



**División de Información y Economía Ambiental
Ministerio del Medio Ambiente**

MEMORÁNDUM N°115-A/2020

De : Tatiana Garcia Quevedo
Jefa División Información y Economía Ambiental

A : Marcelo Fernández Gómez
Jefe División de Calidad del Aire

Mat. : Envía “Actualización de Costos y Beneficios para el Proyecto Definitivo del Plan de Descontaminación de la ciudad de Calama y su área circundante”

Fecha : 30 de Junio de 2020

Junto con saludarlo, informo a usted que el Departamento de Economía Ambiental hace entrega oficial del documento **“Actualización de Costos y Beneficios para el Plan de Descontaminación de la ciudad de Calama y su área circundante”** correspondiente a la etapa de proyecto definitivo.

Sin otro particular, saluda atentamente a usted,

TATIANA GARCIA QUEVEDO
JEFE DIVISIÓN DE INFORMACIÓN Y ECONOMÍA AMBIENTAL
MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

SBP/HRF/ftr

c.c.: Archivo División Información y Economía Ambiental



DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA AMBIENTAL – MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

**ACTUALIZACIÓN DE COSTOS Y BENEFICIOS PARA EL PROYECTO DEFINITIVO
DEL PLAN DE DESCONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA PARA LA CIUDAD DE
CALAMA Y SU ÁREA CIRCUNDANTE**

Junio de 2020

Presentación

El Ministerio del Medio Ambiente (MMA) es el encargado de coordinar el diseño y establecimiento de Normas de Calidad y de Emisión, así como planes de descontaminación y/o prevención ambiental. De acuerdo a lo establecido en la Ley N°19.300 y en el reglamento para la dictación de Planes de Prevención y de Descontaminación (D.S. N°39/2012 del Ministerio del Medio Ambiente), se requiere de un Análisis de Impacto Económico y Social (AGIES) de las propuestas normativas abordadas en el Anteproyecto de Plan de Prevención y/o Descontaminación que sirva como apoyo a la participación ciudadana (PAC) y a la toma de decisiones del Proyecto Definitivo del Plan de Prevención y/o Descontaminación enfocada principalmente en el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y Cambio Climático (CMSyCC). Esta tarea recae en el Departamento de Economía Ambiental del Ministerio del Medio Ambiente.

El proceso de elaboración de un Plan de Prevención y/o Descontaminación, desde el desarrollo del anteproyecto hasta su aprobación, contempla la elaboración de dos documentos:

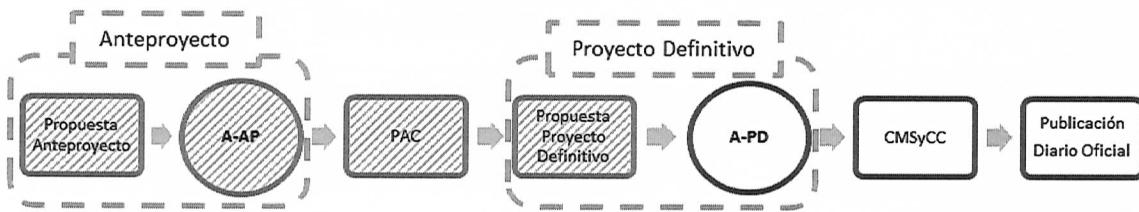
- AGIES del Anteproyecto (A-AP), para apoyar el proceso de participación ciudadana,
- Actualización de costos y beneficios para el Proyecto Definitivo (A-PD), que corresponde a una actualización de los valores del AGIES del Anteproyecto, según los cambios establecidos después del proceso de participación ciudadana, de tal forma de apoyar al CMS en la toma de decisión.

Es importante señalar que estos documentos son un apoyo a la toma de decisión de la autoridad, y sirven para nutrir los procesos de Participación Ciudadana, el Consejo Consultivo y el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático, por lo cual no debe ser considerado como el único o definitivo instrumento de evaluación. Tanto el AGIES del Anteproyecto como la actualización de costos y beneficios para el Proyecto Definitivo corresponden a uno de los múltiples antecedentes para la toma de decisión. Otros antecedentes pueden ser geográficos y demográficos, datos históricos, situación política y la percepción pública respecto a la contaminación.

3253

El presente documento corresponde a la actualización de Costos y Beneficios para el Proyecto Definitivo A-PD (en rojo, Figura 1) del Plan de Descontaminación Atmosférica (PDA) para la ciudad de Calama y su área circundante.

Figura A: Etapa Actual del AGIES



Fuente: Elaboración propia

El proceso de participación ciudadana y otros antecedentes generaron modificaciones al Anteproyecto. Por lo tanto, existen cambios en la evaluación económica, lo que requirió una actualización de los resultados de la evaluación de costos y beneficios para el ahora Proyecto Definitivo.

El análisis evalúa el impacto en la calidad del aire de las medidas propuestas y estima los beneficios valorizables, producto de la reducción de casos de mortalidad y morbilidad en la población. También se estiman los costos asociados a las medidas propuestas.



Resultados

En este documento se presenta la actualización de costos y beneficios para el Proyecto Definitivo del Plan de Descontaminación Atmosférica (PDA) para la ciudad de Calama y su área circundante. Respecto del Anteproyecto, el Proyecto Definitivo del PDA realiza modificaciones que involucran cambios en el AGIES realizado. Los cambios que inciden en la evaluación son los siguientes:

- Se modifica el inventario de emisiones para División Radomiro Tomic (DRT), División Chuquicamata (DCH) y División Ministro Hales (DMH); particularmente la eficiencia base de los caminos CAEX¹ (85%) y peso promedio de la flota de cada División (360, 425 y 432 ton, respectivamente).
- Se modifica el supuesto de término de explotación de DMH el 2028 debido a que su vida útil se extendería hasta el 2034, según información provista por CODELCO (Plan de Desarrollo Minero). Se asume que la producción se mantiene constante desde el año 2025 en adelante.
- Se ajusta la proyección de emisiones de DCH considerando el cumplimiento de la Norma de Fundiciones para MP₁₀ (horno refino) desde 2019 en adelante.
- Se ajusta la proyección de las emisiones de línea base para DCH en sus procesos previos al chancado (perforación, tronadura, polvo CAEX y carga/descarga de material y se agregan transporte de insumos y traslado de personal y ventilación) desde el 2019 en adelante, según la RCA N° 288/2010 del proyecto “Mina Chuquicamata subterránea” (cuadros 2.4.3 y 2.4-2 del Apéndice A de la Declaración de Impacto Ambiental).
- Se modifican las emisiones máximas permitidas para DRT, DCH y DMH en el marco del PDA evaluado.
- Disminuyó a 2 años la gradualidad de la medida de implementación de la barrera verde entre el Tranque Talabre y Chiu Chiu.
- Aumentó a 5 metros la altura mínima de la barrera cortaviento de las plantas de extracción, procesamiento o manejo de áridos.
- Se definió un plazo máximo de 36 meses para la implementación del programa de limpieza de calles.
- Se agregó que los límites de emisión máxima permitida para DRT, DCH, DMH y Tranque Talabre pueden ser acreditados mediante reducción de emisiones entre fuentes reguladas (compensaciones).

Además, a partir de observaciones surgidas en la participación ciudadana, así como de actualización de antecedentes disponibles para la evaluación, se realizaron modificaciones a la evaluación económica. Las modificaciones se describen a continuación.

- Se evalúa considerando que DRT, DCH, DMH y Tranque Talabre compensan emisiones entre ellos, considerando para esto solo emisiones adicionales a las exigidas por la regulación.

¹ Este cambio implica que no podrán asociarse reducciones a la gestión de caminos mineros para cumplir con los límites de emisión.

3255

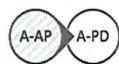
- Se incluyen costos medios para la reducción de emisiones por aumento de eficiencia en los chancadores, según información proporcionada en carta VACS-026/2020 de CODELCO, recibida el 26 de junio de 2020.
- Despues de las reducciones por aumento de eficiencia de chancado, el diferencial de emisiones a abatir para cumplir con los límites de emisión se evalúa considerando costos medios por tonelada reducida asumiendo que se aplicarán supresores de polvo en pilas y humectación del tranque, este último, según el AGIES del Anteproyecto.
- Se incluye el costo de la implementación de la barrera verde entre el Tranque Talabre y Chiu Chiu, según costos indicados por CONAF. La disminución de emisiones asociada a esta medida no fue considerada en el AGIES.
- Se modificó el costo de la barrera cortaviento de las plantas de áridos.
- Se modificó el plazo de la implementación del programa de limpieza de calles.

Los resultados del AGIES indican que:

- Las medidas de reducción de emisiones propuestas en el Proyecto Definitivo permitirían salir de la latencia de la norma de MP₁₀ anual al año 2025, con importantes aportes de la División Ministro Hales y Tranque Talabre (Figura C). Adicionalmente, implican una disminución en la concentración de MP_{2,5}.
- La reducción de emisiones de MP₁₀ y su consecuente reducción de emisiones de MP_{2,5} generarán los siguientes beneficios: reducción de los casos de mortalidad; reducción de efectos en la salud humana con la consecuente disminución de costos en salud (Tabla D). Adicionalmente, existen otros beneficios no cuantificados en este análisis como reducción de emisiones de contaminantes climáticos de corta vida, mejora en la visibilidad, disminución de efectos negativos en ecosistemas, entre otros.
- Los beneficios valorizados se estiman en US\$ 10,5 millones en valor presente², dados por disminución en mortalidad, admisiones hospitalarias, visitas a salas de emergencia y días perdidos de productividad perdidos
- Los costos valorizados se estiman en US\$ 36,2 millones en valor presente (Tabla E).
- La implementación de este PDA tiene una razón beneficio-costo de 0,3 (Tabla E).

Es importante destacar que la norma primaria de calidad ambiental para MP₁₀ fue diseñada para asegurar un mínimo estándar de salud, tanto para pequeños poblados como grandes ciudades a lo largo de Chile. Sin embargo, la metodología de estimación de beneficios no diferencia zonas de alta y baja densidad poblacional. Esto presupone una desventaja en los territorios vulnerables, caracterizados por una baja densidad poblacional pero con una alta densidad industrial. Tampoco se cuantifican beneficios asociados a una menor exposición a contaminantes por parte de la población flotante que realiza labores en la industria minera. Por lo tanto, si bien la razón beneficio costo es menor a uno, con el PDA de Calama se

² Supuestos generales: i) valor de la vida estadística=10.850 UF al año 2002 (Iragüen y Ortúzar, 2004), proyectado según poder de paridad de compra y crecimiento de la población al 2018 en 16.765, ii) tasa de descuento de 6%, iii) horizonte de evaluación de 10 años desde la entrada en vigencia del plan, asumida a partir de 2021, iv) tipo cambio dólar de 692,3 CLP y UF de 27.719,6 CLP; valores al 15 de mayo de 2019.



incita el cumplimiento de las normas vigentes del Estado de Chile al aplicar instrumentos que disminuyen la contaminación y promuevan la equidad entre sus habitantes.



Figuras y tablas

Tabla A: Resumen de medidas evaluadas.

Nombre medida	Descripción Proyecto Definitivo			Supuestos evaluación																				
		Emissions máximas permitidas de MP₁₀ (ton/año) <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>División o fuente minera</th><th>Desde entrada en vigencia</th><th>Desde el 4º año</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ministro Hales</td><td>3.765</td><td>3.126</td><td></td></tr> <tr> <td>Chuquicamata</td><td>12.123</td><td>12.088,0</td><td></td></tr> <tr> <td>Radomiro Tomic</td><td>11.297</td><td>9.376,5</td><td></td></tr> <tr> <td>Tranque Talabre</td><td>3.377</td><td>2.803</td><td></td></tr> </tbody> </table>			División o fuente minera	Desde entrada en vigencia	Desde el 4º año		Ministro Hales	3.765	3.126		Chuquicamata	12.123	12.088,0		Radomiro Tomic	11.297	9.376,5		Tranque Talabre	3.377	2.803	
División o fuente minera	Desde entrada en vigencia	Desde el 4º año																						
Ministro Hales	3.765	3.126																						
Chuquicamata	12.123	12.088,0																						
Radomiro Tomic	11.297	9.376,5																						
Tranque Talabre	3.377	2.803																						
Límite de Emisión				<p>Los límites de emisión máxima permitida para DRT, DCH, DMH y Tranque Talabre pueden ser acreditados mediante reducción de emisiones entre fuentes reguladas (artículo 65). Por lo tanto, estas fuentes pueden compensar emisiones entre ellas para cumplir con los límites de emisión. La línea base proyectada, a diferencia del AGIES de Anteproyecto, considera:</p> <ul style="list-style-type: none"> Para DRT, DCH y DMH se modifica la eficiencia base de los caminos CAEX y el peso promedio de la flota de cada División. El movimiento de material desde el rajo de DMH se mantiene constante en 136.437 kton desde el año 2025 en adelante. Para DCH se considera el cumplimiento de la Norma de Fundiciones para MP₁₀ (horno refino) desde 2019 en adelante. Para DCH se considera el cumplimiento de las emisiones de MP₁₀ de la RCA N° 288/2010 del proyecto “Mina Chuquicamata subterránea”. <p>Se utilizan costos medios de aplicar supresores de polvo en pilas y de humectar el tranque, este último, según el AGIES del Anteproyecto. Estos ascienden a 1.531 y 619 USD/tomMP₁₀, respectivamente. La eficiencia de reducción es de 87,5% y 66,7%, respectivamente.</p>																				
Eficiencia procesos	<p>Límites de eficiencia de captura de emisiones para procesos:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Proceso</th><th>Existentes</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Chancadores Primarios Óxidos/Sulfuros</td><td>50%</td></tr> <tr> <td>Chancadores Secundarios Óxidos/Sulfuros</td><td>80%</td></tr> <tr> <td>Chancadores Terciarios Óxidos/Sulfuros</td><td>80%</td></tr> <tr> <td>Hornero Grueso Óxidos/Sulfuros</td><td>90%</td></tr> <tr> <td>Hornero Fino Óxidos/Sulfuros</td><td>98%</td></tr> </tbody> </table>				Proceso	Existentes	Chancadores Primarios Óxidos/Sulfuros	50%	Chancadores Secundarios Óxidos/Sulfuros	80%	Chancadores Terciarios Óxidos/Sulfuros	80%	Hornero Grueso Óxidos/Sulfuros	90%	Hornero Fino Óxidos/Sulfuros	98%								
Proceso	Existentes																							
Chancadores Primarios Óxidos/Sulfuros	50%																							
Chancadores Secundarios Óxidos/Sulfuros	80%																							
Chancadores Terciarios Óxidos/Sulfuros	80%																							
Hornero Grueso Óxidos/Sulfuros	90%																							
Hornero Fino Óxidos/Sulfuros	98%																							



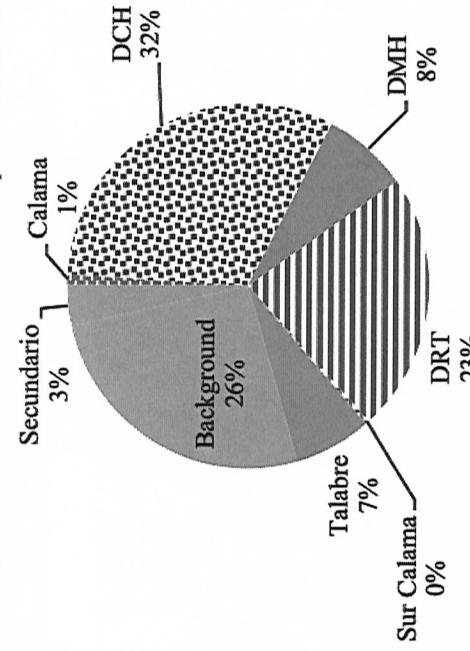
	Transferencia correas /Transporte mineral seco	cubiertas	561 millones en 10 años para cumplir con los límites de eficiencia del Anteproyecto. Para la evaluación se consideró la reducción de emisiones de los chancadores del Anteproyecto, equivalente a 7.729 toneladas de MP ¹⁰ en 10 años. Con esto, se estima que el costo medio asciende a 72.586 USD/tomMP ₁₀ .						
Límite de emisión calderas	Se fijan límites de emisión para MP, SO ₂ y NO _x para calderas con potencia mayor a 1MW.		Se mantienen los supuestos de evaluación del AGIES de Anteproyecto.						
Límite de emisión RAM	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Plazos</th> <th>Emissions de MP (ton/año)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Desde entrada en vigencia</td> <td>3,42</td> </tr> <tr> <td>Desde el 4º año</td> <td>2,84</td> </tr> </tbody> </table>	Plazos	Emissions de MP (ton/año)	Desde entrada en vigencia	3,42	Desde el 4º año	2,84		Se mantienen los supuestos de evaluación del AGIES de Anteproyecto.
Plazos	Emissions de MP (ton/año)								
Desde entrada en vigencia	3,42								
Desde el 4º año	2,84								
Control emisiones polvo resuspendido Puerto Seco	Implementación de sistemas que eviten la resuspensión de polvo por tráfico de fuentes móviles.		Se mantienen los supuestos de evaluación del AGIES de Anteproyecto.						
Control emisiones polvo resuspendido Plantas de extracción de árido	Implementación de barrera cortaviento en todo el perímetro de la planta de áridos y estabilización de caminos.	Para la barrera cortaviento se aumenta al doble el costo de inversión respecto del utilizado en el AGIES del Anteproyecto. Esto debido a que se aumentó la altura exigida, de 2,5 a 5 m. Para el resto de los supuestos, se mantienen respecto del AGIES de Anteproyecto.							
Control emisiones polvo resuspendido en Calama	Implementación de programa de limpieza de calles e iniciativas de pavimentación	Se mantienen los supuestos de evaluación del AGIES de Anteproyecto.							
Barrera verde	Implementar y mantener una franja de arbolado que se ubique entre el Tranque Talaibre y la localidad de Chiu Chiu. Esta franja deberá estar constituida por áboles y contar con una extensión de 3 kilómetros y un ancho de 10 metros.	Se incluyen costos según información entregada por CONAF para una plantación de tamarugos realizada el 2018. Se considera un costo estimado de \$45.000 por árbol (hoyadura, sistema de riego, plantación, sustrato y riego inicial) y \$1.900 por árbol							

Fuente: Elaboración propia

Tabla B: Inventario de Emisiones para el año base (2016).

Agrupación	Categoría	Emisión (ton/año)			
		MP10	MP2,5	SOx	NOx
Ciudad	Calama	472	116	274	1.015
DRT		11.297	1.557	131	184
DCH		15.503	4.785	85.970	351
DMH		3.765	542	1.940	100
Talabre		3.377	507	0	0
Áridos		171	17	0	0
Total		34.585	7.524	88.315	1.650

Fuente: Elaboración propia en base a *Inventario de Emisiones Atmosféricas: Plan de descontaminación para la Ciudad de Calama y su área circundante*, División de Calidad del Aire y Cambio Climático, MMA.

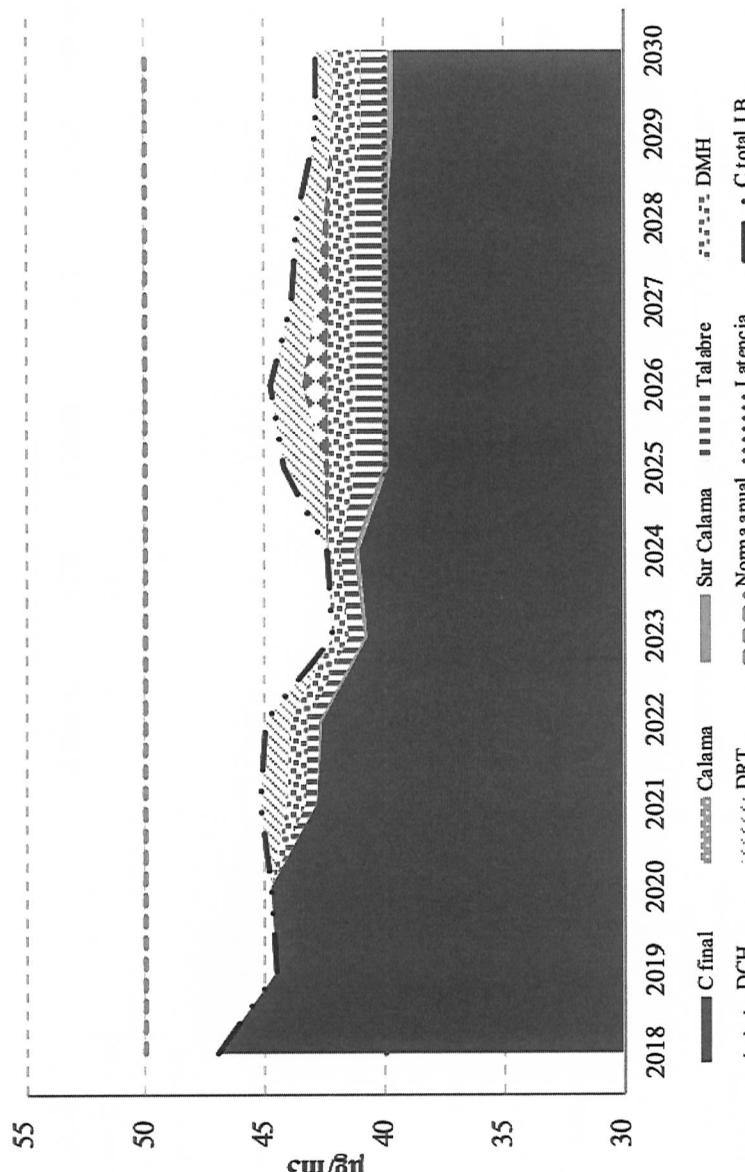
Figura A: Aportes de fuentes a la concentración promedio de MP₁₀ para el año base.

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla B detalla la composición según tipo de contaminante de las emisiones que conforman la línea base para el año 2016. Del total de emisiones de MP₁₀, que ascienden a 34.585 toneladas, el 98% corresponden a la industria minera siendo las divisiones de Chuquicamata (DCH) y Radomiro Tomic (DRT) las con mayor aporte.

Agrupación	Categoría	Emisión (ton/año)			
		MP10	MP2,5	SOx	NOx
Ciudad	Calama	472	116	274	1.015
DRT		11.297	1.557	131	184
DCH		15.503	4.785	85.970	351
DMH		3.765	542	1.940	100
Talabre		3.377	507	0	0
Áridos		171	17	0	0
Total		34.585	7.524	88.315	1.650

Fuente: Elaboración propia en base a *Inventario de Emisiones Atmosféricas: Plan de descontaminación para la Ciudad de Calama y su área circundante*, División de Calidad del Aire y Cambio Climático, MMA.

Figura B: Reducción de concentración anual de MP₁₀ de línea base y con PDA.

La Figura C muestra que la reducción de la concentración anual de MP₁₀ sale del valor de latencia el año 2025, alcanzando una concentración de 39,78 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. El conjunto de medidas con mayor reducción en la comuna corresponde a las aplicadas al sector minero, siendo la División Ministro Hales la que aporta mayor reducción (35%), seguido por las medidas sobre el tranque Talabre (35%). Estas dos fuentes aportan con 2,24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en la mejora de calidad del aire en su métrica anual al año 2030.

También se reduce la concentración de MP_{2,5} anual, dado que también presenta una mejora producto de las medidas aplicadas.

La línea base considera el cumplimiento de la Norma de Fundiciones y el proyecto “Mina Chuquicamata subterránea”.

Tabla C: Concentraciones de línea base y reducciones atribuibles al PDA para MP₁₀, por empresa o sector.

Empresa o sector	Medida	Línea Base 2030, MP ₁₀		Reducción (Δ) 2030, MP ₁₀		% Δ Conc respecto a LB empresa	% Δ Conc respecto a reducción total
		Emissions LB [Ton/año]	Conc. LB [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Δ Emisión [Ton/año]	Δ Conc. [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		
División Ministro Hales (*)	Límite de emisión	4.288,4	4,2	1.162,6	1,1	27,1%	35,2%
División Chuquicamata	Límite de emisión	11.977,5	11,6	52,9	0,1	0,4%	1,6%
División Radomiro Tomic	Límite de emisión	10.062,2	9,8	685,7	0,7	6,8%	20,8%
Tranque Talabre	Límite de emisión	3.949,4	3,8	1.146,5	1,1	29,0%	34,7%
Calama	Pavimentación, limpieza de calles, Puerto Seco	551,6	0,5	110,5	0,1	20,0%	3,3%
Sur Calama	Barrera vientos y caminos en extracción de áridos	171,4	0,2	142,6	0,1	83,2%	4,3%
Secundario (**)	-	-	0,4	-	-	-	-
Background	-	-	12,3	-	-	-	-
Total	31.000,6	42,8	3.300,8	3,2	7,5%	100,0%	

Fuente: Elaboración propia.

La reducción en emisiones o concentraciones al 2030 se representa mediante el símbolo Δ . La reducción porcentual por sector representa la disminución en concentración para cada sector respecto de su concentración base, expresada en forma porcentual. La reducción total corresponde al porcentaje de concentración reducida para cada sector respecto de la concentración total reducida.

Se observa que el mayor aporte a la concentración se genera en la división Ministro Hales, seguida por Tranque Talabre que en conjunto aportan cerca del 60% de las reducciones en concentración generadas por el plan.

Por otro lado, la mayor disminución en concentración respecto de la LB por empresa o sector se produce en "Sur Calama" que logra reducir en más de 83% la concentración respecto de la situación sin Plan.



Tabla D: Casos evitados por el PDA.

Evento	Casos evitados 2030 (Percentil 50)	Intervalo de confianza (IC) al 90%	Casos evitados 2021-2030 (Percentil 50)	Intervalo de confianza (IC) al 90%
Mortalidad	2	[1,3 - 3,2]	20	[11,8 - 27,9]
Admisiones hospitalarias	7	[3 - 11,8]	65	[25,6 - 102,6]
Visitas Salas de Emergencia	51	[29,3 - 73,3]	518	[295 - 741,4]
Productividad perdida (días)	4.548	[4.186 - 4.929]	45.951	[42.304 - 49.798]

Fuente: Elaboración propia.

Tabla E: Indicadores económicos por sector y totales.

Sector	VP Beneficios	Millones de dólares		B/C
		VP Costos Variables	VP Inversión	
Calama	0,2	1,0	1,7	0,1
División Chuquicamata	1,6	2,7	0,0	0,6
División Ministro Hales	3,0	9,8	0,0	0,3
División Radomiro Tomic	2,5	8,5	0,0	0,3
Sur Calama	0,3	0,0	2,4	0,1
Tranque Talabre	2,9	9,6	0,0	0,3
Fiscalización	0,0	0,5	0,0	0,0
Total	10,5	32,1	4,1	0,3

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla D muestra el número de casos evitados en el año 2030, y para todo el periodo de implementación del plan (2021-2030), atribuibles a la reducción de contaminantes atmosféricos, para el percentil 50 y su intervalo de confianza (IC) al 90%.

Se observa que la implementación del plan logra disminuir en 20 el número de muertes en el periodo 2021-2030, mientras que el número de días de productividad perdidos disminuyen en más de 45.000.

La Tabla D muestra el número de casos evitados en el año 2030, y para todo el periodo de implementación del plan (2021-2030), atribuibles a la reducción de contaminantes atmosféricos, para el percentil 50 y su intervalo de confianza (IC) al 90%.

Se observa que la implementación del plan logra disminuir en 20 el número de muertes en el periodo 2021-2030, mientras que el número de días de productividad perdidos disminuyen en más de 45.000.

La Tabla E muestra para cada sector los indicadores económicos de valor presente (VP) y la razón beneficio costo (B/C). La razón B/C del Plan es de 0,3.

El sector que más aporta en los beneficios es el sector minero (95%), que a su vez es el que tiene la mayor parte de los costos (85%).

Se considera el costo de fiscalización estimado por la Superintendencia del Medio Ambiente, el cual comprende costos de implementación, fiscalización y sanción asociados al PDA.

Ficha Resumen del AGIES (A-PD)

ÍTEM	GLOSA	DESCRIPCIÓN
Identificación	Nombre AGIES	Actualización de Costos y Beneficios para el Proyecto Definitivo del Plan de Descontaminación Atmosférica para la Ciudad de Calama y su Área Circundante
	Nombre instrumento normativo que da origen al AGIES	DS N°57/2009 MINSEGPRES, Declara zona saturada por MP ₁₀ anual. Resolución exenta N°497/2017 MMA da inicio a proceso de elaboración de plan.
	Tipo de regulación	Plan de Descontaminación Atmosférico
	Fecha de término AGIES	30 de junio de 2020
	Alcance geográfico	Ciudad de Calama y su área circundante.
	Instrumento nuevo o revisión	Nuevo
	Área de aplicación	Asuntos Atmosféricos.
Metodología	Metodología	Análisis Costo-Beneficio, Beneficios salud en base a (MMA, 2013)
	Normativas consideradas de línea base	Norma de fundiciones (DS N°28, 2017, MMA)
	Nivel de evaluación de beneficios	Se valoraron beneficios en salud
	Tasa de descuento	6%
	Beta	Ver Tabla 26 del AGIES del Anteproyecto
	Tasas de incidencia	(MMA, 2011)
	Valor de la vida estadística	16.765 UF al año 2018, proyectado según poder de paridad de compra y crecimiento de la población.
	Modelo de dispersión	FEC
	Beneficios marginales por concentración de MP _{2,5}	(MMA, 2011)
	Reducción de concentraciones por parámetro	Año 2030: MP ₁₀ anual: 3,20 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	Reducción de emisiones por parámetro	Año 2030: MP ₁₀ : 3.300,8 ton/año
Parámetros	Años de evaluación	2021-2030 (10 años)
	Valor del dólar	692,33 pesos/dólar
Resultados	Valor de la UF	27.719,66 pesos/UF
	Costos estimados en MM USD	Valor presente: 36,2
	Beneficios estimados en MM USD	Valor presente: 10,5
	Valor actual neto en MM USD	Valor presente: -25,7
	Relación Beneficio/Costo	0,3



Anexo

Tabla 1: Proyección emisiones (ton/año) de MP₁₀ para la Línea Base (LB)

Año	División o Sector						Total
	DCH	DRT	DMH	Talabre	Calama	Sur Calama	
2016	15.503	11.297	3.765	3.377	472	171	34.585
2017	13.784	11.535	4.130	3.534	478	171	33.632
2018	13.485	11.792	4.496	3.603	483	171	34.030
2019	12.133	11.783	4.540	3.672	488	171	32.787
2020	12.109	11.981	4.496	3.749	494	171	32.999
2021	11.946	12.332	4.578	3.838	499	171	33.364
2022	11.764	12.341	4.553	3.907	505	171	33.241
2023	10.474	10.718	4.508	3.976	510	171	30.358
2024	10.833	10.821	4.266	3.985	516	171	30.592
2025	12.241	11.100	4.288	3.993	522	171	32.316
2026	13.202	10.727	4.288	4.001	528	171	32.918
2027	12.676	10.394	4.288	3.925	534	171	31.988
2028	12.300	10.524	4.288	3.933	539	171	31.756
2029	11.969	10.134	4.288	3.941	546	171	31.050
2030	11.978	10.062	4.288	3.949	552	171	31.001

Tabla 2: Proyección emisiones (ton/año) MP₁₀ con Plan de Descontaminación (PDA)

Año	División o Sector						Total
	DCH	DRT	DMH	Talabre	Calama	Sur Calama	
2016	15.503	11.297	3.765	3.377	472	171	34.585
2017	13.784	11.535	4.130	3.534	478	171	33.632
2018	13.485	11.792	4.496	3.603	483	171	34.030
2019	12.133	11.783	4.540	3.672	488	171	32.787
2020	12.109	11.981	4.496	3.749	494	171	32.999
2021	11.946	11.297	3.766	3.377	499	171	31.057
2022	11.764	11.297	3.766	3.377	498	29	30.730
2023	10.474	10.718	3.766	3.377	479	29	28.843
2024	10.792	10.821	3.766	3.377	413	29	29.198
2025	12.088	9.377	3.126	2.803	418	29	27.840
2026	12.088	9.377	3.126	2.803	422	29	27.844
2027	12.088	9.377	3.126	2.803	427	29	27.849
2028	12.088	9.377	3.126	2.803	432	29	27.854
2029	11.916	9.377	3.126	2.803	436	29	27.686
2030	11.925	9.377	3.126	2.803	441	29	27.700