

DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA AMBIENTAL – MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

ANÁLISIS GENERAL DE IMPACTO ECONÓMICO Y SOCIAL (AGIES) DEL
ANTEPROYECTO DE LA REVISIÓN DE LA NORMA DE EMISIÓN PARA
CENTRALES TERMOELÉCTRICAS

Mayo de 2023

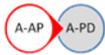
Presentación

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 sobre bases generales del medio ambiente y en el reglamento para la dictación de normas de calidad ambiental y de emisión (D.S. N°38/2012, del Ministerio del Medio Ambiente), se requiere de un Análisis General de Impacto Económico y Social (AGIES) de la propuesta regulatoria, que sirva como apoyo a la participación ciudadana (PAC) y a la toma de decisiones enfocada principalmente en el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad (CMS). Esta tarea recae en el Departamento de Economía Ambiental (DEA) del MMA.

El proceso de elaboración de una norma de emisión, desde el desarrollo del anteproyecto hasta su aprobación, contempla la elaboración de dos documentos:

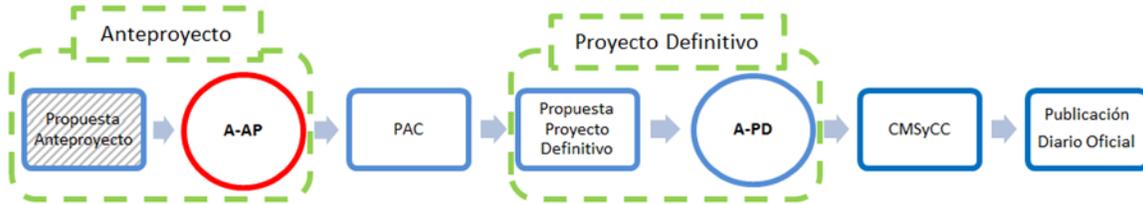
- AGIES del anteproyecto (A-AP), para apoyar el proceso de participación ciudadana, y
- Actualización de costos y beneficios para el proyecto definitivo (A-PD), que corresponde a una actualización de los valores del AGIES del anteproyecto, según los cambios establecidos después del proceso de participación ciudadana para 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 PAC, el consejo consultivo (CC) y el CMS, 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 corresponden a, por ejemplo, antecedentes geográficos y demográficos, datos históricos, situación política y la percepción pública respecto a la contaminación.



El presente documento corresponde a una evaluación de costos y beneficios para el anteproyecto A-AP (en rojo, Figura 1) de la revisión de la norma de emisión para centrales termoeléctricas, la que tiene por objetivo limitar las emisiones al aire de *material particulado* (MP), *dióxido de azufre* (SO₂), *óxidos de nitrógeno* (NO_x), *mercurio* (Hg), *vanadio* (V) y *níquel* (Ni).

Figura 1: Etapas de evaluación de un instrumento de gestión ambiental.



Fuente: Elaboración propia.

Este análisis evalúa el impacto en la calidad del aire de la presente norma y estima los beneficios valorizables producto de la reducción de casos de mortalidad y morbilidad en la población. También se estiman los costos asociados al cumplimiento la norma propuesta.

Los resultados presentados corresponden a la norma definida a la fecha de cierre de este informe, las que podrían sufrir modificaciones en etapas posteriores, tales como PAC, CC o CMS.



Resumen

El presente AGIES corresponde al anteproyecto de la revisión del D.S N° 13 de 2011, que establece norma de emisión para centrales termoeléctricas, y tiene como objetivo, evaluar los beneficios y costos asociados a los límites regulatorios propuestos por el anteproyecto. Para esta evaluación se utilizó información facilitada por la División de Calidad del Aire (DCA) del MMA y por el Ministerio de Energía.

La metodología empleada en la elaboración del AGIES corresponde a un análisis costo-beneficio (ACB), en el que se llevan a términos monetarios los efectos (costos y beneficios) de la normativa en análisis. El ACB consideró la comparación de dos escenarios: situación de línea base o situación actual y situación con normativa. Los costos considerados corresponden a costos incrementales asociados al cumplimiento de los nuevos valores normativos, correspondiendo a aquellos de inversión, operación y mantenimiento (O&M) de medidas de abatimiento, a esto se adicionan los costos de fiscalización de la norma. Por su parte, los beneficios se consideran como los ahorros monetarios por reducciones de efectos sobre la morbilidad y mortalidad de la población.

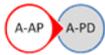
Los resultados del AGIES indican que:

- Para efecto de este AGIES sólo se evaluaron las emisiones de las unidades de generación eléctrica (UGE) consideradas en la Planificación Energética de Largo Plazo (PELP)¹, de ellas 25 sobrepasan alguno de los límites propuestos por el anteproyecto de norma evaluado³, la Figura A presenta un resumen de los incumplimientos por contaminante, siendo NO_x el de mayor cantidad de UGE con superación.
- Los contaminantes *Níquel* y *Vanadio* por tratarse de nuevos contaminantes a medir no fueron considerados en la evaluación por falta de información. Para el caso de *mercurio* no fue posible implementar la metodología de evaluación debido a la falta de información para su evaluación económica.
- Los costos para dar cumplimiento a los límites propuestos, corresponden a USD 191,66 millones por año y corresponden a la implementación de medidas de abatimiento, en Tabla A se presentan los valores por contaminante evaluado.
- Los costos de fiscalización se consideraron en base a información entregada por la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) para normas similares, y corresponden a USD 1,4 millones por año.
- Por su parte los beneficios asociados a la reducción de efectos de morbilidad y mortalidad prematura en la población corresponden a USD 16,99 millones para el período 2025-2040 (Tabla B).
- La estimación de los costos y beneficios de la norma de emisión para centrales termoeléctricas arroja una relación de 0,09 veces los beneficios sobre los costos. Si bien este valor es menor que 1 y explica que el proyecto tiene costos mayores a los beneficios.

¹ Este proceso es liderado por el Ministerio de Energía y su principal objetivo es proyectar el futuro energético del país en un horizonte de 30 años. En esta planificación, se proyecta generación de 50 unidades, las cuales son consideradas como potenciales UGES a generar hacia el 2040.

² Se utiliza la proyección de la PELP, ya que esta permite conocer que centrales serán las que potencialmente estarán en funcionamiento, de acuerdo a los plazos señalados en el artículo 5 del Anteproyecto.

³La evaluación considera el percentil 100 de los datos de emisión de la concentración para el periodo denominado “en régimen” para el año 2021.



En general los análisis de costo y beneficio en estos casos arrojarán beneficios bajos (dada por la baja cantidad de población afecta), sin embargo, esto no significa que la norma no proteja a la salud de la población o que no cumpla con el objetivo de protección ambiental.

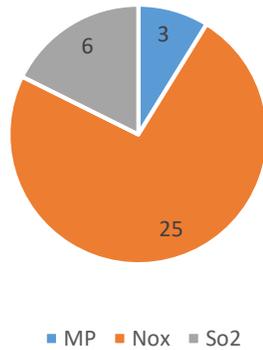


Figura A: Incumplimientos normativos

Se observa que existen incumplimientos para los contaminantes MP, SO₂ y NO_x, del total de superaciones, estas se generan en 25 UGE. Los resultados arrojan que de las 25 fuentes 2 de ellas tienen que abatir los 3 contaminantes simultáneamente, 4 de ellas tienen que abatir NO_x y SO₂ y solo una debe abatir MP y SO₂, las restantes solo tienen que abatir NO_x

Contaminante	Costos [MM USD/año]
MP	\$16,34
NO _x	\$89,56
SO ₂	\$85,76
Total	\$191,66

Tabla A: Costos de la normativa por contaminantes.

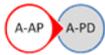
Se consideran los costos de asociados a la reducción de la emisión para cada contaminante, de los USD 191,66 millones anuales, un 9% corresponde a costos por abatimiento de MP, un 47% corresponde a costos de abatimiento de NO_x y un 45% corresponde a costos de abatimiento de SO₂.

Efecto	Nº de casos	Beneficios USD
Mortalidad > 30 años	21,34	16.621.750
Mortalidad < 1 año	0,26	201.163
AH-Cardiovascular < 64 años	8,1	35.547
AH-Cardiovascular > 65 años	3,16	11.343
AH-Infarto al miocardio agudo	0,57	1.531
AH-Efectos Respiratorios	7,92	2.231
AH- Alzheimer > 65	0,83	-
AH-Parkinson >65	0,33	-

Tabla B: N° de casos evitados y beneficios económicos.

La reducción de casos más importante corresponde a la reducción de mortalidad en mayores de 30 años, cuyo beneficio corresponde al 99% de los beneficios cuantificados por la evaluación, si bien existen otros efectos cuantificados que se ven reducidos, estos son menores en comparación con el primero.

Se estimó en USD 16,87 millones los beneficios cuantificados los cuales corresponden a la reducción de casos para el período de evaluación entre 2025 y 2040.



Tipo de costo	Costo	Beneficios	B/C
Abatimiento	191,66	16,87	0,09
Fiscalización	1,40	-	-
Total	193,06	16,87	0,09

Tabla C: Razón Beneficio Costo.

Al comparar los beneficios y los costos de la regulación, se obtiene una relación de 0,09 veces los beneficios versus los costos.

En casos específicos como los de esta normativa, existe una limitación en el análisis de costos y beneficios, en donde altos costos de inversión se deben comparar o contraponer con beneficios calculados a través de metodologías que, a pesar de cuantificar y valorizar, generan estimaciones bajas debido principalmente a la baja población expuesta. Evidentemente esta relación es indicativa y no significa que la normativa no posea beneficios sociales importantes.



ÍNDICE

RESUMEN	3
1. METODOLOGÍA DEL AGIES	7
1.1 EVALUACIÓN DE LAS EMISIONES.	10
1.2 ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO.....	10
1.3 COSTOS Y BENEFICIOS.	11
2. RESULTADOS	13
2.1 ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO NORMATIVO.	13
2.2 COSTOS.....	15
2.2.1 <i>Costos por reducción de la emisión</i>	15
2.2.2 <i>Costos de monitoreo y fiscalización</i>	15
2.3 BENEFICIOS	16
3. CONCLUSIONES	18
4. BIBLIOGRAFÍA	19
5. ANEXOS	20
5.1 METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE COSTOS	20
5.2 METODOLOGÍA DE BENEFICIOS EN SALUD.....	22
5.2.1 <i>Coficientes de Dosis-Respuesta</i>	23
5.3 DELTAS DE REDUCCIÓN PARA CADA UGE POR CONTAMINANTE.	24
5.4 MEDIDAS DE ABATIMIENTO EVALUADAS	25
5.5 MEDIDAS DE ABATIMIENTO CONSIDERADAS POR UGE.	25
5.6 COSTOS POR UGE Y POR CONTAMINANTE	26
5.7 CARACTERIZACIÓN DE EMISIONES EN CONCENTRACIÓN.....	27
5.8 PROYECCIÓN DE LA PELP	30
5.9 PROYECCIÓN DE EMISIONES 2025-2040.	32



1. Metodología del AGIES

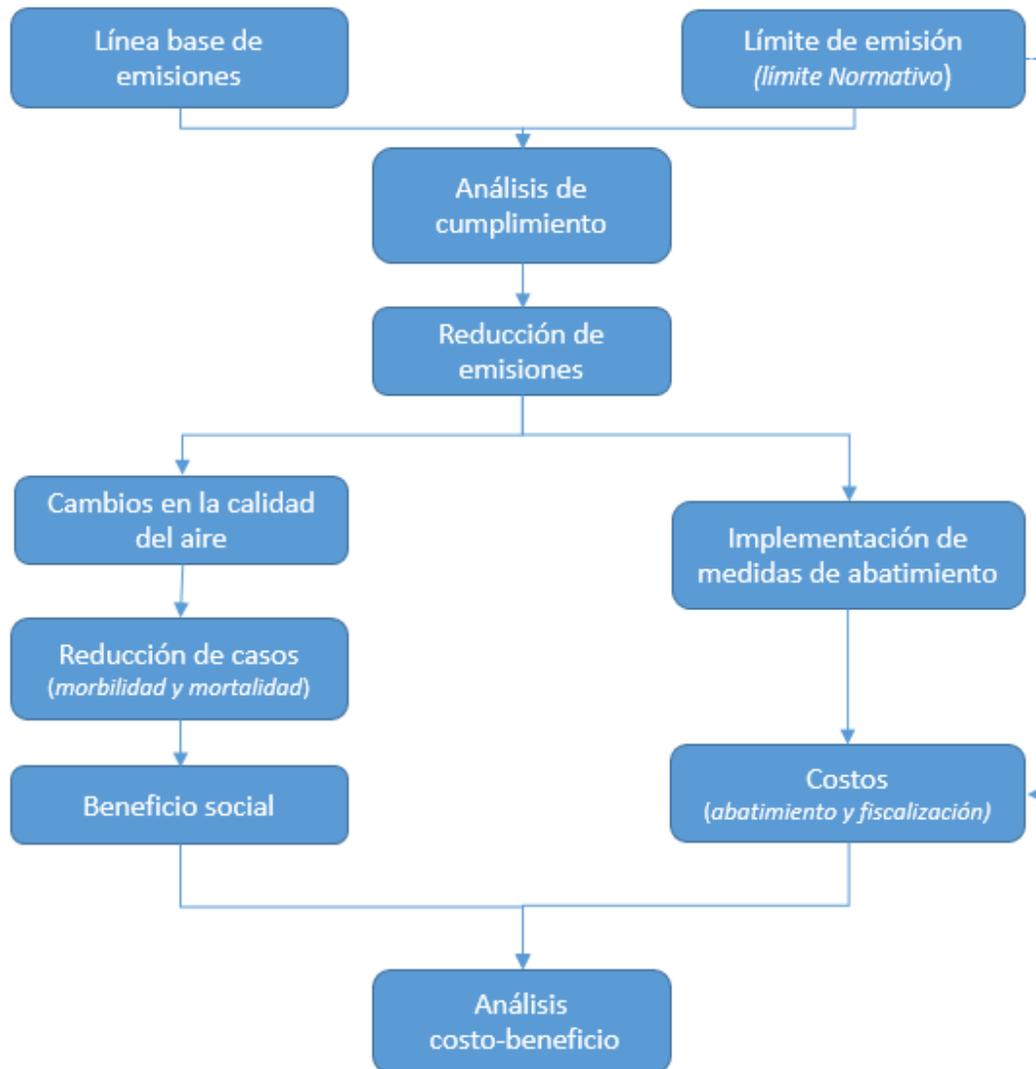
La metodología empleada en la elaboración del AGIES es el análisis de costos y beneficios (ACB), donde se generan diferentes indicadores que dan respuesta a los impactos de la implementación de una política pública, aportando antecedentes para el proceso normativo y la toma de decisión.

Es importante recalcar que los resultados del AGIES intentan orientar a los tomadores de decisión mediante el uso de la metodología aquí planteada, sin embargo, esta no debe ser considerada como el único criterio para la aprobación de una política pública (Fisher, 1991; Arrow, Cropper et al., 1996), ya que se debe tener una visión integral que incorpore otras variables, tales como el riesgo de la población expuesta, consideraciones culturales de la zona regulada, aspectos sociales, aspectos geográficos, entre otras⁴.

Los indicadores son elaborados utilizando una serie de análisis o modelos que permiten relacionar cambios en las emisiones al aire producto de un escenario de norma, con los beneficios y costos percibidos por los diferentes agentes impactados de la regulación. Por ello, el análisis integra (i) una sección de generación de línea base de la emisión de los contaminantes normados, (ii) un modelo que compara la línea base con los límites normativos para evaluar potenciales superaciones de la norma (análisis de cumplimiento), (iii) el cálculo de la reducción de la emisión para el cumplimiento de la normativa (iv) un modelo de emisión-concentración que alimenta al modelo de concentración-respuesta en efectos en salud basado en estudios toxicológicos y epidemiológicos y (v) un modelo de cuantificación y valorización de beneficios. Con respecto a los costos, se integra (vi) la valoración de la reducción de emisiones a través de la implementación de medidas de abatimiento y los costos de fiscalización de la norma, los cuales son independientes del análisis de cumplimiento. En la Figura 3 se muestra el diagrama que representa la metodología utilizada para la evaluación (MMA, 2013).

⁴ D.S. 38 y 39/2012 del MMA incorporan, entre otras cosas, la generación de comités, la PAC y el CMS, los cuales también intentan incorporar los aspectos mencionados.

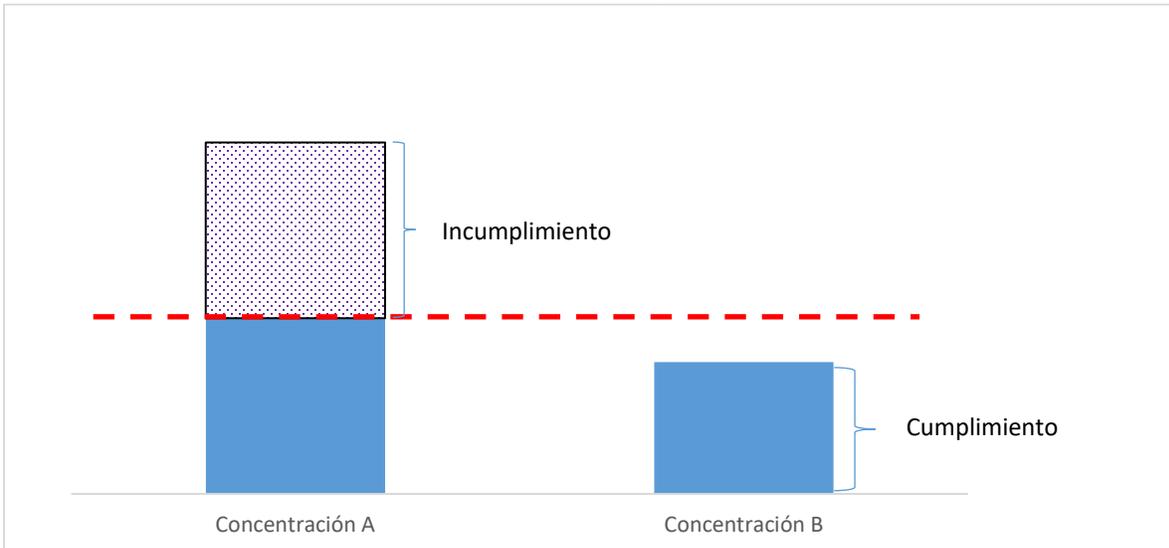
Figura 2: Diagrama metodológico para la evaluación del AGIES



Fuente: Elaboración propia basado en MMA (2013).

De la Figura 2, se desprende entonces que el primer análisis que se debe elaborar es el “análisis de cumplimiento”, el cual establece los cumplimientos y superaciones que se generan al comparar la línea base (calidad actual) versus los límites normativos propuestos. En este sentido, el Gráfico 1 presenta los posibles escenarios que se pueden dar en el análisis de cumplimiento.

Gráfico 1: Evaluación de cumplimiento normativo



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con el Gráfico 1, existen dos potenciales escenarios. El primero se denomina “Concentración A”, en el cual las concentraciones sobrepasan el límite impuesto por la norma de emisión. En este caso, la metodología del AGIES considerará que se deberán evaluar las potenciales reducciones en emisiones por parte de las fuentes emisoras para alcanzar los niveles de concentración requeridos, generando con esto costos y beneficios. El segundo escenario, “Concentración B”, establece que las concentraciones actuales cumplen con los límites establecidos por la norma. Por ende, no existirán costos ni beneficios asociados a la reducción de emisiones, y solo se considerarán los potenciales costos de monitoreo y fiscalización de la norma y los beneficios cualitativos que esta pueda generar.

Una vez determinados los potenciales escenarios de incumplimiento, se estima el delta de emisión, el cual corresponde a la diferencia entre el valor emitido por una fuente y el valor de norma, representando el área puntuada en el caso “concentración A” del Gráfico 1.

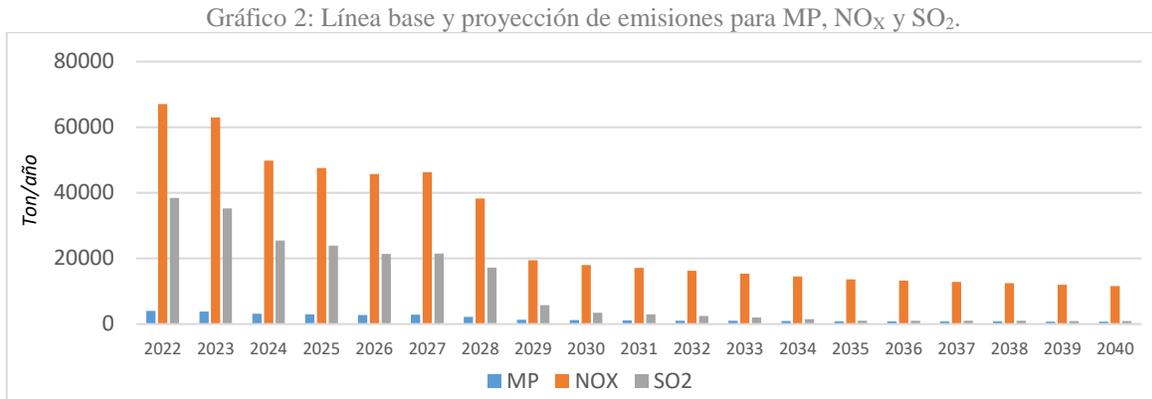
La reducción de la emisión se logrará a través de la implementación de tecnologías de abatimiento para el caso de las fuentes puntuales, la aplicación de estas medidas consideran el principio de la costo-efectividad⁵. La reducción en las emisiones genera un cambio o una mejora en la calidad del aire (a menor emisión, menor concentración de contaminantes), esto contribuirá en la disminución del riesgo asociado a padecer enfermedades o mortalidad prematura para la población, lo cual se cuantificará como beneficio de la normativa.

⁵ Principio básico en el análisis de los AGIES, en donde se busca lograr las mayores reducciones de emisiones al menor costo.



1.1 Evaluación de las Emisiones.

Este AGIES evalúa los datos de calidad del aire para los contaminantes especificados por el anteproyecto de norma, estos son; *material particulado (MP)*, *dióxido de azufre (SO₂)*, y *óxidos de nitrógeno (NO_x)*, para el caso de metales pesados, considera *mercurio, vanadio y níquel (Hg, V y Ni)* no se cuenta con una data específica, al tratarse de parámetros incluidos en esta nueva revisión. El Gráfico 2 muestra la emisión total y su proyección hasta el año 2040.



Fuente: Elaboración propia. A partir de la información provista por la DCA

Para la construcción de la línea base, se consideró el percentil 100 de las concentraciones emitidas en régimen, para las 50 fuentes que poseen proyecciones de la demanda de generación para los escenarios de la Planificación Energética a Largo Plazo (PELP) del Ministerio de Energía, se pudo construir una proyección de las emisiones hasta el año 2040. Los datos de proyección de generación se presentan en el capítulo 5.8 del presente documento.

Los datos de emisión para el año 2021 fueron obtenidos a través del Sistema Nacional de Información y Fiscalización (SNIFA) de la SMA. Los valores de referencia utilizados para la evaluación se presentan en la Tabla 10 del capítulo 5.7 del presente documento.

1.2 Análisis de Cumplimiento.

El análisis de cumplimiento consiste en evaluar la línea base de emisiones con respecto a los límites propuestos por la norma. Esto, con el fin de identificar aquellas fuentes que se encontrarían en incumplimiento y que, por ende, deberán incurrir en la reducción de sus emisiones para dar cumplimiento a la normativa propuesta, significando la incorporación de costos de abatimiento.

Es importante destacar que según el artículo 6 de la norma, los valores se deberán cumplir para las “horas de operación en régimen”, razón por la cuál para la evaluación del cumplimiento se utilizan los valores de emisión en régimen.

La comparación entre las concentraciones de salida de contaminantes y los límites máximos de emisión de la concentración se realiza con los promedios horarios de los datos durante un año. Una vez que se obtiene este delta, se hace el análisis siguiendo la siguiente ecuación:



$$\Delta Conc_{i,j} = Conc_{LBi,j} - Conc_{norma,j} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde,

$\Delta Conc_{i,j}$: Reducción de la emisión de la concentración del contaminante j en mg/Nm^3 requerida en la central i , para cumplir con la normativa

$C_{LBi,j}$: Concentración de línea base del contaminante j en mg/Nm^3 para la central i

$C_{Norma,j}$: Límite de emisión del contaminante j establecido por la Norma en mg/Nm^3

Si $\Delta Conc_{i,j} > 0$, entonces se considera que la central está en incumplimiento. Por el contrario, si $\Delta Conc_{i,j} \leq 0$, se considera que existe un cumplimiento normativo, tal como se explica en el Gráfico 1.

Una vez establecidas aquellas fuentes que poseen incumplimientos se procederá a evaluar los efectos en costos y beneficios que se generarán al dar el cumplimiento de la normativa.

1.3 Costos y Beneficios.

En el caso de existir superaciones del límite máximo de emisión de los contaminantes regulados, la metodología para la estimación de beneficios considera la valorización económica de la reducción de casos asociados a los efectos de morbilidad y mortalidad basados en la salud de la población expuesta dada las mejoras en las condiciones de calidad del aire. Estos efectos pueden ser de carácter agudos o crónicos dependiendo de cada contaminante y para efectos de esta normativa han sido cuantificados a través del $MP_{2,5}$ ⁶, los principales casos cuantificados están dados principalmente por la reducción de la mortalidad en mayores de 30 años y menores de 1 año, así como también la disminución de las admisiones hospitalarias (AH) por enfermedad cardiovascular en mayores y menores de 65 años, infarto al miocardio agudo, efectos respiratorios y Alzheimer y Parkinson en mayores de 65 años.

De este modo, y tal como se especifica en la Figura 2, se relacionan los niveles de emisión de contaminantes con la reducción de la concentración del contaminante, mejorando así la calidad del aire, lo que se traduce en una disminución del número de efectos (casos) en la salud de la población expuesta. A través de funciones dosis-respuesta (asumiendo una relación lineal entre ambas variables) se puede conocer esta disminución en el riesgo relativo. Luego, esta reducción de casos pueden ser valorizados en unidades monetarias, los cuales se obtienen multiplicando el número de casos por la valoración unitaria (valor por cada caso) asociada a padecer los efectos⁷. Por consiguiente, el cálculo de beneficios considera los ahorros generados al Estado y a las personas por la disminución de enfermedades, y son valorizados en USD/año. Los detalles de cálculo de beneficios se pueden encontrar en la sección 5.2 de anexos.

⁶ Se considera el $MP_{2,5}$ como contaminante de referencia, ya que las reducciones de NO_x , SO_2 y MP están estrictamente relacionados con los efectos que se generan a través del $MP_{2,5}$, para el cuál existen datos toxicológicos y epidemiológicos que sostienen un análisis más estricto de los efectos de esta normativa.

⁷ Beneficios en salud en base a MMA (2013) y MMA (2011).



Con respecto a los costos, estos se calculan teniendo en cuenta las reducciones en emisiones que deben lograrse para el cumplimiento normativo, que implican la implementación de medidas de abatimiento o medidas de gestión de la producción. En el caso del presente AGIES, se consideraron los costos de inversión, operación y mantenimiento para medidas de abatimiento para la reducción de la emisión de MP, SO₂ y NO_x.

Adicionalmente, se incorporan los costos de fiscalización de la norma, que consisten en la estimación de la inversión en que incurrirá el Estado para actualizar y mejorar su sistema de fiscalización, estos costos consideran las revisiones de data y evaluaciones del cumplimiento de la normativa y recaerían en la SMA.

Los costos para este AGIES han sido calculados en USD/año. El detalle de la estimación de los costos se puede observar en el Anexo 5.1 del presente documento.



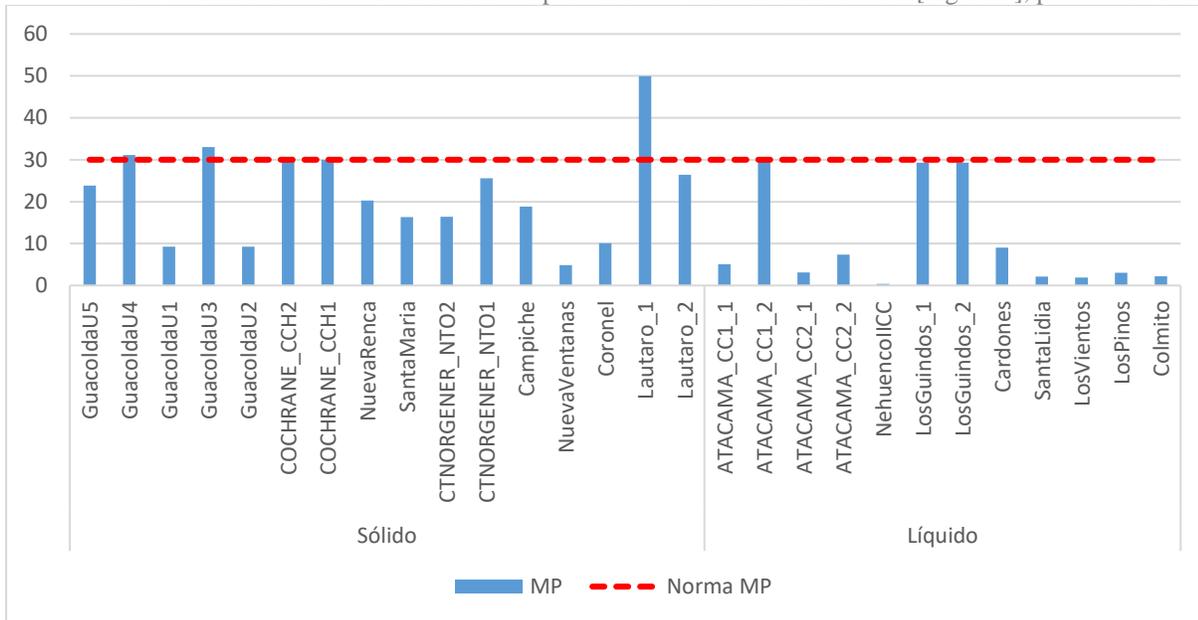
2. Resultados

En base a las metodologías anteriormente definidas, a continuación se presentarán los resultados obtenidos de la evaluación, considerando los contaminantes MP, SO₂ y NO_x, se excluyen de este análisis los nuevos parámetros normados como *Vanadio*, *Níquel* y *Mercurio* por falta de antecedentes que permitan aplicar la metodología antes señalada.

2.1 Análisis de Cumplimiento Normativo.

En esta sección se presenta el análisis de cumplimiento para cada una de las UGE, debido a la utilización de distintos combustibles cada una de las UGE debe cumplir cierto límite regulatorio, a continuación se presentan los datos de emisión versus los límites establecidos para MP (Gráfico 3), NO_x(Gráfico 4) y SO₂(Gráfico 5).

Gráfico 3: Emisión de la concentración del percentil 100 del contaminante MP[mg/Nm³], para el año 2021

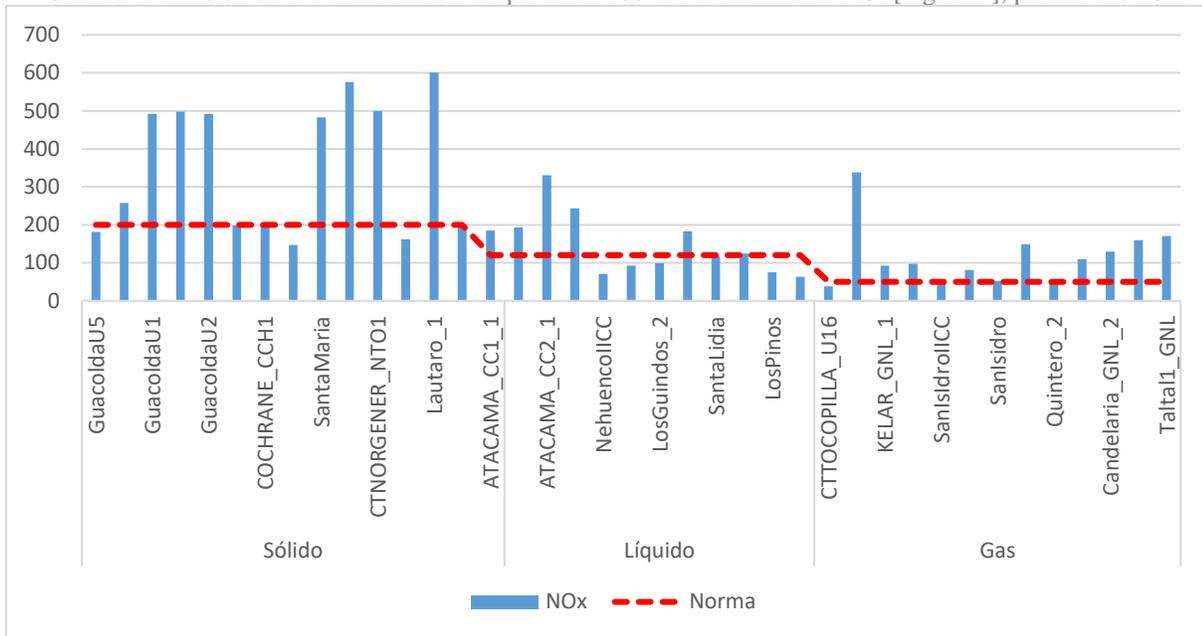


Fuente: Elaboración propia

Para el caso de MP se puede observar que solo 3 UGE incumplirían el límite establecido. Todas ellas corresponden a fuentes cuyo combustible de generación corresponde a sólido.



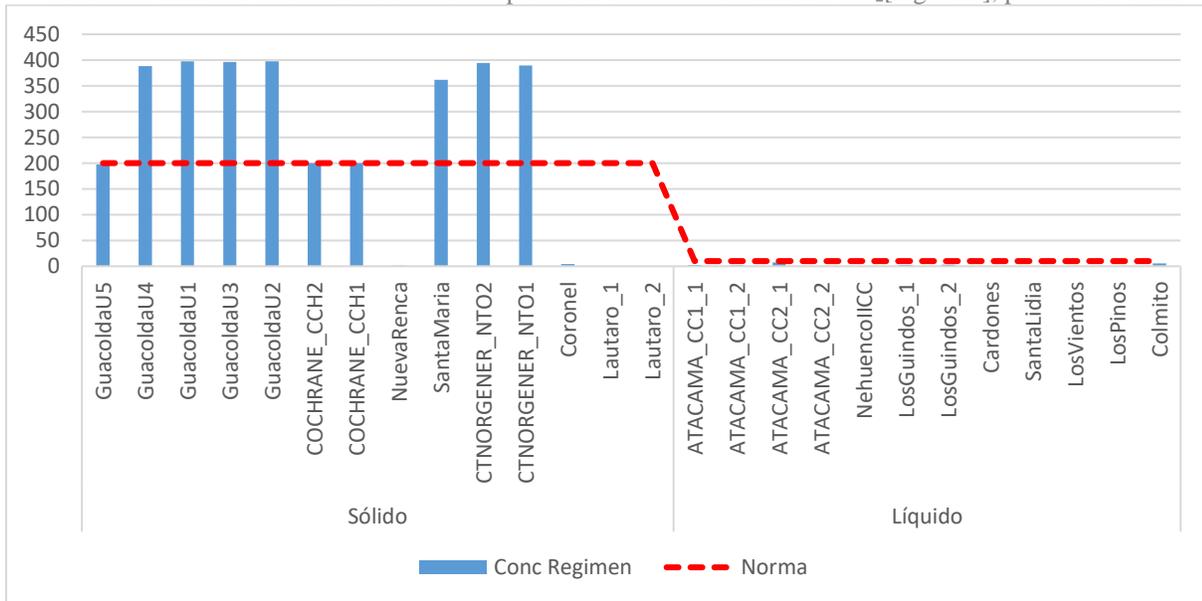
Gráfico 4: Emisión de la concentración del percentil 100 del contaminante NOx[mg/Nm³], para el año 2021



Fuente: Elaboración propia

La evaluación de cumplimiento para NOx muestra la mayor cantidad de incumplimiento, presentándose estos en fuentes que utilizan combustible sólido, líquido y gaseoso, un total de 26 UGE incumplirían sus respectivos límites.

Gráfico 5: Emisión de la concentración del percentil 100 del contaminante SO₂[mg/Nm³], para el año 2021



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente para el caso de SO₂, solo 7 fuentes incumplen los límites propuestos por este anteproyecto, todas ellas utilizan combustible sólido. Los valores de emisión para cada UGE y



con los cuales se construyen estos gráficos se presentan en el capítulo 5.7 del presente documento.

2.2 Costos

Considerando los antecedentes anteriormente expuestos, para todas las UGE que incumplirían con los límites establecidos por el anteproyecto evaluado, se considerará la implementación de medidas de abatimiento para cada uno de los contaminantes, se consideró un total de 9 tecnologías de abatimiento posibles a implementar, estas fueron escogidas según la aplicabilidad de ellas en las UGE, las eficiencias en reducción y sus costos, además de considerarlas como las mejores tecnologías disponibles, a través de un modelo de optimización se identificó la medida de abatimiento que lograba mayores reducciones de emisiones a un menor costo, el capítulo 5.4 considera las medidas de abatimiento evaluadas por contaminante. Es importante señalar que, los costos aquí cuantificados son referenciales y no vinculantes, esto quiere decir que es un escenario en el cual se estima el cumplimiento al menor costo de inversión, sin embargo, esto no significa que las fuentes evaluadas tengan o deban implementar las medidas estimadas en el AGIES.

2.2.1 Costos por reducción de la emisión

A continuación, se presentan los costos de inversión, operación y mantención para cada una de los contaminantes evaluados, para el cálculo de estos costos se consideró la anualización de los valores, considerando una vida útil de 20 años de las tecnologías y una tasa social de descuento del 6% (MIDESO 2018).

Estos costos se resumen en la Tabla 1, se considera un total de 191,66 millones de dólares al año por concepto de abatimiento, lo cual se distribuye en 25 centrales a nivel nacional.

Tabla 1: Costos de cumplimiento de la norma por contaminante, y número de UGE que deben invertir

Contaminante	Costos [MM USD/año]	N° de UGEs
MP	\$16,34	3
NOx	\$89,56	25
SO ₂	\$85,76	6
Total	\$191,66	25*

*corresponden al total de UGE que deben invertir en tecnologías de abatimiento, considerando aquellas que deben invertir en la reducción de más de un contaminante.

Fuente: Elaboración propia.

Los costos por UGE se presentan en el capítulo 5.6 del presente documento.

2.2.2 Costos de monitoreo y fiscalización

Los costos de fiscalización han sido obtenidos desde la SMA y su estimación alcanza los USD 1,4 millones por año. Este corresponde al costo por mejora y actualización de los actuales sistemas de fiscalización de la norma, y contempla la incorporación de dos profesionales



adicionales a la dotación, quienes trabajarán específicamente para esta norma. El 100% de los costos corresponden al Estado.

Tabla 2: Costos de inversión, monitoreo y fiscalización de la norma de emisión. En US\$ millones al año

Tipo de costo	Valor Anualizado (USD/año)
Fiscalización	\$1,4

Fuente: Elaboración propia.

2.3 Beneficios

Para el caso de los beneficios, se agregaron los beneficios de cada año del período de evaluación, esto es, entre 2025 y 2040. Los beneficios consisten en la evaluación de los efectos en salud en forma de casos evitados a causa de la mejora en la calidad del aire provocada por la reducción de las emisiones al nivel normativo.

Para el cálculo de los beneficios se cuantifico el delta de emisión de cada una de las UGE que incumplen (ver capítulo 5.3) y se proyectó esta emisión según la demanda en generación que tendrían bajo los escenarios de la PELP (ver capítulo 5.9 del presente documento).

El cumplimiento de los límites normativos significa ahorros para la sociedad evaluados en MM USD 16,87 para el periodo de evaluación 2025-2040. La Tabla 3 presenta el número de casos y los beneficios totales valorizados para cada uno de los efectos considerados.

Tabla 3: Delta de casos y beneficios valorizados por el cumplimiento normativo.

Efecto	Nº de casos	Beneficios USD
Mortalidad > 30 años	21,34	16.621.750
Mortalidad < 1 año	0,26	201.163
AH-Cardiovascular < 64 años	8,1	35.547
AH-Cardiovascular > 65 años	3,16	11.343
AH-Infarto al miocardio agudo	0,57	1.531
AH-Efectos Respiratorios	7,92	2.231
AH- Alzheimer > 65	0,83	-
AH-Parkinson >65	0,33	-

Fuente: Elaboración propia.

Al cuantificar los beneficios por comuna se obtienen los resultados indicados en la Tabla 4, donde se observa que las comunas que más se benefician de esta normativa son las comunas de Arauco, Huasco y Mejillones.



Tabla 4: Beneficio por comuna, asociada a UGE que genera reducciones

Comuna	Beneficio USD	Beneficio %
Arauco	7.618.309	45,1%
Copiapó	329	0,002%
Huasco	1.746.611	10,4%
Llailay	2.708	0,02%
Mejillones	4.908.407	29,1%
Mostazal	340.513	2,02%
Quillota	1.476.756	8,75%
Quintero	127.392	0,75%
Taltal	5.574	0,033%
Tocopilla	646.965	3,83%
Total	16.873.565	100%

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente los beneficios se cuantifican en MM USD 16,87 para el período 2025-2040, este beneficio esta dado en mayor medida por la reducción de casos de mortalidad en personas mayores de 30 años. Adicionalmente se cuantificó la reducción de casos considerando las reducciones de MP_{2,5} por el abatimiento adicional que generan las tecnologías de reducción de NO_x y SO₂, estos beneficios fueron incorporados dentro de los beneficios total de la evaluación.



3. Conclusiones

La estimación de los costos y beneficios del anteproyecto de la norma de emisión para centrales termoeléctricas considera que al menos 25 Unidades de Generación incumplirán los límites de MP, NO_x y SO₂ propuestos, de estas al menos 7 incumplirán más de dos contaminantes y al menos 2 incumplirán todos los contaminantes.

De los resultados del AGIES, podemos destacar que los incumplimientos se generan principalmente para aquellas fuentes que utilizan combustibles sólidos y para el contaminante NO_x.

Respecto de los costos, estos ascienden USD 193,06 millones al año, considerando costos de abatimiento (USD 191,66 millones por año) y costos de fiscalización (USD 1,4 millones por año), estos costos consideran la implementación de medidas de abatimiento para el control de MP, NO_x y SO₂, siendo los dos últimos los que mayores costos generan para los regulados.

Si bien esta norma cuenta con beneficios cuantificables para MP, NO_x y SO₂, su mayor efecto está dado por la disminución de efectos crónicos o de larga exposición asociados a mortalidad en personas mayores a 30 años. Los beneficios cuantificados corresponden a USD 16,87 millones para el período 2025-2040, es relevante indicar que serán 10 comunas a nivel nacional las que reducirán su riesgo de exposición por el cumplimiento de la norma de emisión. Razón por la cuál en estos casos el análisis de costo-beneficio siempre arrojará beneficios menores a los costos. En estos casos se recomienda considerar dentro de la toma de decisión el número de casos evitados y las condiciones socio-demográficas de la población afectada (la cual principalmente recae en comunas con baja densidad poblacional).

Finalmente se puede establecer que, pese a que los costos superan a los beneficios, la evaluación del AGIES cumple con los requerimientos establecidos en el D.S. N° 38 de 2012, evaluando los costos para los regulados, considerando el principio de costo-efectividad, los costos para el Estado y los beneficios para la sociedad.



4. Bibliografía

- Arrow, K. J., M. L. Cropper, et al. 1996. "Is there a role for benefit-cost analysis in environmental, health, and safety regulation?". *Science*, 272(5259): 221-222.
- Fisher, A. 1991. "Increasing the Efficiency and Effectiveness of Environmental Decisions: Benefit-Cost Analysis and Effluent Fees."
- MIDESO, 2018. Precios Sociales 2018.
- MMA. 2011. Valores Recomendados a Utilizar en la Realización de un AGIES que incorpore un Análisis Costo-Beneficio – Salud. Santiago, Preparado por DICTUC para Ministerio del Medio Ambiente. Disponible en <http://sinia.mma.gob.cl/>
- MMA. 2013. Desarrollo de Modelo Genérico para Evaluación de Planes de Prevención y de Descontaminación Ambiental para Aire, Preparado por GreenLabUC para Ministerio del Medio Ambiente.
- MMA. 2013. Guía metodológica para la Elaboración de un Análisis General de Impacto Económico y Social (AGIES) para Instrumentos de Gestión de Calidad del Aire. Departamento de Economía Ambiental. Chile, Ministerio del Medio Ambiente. Disponible en <http://sinia.mma.gob.cl/>
- SMA. 2021. Resolución Exenta N° 2581 “Fija programa de Fiscalización Ambiental de Normas de Calidad Ambiental para el Año 2021” disponible en [RESOL EXENTA N 2581 SMA.PDF](#)



5. Anexos

5.1 Metodología de Cálculo de Costos

Respecto al cálculo de costos, estos se estiman considerando el principio de la minimización de costos, esto quiere decir, generar la mayor reducción de las emisiones al menor costo posible, para esto se consideran dos escenarios de abatimiento de emisiones a través de medidas de abatimiento de MP, NO_x y SO₂, o costos asociados a la gestión de la producción dentro de las fuentes emisoras.

El método de selección de las medidas de mitigación busca simular el comportamiento de los privados que deciden qué medidas de mitigación implementar en las distintas fuentes. Para ello se considera que los costos son incurridos por los privados, mientras que los beneficios en salud no son directamente percibidos por quienes toman las decisiones, de esta forma la simulación de la decisión privada se basa en minimizar los costos, sujetos al cumplimiento de la norma. De esta forma, las medidas se agrupan en *paquetes*, los cuales resultan en determinados costos y reducciones, seleccionando aquel *paquete* con menor costo que cumpla con el límite de los escenarios propuestos de NPCA. Matemáticamente, lo anterior se expresa en la Ecuación 2.

$$\text{Min}\{ \text{Costos Totales} = \sum_{\substack{p \in \text{medidas en paquete} \\ f \in \text{fundición}}} \text{Costo Medida}_{p,f} \} \text{ Ecuación 1}$$

s. a.

$$(1) \text{Emisión}_{f,p} = \text{Emisión}_f^{\text{sin paquete}} - \sum_{p \in \text{medidas en paquete}} \text{Reducción}_{p,f}$$

$$(2) \text{Concentración}_{l,p} = \frac{\text{Emisión}_{f,p}}{\text{FEC}_{f,l}}$$

$$(3) \text{Límite Concentración}_{\text{Esc.NPCA}} \geq \text{Concentración}_{l,p}$$

Donde,

f: fundición

p: paquete de medidas

l: localidad

Esc NPCA: Escenario de NPCA

Los costos de inversión se anualizan según la vida útil del proyecto. Los costos de O&M son calculados según su requerimiento anual, por lo que se suman al costo de inversión anualizado. Así, se obtiene el costo total por año que deberá ser considerado.

En el caso de la evaluación de una NPCA, debido a que no existe un horizonte de evaluación definido, ya que estas pueden mantenerse en el tiempo, la anualización de los costos resulta crucial para poder realizar una evaluación bajo un mismo valor económico.

Finalmente, se calcula el valor anualizado de la inversión Ecuación 2, este valor considera una tasa de descuento del 6% (MIDESO, 2018) en los sucesivos períodos de evaluación.



$$\text{Valor Anualizado} = \sum_{n=0}^n \frac{\text{Inversión}}{(1+r)^n} \qquad \text{Ecuación 2}$$

Donde,

Inversión: Costos de adquisición del equipo y/o costo de operación & mantención

r: Tasa de descuento (6%).

n: Numero de períodos del pago (vida útil)⁸.

⁸ Se consideró una vida útil de 10 años.



5.2 Metodología de Beneficios en Salud

Los beneficios en salud derivan de cambios en concentraciones de MP, NO_x y SO₂, para el cual se han encontrado en la literatura internacional, efectos crónicos para la generación de Cáncer y otros efectos de mortalidad para MP_{2,5}.

El cambio en concentraciones ambientales se relaciona con el cambio en el número de eventos a través de la utilización de funciones dosis respuesta:

$$\Delta\text{Efecto}_{pj} = \sum_{i=1}^n (e^{(\beta_{pj}\Delta C_{pi})} - 1) \cdot P_{ijp} \cdot y_{0j}$$

Dónde:

- ΔEfecto_{pj} : Cambio en efecto en salud j debido al delta de concentración del contaminante p [(ug/m³)⁻¹]
- β_{pj} : Coeficiente de riesgo unitario del efecto en salud j y contaminante p [(ug/m³)⁻¹]
- ΔC_{pi} : Cambio en concentración de contaminante p en ubicación i [ug/m³]
- P_{ijp} : Población i expuesta al contaminante p que puede sufrir efecto en salud j [habitantes]
- y_{0j} : Tasa de incidencia base [casos / (habitantes- año)]

Al linealizar⁹ la expresión anterior se obtiene:

$$\Delta\text{Efecto}_{pj} \approx \sum_{i=1}^n \beta_{pj} \cdot \Delta C_{pi} \cdot P_{ijp} \cdot y_{0j}$$

Esto implica que para la evaluación se asume una relación lineal entre los niveles de concentración y daños en la salud.

Finalmente, el beneficio se obtiene multiplicando el número de casos por la valoración asociada de padecer uno de los efectos valorados, tal como se señala a continuación:

$$\text{Beneficio}_p = \sum_j \Delta\text{Efecto}_{pj} \cdot VU_j$$

⁹ Expansión de Taylor de primer orden de la función exponencial. La aproximación es razonable dado que el coeficiente de riesgo β es pequeño.



Dónde:

Beneficio_p: Beneficio de la reducción de la concentración ambiental de p, en este caso, MP, NO_x, SO₂ y MP_{2.5}

VU_j: Valoración unitaria de cada efecto *j* evaluado [USD/caso]

5.2.1 Coeficientes de Dosis-Respuesta

Para efectos de este estudio se consideraron los siguientes valores de riesgo unitario empleados para MP_{2.5} para distintas causas corresponden a:

Tabla 5: Coeficientes de riesgo unitario en 1/ug/m3 para Mp2,5

Causa	Valor
Mort-all-30+	0,008
Mort-all-0-1	0,006
HA-CVD-18a64	0,005
HA-CVD-65+	0,001
HA-IM-65+	0,002
HA-RSP-All	0,002
HA-Alzh-65+	0,140
HA-Park-65+	0,077

Fuente: Elaboración propia.



5.3 Deltas de reducción para cada UGE por contaminante.

Tabla 6: Delta de Emisión en concentración [mg/Nm³] a cumplir para cada UGE por contaminante

UGE	MP	NOX	SO2	Ni	V	Hg
GuacoldaU4	1,09	57,85	187,97	-	-	-
GuacoldaU1	-	292,45	197,38	-	-	-
GuacoldaU3	3,03	298,12	196,32	-	-	-
GuacoldaU2	-	292,45	197,38	-	-	-
ATACAMA_CC1_1	-	65,17	-	-	-	-
ATACAMA_CC1_2	-	72,9	-	-	-	-
ATACAMA_CC2_1	-	210,33	-	-	-	-
ATACAMA_CC2_2	-	123,55	-	-	-	-
CTMEJILLONES_CTM3_GNL	-	287,8	-	-	-	-
KELAR_GNL_1	-	42,91	-	-	-	-
KELAR_GNL_2	-	47,41	-	-	-	-
SanIsidroIICC	-	1,71	-	-	-	-
Nehuenco1	-	31,12	-	-	-	-
SanIsidro	-	2,33	-	-	-	-
CTNORGENER_NTO2	-	375,7	194,17	-	-	-
CTNORGENER_NTO1	-	299,57	189,46	-	-	-
Quintero_1	-	98,87	-	-	-	-
Quintero_2	-	4,03	-	-	-	-
Candelaria_GNL_1	-	59,33	-	-	-	-
Candelaria_GNL_2	-	79,74	-	-	-	-
Taltal2_GNL	-	109,79	-	-	-	-
Taltal1_GNL	-	120,44	-	-	-	-
Cardones	-	63,04	-	-	-	-
LosVientos	-	4,29	-	-	-	-
Lautaro_1	19,93	400,88	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia en base a información SNIFA de la SMA



5.4 Medidas de abatimiento evaluadas

Tabla 7: medidas de abatimiento consideradas por contaminante.

Contaminante	SNCR	SCR	FGD Wet Scrubber	Lime Spray Dryer	Limestone Forced Oxidation	Filtro Manga (Mech Shaker)	Filtro Manga (Pulse Jet)	Filtro Manga (Reverse-Air Cleaned)	Dry ESP
MP	-	-	-	-	-	1	1	1	1
NOx	1	1	-	-	-	-	-	-	-
SO ₂	-	-	1	1	1	-	-	-	-
Ni	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hg	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

5.5 Medidas de abatimiento consideradas por UGE.

Tabla 8: medidas de abatimiento consideradas para el cálculo del costo de cada UGE.

UGE	Abatimiento MP	Abatimiento NOx ¹⁰	Abatimiento SO ₂
GuacoldaU4	Filtro Manga (Pulse Jet)	SNCR	Lime Spray Dryer
GuacoldaU1		SCR	Lime Spray Dryer
GuacoldaU3	Filtro Manga (Pulse Jet)	SCR	Lime Spray Dryer
GuacoldaU2		SCR	Lime Spray Dryer
ATACAMA_CC1_1		SNCR	
ATACAMA_CC1_2		SNCR	
ATACAMA_CC2_1		SCR	
ATACAMA_CC2_2		SCR	

¹⁰ La medida SNCR corresponde a “ Selective non-catalytic reduction, mientras que la medida SCR corresponde a Selective Catalytic Reduction.



UGE	Abatimiento MP	Abatimiento NO _x ¹⁰	Abatimiento SO ₂
CTMEJILLONES_CTM3_GNL		SCR	
KELAR_GNL_1		SNCR	
KELAR_GNL_2		SNCR	
SanIsidroIICC		SNCR	
Nehuenco1		SNCR	
SanIsidro		SNCR	
CTNORGENER_NTO2		SCR	Lime Spray Dryer
CTNORGENER_NTO1		SCR	Lime Spray Dryer
Quintero_1		SCR	
Quintero_2		SNCR	
Candelaria_GNL_1		SCR	
Candelaria_GNL_2		SCR	
Taltal2_GNL		SCR	
Taltal1_GNL		SCR	
Cardones		SNCR	
LosVientos		SNCR	
Lautaro_1	Filtro Manga (Pulse Jet)	SCR	

Fuente: Elaboración propia

5.6 Costos por UGE y por contaminante

Tabla 9: costos en MM USD/año por UGE y por contaminante, según tecnología aplicada en Tabla 8

UGE	MP	NO _x	SO ₂
GuacoldaU4	2,14	1,28	14,70
GuacoldaU1	-	10,98	15,10
GuacoldaU3	5,10	11,05	15,04
GuacoldaU2	-	10,51	14,24
ATACAMA_CC1_1	-	0,88	-
ATACAMA_CC1_2	-	0,97	-



UGE	MP	NO _x	SO ₂
ATACAMA_CC2_1	-	2,67	-
ATACAMA_CC2_2	-	2,20	-
CTMEJILLONES_CTM3_GNL	-	6,23	-
KELAR_GNL_1	-	1,44	-
KELAR_GNL_2	-	1,50	-
SanIsidroIICC	-	0,15	-
Nehuenco1	-	1,65	-
SanIsidro	-	0,21	-
CTNORGENER_NTO2	-	10,97	13,19
CTNORGENER_NTO1	-	10,35	13,49
Quintero_1	-	3,00	-
Quintero_2	-	0,20	-
Candelaria_GNL_1	-	2,41	-
Candelaria_GNL_2	-	2,72	-
Taltal2_GNL	-	2,99	-
Taltal1_GNL	-	0,83	-
Cardones	-	0,99	-
LosVientos	-	0,09	-
Lautaro_1	9,10	3,28	-

Fuente:Elaboración propia

5.7 Caracterización de Emisiones en concentración.

Tabla 10: Percentil 100 de concentraciones en mg/Nm³ de línea base, año 2021 por Unidad de Generación.

UGE	MP	NO _x	SO ₂
GuacoldaU5	23,85	181,69	197,57
GuacoldaU4	31,09	257,85	387,97
GuacoldaU1	9,25	492,45	397,38



UGE	MP	NO _x	SO ₂
GuacoldaU3	33,03	498,12	396,32
GuacoldaU2	9,25	492,45	397,38
ATACAMA_CC1_1	5,10	185,17	2,26
ATACAMA_CC1_2	29,60	192,90	1,99
ATACAMA_CC2_1	3,10	330,33	7,49
ATACAMA_CC2_2	7,40	243,55	0,74
CTTOCOPILLA_U16	13,78	38,00	0,06
CTMEJILLONES_CTM3_GNL	29,80	337,80	3,90
CTMEJILLONES_CTM2	47,62	784,97	399,96
CTMEJILLONES_CTM1	47,62	784,97	399,96
CTANGAMOS2_ANG2	49,90	519,44	399,78
CTANGAMOS1_ANG1	49,90	519,44	399,78
COCHRANE_CCH2	29,99	198,33	199,91
COCHRANE_CCH1	29,99	198,33	199,91
KELAR_GNL_1	53,41	92,91	3,18
KELAR_GNL_2	25,55	97,41	5,82
NehuencoIICC	0,36	70,82	0,84
SanIsidroIICC	0,85	51,71	5,06
NuevaRenca	20,25	147,37	0,97
IEM	23,10	199,60	195,60
SantaMaria	16,33	482,90	361,51
Nehuenco1	4,20	81,12	0,99
Bocaminall	14,58	493,18	391,73
SanIsidro	1,04	52,33	17,13
CTNORGENER_NTO2	16,42	575,70	394,17
CTNORGENER_NTO1	25,60	499,57	389,46
Campiche	18,81	581,41	392,32
LosGuindos_1	29,33	92,49	2,31
LosGuindos_2	29,33	99,23	2,99



UGE	MP	NO _x	SO ₂
NuevaVentanas	4,85	619,28	393,26
Quintero_1	0,00	148,87	0,00
Quintero_2	0,00	54,03	0,00
Candelaria_GNL_1	3,88	109,33	1,11
Candelaria_GNL_2	3,41	129,74	0,97
Taltal2_GNL	2,13	159,79	3,37
Taltal1_GNL	2,13	170,44	3,37
Ventanas2	15,64	604,50	358,70
CTHORNITOS_CTH	49,74	712,52	399,82
CTANDINA_CTA	49,97	738,86	399,89
Cardones	9,05	183,04	0,70
SantaLidia	2,13	116,90	0,38
LosVientos	1,91	124,29	0,28
LosPinos	3,05	75,21	0,85
Colmito	2,18	63,25	5,39
Coronel	10,07	162,23	4,34
Lautaro_1	49,93	600,88	0,00
Lautaro_2	26,42	199,35	0,00

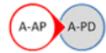
Fuente: Elaboración propia. En base a información del SNIFA de la SMA



5.8 Proyección de la PELP

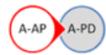
Tabla 11: proyección de la PELP en Gigawatts/año

UGE	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
GuacoldaU5	1047,6	1033,1	914,1	906,1	983,3	973,3	834,4	304,0	172,1	147,5	122,8	98,1	73,5	48,8	48,8	48,8	48,8	48,8	48,8
GuacoldaU4	996,5	993,9	781,1	781,6	864,0	847,3	702,0	418,2	140,3	121,4	102,4	83,5	64,6	45,6	45,6	45,6	45,6	45,6	45,6
GuacoldaU1	984,8	959,6	724,1	713,8	791,3	790,3	677,1	209,7	100,4	89,4	78,3	67,2	56,2	45,1	45,1	45,1	45,1	45,1	45,1
GuacoldaU3	1062,2	1053,4	1031,6	1031,9	1040,3	1042,0	903,4	846,5	819,0	684,5	550,0	415,4	280,9	146,4	137,5	128,5	119,5	110,6	101,6
GuacoldaU2	926,4	886,0	491,2	551,2	709,4	698,4	407,7	132,5	45,9	44,1	42,3	40,5	38,8	37,0	37,0	37,0	37,0	37,0	37,0
ATACAMA_CC1_1	709,6	689,7	762,8	759,9	769,3	765,5	692,4	530,2	733,2	685,0	636,7	588,5	540,2	492,0	464,8	437,7	410,5	383,3	356,2
ATACAMA_CC1_2	807,5	784,9	868,1	864,7	875,4	871,1	787,9	603,4	834,4	779,5	724,6	669,7	614,8	559,8	528,9	498,0	467,1	436,2	405,3
ATACAMA_CC2_1	518,4	495,1	558,0	546,8	607,8	621,5	526,1	620,3	666,6	661,9	657,1	652,4	647,6	642,9	622,3	601,7	581,1	560,4	539,8
ATACAMA_CC2_2	1093,6	1044,4	1177,2	1153,5	1282,2	1311,1	1109,9	1308,5	1406,3	1396,3	1386,2	1376,2	1366,2	1356,2	1312,7	1269,2	1225,8	1182,3	1138,8
CTTOCOPILLA_U16	1344,8	1379,3	1603,4	1720,2	1805,9	1816,0	1540,3	1445,2	1609,4	1582,2	1554,9	1527,7	1500,5	1473,2	1458,2	1443,2	1428,2	1413,1	1398,1
CTMEJILLONES_CTM3_GNL	680,1	891,1	984,2	966,8	981,1	994,7	788,8	390,0	185,5	189,2	193,0	196,8	200,5	204,3	200,2	196,2	192,1	188,0	184,0
CTMEJILLONES_CTM2	566,9	551,2	51,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CTMEJILLONES_CTM1	533,0	482,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CTANGAMOS2_ANG2	2068,4	2009,2	1939,4	1929,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CTANGAMOS1_ANG1	1716,9	1652,8	1494,3	1497,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
COCHRANE_CCH2	1513,0	1419,3	1030,9	1148,5	1228,8	1208,4	968,8	821,9	372,7	326,7	280,7	234,7	188,7	142,7	139,3	135,8	132,4	128,9	125,5
COCHRANE_CCH1	1637,2	1513,6	1185,3	1228,8	1254,1	1255,0	1047,7	738,3	265,3	226,3	187,3	148,3	109,3	70,3	70,3	70,3	70,3	70,3	70,3
KELAR_GNL_1	0,0	0,0	0,0	19,9	396,3	522,5	157,3	2,6	0,0	8,2	16,4	24,6	32,9	41,1	43,0	44,9	46,8	48,7	50,7
KELAR_GNL_2	0,0	0,0	0,0	12,6	252,5	332,9	100,2	1,6	0,0	5,2	10,5	15,7	20,9	26,2	27,4	28,6	29,8	31,0	32,3
NehuencoIICC	1083,6	1422,4	1741,2	1722,1	1758,2	1740,1	1678,9	631,1	609,9	619,8	629,7	639,5	649,4	659,3	654,0	648,7	643,4	638,1	632,8
SanIsidroIICC	2,0	31,9	75,6	661,8	858,4	909,7	917,0	86,5	79,2	90,3	101,4	112,5	123,6	134,7	139,1	143,4	147,8	152,1	156,4
NuevaRenca	1936,5	1873,4	2023,0	1983,6	1956,2	1928,4	1932,2	967,4	1035,4	986,5	937,6	888,7	839,8	790,9	784,0	777,0	770,0	763,1	756,1
IEM	2872,8	2774,6	1959,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SantaMaria	2899,2	2862,1	2465,4	2464,1	2676,3	2766,7	2234,9	63,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nehuenco1	37,6	539,6	447,2	626,1	811,7	814,6	721,1	84,0	93,1	95,1	97,0	98,9	100,9	102,8	107,3	111,7	116,1	120,6	125,0
Bocaminall	1037,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SanIsidro	0,0	3,5	18,1	190,0	448,5	520,7	456,9	28,4	29,9	34,5	39,1	43,7	48,3	53,0	52,8	52,6	52,4	52,2	52,1
CTNORGENER_NTO2	955,9	934,5	859,9	869,9	930,7	928,1	755,7	508,5	338,3	281,8	225,3	168,9	112,4	55,9	54,2	52,6	50,9	49,2	47,5
CTNORGENER_NTO1	960,9	913,4	398,1	482,2	659,0	719,6	348,0	146,7	57,4	55,1	52,7	50,4	48,1	45,8	45,8	45,8	45,8	45,8	45,8
Campiche	1707,1	1669,6	1391,6	1399,6	1455,2	1444,0	1247,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LosGuindos_1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
LosGuindos_2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4	0,5	0,7	0,9
NuevaVentanas	1932,2	1922,2	1667,9	1670,5	1767,3	1758,5	1549,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Quintero_1	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	2,7	3,9	5,0	6,2	7,4
Quintero_2	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,7	1,0	1,3	1,6	2,9	4,2	5,5	6,7	8,0
Candelaria_GNL_1	0,2	0,2	0,0	0,6	4,0	20,0	0,4	0,2	0,1	1,2	2,3	3,4	4,5	5,6	7,2	8,9	10,6	12,2	13,9
Candelaria_GNL_2	0,2	0,2	0,0	0,7	4,8	24,5	0,5	0,3	0,1	1,4	2,8	4,1	5,5	6,8	8,9	10,9	12,9	15,0	17,0
Taltal2_GNL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	1,6	2,7	3,9	5,1	6,2
Taltal1_GNL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1,7	2,8	3,9	5,1	6,2
Ventanas2	446,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0



UGE	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
CTHORNITOS_CTH	1053,7	1002,0	204,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CTANDINA_CTA	1068,0	1004,9	356,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cardones	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0
SantaLidia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	1,3	2,0	2,6	3,3
LosVientos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	1,0	1,6	2,1	2,6
LosPinos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
Colmito	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,6	1,0	1,3	1,6
Coronel	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lautaro_1	240,2	221,1	199,7	189,2	188,5	184,6	197,8	120,4	119,9	120,3	120,6	121,0	121,4	121,7	120,8	119,8	118,9	117,9	117,0
Lautaro_2	129,5	119,2	107,6	102,0	101,6	99,5	106,6	64,9	64,6	64,8	65,0	65,2	65,4	65,6	65,1	64,6	64,1	63,6	63,1

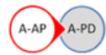
Fuente: Ministerio de Energía



5.9 Proyección de Emisiones 2025-2040.

Tabla 12: proyección de la Emisión en ton/año para Material Particulado

UGE	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
GuacoldaU5	91	99	98	84	30	17	15	12	10	7	5	5	5	5	5	5
GuacoldaU4	110	122	119	99	59	20	17	14	12	9	6	6	6	6	6	6
GuacoldaU1	40	45	45	38	12	6	5	4	4	3	3	3	3	3	3	3
GuacoldaU3	140	142	142	123	115	111	93	75	57	38	20	19	17	16	15	14
GuacoldaU2	31	40	40	23	8	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ATACAMA_CC1_1	49	50	50	45	35	48	45	41	38	35	32	30	29	27	25	23
ATACAMA_CC1_2	315	319	318	287	220	304	284	264	244	224	204	193	182	170	159	148
ATACAMA_CC2_1	24	26	27	23	27	29	29	29	28	28	28	27	26	25	24	24
ATACAMA_CC2_2	110	122	125	106	125	134	133	132	131	130	129	125	121	117	113	109
CTTOCOPILLA_U16	155	163	164	139	130	145	143	140	138	135	133	131	130	129	127	126
CTMEJILLONES_CTM3_GNL	225	229	232	184	91	43	44	45	46	47	48	47	46	45	44	43
CTMEJILLONES_CTM2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CTMEJILLONES_CTM1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CTANGAMOS2_ANG2	314	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CTANGAMOS1_ANG1	244	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COCHRANE_CCH2	133	143	140	112	95	43	38	33	27	22	17	16	16	15	15	15
COCHRANE_CCH1	143	146	146	122	86	31	26	22	17	13	8	8	8	8	8	8
KELAR_GNL_1	11	222	293	88	1	0	5	9	14	18	23	24	25	26	27	28
KELAR_GNL_2	4	71	94	28	0	0	1	3	4	6	7	8	8	8	9	9
NehuencoIICC	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SanIsidroIICC	5	7	7	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NuevaRenca	230	227	224	224	112	120	115	109	103	98	92	91	90	89	89	88
IEM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SantaMaria	150	163	168	136	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nehuenco1	14	18	18	16	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
Bocaminall	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SanIsidro	2	4	5	4	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
CTNORGENER_NTO2	67	72	72	58	39	26	22	17	13	9	4	4	4	4	4	4
CTNORGENER_NTO1	49	68	74	36	15	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Campiche	102	106	105	91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LosGuindos_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LosGuindos_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
NuevaVentanas	33	35	35	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quintero_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quintero_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Candelaria_GNL_1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Candelaria_GNL_2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
Taltal2_GNL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Taltal1_GNL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ventanas2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CTHORNITOS_CTH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

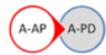


UGE	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
CTANDINA_CTA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cardones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SantaLidia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LosVientos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LosPinos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Colmito	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coronel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lautaro_1	94	94	92	99	60	60	60	60	60	60	61	60	60	59	59	58
Lautaro_2	11	10	10	11	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Totals	2902	2745	2846	2218	1275	1157	1093	1030	966	902	839	818	796	775	753	732

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13: proyección de la Emisión en ton/año para SO₂

UGE	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
GuacoldaU5	753	817	809	693	253	143	123	102	82	61	41	41	41	41	41	41
GuacoldaU4	1372	1517	1487	1232	734	246	213	180	147	113	80	80	80	80	80	80
GuacoldaU1	1737	1926	1923	1648	510	244	217	191	164	137	110	110	110	110	110	110
GuacoldaU3	1685	1699	1701	1475	1382	1337	1118	898	678	459	239	224	210	195	181	166
GuacoldaU2	1341	1726	1700	992	322	112	107	103	99	94	90	90	90	90	90	90
ATACAMA_CC1_1	22	22	22	20	15	21	20	18	17	16	14	13	13	12	11	10
ATACAMA_CC1_2	21	21	21	19	15	20	19	18	16	15	14	13	12	11	11	10
ATACAMA_CC2_1	58	64	65	55	65	70	70	69	69	68	68	65	63	61	59	57
ATACAMA_CC2_2	11	12	12	11	12	13	13	13	13	13	13	13	12	12	11	11
CTTOCOPILLA_U16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CTMEJILLONES_CTM3_GNL	29	30	30	24	12	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
CTMEJILLONES_CTM2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CTMEJILLONES_CTM1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CTANGAMOS2_ANG2	2518	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CTANGAMOS1_ANG1	1954	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COCHRANE_CCH2	889	951	935	750	636	288	253	217	182	146	110	108	105	102	100	97
COCHRANE_CCH1	951	970	971	811	571	205	175	145	115	85	54	54	54	54	54	54
KELAR_GNL_1	1	13	17	5	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	2	2
KELAR_GNL_2	1	16	21	6	0	0	0	1	1	1	2	2	2	2	2	2
NehuencoIICC	8	8	8	7	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
SanIsidroIICC	31	40	43	43	4	4	4	5	5	6	6	7	7	7	7	7
NuevaRenca	11	11	11	11	5	6	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4
IEM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SantaMaria	3318	3603	3725	3009	85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nehuenco1	3	4	4	4	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bocaminall	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SanIsidro	31	72	84	74	5	5	6	6	7	8	9	9	8	8	8	8
CTNORGENER_NTO2	1609	1721	1717	1398	941	626	521	417	312	208	103	100	97	94	91	88
CTNORGENER_NTO1	752	1028	1123	543	229	89	86	82	79	75	72	72	72	72	72	72

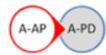


UGE	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Campiche	2130	2215	2198	1898	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LosGuindos_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LosGuindos_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NuevaVentanas	2688	2844	2830	2493	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quintero_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quintero_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Candelaria_GNL_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Candelaria_GNL_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Taltal2_GNL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Taltal1_GNL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ventanas2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CTHORNITOS_CTH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CTANDINA_CTA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cardones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SantaLidia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LosVientos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LosPinos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Colmito	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coronel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lautaro_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lautaro_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14 proyección de la Emisión en ton/año para NOx

UGE	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
GuacoldaU5	692	751	744	638	232	132	113	94	75	56	37	37	37	37	37	37
GuacoldaU4	912	1008	989	819	488	164	142	119	97	75	53	53	53	53	53	53
GuacoldaU1	2153	2386	2383	2042	632	303	269	236	203	169	136	136	136	136	136	136
GuacoldaU3	2118	2135	2138	1854	1737	1681	1405	1129	853	577	300	282	264	245	227	209
GuacoldaU2	1662	2139	2106	1230	400	138	133	128	122	117	112	112	112	112	112	112
ATACAMA_CC1_1	1797	1819	1810	1637	1254	1734	1620	1506	1392	1277	1163	1099	1035	971	906	842
ATACAMA_CC1_2	2055	2081	2070	1873	1434	1983	1853	1722	1592	1461	1331	1257	1184	1110	1037	963
ATACAMA_CC2_1	2537	2820	2884	2441	2878	3093	3071	3049	3027	3005	2983	2888	2792	2696	2601	2505
ATACAMA_CC2_2	3617	4021	4112	3481	4103	4410	4378	4347	4316	4284	4253	4117	3980	3844	3708	3571
CTTOCOPILLA_U16	428	449	452	383	359	400	393	387	380	373	366	363	359	355	351	348
CTMEJILLONES_CTM3_GNL	2553	2591	2627	2083	1030	490	500	510	520	530	540	529	518	507	497	486
CTMEJILLONES_CTM2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CTMEJILLONES_CTM1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CTANGAMOS2_ANG2	3271	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CTANGAMOS1_ANG1	2539	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COCHRANE_CCH2	882	943	928	744	631	286	251	215	180	145	110	107	104	102	99	96
COCHRANE_CCH1	943	963	963	804	567	204	174	144	114	84	54	54	54	54	54	54
KELAR_GNL_1	19	387	510	153	3	0	8	16	24	32	40	42	44	46	48	49



UGE	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
KELAR_GNL_2	14	271	357	107	2	0	6	11	17	22	28	29	31	32	33	35
NehuencoIICC	644	657	650	627	236	228	232	235	239	243	246	244	242	240	238	236
SanIsidroIICC	318	413	438	441	42	38	43	49	54	59	65	67	69	71	73	75
NuevaRenca	1677	1654	1630	1633	818	875	834	793	751	710	669	663	657	651	645	639
IEM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SantaMaria	4432	4813	4976	4020	113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nehuenco1	270	351	352	311	36	40	41	42	43	44	44	46	48	50	52	54
Bocaminall	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SanIsidro	94	221	257	225	14	15	17	19	22	24	26	26	26	26	26	26
CTNORGENER_NTO2	2350	2514	2507	2041	1374	914	761	609	456	304	151	147	142	137	133	128
CTNORGENER_NTO1	965	1319	1440	697	294	115	110	106	101	96	92	92	92	92	92	92
Campiche	3157	3282	3257	2813	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LosGuindos_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
LosGuindos_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	3
NuevaVentanas	4234	4479	4457	3926	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quintero_1	1	0	2	0	0	0	1	1	2	3	4	6	9	12	15	18
Quintero_2	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	4	5
Candelaria_GNL_1	1	5	27	1	0	0	2	3	5	6	8	10	12	14	17	19
Candelaria_GNL_2	1	9	44	1	0	0	3	5	7	10	12	16	20	23	27	31
Taltal2_GNL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	4	6	8	10
Taltal1_GNL	0	0	3	0	0	0	0	0	1	1	1	3	5	7	9	11
Ventanas2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CTHORNITOS_CTH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CTANDINA_CTA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cardones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	3
SantaLidia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	5	6
LosVientos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	4	5	6
LosPinos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2
Colmito	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Coronel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lautaro_1	1134	1130	1106	1185	722	719	721	723	725	727	730	724	718	713	707	701
Lautaro_2	79	79	78	83	51	50	51	51	51	51	51	51	50	50	50	49



Anexo 3: Ficha Resumen AGIES

ÍTEM	GLOSA	DESCRIPCIÓN
Identificación	Nombre AGIES	Análisis General de impacto Económico y Social del Anteproyecto de la revisión de la Norma de Emisión para centrales termoeléctricas-
	Versión de AGIES	Versión 1
	Nombre instrumento normativo que da origen al AGIES	Anteproyecto norma de emisión para centrales termoeléctricas
	Tipo de regulación	Norma de emisión
	Fecha de término del AGIES	Mayo 2023
	Alcance geográfico	Nacional
	Instrumento nuevo o revisión	Revisión
	Área de aplicación	Asuntos Atmosféricos
Metodología	Metodología	Análisis Costo-Beneficio, Beneficios salud en base a (<u>MMA 2013</u>)
	Normativas consideradas de línea base	Decreto Supremo N° 13 de 2011, que establece norma de Emisión para centrales termoeléctricas
	Nivel de evaluación de beneficios	Identificación de beneficios
	Tasa de descuento	6%
	Años de evaluación	2025-2040
	Valor del Dólar	863,6 promedio marzo 2022-marzo 2023
	Valor de la UF	35.708,1 del 20 de abril de 2023
Resultados	Costos estimados en USD/Año	193,06
	Beneficios estimados en USD	16,87

Fuente: Elaboración propia.