencionado depósito, cuyos resultados indican que éstos no tienen características de peligrosidad de acuerdo a lo establecido en el D.S. N° 148/08, del MINSAL (ver Anexo O). El depósito de cenizas tiene declarado un flujo mínimo de 162.030 ton/año y uno máximo de 202.806 ton/año. Por tanto, el residuo sólido proveniente de la planta de tratamiento de aguas residuales constituye un aporte marginal a la capacidad del depósito.

Durante las labores de limpieza y mantención del sistema piloto de retención secundaria, dado que esta actividad será manual y realizada en el mar por un buzo especializado, se considera que toda la biomasa será devuelta al mar fuera del anillo burbujeador. En caso de otros materiales no orgánicos (bolsas, botellas plásticas, etc.), éstos serán incorporados al sistema de manejo y disposición de residuos que actualmente posee la CT Bocamina.

Durante la fase de operación del proyecto optimizado, se generan otros residuos sólidos industriales no peligrosos, cuyas cantidades y disposición no varían respecto del proyecto aprobado.

### *1.7.3.3 Residuos industriales peligrosos*

La instalación de los sistemas pilotos para evitar o disminuir la biomasa (sistema de retención primaria de burbujas y sistema de retención secundaria

de mallas) consideró un montaje en blanco dentro de las instalaciones del proveedor, por lo cual no se generaron residuos sólidos industriales ni peligrosos en su instalación definitiva.

Los residuos sólidos industriales peligrosos generados durante la operación de la Segunda Unidad corresponden a tubos fluorescentes, cartuchos de impresoras y tonners, pilas, baterías, filtros de petróleo, filtros de cartucho de aceite y gas, residuos de mantención (huaipes, paños, aserrín, etc.), aceites y lubricantes usados, restos de solventes, pinturas y diluyentes y elementos contaminados con este tipo de residuos.

Estos residuos son depositados en contenedores herméticos, los que son almacenados, por un período no mayor a seis meses, en la BAT de la Primera Unidad, la cual se encuentra autorizada mediante la Resolución Exenta N° 2C3/1.435, de 4 de junio del 2002, del Servicio de Salud de Concepción. El retiro, transporte y disposición final lo realiza una empresa que cuenta con autorización sanitaria. Los procedimientos operativos de transporte y disposición final de este tipo de residuos se realizan conforme a lo establecido por Endesa Chile en el "Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos".

Respecto al proyecto aprobado, no existe variación en la cantidad ni en el manejo de los residuos sólidos industriales que se generan en la fase de operación.

#### 1.7.4 Ruidos y vibraciones

Durante la fase de operación, las emisiones de ruido provienen de la operación de la caldera y sistemas auxiliares, nave de turbina, planta de tratamiento del desulfurizador, estación de aire comprimido, planta de agua desmineralizada y cancha de carbón.

La Tabla 1.27 muestra los niveles de potencia acústica de los equipos asociados a la operación del proyecto optimizado.

<b>Tabla 1.27 Niveles de potencia acústica estimados para la operación del proyecto "Optimización Central Termoeléctrica Bocamina Segunda Unidad"</b>				
<b>Sector</b>	<b>Equipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Lw dB(A)</b>	
<b>Primera Unidad</b>				
Edificio de turbina y transformadores (Turbina)	Transformador 1	1	81,6	
	Transformador 2	1	85,3	
	Edificio turbina	1	112,5	
Filtro de mangas	Filtro de mangas	1	100,6	
Molinos de carbón	Edificio molinos de carbón	1	110,2	
Ventilador de tiro forzado	VTF	4	103,9	
Bombas	Bomba supresión de polvo	1	93,0	
	Bombas de vacío	1	91,2	
Silo ceniza	Filtro silo cenizas	1	76,6	
	Bombas silo cenizas	1	97,2	
Cancha de carbón sur	Bomba (Escoria y Transferencia)	2	93,0	
	Torres de mezcla y cinta alimentadoras	1	100,0	
	Samplers (Secundario y Primario)	2	93,0	
	Stacker	1	82,4	
	Cargador frontal de patio	1	102,0	
	Reclamador de núcleo	4	93,0	
Desulfurizador lechada de cal	VTI	2	109,2	
	Atomizador	1	106,0	
	Motor de atomizador	1	90,0	
	Motor ventilador para atomizador	1	91,0	
	Agitador de tanque de cal	1	93,0	
	Agitador de tanque de cal	1	93,0	
	Agitador de silo de reciclaje	1	93,0	
	Agitador de tanque de reciclaje	1	93,0	
	Filtro de silo de cal	1	93,0	
	Distintos componentes de silo de cal		1	123,0
			1	93,0
			1	93,0
			1	93,0
			1	93,0
	Distintos componentes del sistema de lechada de cal		1	93,0
			1	93,0
			1	93,0
		1	93,0	
		1	93,0	

<b>Tabla 1.29 Niveles de potencia acústica estimados para la operación del proyecto "Optimización Central Termoeléctrica Bocamina Segunda Unidad"</b>			
<b>Sector</b>	<b>Equipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Lw dB(A)</b>
Desulfurizador lechada de cal	Agitador de FGD, área de bomba colectora	1	93,0
	Bomba colectora	1	93,0
	Filtro de venteo para silo de cenizas recicladas	1	93,0
	Fluidizador de aire para silo de cenizas recicladas	1	93,0
	Cinta transportadora para tanque de cenizas recicladas	1	93,0
	Pantalla vibradora para tanque de cenizas recicladas	1	93,0
	Bomba de alimentación de cenizas recicladas	1	93,0
	Bomba de alimentación de agua	1	90,0
	EDG	1	93,0
	Filtro de mangas	1	103,0
	Descarga de aire de Molino	1	93,0
	Compresor	1	93,7
	Secador de aire	1	72,0
	Compresor para descarga de cal	1	86,0
Secador de aire para descarga de cal	1	72,0	
<b>Segunda Unidad</b>			
Sector caldera	Ventilador tiro forzado	2	112,5
	Admisión de aire VTF	2	95,0
	Ventilador aire primario	2	112,5
	Junta de expansión	4	89,3
	Válvula silo cenizas	2	102,7
	Generador de vacío	1	107,0
Molinos de carbón	Molino de carbón	3	109,6
Ventilador de tiro inducido	VTI	2	106,4
	Juntas de expansión	6	91,8
Válvulas de filtros de mangas	Sala de válvulas	1	108,0
Edificio de desulfuración de gases de combustión (FGD)	Compresor de aire servicio	1	98,6
	Bomba de agua cruda	2	88,3
	Bomba recirculación de agua	2	93,4
	Bomba lechada de cal	1	101,8
	Bomba con correa	1	91,8

**Tabla 1.29 Niveles de potencia acústica estimados para la operación del proyecto "Optimización Central Termoeléctrica Bocamina Segunda Unidad"**

Sector	Equipo	Cantidad	Lw dB(A)
Edificio de turbina y transformadores (Turbina)	Turbina	1	109,8
	Transformadores	1	94,6
Bombas de agua	Bomba DEMI	1	97,9
	Bomba agua desmineralizada	2	89,2
	Bomba agua cruda	2	92,2

Fuente: Gerencia de Ingeniería Endesa Latam, 2013

Adicionalmente, se han contemplado aquellas medidas que permitirán cumplir con los límites establecidos en el D.S. N° 38/11, del MINSEGPRES, cuyo detalle se adjunta en el Anexo C del presente EIA (todas para la Primera Unidad):

- Completar mejoramiento de la cara norte, de la nave de turbina;
- Paneles en los sectores sur, oriente y poniente de los molinos;
- Barrera acústica en los VTF del desulfurizador de lechada de cal;
- Silenciador tipo Blowdown, con IL (Insertion Loss) en la toma de vapor;
- Mejoramiento acústico del filtro de mangas;
- Atenuación en el atomizador del desulfurizador;
- Atenuación en la toma de aire del ventilador del desulfurizador;
- Atenuación en la salida de aire del ventilador del desulfurizador;
- Atenuación de en el silo de caliza del desulfurizador; y
- Paneles de fibrocemento de 6 mm en motores, ventiladores, bombas, silos, y otros equipos del desulfurizador.

Para mayor detalle de las medidas, ver Anexo C del presente EIA.

### 1.7.5 Formas de energía y radiación

Durante la fase de operación del proyecto optimizado, se genera una diferencia de temperatura entre la descarga del efluente y el agua de mar, de máximo 8,17 °C. De acuerdo a las modelaciones realizadas (ver Anexo D), no se produce un impacto significativo sobre el componente marino, dado que el aumento de caudal produce un incremento de la temperatura de 2°C a una distancia máxima de 937 m desde la descarga, tanto en verano como en invierno (sólo en condición favorable al hundimiento).

El proyecto optimizado no presenta variación respecto a las formas de radiación informadas en el proyecto aprobado.