



**REPORTE AVANCE DEL CONVENIO DE
COOPERACIÓN ENTRE
MINISTERIO DE ENERGÍA
Y
CONSEJO MINERO**

ANTOFAGASTA MINERALS S.A.

13/Marzo/2018

Índice de Contenido

1	Descripción de la Empresa	1
2	Gestión de la Energía	2
2.1	Política y Cultura	2
2.1.1	Política Energética en la Compañía	2
2.1.2	Cultura de Eficiencia Energética en la Compañía	5
2.2	Encargado de Gestión Energética	7
2.3	Implementación Sistema de Gestión de la Energía.....	8
2.3.1	Auditoría Interna	12
2.3.2	Revisión Energética.....	14
2.3.3	Acción en Pro de Mejoras o Acciones Correctivas.....	26
2.3.4	Indicadores Energéticos	27
2.4	Plan de Eficiencia Energética	33
3	Proyectos Implementados	42
3.1	Proyectos Implementados: Minera Los Pelambres	42
3.2	Proyectos Implementados: Minera Centinela.....	46

Índice de Figuras

Figura 1: Extracto del Estándar de Cambio Climático de Antofagasta Minerals.	2
Figura 2: Lineamientos de Antofagasta Minerals para la mitigación de sus emisiones de gases de efecto invernadero.....	3
Figura 3: Pilares de gestión energética del Programa de Competitividad y Costos (PCC). 3	
Figura 4: Política Energética de Minera Centinela en diseño de instalaciones y equipos de un proyecto.....	4
Figura 5: Taller de identificación de Oportunidades de Eficiencia Energética área Mina en Minera Los Pelambres (MLP).	5
Figura 6: Taller de identificación de Oportunidades de Eficiencia Energética área Planta en Minera Antucoya (ANT).	6
Figura 7: Extracto del Reporte de Sustentabilidad (2016).	7
Figura 8: Distribución de consumos de energía en MLP año 2016.	15
Figura 9: Desglose del consumo de combustible en MLP año 2016.	16
Figura 10: Desglose del consumo de energía eléctrica en MLP año 2016.	17
Figura 11: Distribución de consumos de energía en CEN año 2016.	18
Figura 12: Distribución de consumos de energía en CEN-Sulfuros año 2016.	18
Figura 13: Distribución de consumos de energía en CEN-Óxidos año 2016.	18
Figura 14: Desglose del consumo de combustible en CEN-Sulfuros año 2016.	19
Figura 15: Desglose del consumo de combustible en CEN-Óxidos año 2016.	19
Figura 16: Desglose del consumo de energía eléctrica en CEN-Sulfuros año 2016.....	20
Figura 17: Desglose del consumo de energía eléctrica en CEN-Óxidos año 2016.....	20
Figura 18: Distribución de consumos de energía en CMZ año 2016.	21
Figura 19: Desglose de consumo de combustible en CMZ año 2016.....	21
Figura 20: Desglose del consumo de energía eléctrica en CMZ año 2016.....	22
Figura 21: Distribución de consumos de energía en ANT año 2016.....	22
Figura 22: Desglose del consumo de combustible en ANT año 2016.	23
Figura 23: Desglose del consumo de energía eléctrica en ANT año 2016.	24
Figura 24: Desglose de consumo de energía en AMSA año 2016.	24
Figura 25: Desglose de consumo de energía eléctrica en AMSA año 2016.	25
Figura 26: Desglose de consumo de energía de combustibles en AMSA año 2016.....	25
Figura 27: Proceso de evaluación y seguimiento de OEE.....	26
Figura 28: Indicador de consumo energético de transporte mina de MLP.	27

Figura 29: Indicador de consumo energético de chancador primario de MLP.	27
Figura 30: Indicador de consumo energético de planta concentradora de MLP.	28
Figura 31: Indicador de consumo energético de transporte mina de CEN Sulfuros.....	28
Figura 32: Indicador de consumo energético de chancador primario de CEN Sulfuros. ...	29
Figura 33: Indicador de consumo energético de planta concentradora de CEN Sulfuros.	29
Figura 34: Indicador de consumo energético de transporte mina de CEN Óxidos.....	30
Figura 35: Indicador de consumo energético de planta concentradora de CEN Óxidos. ...	30
Figura 36: Indicador de consumo energético de planta SX-EW de CEN Óxidos.	30
Figura 37: Indicador de consumo energético de transporte mina en CMZ.	31
Figura 38: Indicador de consumo energético de chancador primario de CMZ.....	31
Figura 39: Indicador de consumo energético de planta SX-EW de CMZ.....	32
Figura 40: Indicador de consumo energético de transporte mina en ANT.....	32
Figura 41: Indicador de consumo energético de chancador primario en ANT.	33
Figura 42: Indicador de consumo energético de planta SX-EW en ANT.	33

Índice de Tablas

Tabla 1: Encargado de gestión energética a nivel corporativo de Antofagasta Minerals. ...	7
Tabla 2: Encargados de gestión energética a nivel de compañía de Antofagasta Minerals.	8
Tabla 3: Tabla de autoevaluación del grado de implementación del SGE.....	10
Tabla 4: Requerimientos del Sistema de Gestión de la Energía.	13
Tabla 5: Oportunidades de Eficiencia Energética de corto plazo en Antofagasta Minerals.	34
Tabla 6: Oportunidades de Eficiencia Energética de mediano plazo en Antofagasta Minerals.....	35
Tabla 7: Oportunidades de Eficiencia Energética de largo plazo en Minera Los Pelambres.	36
Tabla 8: Oportunidades de Eficiencia Energética de largo plazo en Minera Centinela.....	38
Tabla 9: Oportunidades de Eficiencia Energética de largo plazo en Minera Zaldívar.....	40
Tabla 10: Oportunidades de Eficiencia Energética de largo plazo en Minera Antucoya. ..	41
Tabla 11: Proyecto de control de demanda máxima en MLP.	42
Tabla 12: Proyecto de reducción de potencia en camiones CAEX de MLP.....	42
Tabla 13: Proyecto de gestión MOE y optimización SAG en MLP.....	43
Tabla 14: Proyecto Minecare en MLP.	43
Tabla 15: Proyecto Mine to Mill en MLP.....	44
Tabla 16: Proyecto mejora manejo de bolas en molinos de bolas en MLP.....	44
Tabla 17: Proyecto software de eficiencia energética en MLP.	45
Tabla 18: Proyecto de optimización de correas transportadoras en MLP.....	45
Tabla 19: Proyecto intercambiador de calor sala eléctrica-planta en MLP.	46
Tabla 20: Proyecto de optimización del SIAM e instalación bancos capacitivos en CEN.	46
Tabla 21: Proyecto optimización factor de carga en camiones CAEX en CEN.....	47
Tabla 22: Sistema Control Experto en CEN.	47
Tabla 23: Proyecto chancado secundario y terciario en CEN.....	48
Tabla 24: Proyecto Mine to Mill en CEN.....	48

1 Descripción de la Empresa

Antofagasta Minerals S.A. (AMSA) es el principal grupo minero privado a nivel nacional, es el tercer productor de cobre en Chile y el octavo productor de cobre a nivel internacional^[1].

AMSA opera cuatro compañías mineras de rajo abierto en Chile: Los Pelambres, Centinela, Antucoya y Zaldívar. En 2016, los niveles de producción de estas cuatro compañías fueron de: 709.500 toneladas de cobre fino, 7.100 toneladas de concentrado de molibdeno, 271.000 onzas de oro y 3.898.800 onzas de plata.

La propiedad de Minera Los Pelambres está constituida por un 60% de AMSA, un 25% por Nippon LP Investment y un 15% por Marubeni & Mitsubishi LP Holding BV. Esta compañía se ubica en la comuna de Salamanca, perteneciente a la Región de Coquimbo, e inició sus operaciones de sus yacimientos de sulfuros el año 2000. Los productos de esta mina son: concentrados de cobre, concentrados de molibdeno, oro y plata. En 2016 se produjeron 355.400 toneladas de concentrado de cobre, 7.100 toneladas de concentrado de molibdeno, 57.800 onzas de oro y 2.585.800 onzas de plata.

En Minera Centinela la propiedad es un 70% de AMSA y un 30% de Marubeni Corporation. Centinela se constituye el año 2014, a partir de la fusión de las mineras Esperanza y El Tesoro. Esta compañía se ubica a 21 kilómetros del poblado de Sierra Gorda en la Región de Antofagasta. En esta mina existen yacimientos de óxidos y sulfuros, mientras que los productos son: cátodos de cobre, concentrado de cobre, oro y plata. Los niveles de producción del año 2016 fueron de 55.800 toneladas de cátodos de cobre, 180.400 toneladas de concentrado de cobre, 213.000 onzas de oro y 1.313.000 onzas de plata.

La propiedad de Minera Antucoya es un 70% de AMSA y un 30% de Marubeni Corporation. Antucoya comienza sus operaciones el año 2015, se encuentra ubicada a 125 kilómetros al noreste de la ciudad de Antofagasta y corresponde a una mina de óxidos que produce cátodos de cobre. En el año 2016 la producción fue de 66.200 toneladas de cátodos de cobre.

La compañía Minera Zaldívar es operada por AMSA desde el año 2015, fecha desde que su propiedad es compartida en un 50% por AMSA y en un 50% por Barrick Gold Corporation. Inicia sus operaciones en 1995 y se ubica a unos 175 kilómetros al sudeste de la ciudad de Antofagasta. Es una minera con yacimientos de óxidos y tiene producción de cátodos de cobre y concentrado de cobre. En 2016, se produjeron 102.800 toneladas de cátodos de cobre y 600 toneladas de concentrado de cobre. AMSA es el único operador de la Minera Zaldívar, pero la propiedad de ésta y su producción de cobre es compartida en partes iguales por AMSA y por Barrick Gold Corporation.

[1] Reporte de Sustentabilidad (2016), Grupo Minero Antofagasta Minerals.

2 Gestión de la Energía

2.1 Política y Cultura

El grupo minero de Antofagasta Minerals (AMSA) está comprometido con el uso eficiente de la energía en cada una de sus compañías. De este modo, la Eficiencia Energética se ha incorporado como uno de los pilares que actúan de manera transversal en las diferentes iniciativas de innovación; excelencia operacional; y competitividad y costos.

2.1.1 Política Energética en la Compañía

Antofagasta Minerals cuenta con un Estándar de Cambio Climático, en el cual se manifiesta su preocupación por el desarrollo sustentable y la Eficiencia Energética. Este estándar se aplica de manera transversal tanto para los trabajadores, operadores y colaboradores de proyectos del grupo minero. Un extracto del documento se puede observar en la Figura 1.

El principal objetivo del Estándar de Cambio Climático consiste en establecer la manera de mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero de AMSA para el año 2020. Para lograr este objetivo se fomenta la innovación, investigación y aplicación de mejoras en términos de Eficiencia Energética, incluyendo la integración de energías renovables no convencionales. En particular, en el año 2016 el 17% del total de la energía consumida por el grupo minero fue generada por fuentes renovables.



Estándar
Cambio Climático

Código: EST-GMA-002
Fecha: 14-07-2016

1. Identificar e implementar oportunidades de mitigación en compañías

Aplica a toda actividad ejecutada dentro del marco de las operaciones y que representa una oportunidad para reducir los consumos energéticos de aquellos procesos de mayor requerimiento energético.

Para poder sistematizar y priorizar estas oportunidades cada operación deberá desarrollar y/o actualizar su modelo de **curvas de costos marginal de abatimiento (CCMA)**.

Serán las CCMA las que determinarán el potencial máximo de abatimiento de cada compañía en base a la implementación exitosa de las iniciativas que las constituyen. El potencial de abatimiento acumulado para el Grupo Minero será calculado en función de las CCMA individuales.

La persona encargada de hacer seguimiento a la implementación de las iniciativas, así como también la actualización de las Curvas será el Superintendente de Suministro Eléctrico y Servicios de Mantenimiento de cada compañía.

Acciones mínimas a realizar:

- i. Identificar oportunidades de eficiencia energética o potencial reemplazo por energías renovables u tecnologías menos contaminantes e incorporar en modelo de curvas de costo marginal de abatimiento.
- ii. Seguimiento y control permanente de la implementación de las iniciativas que constituyen las CCMA.
- iii. Incorporar iniciativas de corto plazo (inferior a 1 año) en procesos presupuestarios de las compañías.
- iv. Preparar plan de implementación de las iniciativas con responsables, KPI de interés y beneficios esperados.
- v. Revisión del estado de avance de la implementación de iniciativas y KPI.
- vi. Incorporar nuevas iniciativas en CCMA en función nuevas oportunidades que surjan en cada operación.

Figura 1: Extracto del Estándar de Cambio Climático de Antofagasta Minerals.

De esta forma, Antofagasta Minerals trabaja integralmente en la mitigación de emisiones en todas las etapas del proceso minero y de los nuevos proyectos. Este plan transversal de mitigación considera la inclusión de la Eficiencia Energética como uno de sus factores principales de acción, como se muestra en la Figura 2.



Figura 2: Lineamientos de Antofagasta Minerals para la mitigación de sus emisiones de gases de efecto invernadero.

En el plano estratégico, Antofagasta Minerals en el año 2015 implementa su Programa de Competitividad y Costos (PCC), el cual tiene un doble objetivo: reducir los costos para mejorar la competitividad en el corto plazo y modernizar la administración del negocio para mejorar la competitividad estructuralmente.

Los cuatro pilares de gestión del PCC corresponden a: productividad de los servicios; gestión operacional y de mantenimiento; efectividad organizacional; y eficiencia energética. Dichos pilares se muestran en el esquema de la Figura 3.



Figura 3: Pilares de gestión energética del Programa de Competitividad y Costos (PCC).

Específicamente el pilar de Eficiencia Energética persigue la competitividad del negocio al impulsar la implementación de proyectos que reduzcan los consumos de energía y a su vez sistematizar la gestión del consumo de energía buscando mayores eficiencias energéticas en todos sus procesos.

Por otra parte, Minera Centinela incluye la Eficiencia Energética como criterio de diseño en sus proyectos de inversión, promoviendo el uso eficiente de la energía en las etapas de: diseño, adquisición de equipos, fabricación, instalación, pruebas y de operación, de cada uno de los proyectos, como se muestra en el extracto de la Figura 4.

6.0 POLÍTICA ENERGÉTICA

Como política corporativa, Antofagasta Minerals S.A. busca el uso eficiente de energía en cada una de sus operaciones.

Esta política tiene como alcance, la aplicación de las normas nacionales, en los diseños de las instalaciones y equipos del proyecto y por lo tanto dentro de cada disciplina, incluye los aspectos relevantes que influyen en la eficiencia energética

Los diseñadores deben mantener la trazabilidad en todo el proceso de diseño, desde identificación de oportunidades hasta evaluaciones de alternativas, e incluir la ponderación de la Eficiencia Energética, del equipo o instalación, en el proceso de selección.

El proyecto deberá incorporar en su diseño medidas tendientes a la incorporación de nuevas tecnologías eficientes, diseños óptimos, uso de equipos de bajo consumo y de alta eficiencia, que permitan reducir el consumo de energía, evitar pérdidas de energía y sobrecalentamiento de equipos, entre otras acciones. Este factor deberá considerarse tanto en el diseño de las instalaciones como en la selección de los equipos, componentes y materiales del proyecto.

El diseño, así como la fabricación, instalación, pruebas y operación de los diferentes equipos, deberán tener en consideración, lo que aplique, respecto de la última edición de las normas y reglamentos emitidos por las siguientes instituciones normativas:

- ISO 50001 Energy Management Systems (a partir de su vigencia, el año 2011)
- ANSI MSE 2000 A Management System for Energy

Además, el proyecto por medio de la adquisición de mediciones de variables eléctricas por el Sistema de Supervisión, Control y Adquisición de Datos, SCADA eléctrico, implementará Indicadores de Gestión de Eficiencia Energética para ser comunicadas a la organización para análisis, optimización de los procesos, mejor uso del equipo eléctrico, disminución del consumo de energía y generar beneficios económicos, medioambientales y sociales.

Además, donde sea factible, se recomendará utilizar energía solar como una alternativa de producción limpia, tanto el formato de energía eléctrica como energía calórica.

Figura 4: Política Energética de Minera Centinela en diseño de instalaciones y equipos de un proyecto.

Finalmente, Antofagasta Minerals está evaluando consolidar una Política Energética unificada para todas las compañías que esté alineada con el Estándar de Cambio Climático y el Programa de Competitividad y Costos.

Dado lo expuesto anteriormente, se evidencia que para AMSA la Eficiencia Energética impacta de manera transversal y directa en todas sus decisiones, tanto a nivel estratégico, de desarrollo sustentable y de formulación de nuevos proyectos. Estas directrices formulan un marco de referencia para establecer metas y objetivos, por lo cual se hacen extensivas a su personal propio y a terceros asociados.

2.1.2 Cultura de Eficiencia Energética en la Compañía

El año 2016 se inicia el proceso de implementación de un Sistema corporativo de Gestión de la Energía (SGE). Este sistema se respalda bajo el pilar de Eficiencia Energética del Programa de Competitividad y Costos (PCC) y se habilitará mediante el modelo vigente de Excelencia Operacional. Se estima que el SGE se encuentre operativo el segundo semestre del año 2018.

Unas de las actividades realizadas bajo la implementación del SGE ha sido la realización de talleres de identificación de Oportunidades de Eficiencia Energética (OEE) para cada una de las áreas de cada compañía del grupo minero. Estos talleres consistieron en mesas de trabajo donde asistió personal clave de cada área productiva y se discutió la viabilidad de las distintas iniciativas de Eficiencia Energética. Los talleres realizados en área Mina de Minera Los Pelambres y área Planta Minera Antucoya se muestran en las Figuras 5 y 6, respectivamente.

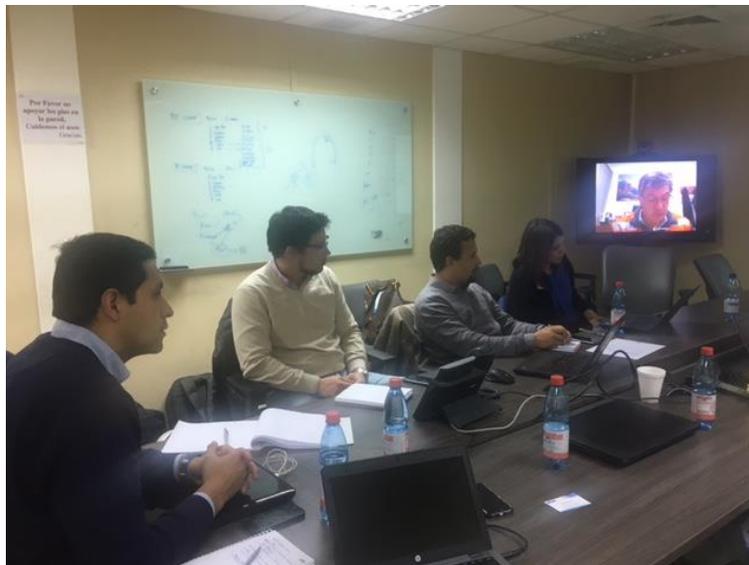


Figura 5: Taller de identificación de Oportunidades de Eficiencia Energética área Mina en Minera Los Pelambres (MLP).



Figura 6: Taller de identificación de Oportunidades de Eficiencia Energética área Planta en Minera Antucoya (ANT).

Durante el primer semestre del año 2018 se realizarán capacitaciones bajo el marco de la implementación del SGE, buscando concientizar al personal de Antofagasta Minerals respecto a la gestión de la energía.

En primer lugar, se efectuarán capacitaciones en Eficiencia Energética para el personal con un perfil técnico-operacional, es decir: jefes de área, operadores, mantenedores y supervisores, que tengan relación directa con los procesos de mayor consumo energético.

En segundo lugar, se llevarán a cabo capacitaciones específicas del SGE al personal que posea un perfil estratégico o nivel gerencial, es decir: integrantes de la alta gerencia, superintendentes, responsables de Eficiencia Energética y supervisores.

Por otra parte, respecto a temas de comunicación, una de las principales motivaciones para Antofagasta Minerals es difundir los resultados de su gestión en materia de Eficiencia Energética. Para esto dispone de un capítulo especial en su reporte anual de sustentabilidad (ver Figura 7), el cual se distribuye de manera pública en su sitio web corporativo^[2].

[2] <http://www.aminerals.cl/nuestros-compromisos/nuestro-compromiso-con-la-sustentabilidad/reporte-2016/>

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS OPERACIONES

Realizamos esfuerzos para hacer más eficiente nuestro consumo de energía y, al mismo tiempo, integrar fuentes de generación renovables, para reducir la generación de emisiones al medio ambiente.

NUUESTRO ENFOQUE

La eficiencia energética en Antofagasta Minerals es una preocupación transversal que ha sido incorporada como un pilar relevante en diferentes iniciativas de innovación, excelencia operacional y competitividad y costos.

El Grupo cuenta con un Estándar de Cambio Climático que apunta al uso eficiente de la energía en todas sus operaciones y nuevos proyectos, y con un Programa de Eficiencia Energética que comenzó a implementarse en 2011.

CONTEXTO

Entre los principales desafíos que enfrenta Chile para alcanzar su desarrollo, se encuentra el uso eficiente de la energía. Es así como, en mayo de 2011, el Ministerio de Energía publicó la Agenda Energética del Gobierno, una hoja de ruta para enfrentar los próximos desafíos en un horizonte de diez años plazo. En julio del mismo año, consideramos la relevancia del sector Gran Minería en el consumo energético del país.

El Plan de Eficiencia Energética de Antofagasta Minerals tiene como objetivo impulsar el uso eficiente de las fuentes energéticas para aquellas empresas asociadas a dicho estándar, mediante la ejecución de auditorías y presentación de planes concretos de implementación de iniciativas.

El Plan de Eficiencia Energética de Antofagasta Minerals tiene como objetivo:

- Llevar a cabo auditorías energéticas internas, que incluyan definición de KPI's, benchmark e identificación de iniciativas relevantes.
- Establecer un programa de iniciativas identificadas en el proceso de auditoría para el corto, mediano y largo plazo.
- Proponer un plan para incorporar la eficiencia energética en la evaluación y diseño de los proyectos nuevos.
- Proponer un plan para implementar un sistema

corporativo de gestión de eficiencia energética.

Entre 2015 y 2016 se realizaron auditorías energéticas a todos los operaciones del Grupo, a partir de las cuales se identificaron iniciativas de eficiencia energética. Estas fueron priorizadas, con lo cual se definieron planes de estudio e ejecución según su implementación en el corto, mediano y largo plazo.

La implementación de estas iniciativas permitió un ahorro en el uso de energía eléctrica y combustible, además de regular servicios asociados en términos de seguridad, reducción de O&M y producción.

En 2016 se revisó y se rediseñó el programa de innovación, estableciéndose un sistema de captura de iniciativas y un directorio de innovación cuyo rol es medir el potencial, priorizar y aprobar el presupuesto para la ejecución de proyectos. Este sistema ha permitido identificar varias iniciativas que han generado el portafolio de proyectos de

eficiencia energética, las cuales actualmente se encuentran en etapas de análisis técnico-económico.

En diciembre de 2016 se aprobó la implementación de un sistema de gestión de energía (SGE) en todo el Grupo, alineado con la norma ISO 50001 de eficiencia energética. También se creó un Comité de Eficiencia Energética integrado por los vicepresidentes de Operaciones, Proyectos y Asesoría Corporativa, más el gerente de Energía del Grupo. Sus principales funciones son: entregar lineamientos, revisar y validar el plan de implementación del sistema de gestión energética y generar las iniciativas de eficiencia.

En 2016, el consumo de electricidad del sistema eléctrico fue de 2,7 millones de MWh y el de combustible fue de 233 mil m3. El consumo global aumentó debido a la entrada en operación de Antucoya. Zaldívar como parte del Grupo Minero.



CONSUMO ENERGÉTICO DEL GRUPO			
	2015	2016	2016
Electricidad (MWh)	2.692.116	2.919.900	3.205.000
Combustible (m3)	199.528	197.814	213.347

Figura 7: Extracto del Reporte de Sustentabilidad (2016).

2.2 Encargado de Gestión Energética

En Antofagasta Minerals la Gestión Energética a nivel corporativo es liderada por la Gerencia de Energía y su encargado se puede apreciar en la Tabla 1. La Gerencia de Energía tiene entre sus responsabilidades:

- Liderar la implementación de un Sistema corporativo de Gestión de Energía.
- Monitorear y reportar las iniciativas de Eficiencia Energética de corto plazo.
- Hacer un seguimiento de las evaluaciones de las Oportunidades de Eficiencia Energética de mediano y largo plazo que fueron detectadas por las auditorías energéticas.
- Captura de nuevas iniciativas de Eficiencia Energética.

Tabla 1: Encargado de gestión energética a nivel corporativo de Antofagasta Minerals.

Compañía	Cargo	Nombre	Correo
Corporativo	Especialista de Energía	Felipe Toro V.	ftoro@aminerals.cl

Por otra parte, la responsabilidad de la gestión energética en cada una de las compañías del grupo minero recae en los líderes de gestión listados en la Tabla 2.

Tabla 2: Encargados de gestión energética a nivel de compañía de Antofagasta Minerals.

Compañía	Cargo	Nombre	Correo
Minera Los Pelambres	Gerente Servicios de Soporte a la Operación	Benjamín Pieper Hameau	bpieper@pelambres.cl
Minera Centinela	Gerente Excelencia Operacional	Patricio Troncoso O.	ptroncoso@mineracentinela.cl
Minera Antucoya	Superintendente Excelencia Operacional	Jonifer Quillatupa C.	jquillatupa@antucoya.cl
Minera Zaldívar	Superintendente Excelencia Operacional	Octavio Osorio M.	octavio.osorio@aminerals.cl

Las principales funciones de los líderes a nivel de compañía son:

- a) Entregar lineamientos de Eficiencia Energética.
- b) Revisar y validar el plan de implementación del Sistema corporativo de Gestión de Energía.
- c) Apoyar en la identificación, evaluación, diseño e implementación de las Oportunidades de Eficiencia Energética.
- d) Aprobar la facilitación de recursos y entregar apoyo técnico en la implementación de medidas de Eficiencia Energética en las compañías.
- e) Apoyar en el diseño e implementación del plan de Gestión del Cambio.
- f) Mantener dashboard de KPI's y benchmarks de la compañía.
- g) Liderar la implementación, control de procesos y gobernanza de Gestión de Iniciativas.

2.3 Implementación Sistema de Gestión de la Energía

En el año 2014 se estableció un convenio de colaboración entre el Consejo Minero y el Ministerio de Energía. Este convenio tiene por objetivo impulsar el uso eficiente de los recursos energéticos para aquellas empresas asociadas a dicha entidad, involucrando al grupo Antofagasta Minerals.

Entre los años 2015 y 2016, se realizaron auditorías energéticas en cada una de las faenas de AMSA, identificándose distintas iniciativas de Eficiencia Energética que permiten ahorros de energía eléctrica y combustible. Además, las iniciativas contemplan beneficios adicionales en términos de: producción, seguridad y reducción de gases de efecto invernadero. Se priorizaron algunas de estas iniciativas, definiéndose planes de estudios y ejecución en el corto, mediano y largo plazo.

A fines del año 2016 se inicia un plan de implementación de un Sistema de Gestión de la Energía (SGE) y posteriormente el año 2017 se trabaja en su proceso de implementación.

Se estima que el SGE debiera estar operativo a comienzos del segundo semestre del año 2018.

El SGE a implementar en AMSA debe permitir la sistematización de la identificación e implementación de Oportunidades de Eficiencia Energética, como medio para incrementar la competitividad y reducción de costos en las operaciones mineras.

Para observar y gestionar el desempeño energético de manera sistemática se definen distintas tareas. Las tareas desarrolladas, en proceso y por desarrollar son:

- a) Consolidar la información de los consumos, balances y principales flujos por procesos y sub-procesos.
- b) Identificar las brechas para la implementación del Sistema corporativo de Gestión de Energía, definiendo procesos y plazos para su subsanación.
- c) Definir los Indicadores de Desempeño Energético (IDE) y sus metas en las áreas operacionales, además finalizar el diseño unificado de la reportabilidad de energía.
- d) Lanzar campaña comunicacional interna para difundir el plan de implementación de SGE, su alcance y límites.
- e) Efectuar capacitaciones internas de Eficiencia Energética.
- f) Difundir la directriz de Eficiencia Energética de AMSA, junto con el sistema de captación, evaluación y priorización de iniciativas de innovación.
- g) Gestión para obtener ofertas del mercado y modelos de negocio para su implementación.
- h) Generación y medición de ahorros de manera continua.
- i) Implementar modelos para medir y verificar ahorros en el tiempo.

El resumen del estado de avance de la implementación de un Sistema de Gestión de la Energía (SGE) se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3: Tabla de autoevaluación del grado de implementación del SGE.

Requisito del documento	No	Parcial	Sí	Comentarios / Mencionar documento de respaldo
1. Generalidades				
Manual del SGE, ¿incluye los siguientes puntos?				
a) Política Energética		✓		AMSA planea contar con una Política Energética unificada para todo el grupo minero, que se encuentre alineada con el Estándar de Cambio Climático y con el Programa de Competitividad y Costos. Ver: 2.1.1.
b) Organigrama de los encargados del SGE			✓	Se cuenta con responsables de gestión energética a nivel corporativo y por cada compañía minera. Ver: 2.2.
c) Plan de Eficiencia Energética			✓	Se cuenta con un plan de eficiencia energética con medidas de gestión e iniciativas de eficiencia energética. Ver: 2.4.
d) Auditoría Interna		✓		Se contempla incluir las auditorías energéticas internas conforme a la implementación del SGE. Ver: 2.3.1.
e) Actividades de comunicación y Capacitación con SGE			✓	El reporte de sustentabilidad es el medio de difusión interna y externa de AMSA. Además, se han realizado talleres de Oportunidades de Eficiencia Energética. Ver: 2.1.2.
2. Política Energética				
¿La alta dirección asegura que la política:				
a) Proporciona un marco de referencia para establecer y revisar los objetivos de Eficiencia Energética?			✓	La Eficiencia Energética es un pilar estratégico que se considera transversalmente en los procesos y proyectos del grupo minero. Ver: 2.1.1.

3. Revisión Energética				
¿Existe				
a) Línea base energética, actualizada?			✓	Existen líneas bases energéticas actualizadas. Ver: 2.3.2.1.
b) Indicadores de desempeño energético, actualizados?			✓	Existen indicadores de desempeño energético actualizados. Ver: 2.3.4.
c) Metas Energéticas?		✓		El SGE contempla la definición de metas energéticas para cada compañía minera. Ver: 2.3.2.2.
d) Plan de Acción?		✓		El plan de acción para la revisión energética se documentará de acuerdo con lo estipulado por el SGE. Ver: 2.3.2.2.
e) Procedimientos formales para realizar: seguimiento, medición y análisis al plan de acción?		✓		Se están preparando procedimientos formales que permiten seguir, medir y analizar el plan de acción. Ver: 2.3.2.2.
4. Acción en Pro de Mejoras o Acciones Correctivas				
a) ¿Existe un ciclo de mejora continua del SGE?		✓		Se contempla implementar un ciclo de mejora continua. Ver: 2.3.3.
b) ¿Existe un mecanismo de acciones correctivas para eliminar no conformidades de SGE?		✓		Las acciones correctivas serán formuladas y gestionadas por el área de Excelencia Operacional y por la Gerencia de Energía. Ver: 2.3.3.
5. Auditoría Interna				
¿Realiza la organización auditorías internas:				
a) En forma planificada o cuenta con un plan?		✓		AMSA planea añadir un plan de auditorías energéticas internas a su Gerencia de Auditoría. Ver: 2.3.1.
b) Ha implementado y se mantiene de forma eficaz?		✓		Las auditorías energéticas internas se realizarán periódicamente cuando se encuentre implementado el SGE. Ver: 2.3.1.
c) ¿Se asegura que los auditores no auditan su propio trabajo?			✓	Los procedimientos estipulados por la Gerencia de Auditoría aseguran que los auditores no auditen su propio trabajo. Ver: 2.3.1.

2.3.1 Auditoría Interna

El grupo minero de Antofagasta Minerals realiza periódicamente auditorías internas a sus distintos procesos a través de su área de Gerencia de Auditoría, cuyas responsabilidades son:

- a) Liderar y conducir las auditorías internas.
- b) Evaluar la existencia, calidad y cumplimiento de los controles establecidos por las distintas áreas.
- c) Realizar trabajos y/o auditorías especiales asignados por el Comité de Auditoría.
- d) Valorar, evaluar y generar los vínculos necesarios con la administración para llevar a cabo los procesos de control interno y administrar los riesgos de manera de agregar valor sustentable y mejorar las operaciones del grupo minero.
- e) Elaborar, comunicar y entregar los Informes de Auditoría a las áreas auditadas.

Anualmente se definen las auditorías a realizar en cada una de las compañías del grupo minero, asignándose los equipos auditores y las distintas contrapartes. El Gerente de Auditoría de Antofagasta Minerals, Claudio Martínez Vera, tiene entre sus responsabilidades comunicar el Plan de Auditoría Anual a las distintas compañías del grupo minero.

La metodología de trabajo de las auditorías internas se estructura en tres grandes etapas: planificación y organización; ejecución de la auditoría y elaboración de informe preliminar; y entrega de informe final, cierre y mejoras.

Ahora bien, existe un procedimiento específico del SGE para la ejecución de la auditoría interna, cuyos requerimientos a auditar se señalan en la Tabla 4.

Tabla 4: Requerimientos del Sistema de Gestión de la Energía.

Bloque	Elementos a Auditar
<p>1. Decisión Estratégica</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Compromiso de la Gerencia (política energética). • Asignación de responsables: <ol style="list-style-type: none"> a) Gerencia de Energía. b) Alta gerencia AMSA. c) Excelencia Operacional. d) Gerencia de cada compañía minera. e) Representante de la Gerencia por cada compañía minera. • Indicadores de Gestión.
<p>2. Planificación Energética</p>	<ul style="list-style-type: none"> • IDE y Líneas Base Generales. • Objetivos, metas y plan de acción generales de Eficiencia Energética. • Identificación de las OEE. • Indicadores de gestión para operatividad del SGE. • Caracterización Energética (Escenario Base). • Definición de límites y alcances del SGE. • Designación de responsables por áreas. • Registro de compromisos (internos y externos) en materia de Eficiencia Energética y en uso y consumo de energía. <hr/> <ul style="list-style-type: none"> • Pre diagnóstico, diagnóstico y priorización de las OEE. • Ejecución de mesas temáticas. • Listado de OEE seleccionadas. • Líneas Base e Indicadores para OEE seleccionadas. • Gestión de pre diagnóstico, diagnóstico y priorización de OEE. <hr/> <ul style="list-style-type: none"> • Método de implementación. • Incorporación de Eficiencia Energética desde la etapa de diseño de instalaciones, equipos, sistemas y nuevos procesos. • Plan de M&V según protocolo IPMVP para OEE implementadas bajo modelo ESCO. • Contratos para modelos de negocio tipo ESCO. • Evaluación y selección de OEE. • Evaluación de cumplimiento de procedimientos operacionales.

Bloque	Elementos a Auditar
3. Implementación y Operación	<ul style="list-style-type: none"> • Eficiencia Energética en actividades de operación y mantenimiento. • Eficiencia Energética para la contratación de servicios y adquisición de productos o equipos. • Plan de formación para la operatividad del SGE. • Plan de difusión interno y externo del SGE. • Estado de avance implementación de OEE. • OEE seleccionada vs OEE implementada. <p>Capacitación.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Operatividad del SGE y mejora continua. • Caracterización energética IDE's y Líneas Base. • Monitoreo de Indicadores de gestión para operatividad del SGE. • Pre diagnóstico, diagnóstico y priorización de OEE. • Incorporación de Eficiencia Energética desde la etapa de diseño. • Incorporación de Eficiencia Energética para la contratación de servicios y adquisición de productos o equipos. • Capacitaciones técnicas asociadas al control de la operación y usos importantes de energía. • Elaboración de informes de resultados. • Elaboración Informe de Auditoría Interna del SGE. • Realización de Auditorías Internas.
4. Verificación	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de reportes para revisión de la gerencia. • Seguimiento y evaluación de indicadores de desempeño energético. • Ejecución de Auditorías Internas. • Reporte de verificación del desempeño energético. • Reporte de hallazgos de Auditoría Interna. • Gestión de verificación del desempeño energético. • Emisión de reportes para la revisión por la gerencia. • Ejecución de Auditorías Internas.
5. Revisión por la Gerencia	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión por la Gerencia. • Resultados de Revisión por la Gerencia.

Una vez implementado el SGE en Antofagasta Minerals, se planea integrar las auditorías al SGE en el Plan de Auditoría Anual de la Gerencia de Auditoría.

2.3.2 Revisión Energética

Bajo el proceso de implementación del SGE en AMSA, se realiza la identificación del perfil energético base de cada compañía perteneciente al grupo minero. Dado este proceso es posible definir los procesos que presentan un uso significativo de energía, en los que se centran los esfuerzos y recursos para realizar acciones de gestión de la energía. Los resultados del proceso de Revisión Energética se detallan a continuación:

2.3.2.1 Línea Base Energética

La línea base energética (o escenario base) de cada compañía minera representa el comportamiento energético actual y sirve de referencia para la implementación del SGE. En particular, se evidencia el consumo porcentual de energía eléctrica y de diésel. Posteriormente, se muestra el desglose de estos consumos, identificando los principales procesos que tienen un mayor consumo energético.

Minera Los Pelambres

El consumo total de energía de Minera Los Pelambres (MLP) se determinó en 7.550 [TJ] para el año 2016. El consumo de energía eléctrica fue de 4.835 [TJ] y el consumo de diésel fue de 2.715 [TJ], lo que equivale a 1.343.000 [MWh] y 75.800 [m³ diésel], respectivamente. La distribución porcentual de consumos de energía de Minera Los Pelambres se muestra en la Figura 8.

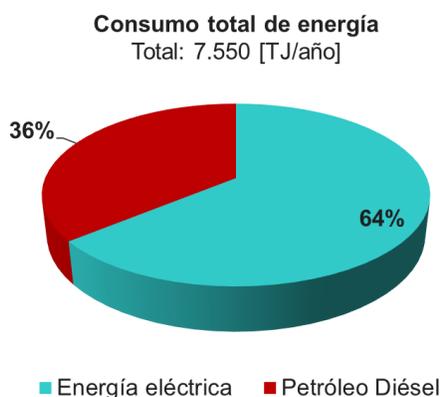


Figura 8: Distribución de consumos de energía en MLP año 2016.

El desglose del consumo de diésel en MLP se muestra en la Figura 9. El mayor consumo energético se debe al transporte en mina, utilizando cerca de 68.000 [m³ diésel], es decir, un 90% del consumo total de diésel del año 2016. Por otra parte, el desglose del consumo de energía eléctrica se adjunta en la Figura 10, identificándose el proceso de molienda como el de mayor consumo, utilizando 880.000 [MWh] que corresponden al 66% del consumo eléctrico de MLP.

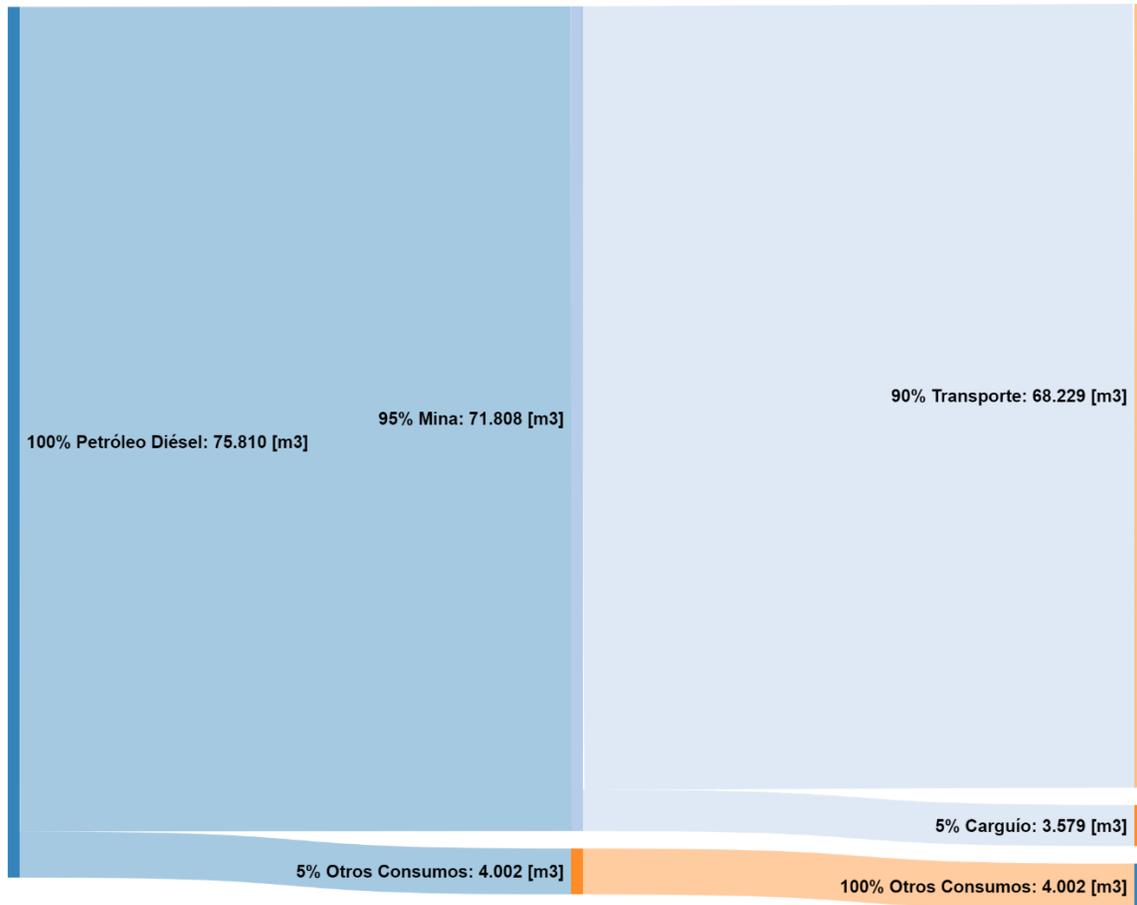


Figura 9: Desglose del consumo de combustible en MLP año 2016.

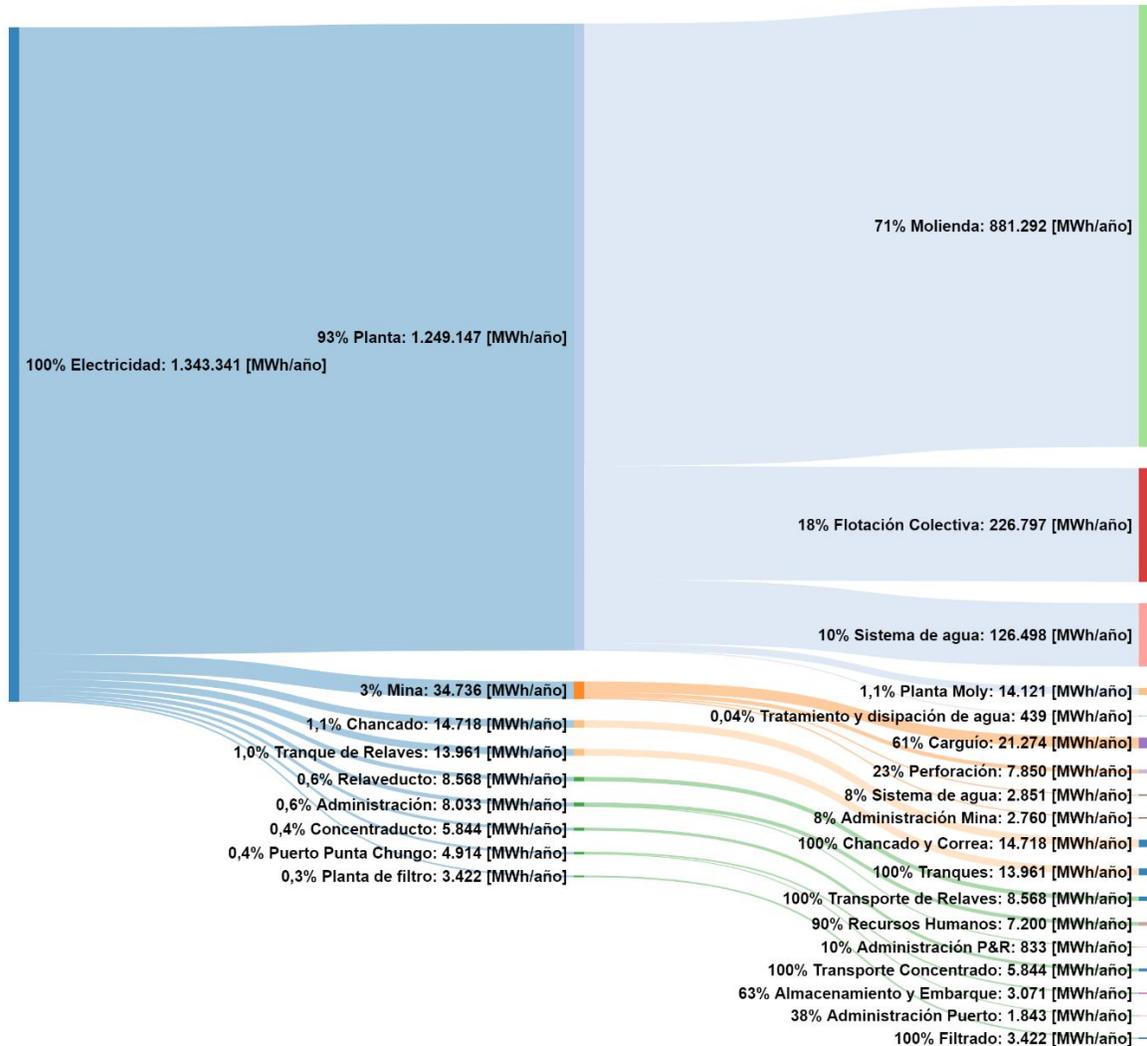


Figura 10: Desglose del consumo de energía eléctrica en MLP año 2016.

Minera Centinela

Se calculó que el consumo de energía de Minera Centinela para el año 2016 fue de 8.556 [TJ], correspondiendo a 4.424 [TJ] de energía eléctrica (1.229.000 [MWh]), 4.092 [TJ] de energía proveniente del consumo de diésel (114.000 [m³ diésel]) y 40 [TJ] provenientes de la energía solar. La distribución porcentual de consumos energía de Minera Centinela (CEN) se muestra en la Figura 11. Por otra parte, el consumo total de CEN-Sulfuros fue de 6.798 [TJ] y el consumo total de CEN-Óxidos fue de 1.758 [TJ], los que equivalen al 79,5% y al 20,5% del consumo total de CEN, respectivamente.

El consumo de energía de CEN-Sulfuros se estructura en 3.765 [TJ] de energía eléctrica y 3.033 [TJ] proveniente del consumo de diésel, estos valores corresponden a 1.045.900 [MWh] y 84.800 [m³ diésel], respectivamente. El consumo porcentual de energía en minera CEN-Sulfuros se muestra en la Figura 12.

Por otra parte, en CEN-Óxidos el consumo energético es de 659 [TJ] de energía eléctrica, 1.059 [TJ] de consumo de diésel y 40 [TJ] de generación solar. De esta forma, el consumo

eléctrico es de 183.000 [MWh] y el consumo de diésel es de 29.600 [m³ diésel]. El consumo porcentual en CEN-Óxidos se adjunta en la Figura 13.

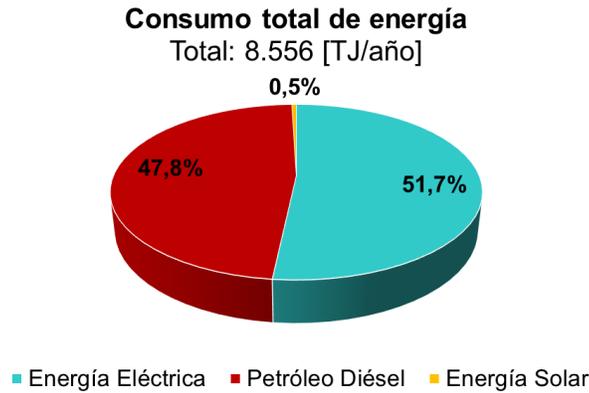


Figura 11: Distribución de consumos de energía en CEN año 2016.

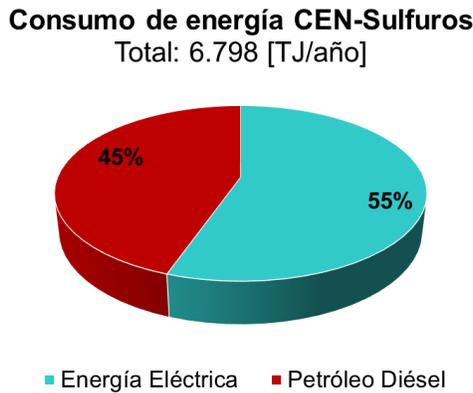


Figura 12: Distribución de consumos de energía en CEN-Sulfuros año 2016.

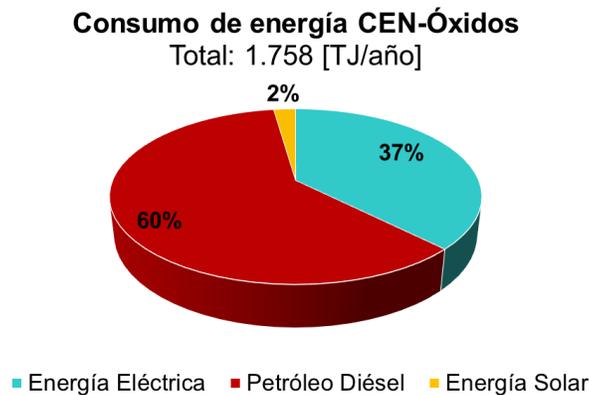


Figura 13: Distribución de consumos de energía en CEN-Óxidos año 2016.

Los desgloses del consumo de combustible de CEN-Sulfuros y CEN-Óxidos se muestran en las Figuras 14 y 15, respectivamente. Se identifica al carguío y al transporte en mina de CEN-Sulfuros como los procesos de mayor consumo. Estos consumos son de 33.100 [m³ diésel] para el proceso de carguío y de 27.000 [m³ diésel] para el proceso de transporte, los que equivalen al 29% y al 24% del consumo total de diésel de CEN, respectivamente.

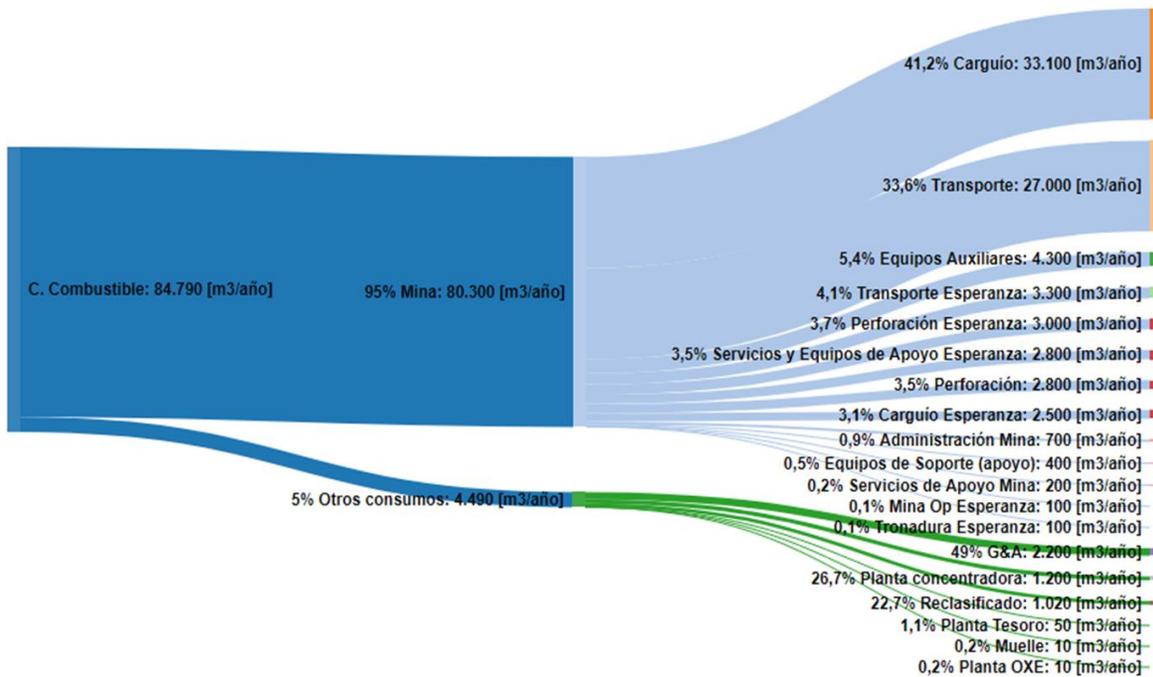


Figura 14: Desglose del consumo de combustible en CEN-Sulfuros año 2016.

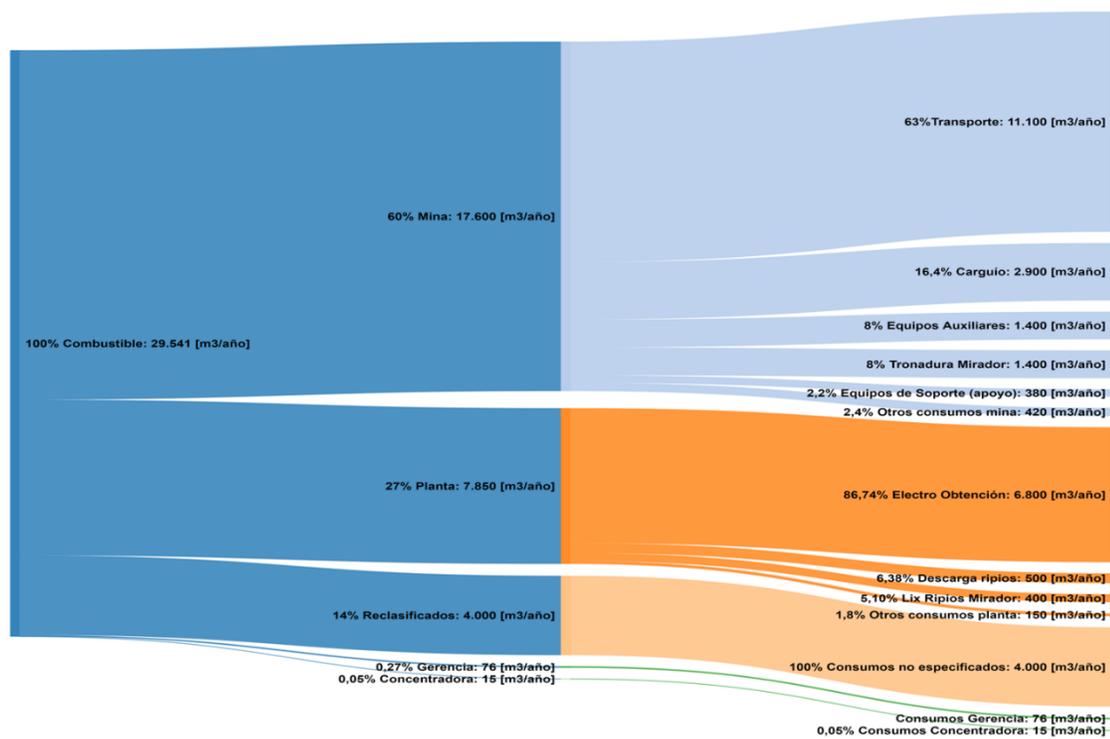


Figura 15: Desglose del consumo de combustible en CEN-Óxidos año 2016.

Los desgloses del consumo de energía eléctrica de CEN-Sulfuros y CEN-Óxidos se adjuntan en las Figuras 16 y 17, respectivamente. Los procesos de mayor consumo corresponden a los molinos de bolas en CEN-Sulfuros y a los rectificadores en CEN-Óxidos,

estos tienen un consumo de 283.300 [MWh] y 125.000 [MWh], los que corresponden al 23% y al 10% del consumo total de energía eléctrica de CEN, respectivamente.

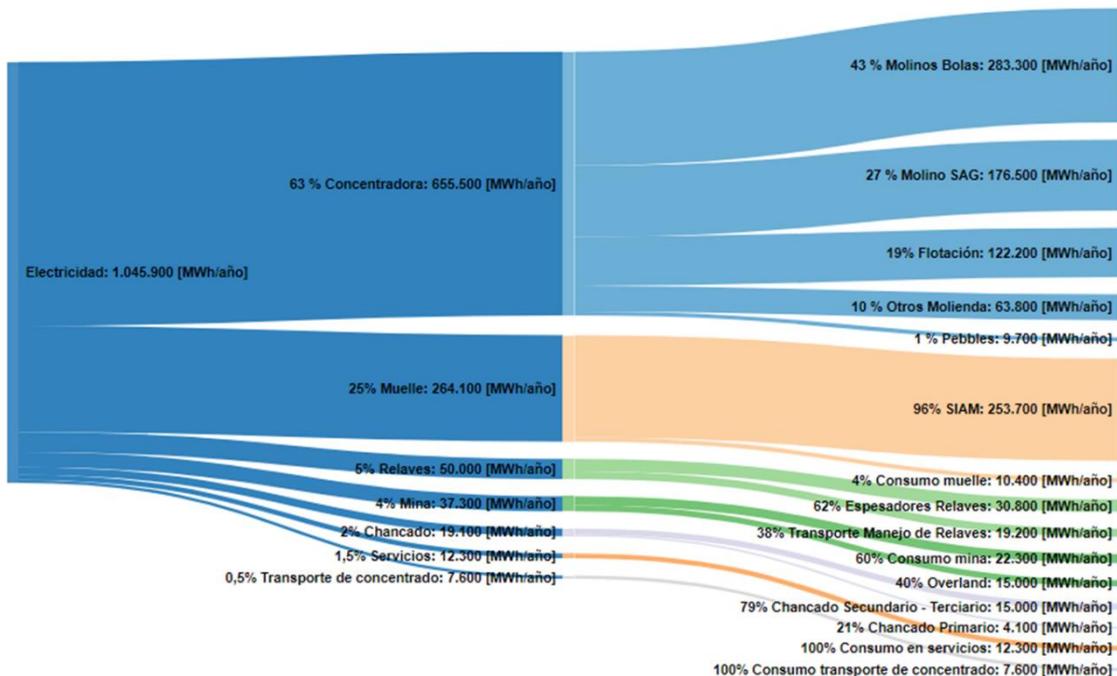


Figura 16: Desglose del consumo de energía eléctrica en CEN-Sulfuros año 2016.

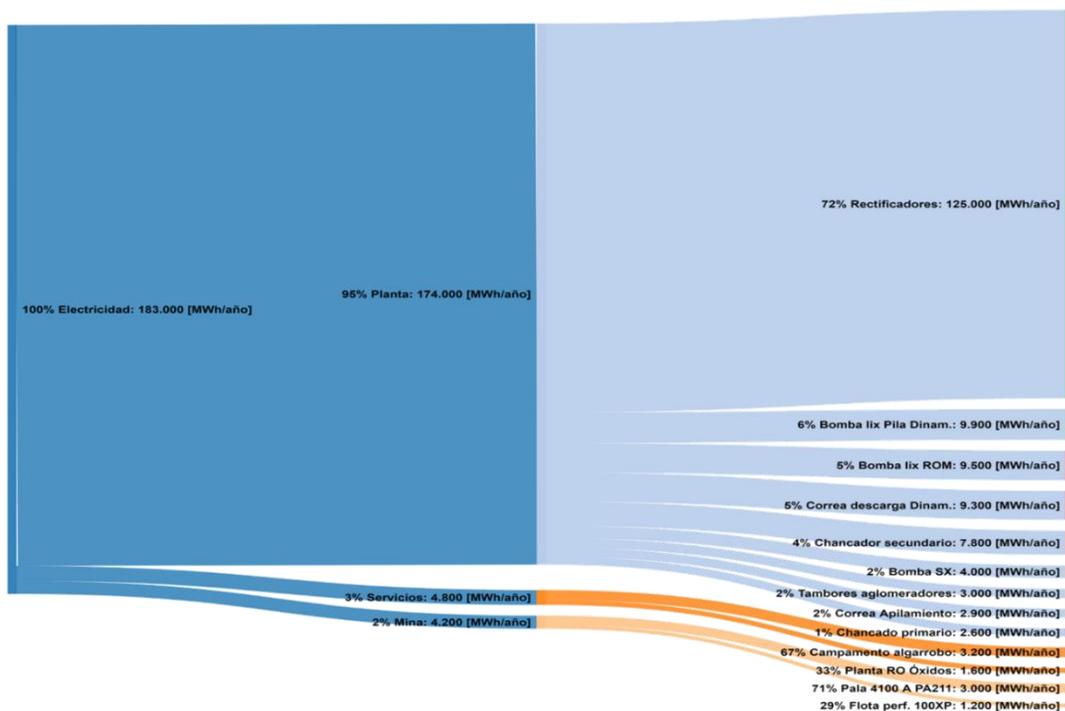


Figura 17: Desglose del consumo de energía eléctrica en CEN-Óxidos año 2016.

Minera Zaldívar

Durante el año 2016 se estimó un consumo energético de 3.800 [TJ] en Minera Zaldívar (CMZ). El consumo de energía eléctrica fue de 1.714 [TJ] y el consumo de diésel fue de 2.090 [TJ], los que equivalen a 476.400 [MWh] y a 60.100 [m³ diésel], respectivamente. La distribución porcentual de consumos de energía se muestra en la Figura 18.

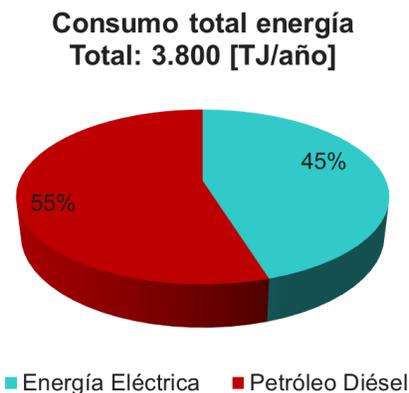


Figura 18: Distribución de consumos de energía en CMZ año 2016.

El desglose del consumo de combustible en CMZ se muestra en la Figura 19, donde se identifica al transporte en mina como el proceso de mayor consumo con 43.600 [m³ diésel], lo que equivale al 73% del consumo total de combustible. Por otra parte, el desglose del consumo de energía eléctrica se adjunta en la Figura 20, donde se evidencia que el proceso de mayor consumo es el EW en planta, utilizando 204.100 [MWh] al año, lo que equivale al 43% del consumo total de energía eléctrica.

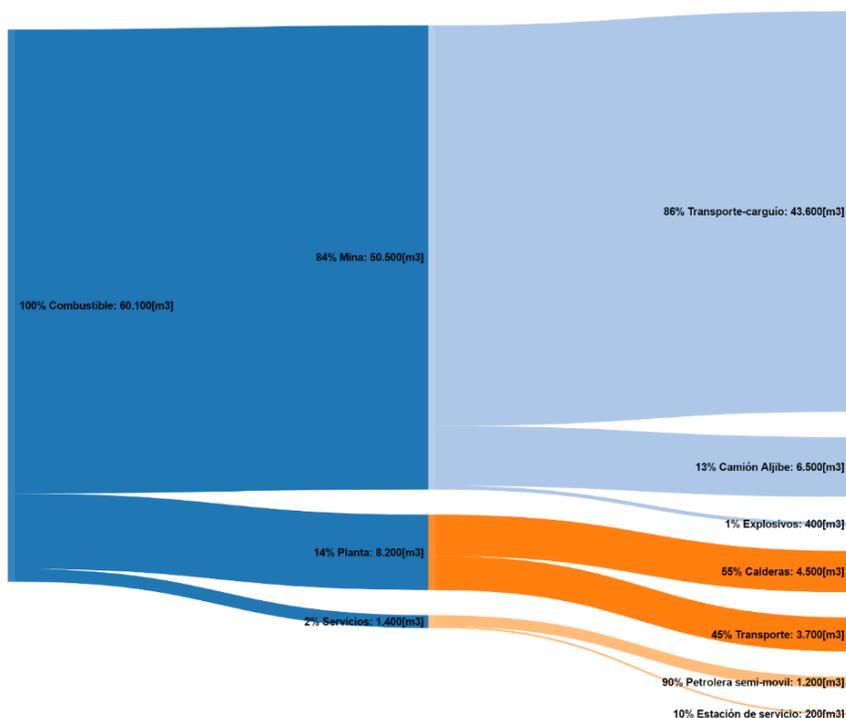


Figura 19: Desglose de consumo de combustible en CMZ año 2016.

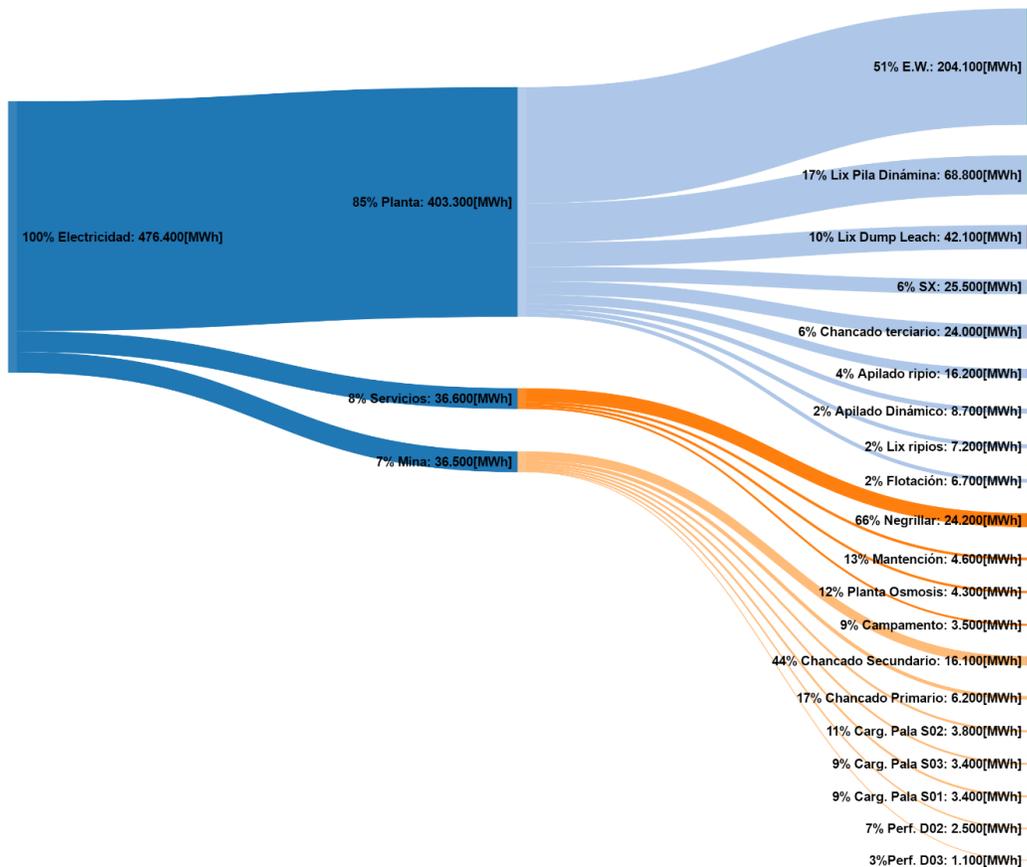


Figura 20: Desglose del consumo de energía eléctrica en CMZ año 2016.

Minera Antucoya

En el año 2016, el consumo total de energía de Minera Antucoya fue de 1.520 [TJ]. El consumo de energía eléctrica correspondió a 940 [TJ] y el consumo energético de combustibles fue de 580 [TJ], los que equivalen a 260.000 [MWh] y 16.200 [m³ diésel]. La distribución porcentual de consumos de energía en Minera Antucoya (ANT) se muestra en la Figura 21.

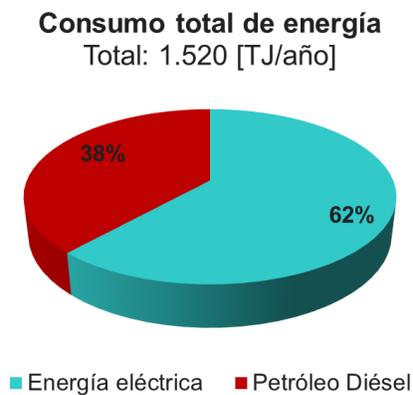


Figura 21: Distribución de consumos de energía en ANT año 2016.

El desglose del consumo energético de combustibles se lista en la Figura 22. Se identifica al transporte de los camiones en mina como el proceso de mayor consumo, utilizando 5.490 [m³ diésel], equivalente a un 50% del consumo total de combustible al año en Minera Antucoya. Por otra parte, en la Figura 23 se adjunta el desglose del consumo de energía eléctrica en Antucoya, identificándose al EW en planta como el proceso de mayor consumo, utilizando 120.500 [MWh], lo que equivale a un 46% del consumo total de energía eléctrica de Minera Antucoya.

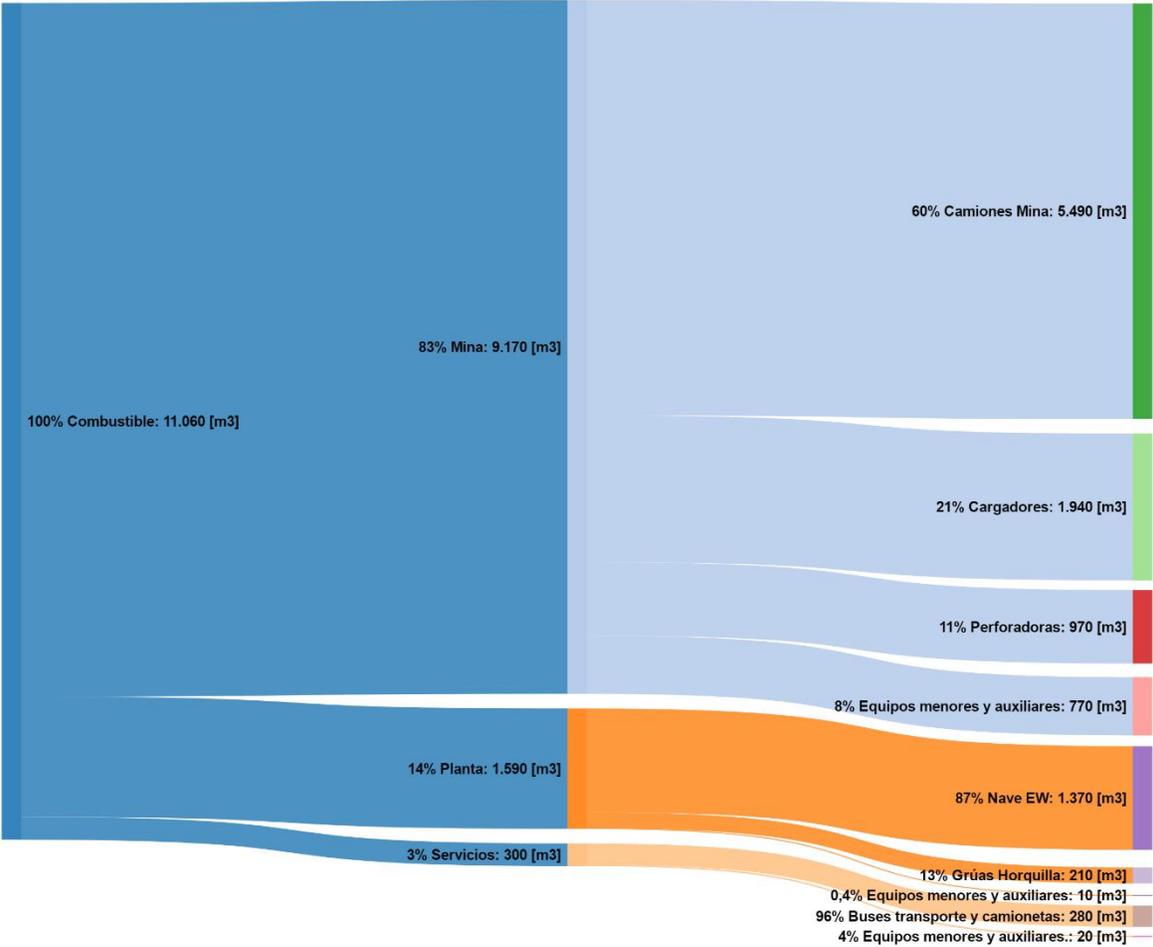


Figura 22: Desglose del consumo de combustible en ANT año 2016.

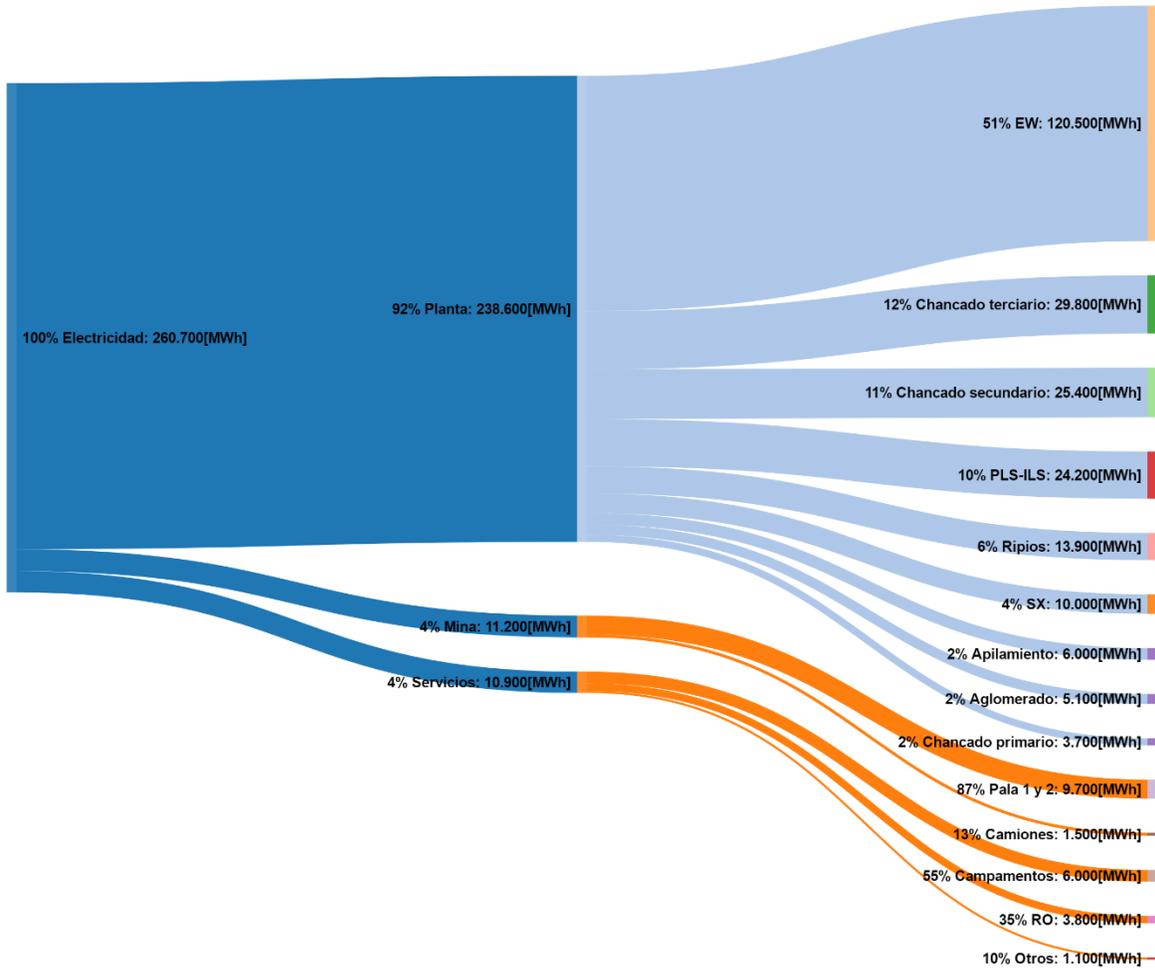


Figura 23: Desglose del consumo de energía eléctrica en ANT año 2016.

Finalmente, el consumo total de energía de Antofagasta Minerals en el año 2016 fue de 21.390 [TJ], cuyo desglose por compañía se muestra en la Figura 24. Además, se muestra el desglose por compañía del consumo de energía eléctrica (11.913 [TJ]) y de combustible (9.477 [TJ]) en las Figuras 25 y 26, respectivamente.

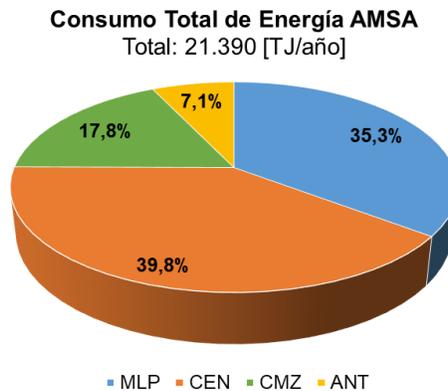


Figura 24: Desglose de consumo de energía en AMSA año 2016.

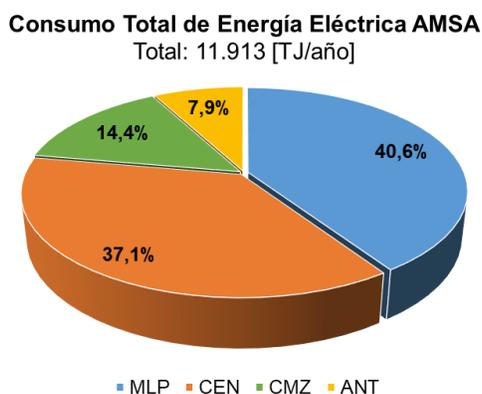


Figura 25: Desglose de consumo de energía eléctrica en AMSA año 2016.

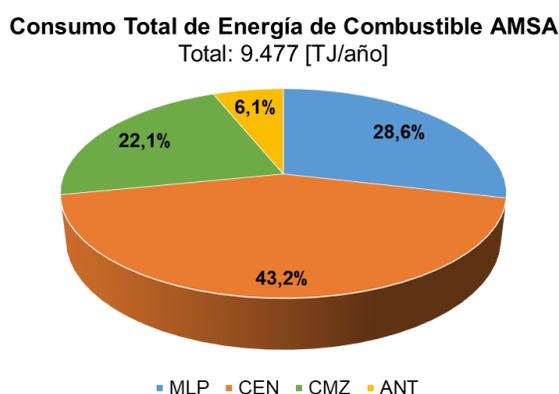


Figura 26: Desglose de consumo de energía de combustibles en AMSA año 2016.

2.3.2.2 Metas Energéticas y Plan de Acción

Como se pudo apreciar en el punto anterior y producto de la implementación del SGE, para cada compañía minera se ha identificado su respectivo escenario base por lo cual es posible identificar las áreas o procesos que ofrecen un mayor potencial de mejora en el desempeño energético. Dado esto, se realizaron talleres con personal especializado de cada una de estas áreas con el propósito de generar un listado de Oportunidades de Eficiencia Energética (OEE). Las OEE identificadas fueron jerarquizadas y luego, las de mayor interés para las áreas usuarias, fueron evaluadas a nivel preliminar con el objetivo de estimar sus ahorros energéticos y económicos.

Se establece como primera meta energética la selección de 5 OEE por cada faena, las cuales serán comparadas mediante el método de clusterización y llevadas a mesas temáticas con actores del mercado para selección de las tecnologías y/o modelos de negocio. Posteriormente con los resultados de estas mesas temáticas se procederá a elaborar un plan de acción que esté compuesto por objetivos, metas, responsables e indicadores de gestión para su seguimiento.

Es importante destacar que el proceso descrito anteriormente se ha estandarizado y su ejecución será guiada mediante una metodología establecida la cual es soportada por una plataforma de gestión que permite hacer seguimiento y verificación por el área de

Excelencia Operacional. El siguiente esquema resume el proceso de evaluación y seguimiento de oportunidades de Eficiencia Energética.

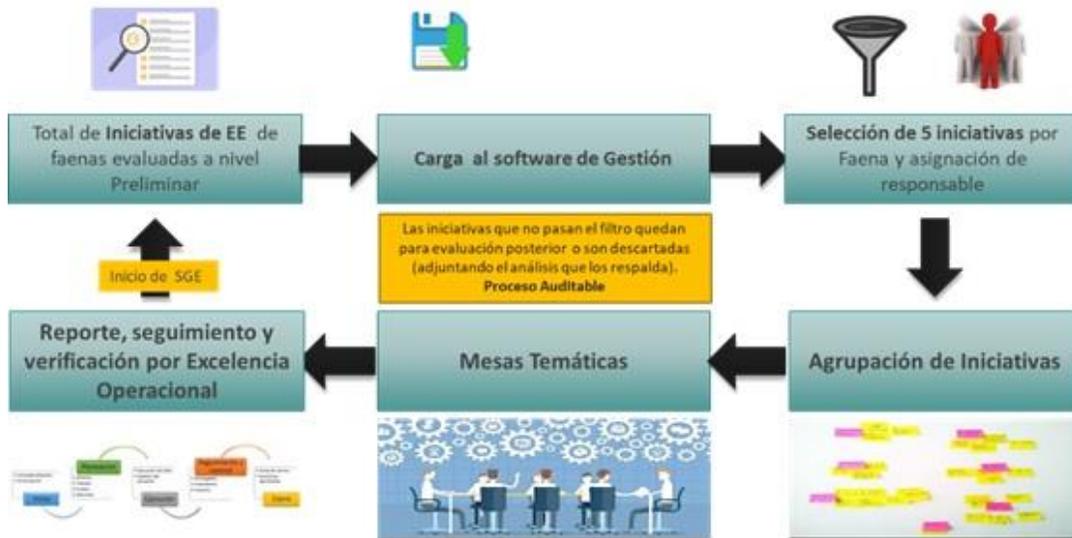


Figura 27: Proceso de evaluación y seguimiento de OEE.

Finalmente, como parte del Sistema de Gestión de la Energía se tiene contemplado, por cada compañía minera, establecer objetivos y metas globales de reducción de consumos de energía, los cuales deben estar alineados con lo establecido en el Estándar de Cambio Climático y en el Programa de Competitividad y Costos.

Además, se documentarán las metodologías para establecer objetivos, metas, planes de acción y la metodología para realizar seguimiento y verificación de resultados del plan de acción.

2.3.3 Acción en Pro de Mejoras o Acciones Correctivas

El Sistema de Gestión de la Energía, actualmente en etapa de implementación, tiene contemplado que una vez iniciado se proceda a medir y verificar sus resultados, tomando como información de entrada:

- a) Estándar de Cambio Climático.
- b) Programa de Competitividad y Costos.
- c) Revisión del desempeño energético de los procesos que presentan usos y consumos significativos.
- d) Evaluaciones de los planes de acción establecidos.
- e) Resultados de las Auditorías Internas.
- f) Otros antecedentes de interés para la compañía.

Preliminarmente se ha determinado que esta revisión la lleve a cabo el área de Excelencia Operacional de cada compañía y el reporte de resultados será emitido a la Gerencia de Energía, quienes a su vez analizarán los resultados y en conjunto con las áreas operativas delinearán un plan de acción que permita corregir las desviaciones encontradas.

Este proceso se realizará cada vez que el SGE cumpla un ciclo de operación. El periodo de ciclo de operación será definido una vez que el Sistema de Gestión de la Energía se encuentre operativo.

2.3.4 Indicadores Energéticos

La Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO) ha publicado indicadores de intensidad de uso de energía para los procesos y subprocesos mineros más relevantes respecto al consumo de energía. De esta forma, COCHILCO ha registrado indicadores energéticos entre el año 2007 y 2013, que indican el nivel de consumo de Mina Rajo (Transporte y Chancado), Mina Subterránea, Planta Concentradora y Planta SX-EW.

A continuación, se presentan los indicadores energéticos actualizados desde el año 2007 hasta el año 2016 de las cuatro mineras del grupo minero Antofagasta Minerals.

Minera Los Pelambres

Los indicadores de transporte, chancado y planta concentradora se muestran en las Figuras 28, 29 y 30, respectivamente.

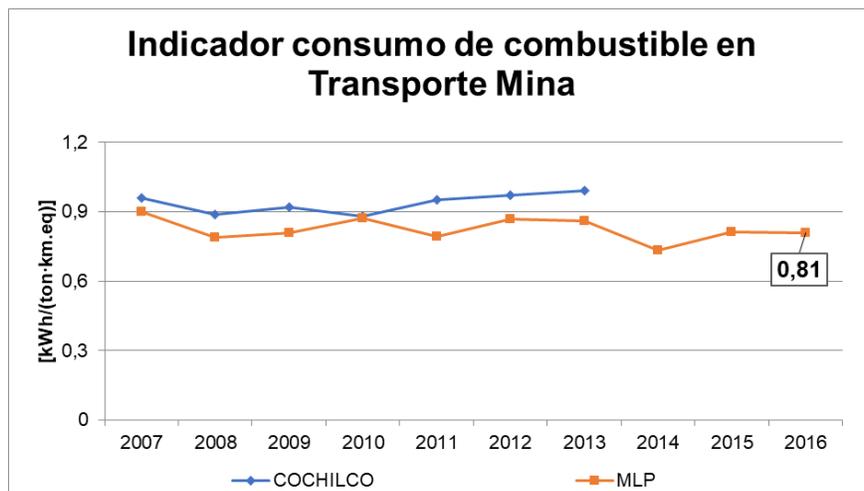


Figura 28: Indicador de consumo energético de transporte mina de MLP.

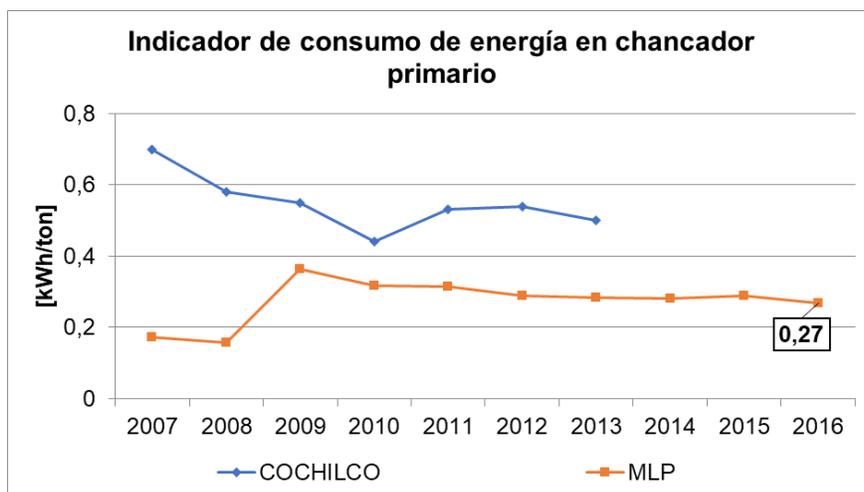


Figura 29: Indicador de consumo energético de chancador primario de MLP.

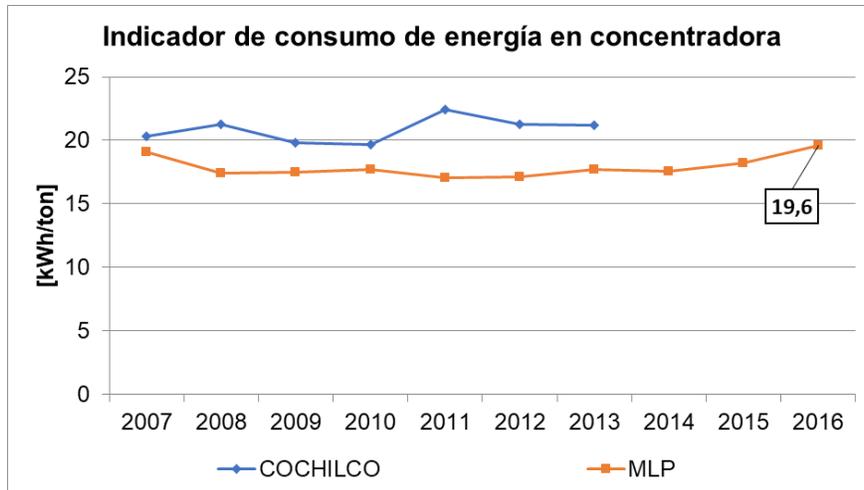


Figura 30: Indicador de consumo energético de planta concentradora de MLP.

Minera Centinela

Los indicadores de consumo energético de transporte mina, chancado y planta concentradora de Minera Centinela Sulfuros se muestran en las Figuras 31, 32 y 33, respectivamente.

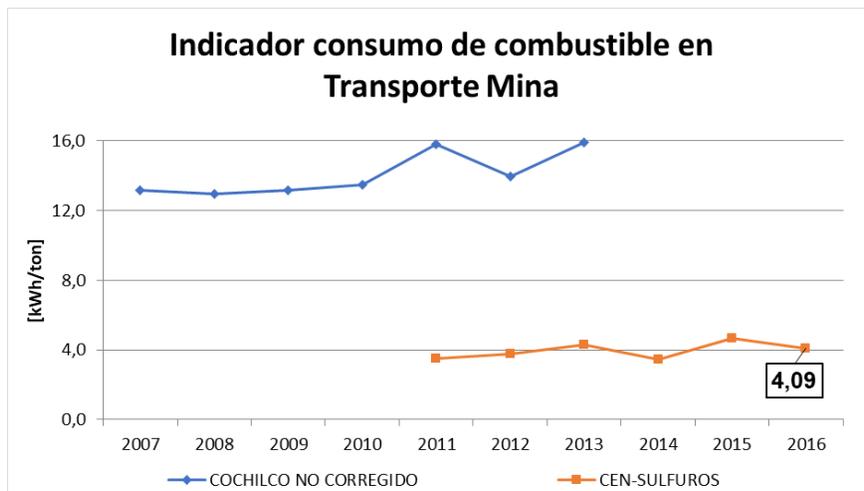


Figura 31: Indicador de consumo energético de transporte mina de CEN Sulfuros.

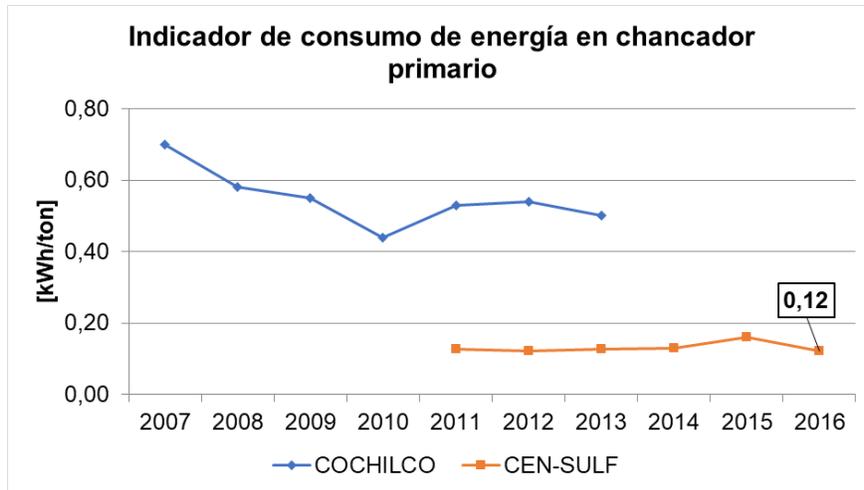


Figura 32: Indicador de consumo energético de chancador primario de CEN Sulfuros.

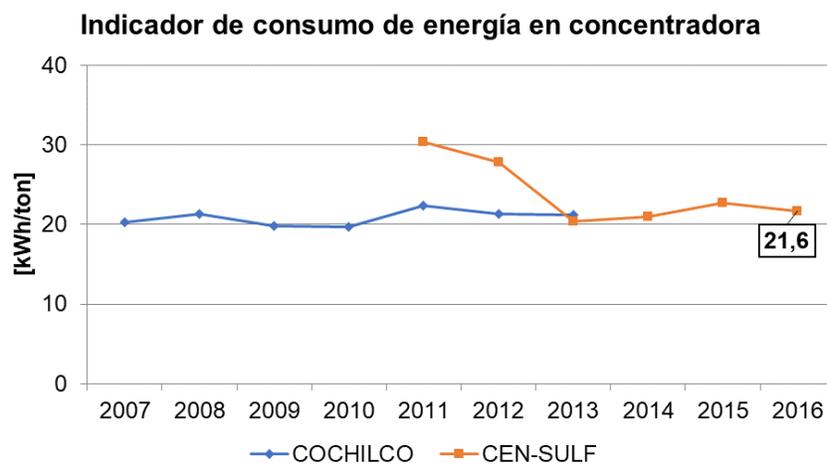


Figura 33: Indicador de consumo energético de planta concentradora de CEN Sulfuros.

Minera Centinela Óxidos tiene los indicadores de consumo energético de transporte mina, chancado y planta SX-EW que se muestran en las Figuras 34, 35 y 36, respectivamente.

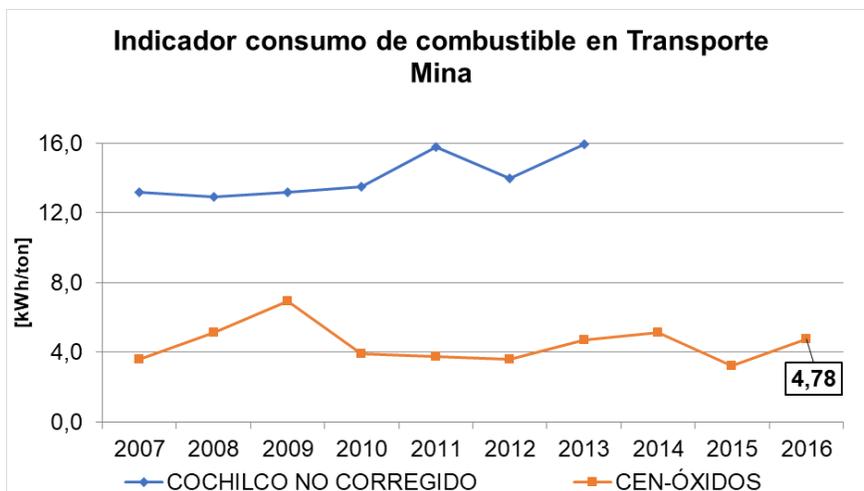


Figura 34: Indicador de consumo energético de transporte mina de CEN Óxidos.

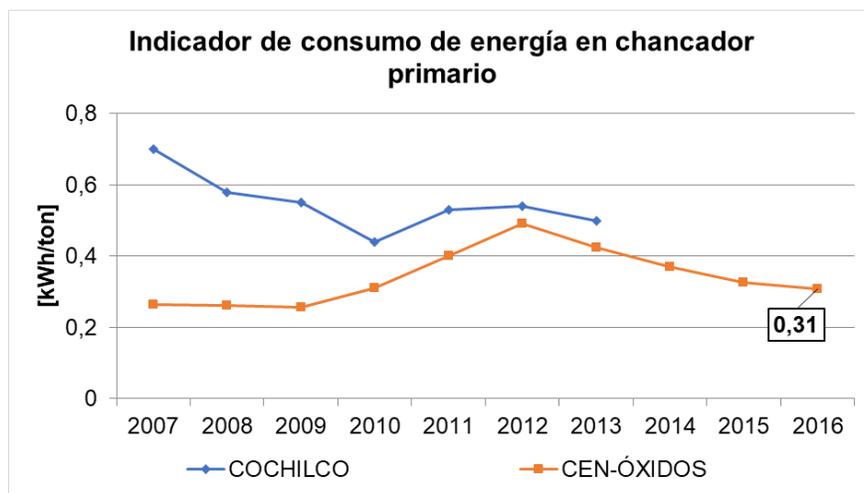


Figura 35: Indicador de consumo energético de planta concentradora de CEN Óxidos.

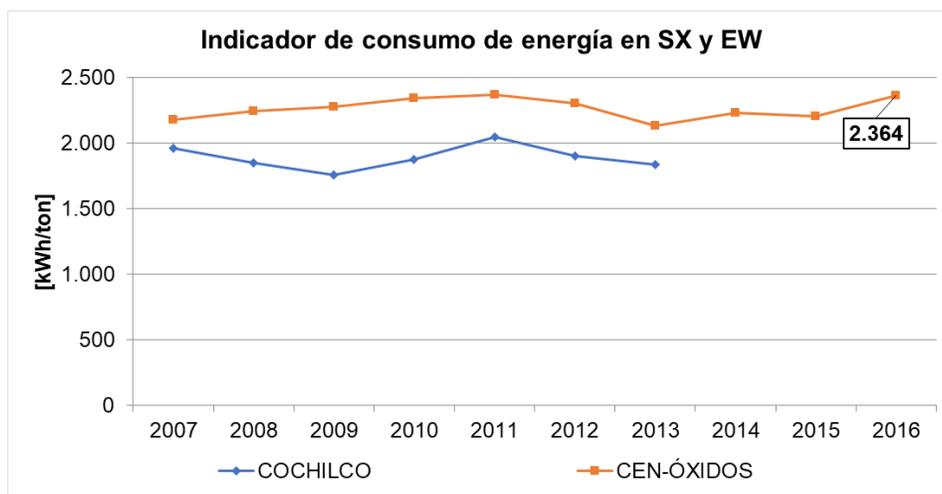


Figura 36: Indicador de consumo energético de planta SX-EW de CEN Óxidos.

Minera Zaldívar

Los indicadores de consumo energético de transporte mina, chancado y planta SX-EW de Minera Zaldívar se muestran en las Figuras 37, 38 y 39, respectivamente.

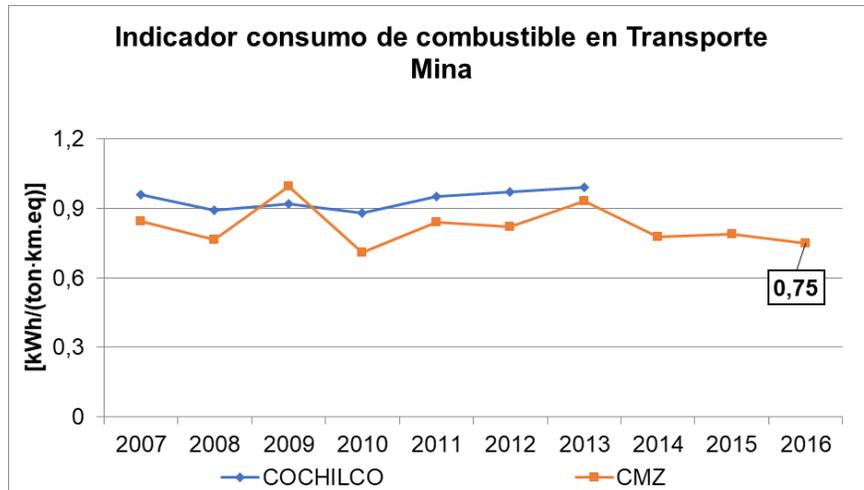


Figura 37: Indicador de consumo energético de transporte mina en CMZ.

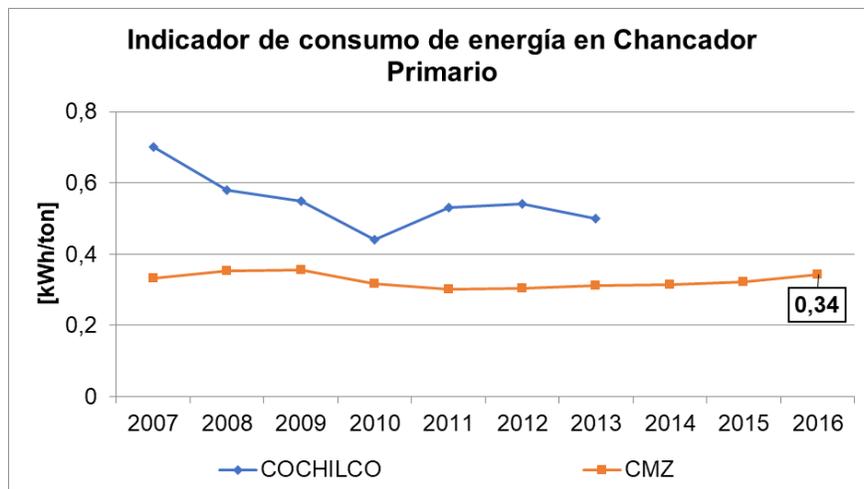


Figura 38: Indicador de consumo energético de chancador primario de CMZ.

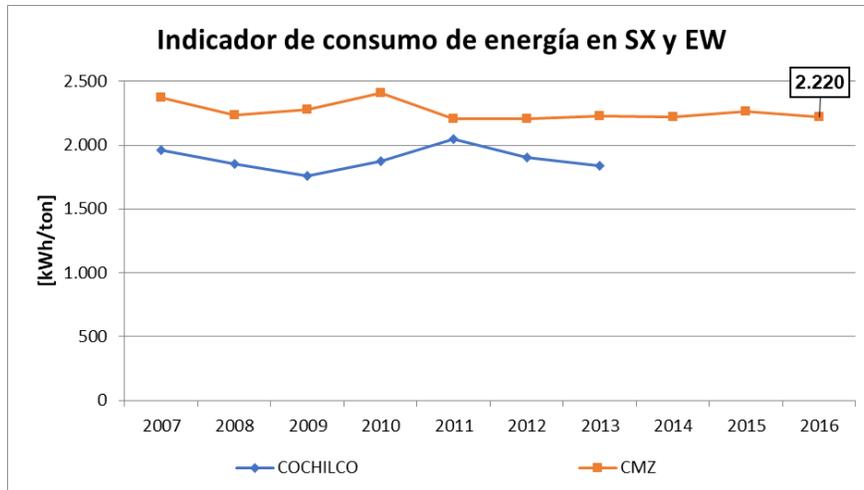


Figura 39: Indicador de consumo energético de planta SX-EW de CMZ.

Minera Antucoya

Minera Antucoya presenta sus indicadores de transporte, chancado y planta SX-EW en las Figuras 40, 41 y 42, respectivamente.



Figura 40: Indicador de consumo energético de transporte mina en ANT.

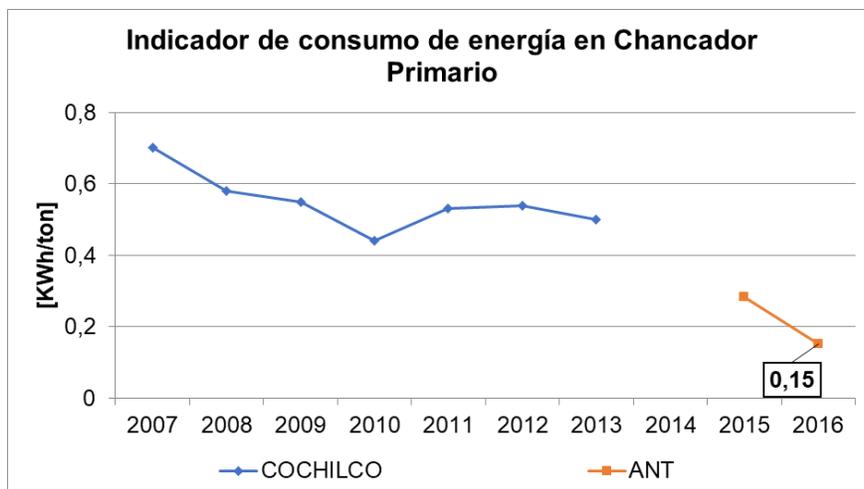


Figura 41: Indicador de consumo energético de chancador primario en ANT.

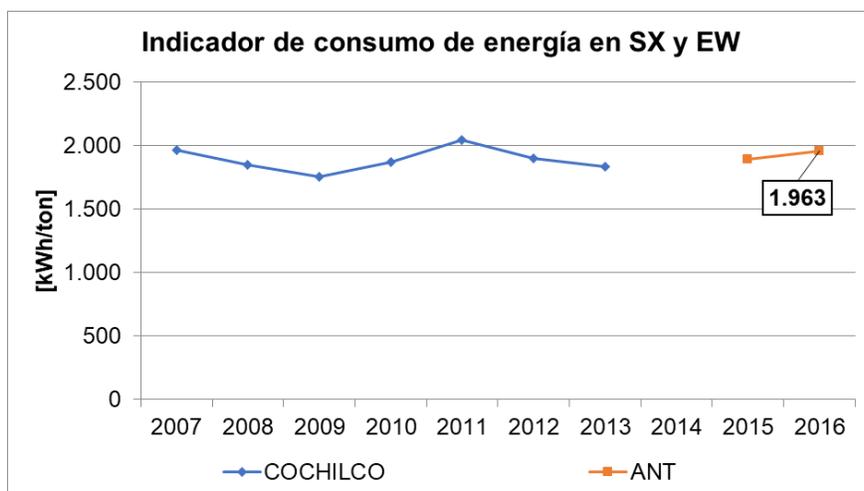


Figura 42: Indicador de consumo energético de planta SX-EW en ANT.

2.4 Plan de Eficiencia Energética

El Plan de Eficiencia Energética de Antofagasta Minerals tiene por objetivo:

- Implementar un SGE que permita sistematizar la identificación e implementación de Oportunidades de Eficiencia Energética, como medio para incrementar la competitividad y reducción de costos en las operaciones mineras de Antofagasta Minerals.
- Definir los indicadores de desempeño energético (IDE) y sus metas en las áreas operacionales, además finalizar el diseño unificado de la reportabilidad de energía.
- Lanzar campaña comunicacional interna para difundir el plan de implementación de SGE, su alcance y límites.
- Efectuar capacitaciones internas de eficiencia energética.
- Difundir la directriz de Eficiencia Energética de AMSA, junto con el sistema de captación, evaluación y priorización de iniciativas de innovación.
- Gestión para obtener ofertas del mercado y modelos de negocio para implementación de Oportunidades de Eficiencia Energética.

- g) Generación y medición de ahorros de manera continua.
- h) Implementar modelos para medir y verificar ahorros en el tiempo.

A continuación, se mencionan las medidas de gestión a implementar en el corto plazo, junto con las iniciativas a implementar en el corto, mediano y largo plazo. Se debe destacar que las condiciones de mercado pueden influir en la modificación de las iniciativas y sus plazos de ejecución.

2.4.1. Plan de Trabajo de Corto Plazo

El plan de trabajo de corto plazo considera las medidas de gestión y las iniciativas que se implementarán el año 2018.

Antofagasta Minerals planea implementar en el corto plazo las siguientes medidas de gestión energética:

- a) Poner en marcha un Sistema de Gestión de Energía en el año 2018.
- b) Efectuar capacitaciones específicas del SGE a personal con perfil estratégico o a nivel gerencial.
- c) Realizar capacitaciones de Eficiencia Energética para personal con perfil técnico-operacional.

En la Tabla 5 se muestran las iniciativas de las compañías de Antofagasta Minerals que se implementarán el año 2018

Tabla 5: Oportunidades de Eficiencia Energética de corto plazo en Antofagasta Minerals.

División o Proceso	Proyecto o Iniciativa	Descripción	Estado	Ahorro Energético [MWh/año m ³ diésel/año]
CEN / Óxidos	Optimización planta termosolar	Optimizar la capacidad actual de la planta termosolar, la que se encuentra actualmente generando cerca del 44% de su diseño original.	Operación H1, 2018	0 1.100
CEN / Sulfuros	Sistema Control Experto Relave	Tiene como objetivo alcanzar hasta un 67% de sólidos de descarga en relaves lo que significa mayor recuperación de agua y menor bombeo del SIAM.	En proceso de implementación	- (*)

(*) Ahorro energético no dimensionado.

2.4.2. Plan de Trabajo de Mediano Plazo

Las iniciativas que se implementarán entre el 2019 y 2020 se consideran dentro del plan de trabajo de mediano plazo. Las iniciativas que se implementarán en este periodo se encuentran en la Tabla 6.

Tabla 6: Oportunidades de Eficiencia Energética de mediano plazo en Antofagasta Minerals.

División o Proceso	Proyecto o Iniciativa	Descripción	Estado	Ahorro Energético [MWh/año m ³ diésel/año]
MLP	Regular caudal mediante VDF en bombas	Consiste en regular el caudal impulsado por sistemas de bombeo de agua y así lograr bombear los caudales requeridos optimizando la operación de estos sistemas.	Estudio conceptual.	6.000 0
CEN	Regular caudal mediante VDF en bombas	Consiste en regular el caudal impulsado por sistemas de bombeo de agua y así lograr bombear los caudales requeridos optimizando la operación de estos sistemas.	Estudio conceptual.	2.170 0
CEN / Óxidos y Sulfuros	Economizador de combustible.	Estudio para determinar ventajas y desventajas de utilizar aditivos al combustible con el objetivo de mejoras en rendimiento.	Estudio Conceptual	Se espera ahorrar 2% de diésel.
ANT	Utilización de GNL en Calderas	Utilización de GNL en reemplazo de diésel en las calderas de Antucoya	En licitación	0 4.200
<CMZ	Utilización de GNL en Calderas	Utilización de GNL en reemplazo de diésel en las calderas de Zaldívar	En licitación	0 3.200
CEN / Óxidos	Utilización de GNL en Calderas	Utilización de GNL en reemplazo de diésel en las calderas de Centinela óxidos.	En licitación	0 5.000

2.4.3. Plan de Largo Plazo

El plan de largo plazo corresponde a todas las iniciativas que se pretenden implementar desde el año 2021 en adelante. Las iniciativas de largo plazo a implementar en: Minera Los Pelambres, Minera Centinela, Minera Zaldívar y Minera Antucoya, se muestran en las Tablas 7, 8, 9 y 10, respectivamente.

Tabla 7: Oportunidades de Eficiencia Energética de largo plazo en Minera Los Pelambres.

División o Proceso	Proyecto o Iniciativa	Descripción	Estado	Ahorro Energético [MWh/año m ³ diésel/año]
Mina	Reemplazo diésel por GNL en CAEX	Esta iniciativa busca el ahorro económico y reducción de emisiones de GEI vía el reemplazo de 50% de diésel como combustible en los camiones CAEX por GNL.	Evaluación de Factibilidad	0 7.719
Mina	Implementación sistema Start-Stop en CAEX	La iniciativa plantea incorporar un sistema que apaga el motor cuando el vehículo se detiene, evitando los periodos excesivos de ralentí.	Evaluación de Factibilidad	0 2.762
Mina	Aumento de factor de carga en CAEX mediante kit en palas.	La iniciativa plantea reducir el costo unitario por tonelada cargada, incorporando un sistema de pesaje en las palas eléctricas que permita utilizar toda la capacidad útil de los CAEX.	En Ejecución	0 863
Campamentos	Termos solares.	Instalación de termos solares. Reemplazo parcial de los termos eléctricos de los campamentos.	Estudio Conceptual	-
Puerto	Mejorar hermeticidad stockpile.	Mejorar la hermeticidad stockpile permite reducir los consumos eléctricos asociados a colectores de polvo.	Estudio Conceptual	-
Planta y Tranques	Potencia uso de tubería de 28" relaveducto.	Potencia! uso de la tubería STR28" permitiría incrementar el porcentaje de sólidos dentro del caudal. Esto con la finalidad de reducir la necesidad de recirculación de agua desde el tranque El Mauro.	Estudio Conceptual	-
Mina	Servicio de construcción y	Mejorar el diseño de caminos para disminuir el consumo de combustible en CAEX.	En Ejecución	-

División o Proceso	Proyecto o Iniciativa	Descripción	Estado	Ahorro Energético [MWh/año m ³ diésel/año]
	mantención de caminos.			
Mina	Luminaria de alta eficiencia.	Modificar el funcionamiento de las luminarias en sector mina por unas de alta eficiencia.	Estudio Conceptual	-
Mina	Autogeneración energía en CAEX.	Estudio destinado a evaluación de prefactibilidad de proyecto de recuperación y acumulación de la energía de camiones en ultra capacitores.	Estudio Conceptual	-

Tabla 8: Oportunidades de Eficiencia Energética de largo plazo en Minera Centinela.

División o Proceso	Proyecto o Iniciativa	Descripción	Estado	Ahorro Energético [MWh/año m ³ diésel/año]
Mina	Reemplazo diésel por GNL en CAEX	Esta iniciativa busca el ahorro económico y reducción de emisiones de GEI vía el reemplazo de 50% de diésel como combustible en los camiones CAEX por GNL.	Estudio Conceptual	0 4.473
Mina	Implementación sistema Start-Stop en CAEX	La iniciativa plantea incorporar un sistema que apaga el motor cuando el vehículo se detiene, evitando los periodos excesivos de ralentí.	Estudio Conceptual	0 536
Mina	Optimización de factor de carga en CAEX por pesómetros en palas eléctricas	Esta oportunidad busca optimizar el factor de carga de los CAEX, al implementar un sistema de pesaje en las palas.	Estudio Conceptual	0 480
Óxidos	Regular caudal mediante VDF en bombas	Consiste en regular el caudal impulsado por sistemas de bombeo de agua y así lograr bombear los caudales requeridos optimizando la operación de estos sistemas.	Estudio Conceptual	2.170 0
Sulfuros	Recambio de revestimiento SAG.	Rediseño de revestimientos Molino SAG, modificando el revestimiento acero CR a un mixto Acero-Goma con la finalidad de reducir peso del molino y las potencias de operación.	Estudio de Prefactibilidad.	-
Mina	Mejoramiento en carpeta rodado.	Estudio para el rediseño de los caminos mina y mejoramiento de carpetas de rodado para mejorar rendimiento de combustible en CAEX.	Estudio Conceptual	-

División o Proceso	Proyecto o Iniciativa	Descripción	Estado	Ahorro Energético [MWh/año m ³ diésel/año]
Planta. Sulfuros	Cubrir piscinas de agua de mar, espesadores de pasta, espesadores de concentrado en tranque.	Evitar pérdidas por evaporación. Se estima el volumen perdido por evaporación equivalente a la capacidad total de una piscina anual.	Estudio Conceptual	-
Planta. Sulfuros	Software de Eficiencia Energética.	Incorporar un software de EE a nivel piloto y en base a los resultados evaluar potencial aplicación a nivel de Centinela.	Estudio Conceptual	-
Planta. Sulfuros	Utilización de residuos de madera como combustible.	Utilización de residuos de madera provenientes de la etapa de construcción como combustible para calderas.	Estudio Conceptual	-
Planta. Óxidos	Optimización proceso de combustión de calderas.	Estudio destinado a optimizar la combustión de las calderas mediante cambio de quemadores y/o manejo de relación aire - combustible.	Estudio Conceptual.	-
Planta. Óxidos	Balance térmico.	Desarrollar análisis de pérdidas de calor en el proceso hidrometalúrgico.	Estudio Conceptual	-
Planta. Óxidos	Estudios de factibilidad técnico-económica de utilización de ánodos titanio - Indio.	Utilización de ánodos de titanio indio para mejorar eficiencia del proceso reduciendo el voltaje debido a una menor resistencia de este tipo de ánodos respecto a los de plomo utilizados actualmente.	Estudio Conceptual	-

Tabla 9: Oportunidades de Eficiencia Energética de largo plazo en Minera Zaldívar.

División o Proceso	Proyecto o Iniciativa	Descripción	Estado	Ahorro Energético [MWh/año m ³ diésel/año]
Mina	Reemplazo diésel por GNL en CAEX	Esta iniciativa busca el ahorro económico y reducción de emisiones de GEI vía el reemplazo de 50% de diésel como combustible en los camiones CAEX por GNL.	Estudio Conceptual	0 1.400
Mina	Implementación sistema Start-Stop en CAEX	La iniciativa plantea incorporar un sistema que apaga el motor cuando el vehículo se detiene, evitando los periodos excesivos de ralentí.	Estudio Conceptual	0 850
Mina	Optimización de factor de carga en CAEX por pesómetros en palas eléctricas	Esta oportunidad busca optimizar el factor de carga de los CAEX, al implementar un sistema de pesaje en las palas.	Estudio Conceptual	0 1.200
Mina	Implementación de ionizador de combustible en camiones de extracción.	Dispositivo que produce una combustión casi completa, al ionizar las moléculas del combustible por medio de la fricción entre éste y la aleación metálica del dispositivo.	Estudio Conceptual	0 800

Tabla 10: Oportunidades de Eficiencia Energética de largo plazo en Minera Antucoya.

División o Proceso	Proyecto o Iniciativa	Descripción	Estado	Ahorro Energético [MWh/año m ³ diésel/año]
Mina	Reemplazo diésel por GNL en CAEX	Esta iniciativa busca el ahorro económico y reducción de emisiones de GEI vía el reemplazo de 50% de diésel como combustible en los camiones CAEX por GNL.	Estudio Conceptual	0 1.780
Mina	Implementación sistema Start-Stop en CAEX	La iniciativa plantea incorporar un sistema que apaga el motor cuando el vehículo se detiene, evitando los periodos excesivos de ralentí.	Estudio Conceptual	0 580
Mina	Optimización de factor de carga en CAEX por pesómetros en palas eléctricas	Esta oportunidad busca optimizar el factor de carga de los CAEX, al implementar un sistema de pesaje en las palas.	Estudio Conceptual	0 240
Planta	Regular caudal mediante VDF en bombas	Consiste en regular el caudal impulsado por sistemas de bombeo regulando la velocidad de las bombas, de esta manera se optimiza el sistema al evitar recirculaciones del fluido a piscinas y reemplazando la regulación mediante manipulación de válvulas en la descarga de éstos.	Estudio Conceptual	3.300 0

3 Proyectos Implementados

En este capítulo se muestran los proyectos implementados entre el 2014 y el 2017, en las compañías de Antofagasta Minerals.

3.1 Proyectos Implementados: Minera Los Pelambres

Los proyectos implementados en Minera Los Pelambres entre 2014 y 2017 se listan en las Tablas 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 y 19.

Tabla 11: Proyecto de control de demanda máxima en MLP.

Nombre Iniciativa	Control de demanda máxima.
Diagnóstico	Mayor cobro por demanda máxima debido al perfil de consumo.
Solución	Optimización de los procesos de mantenimiento y uso de equipos de manera de disminuir el cobro por demanda máxima.
Resultados	Los resultados de ahorro para los años 2016 y 2017 respecto a presupuesto fueron de 19,76 [MW] y 5 [MW] respectivamente.
Inversión [US\$]	No se realizó inversión, solo gestión. El ahorro considerando O&M fue de 3MMUSD
Año Implementación	H1, 2015

Tabla 12: Proyecto de reducción de potencia en camiones CAEX de MLP.

Nombre Iniciativa	Reducción de potencia en CAEX.
Diagnóstico	Potencia de los camiones CAEX seteado en un valor sobre el requerido, traduciéndose en mayor consumo de combustible.
Solución	Disminución de un 4% en la potencia de los camiones CAEX.
Resultados	Se disminuyó en 100 [HP] la potencia de operación de los CAEX. Se registró una disminución del consumo de combustible, pero no se pudo hacer un análisis certero del nivel de ahorro que esta iniciativa generó, debido a las condiciones cambiantes de operación.
Inversión [US\$]	0
Año Implementación	H2, 2015

Tabla 13: Proyecto de gestión MOE y optimización SAG en MLP.

Nombre Iniciativa	Gestión MOE y optimización SAG.
Diagnóstico	No se consideran algunas variables en la operación de los molinos SAG, aumentando el consumo específico de combustible.
Solución	Implementación de un sistema de control avanzado que utilice variables como: la potencia, el porcentaje de llenado y la carga de bolas en molinos SAG, con el objetivo de minimizar el consumo específico de combustible.
Resultados	Se logró un ahorro promedio de 0,24 [kWh/TMS]
Inversión [US\$]	Personal propio y colaborador de la planta.
Año Implementación	H1, 2016

Tabla 14: Proyecto Minecare en MLP.

Nombre Iniciativa	Minecare - Mejora de la Gestión de flota CAEX en base a monitoreo en línea.
Diagnóstico	No existe monitoreo en línea de los factores de operación de las flotas.
Solución	Monitoreo y gestión en línea de las velocidades promedio, sobrecargas, recorridos, distancias requeridas, etc.
Resultados	Sin resultados concluyentes respecto al ahorro energético.
Inversión [US\$]	-
Año Implementación	2017

Tabla 15: Proyecto Mine to Mill en MLP.

Nombre Iniciativa	Mine to Mill, Reducción de la malla de tronadura.
Diagnóstico	No existen estudios sobre la técnica de tronadura y la granulometría del material.
Solución	Reducción de la malla de tronadura. Ahorros por concepto de factor de carga CAEX y disminución de consumo específico de energía en SAG.
Resultados	Se logró aumentar la producción de molienda, pero no se logró medir de forma concluyente el ahorro energético.
Inversión [US\$]	-
Año Implementación	2017

Tabla 16: Proyecto mejora manejo de bolas en molinos de bolas en MLP.

Nombre Iniciativa	Mejora manejo de bolas en molinos de bolas.
Diagnóstico	Identificar la carga de bolas de los molinos que permita optimizar la cantidad de mineral tratado.
Solución	Cuantificación de la carga de bolas dentro de los molinos de bolas con el objetivo de mantener una carga óptima que permita elevar la cantidad de mineral tratado.
Resultados	Sin resultados concluyentes respecto al ahorro energético.
Inversión [US\$]	-
Año Implementación	2017

Tabla 17: Proyecto software de eficiencia energética en MLP.

Nombre Iniciativa	Software de Eficiencia Energética.
Diagnóstico	Posibilidad de utilizar un software que facilite la gestión de eficiencia energética (EE).
Solución	Incorporar un software de gestión en EE a nivel piloto y en base a resultados evaluar potencial a aplicación a nivel global MLP.
Resultados	Permite visualizar la operación y su gestión energética en línea para buscar oportunidades de mejora.
Inversión [US\$]	-
Año Implementación	2017

Tabla 18: Proyecto de optimización de correas transportadoras en MLP.

Nombre Iniciativa	Optimización de correas transportadoras.
Diagnóstico	Posible optimización del consumo energético de las correas transportadoras.
Solución	Optimizar el consumo energético de las correas transportadoras en autogeneración de energía eléctrica.
Resultados	Se logró aumentar rendimiento de correa y el aporte en autogeneración de 1 [MWh] respecto al año anterior en noviembre de 2017.
Inversión [US\$]	-
Año Implementación	2017

Tabla 19: Proyecto intercambiador de calor sala eléctrica-planta en MLP.

Nombre Iniciativa	Intercambiador de calor sala eléctrica-planta.
Diagnóstico	Estudiar la instalación de un intercambiador de calor que ocupa agua de procesos para enfriar la sala eléctrica.
Solución	Estudio del intercambiador de calor que ocupa agua de procesos para enfriar la sala eléctrica.
Resultados	En proceso de mejoras.
Inversión [US\$]	-
Año Implementación	2017

3.2 Proyectos Implementados: Minera Centinela

Los proyectos implementados de Minera Centinela se muestran en las Tablas 20, 21, 22, 23 y 24.

Tabla 20: Proyecto de optimización del SIAM e instalación bancos capacitivos en CEN.

Nombre Iniciativa	Optimización SIAM e instalación bancos capacitivos.
Diagnóstico	Posibilidad de mejorar el factor de potencia de las bombas de las estaciones de bombeo SIAM.
Solución	Instalación bancos capacitivos en estaciones de bombeo SIAM para mejorar el factor de potencia de bombas de impulsión de agua de mar.
Resultados	Ahorros energéticos no concluyentes por otras mejoras implementadas.
Inversión [US\$]	100.000
Año Implementación	H1, 2016

Tabla 21: Proyecto optimización factor de carga en camiones CAEX en CEN.

Nombre Iniciativa	Optimización factor de carga en camiones CAEX
Diagnóstico	Se pueden disminuir los tiempos de subutilización de los camiones CAEX.
Solución	Esta iniciativa busca optimizar el factor de llenado de los camiones CAEX minimizando los tiempos de subutilización encontrados para el año base 2014 (16%).
Resultados	Se logró aumentar en 9 [ton] el promedio de carga de los CAEX
Inversión [US\$]	Personal colaborador de la mina, costo operativo.
Año Implementación	H1, 2016

Tabla 22: Sistema Control Experto en CEN.

Nombre Iniciativa	Sistema Control Experto.
Diagnóstico	Proceso de respuesta reactiva en molienda.
Solución	Control Experto Brainwave-molienda, busca optimizar el proceso pasando de un control reactivo a uno predictivo disminuyendo la variabilidad de la operación.
Resultados	Se han conseguido mejoras operacionales, pero sin medición clara desde el punto de vista energético, por otras mejoras hechas al mismo tiempo.
Inversión [US\$]	-
Año Implementación	2017

Tabla 23: Proyecto chancado secundario y terciario en CEN.

Nombre Iniciativa	Proyecto Chancado Secundario y Terciario.
Diagnóstico	Posible reducción del consumo específico de energía (CEE) en proceso de chancado.
Solución	Construcción de una planta de chancado secundario-terciario de 20 [Ktpd] de capacidad para reducir CEE de planta concentradora.
Resultados	Sin medición de datos energéticos.
Inversión [US\$]	-
Año Implementación	2017

Tabla 24: Proyecto Mine to Mill en CEN.

Nombre Iniciativa	Mine to Mill.
Diagnóstico	Estudio de alternativas de tronadura de manera de controlar la granulometría del material.
Solución	Estudio de alternativas en proceso de tronadura para lograr porcentajes óptimos de fino (cantidad de material bajo 1"1/4) en mineral. Reduciendo los consumos específicos de energía en molienda, sin afectar la estabilidad física de la mina.
Resultados	Se han logrado mejoras en el rendimiento del molino SAG [ton/hora] mejorando el consumo específico de energía.
Inversión [US\$]	-
Año Implementación	2017