



Minuta

**Estimación de Emisiones Centrales termoeléctricas
afectas al D.S. N°13, de 2011, del MMA**

Abril de 2023



Contenido

1	Objetivo de la minuta:.....	3
2	Contexto:.....	3
3	Origen de información:	6
4	Resultados:.....	6
4.1	Resumen de emisiones por regiones, comunas y tipo de combustible para el año 2021..	6
4.2	Comparación de evolución de emisiones anuales y generación anual, 2008 y 2014-2021	9
4.3	Resumen de emisiones anuales 2021 para cada UGE.....	11
5	Comentarios:.....	14



1 Objetivo de la minuta:

Presentar las estimaciones de emisiones de MP, SO₂ y NO_x de las Centrales termoeléctricas (CT) afectas a la Norma de Emisión para Centrales termoeléctricas (NECT), D.S. N°13 de 2011 del MMA.

2 Contexto:

- El Artículo 2 de la NECT estableció que, la norma de emisión para termoeléctricas se aplica a unidades de generación eléctrica, conformadas por calderas o turbinas, con una potencia térmica mayor o igual a 50 MWt (megavatios térmicos, considerando el límite superior del valor energético del combustible). El cumplimiento de los límites máximos de emisión se verificará en el efluente de la fuente emisora, el que puede considerar una o más unidades generadoras. Se exceptúan de esta regulación calderas y turbinas que forman parte de procesos de cogeneración.
- El Artículo 7 de la NECT estableció que, corresponderá el control y fiscalización del cumplimiento de la NECT a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), en conformidad a lo dispuesto en el artículo segundo de la ley N°20.417.
- El Artículo 8 de la NECT estableció que, las fuentes emisoras existentes y nuevas deberán instalar y certificar un sistema de monitoreo continuo de emisiones para: Material particulado (MP), dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x) y de otros parámetros de interés, de acuerdo a lo indicado en la Parte 75, volumen 40 del Código de Regulaciones Federales (CFR) de la Agencia Ambiental de los Estados Unidos (US-EPA). El sistema de monitoreo continuo de emisiones será aprobado mediante resolución fundada de la Superintendencia.
- El Artículo 9 de la NECT estableció que, las fuentes emisoras existentes tendrán un plazo de dos años para instalar y certificar el sistema de monitoreo continuo de emisiones, contado desde la fecha de entrada en vigencia del presente decreto. Mientras que las fuentes emisoras nuevas deberán incorporar el sistema de medición continuo desde su puesta en servicio.
- El Artículo 10 de la NECT estableció que, las fuentes emisoras existentes y nuevas que utilicen como combustible sólido únicamente biomasa, se eximen de medir en forma continua dióxido de azufre (SO₂). Sin perjuicio de lo anterior, la Superintendencia podrá requerir que se informe sobre el contenido de azufre en el combustible.
- El Artículo 12 de la NECT estableció que, los titulares de las fuentes emisoras presentarán a la Superintendencia un reporte del monitoreo continuo de emisiones, trimestralmente, durante un año calendario. El formato actualizado de los datos a reportar está definido en la Resolución Exenta N°404 de 2017 de la SMA.
- La Tabla 2-1, ilustra los tipos de datos y de estados de las Unidades de Generación eléctrica (UGE) reportados a la SMA según la RE N°404/2017. Se puede apreciar que hay datos medidos (DM) que son resultados de mediciones con equipos CEMS (Monitoreo continuo de emisiones), pero para chimeneas que no tienen CEMS se reportan datos que son estimados (DE) o medidos con un método de referencia (MR). En caso de sustitución de



algún dato se reporta con un estado (DS). El tipo de dato se incluye en una columna adicional en el reporte trimestral como un Status o código de identificación.

Tabla 2-1 Tipos de Estado de datos y de UGE reportados a la SMA

Tipos de Datos Reportados		Tipos de Estado UGE reportados	
-DM -DMC -DS -DE -MR	<p>DM: Dato medido mediante CEMS DMC: Dato medido mediante CEMS en estado condicional (*) DS: Dato sustituido DE: Dato estimado (Aplica para monitoreo alternativo, cuando el titular proponga a la SMA una forma de estimar éste valor) MR: Dato medido mediante método de referencia</p> <p>(*) Durante el periodo comprendido entre el término de los ensayos de validación y la obtención de la respectiva resolución emitida por esta Superintendencia, se deberá caracterizar el Tipo de Dato como DMC, justificando la situación en el respectivo informe de conclusiones. (ver punto 8)</p>	-HE -RE -HA -FA -DP -DNP -DSD -SPS -CIERRE	<p>HE: Hora de encendido. RE: Hora de operación en régimen. HA: Hora de apagado. FA: Falla DP: Detención programada. DNP: Detención no programada identificando el tipo de falla. DSD: disponible sin despacho. SPS: Sin puesta en servicio. CIERRE: Desmontaje de la Central. Aplica a Unidades Generadoras que se retiran del sistema.</p> <p>Nota: (Valor SPS sólo aplica a fuentes nuevas, que no han entrado en operación comercial).</p> <p>Si el Estado de la UGE es SPS o CIERRE, todas las columnas menos las columnas N° 1 y N° 19 deben quedar en blanco.</p> <p>Desde la fecha de puesta en servicio (operación comercial) se deberán reportar los datos según los criterios de caracterización correspondientes.</p>

Fuente: Elaboración propia en base a RE N°404/2017 de la SMA

- Considerando las variables incluidas en el reporte trimestral de datos se realiza la estimación de emisiones de acuerdo a las siguientes fórmulas:

$$\text{Emisión NO}_x(\text{Ton/año}) = (\text{CONCENTRACION_NOX_MG_MWH} \times \text{POTENCIA_BRUTA_MWH}) / 10^9$$

$$\text{Emisión SO}_2(\text{Ton/año}) = (\text{CONCENTRACION_SO2_MG_MWH} \times \text{POTENCIA_BRUTA_MWH}) / 10^9$$

$$\text{Emisión MP}(\text{Ton/año}) = (\text{CONCENTRACION_MP_MG_MWH} \times \text{POTENCIA_BRUTA_MWH}) / 10^9$$

Donde:

- CONCENTRACION_NOX_MG_MWH: Concentración de NO_x en mg/MWh
- CONCENTRACION_SO2_MG_MWH: Concentración de SO₂ en mg/MWh
- CONCENTRACION_MP_MG_MWH: Concentración de MP en mg/MWh
- POTENCIA_BRUTA_MWH: Potencia bruta a la cual operó la fuente durante promedio horario en MWh.

- El cálculo de las emisiones se realizó para todas las horas de funcionamiento de la Unidad de Generación Eléctrica (UGE)¹.
- En caso de UGEs que comparten Chimenea, las emisiones obtenidas deben ser divididas por 2, ya que las concentraciones obtenidas corresponden (por limitaciones de las mediciones) a la suma de concentraciones de ambas UGE en la Chimenea.

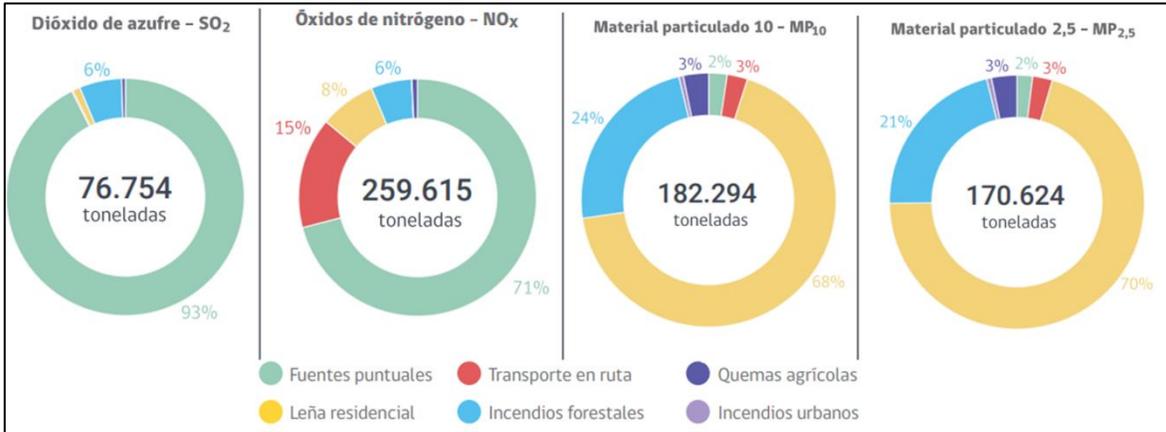
Por otro lado, de acuerdo con el "Informe consolidado de emisiones y Transferencia de contaminantes 2005-2020", del RETC, las emisiones de fuentes puntuales, grupo donde están

¹ Estados de Régimen, encendidos, apagados y fallas



incluidas las Centrales Termoeléctricas (CT), corresponden al 93% del total de emisiones nacionales de SO₂, al 71% de NO_x y solo a un 2% de las emisiones de MP10, lo cual se ilustra en la Figura 2-1.

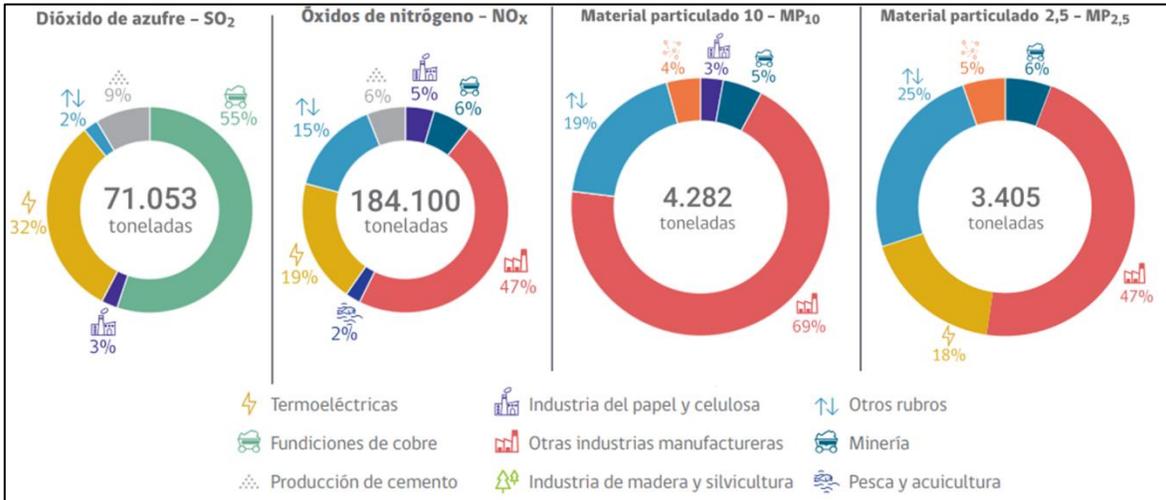
Figura 2-1 Composición del total de emisiones al aire por tipo de fuente, 2020.



Fuente: Informe consolidado de emisiones y Transferencia de contaminantes 2005-2020²

Adicionalmente, la Figura 2-2 muestra que las emisiones de las CT corresponden al 32% del total de las emisiones de SO₂ de fuentes puntuales, al 19% de NO_x y un 18% de MP2,5. De acuerdo al Informe del RETC la cuantificación de las emisiones se realiza principalmente por estimaciones y mediciones basadas en los sistemas de reportes de emisiones: Sistema F138, Sistema de Información de Centrales Termoeléctricas, Norma de Fundiciones e Impuestos Verdes

Figura 2-2 Composición de emisiones totales al aire de fuentes puntuales por rubro - 2020



Fuente: Informe consolidado de emisiones y Transferencia de contaminantes 2005-2020

² Disponible en: https://retc.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2022/12/ICETC_RETc-2022.pdf



3 Origen de información:

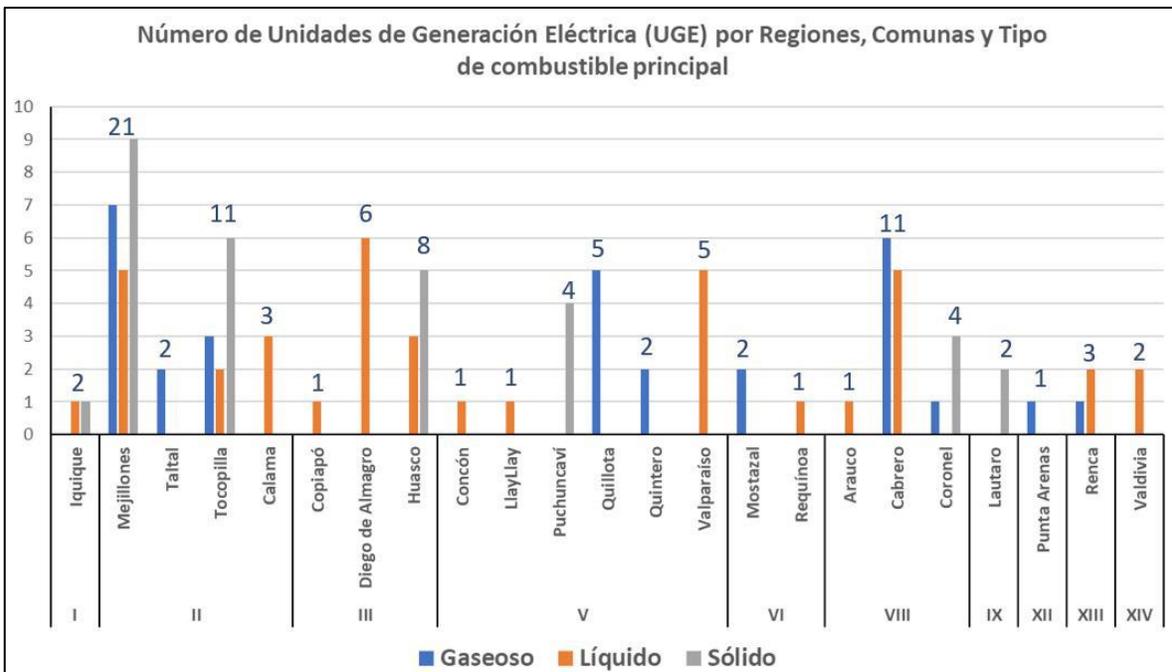
- Información analizada para cumplimiento de norma corresponden a los datos horarios que suben las empresas cada trimestre a página de la Superintendencia del Medio Ambiente: https://drive.google.com/drive/folders/1CfvVC3I4tDvRFyLWv2a_4H6Q8DV58cr6

4 Resultados:

4.1 Resumen de emisiones por regiones, comunas y tipo de combustible para el año 2021

La Figura 4-1 presenta la cantidad de Unidades de Generación de las CT a las cuales aplica la NECT por Región, comuna y tipo de combustible utilizado por la UGE. Se aprecia que Mejillones es la comuna con mayor cantidad de UGEs (con 21), de las cuales 9 utilizan combustible sólido (carbón).

Figura 4-1 Unidades de Generación Eléctrica (UGE) clasificadas por Regiones, Comunas y tipo de combustible

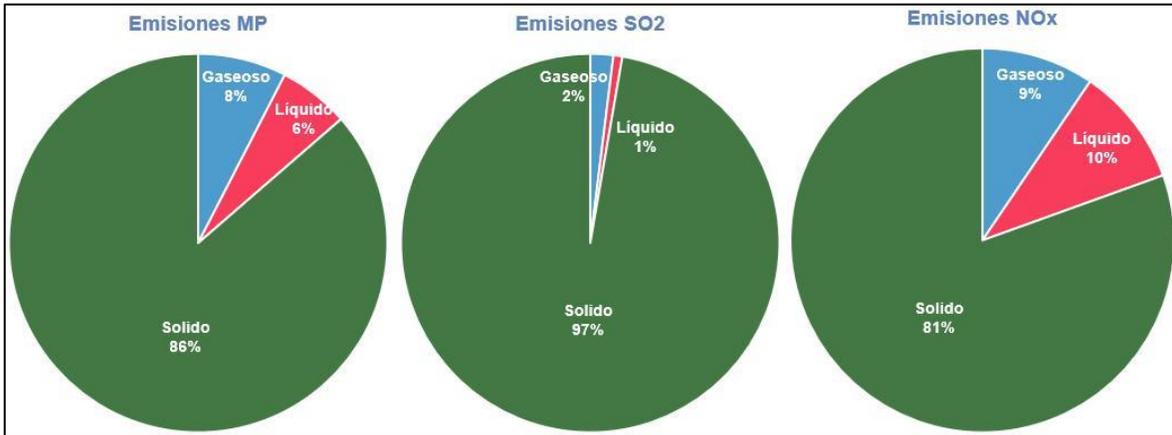


Fuente: Elaboración propia con datos de SMA

La Figura 4-2 muestra que durante el año 2021, las UGE que utilizan combustible sólido son las principales fuentes emisoras representando el 86% del total de emisiones de MP, el 97% de SO₂ y el 81% de NO_x.



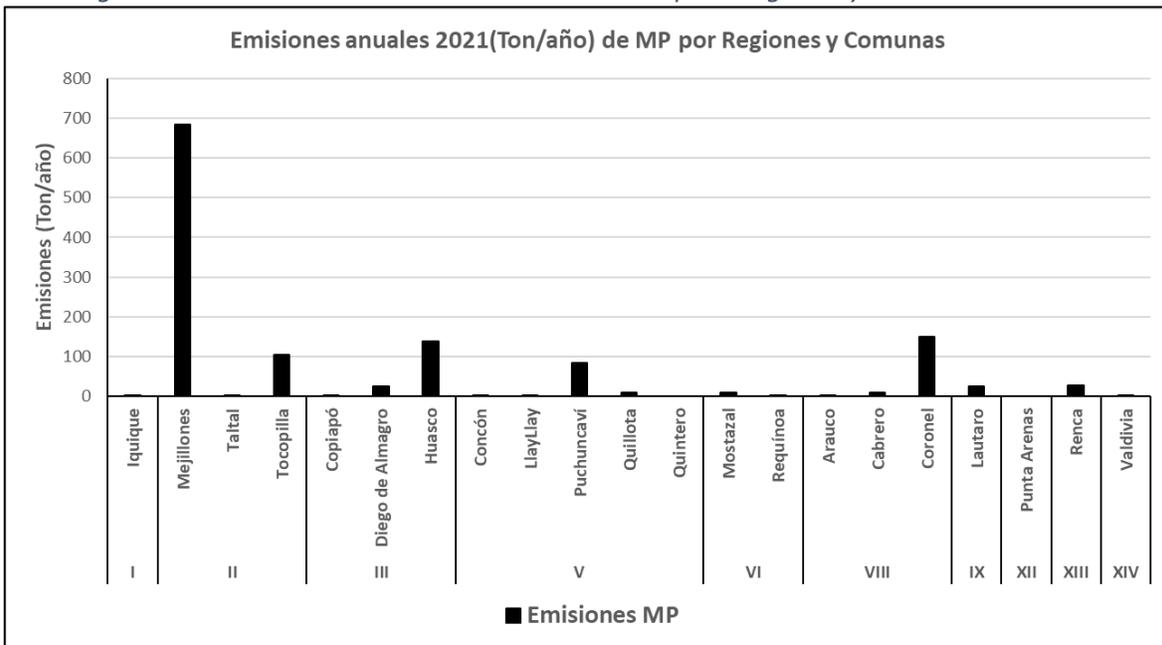
Figura 4-2 Porcentaje de emisiones por tipo de combustible de las UGE año 2021



Fuente: Elaboración propia con datos de SMA

La Figura 4-3, la Figura 4-4 y la Figura 4-5 resumen el total de emisiones de MP, SO₂ y NO_x respectivamente por comuna para las regiones con UGE. Se aprecia que la comuna de Mejillones es la que acumula mayor cantidad de emisiones, destacando la mayor cantidad para MP lo cual se puede asociar principalmente a las 9 UGE que utilizan combustible sólido (carbón). Para las emisiones anuales de MP y SO₂ aparecen en lugares secundarios las comunas de Tocopilla, Huasco, Puchuncaví y Coronel. Para NO_x, a las comunas secundarias se suman las comunas de Diego de Almagro y Quillota.

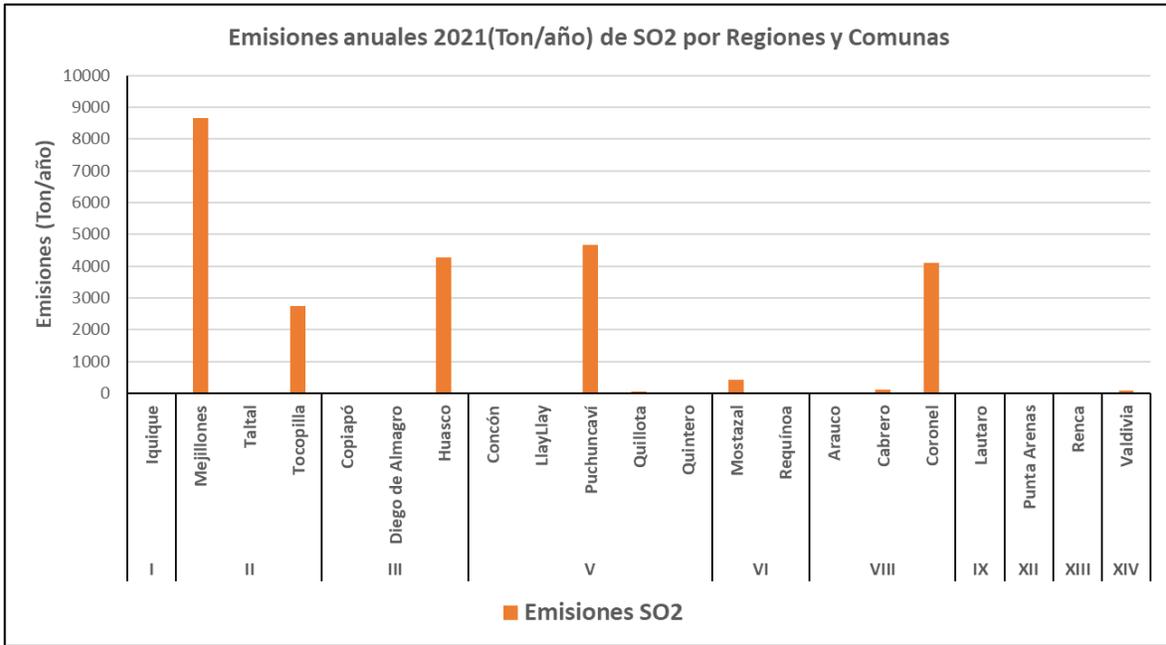
Figura 4-3 Emisiones anuales de MP durante 2021 para Regiones y Comunas con UGEs



Fuente: Elaboración propia con datos de SMA

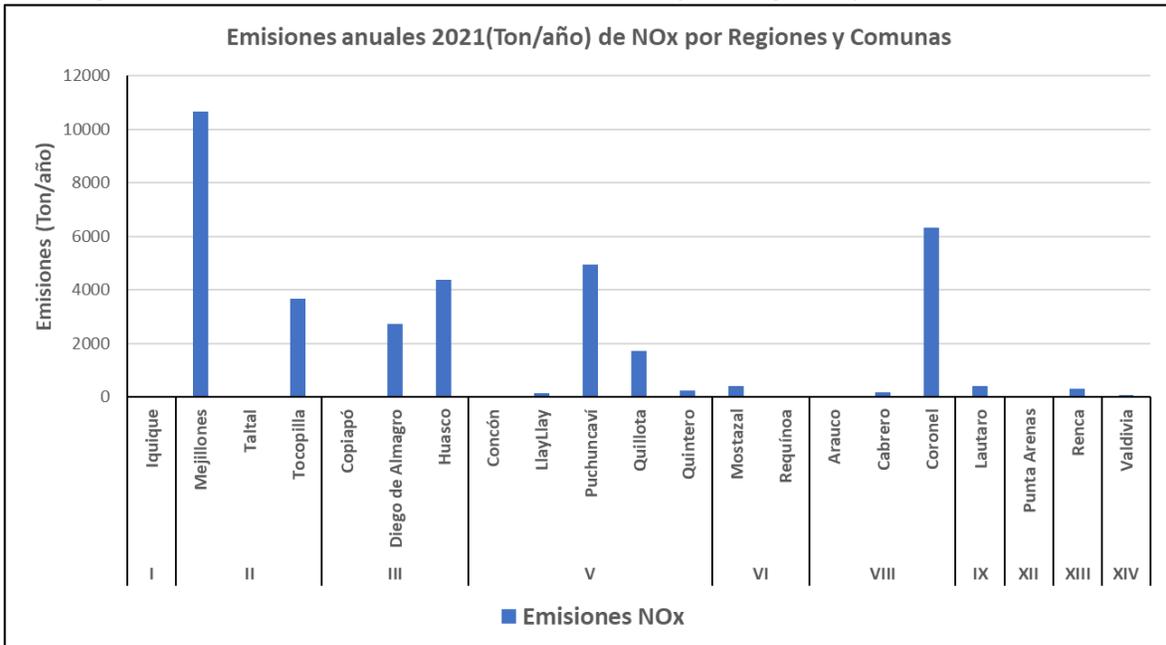


Figura 4-4 Emisiones anuales de SO₂ durante 2021 para Regiones y Comunas con UGEs



Fuente: Elaboración propia con datos de SMA

Figura 4-5 Emisiones anuales de NO_x durante 2021 para Regiones y Comunas con UGEs



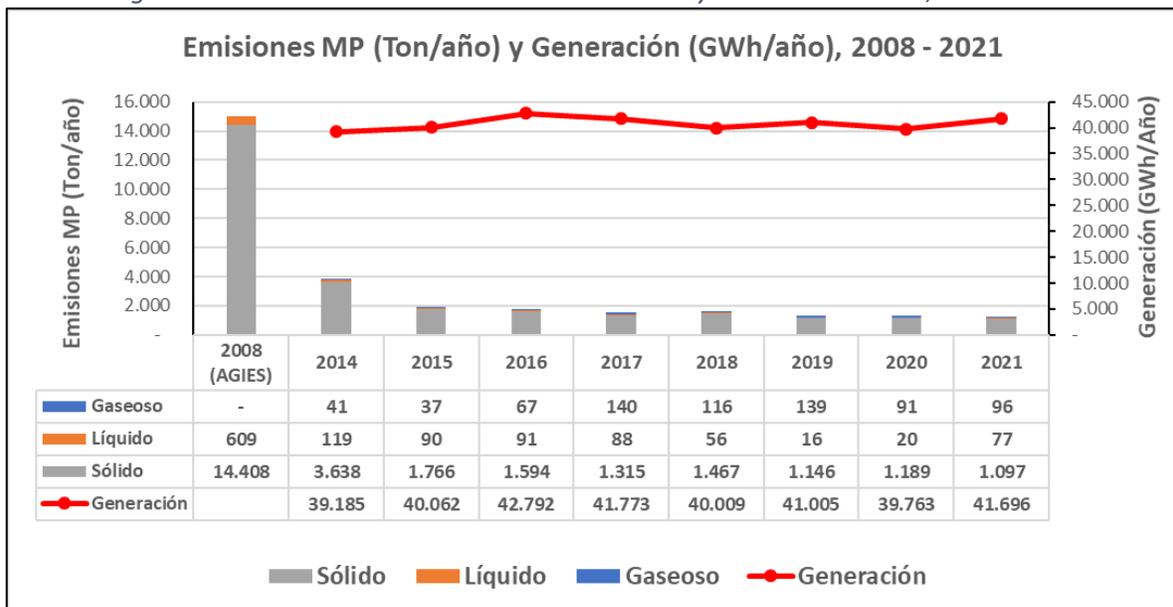
Fuente: Elaboración propia con datos de SMA



4.2 Comparación de evolución de emisiones anuales y generación anual, 2008 y 2014-2021

Para MP, de acuerdo a la Figura 4-6 se observa una reducción global de emisiones muy significativa, asociada al cumplimiento del primer hito de cumplimiento de límite de emisiones en enero de 2014, por lo que el parque generador en su conjunto disminuyó las emisiones aproximadamente a un tercio de las emisiones respecto del escenario pre-norma del 2008 estimadas a partir del AGIES 2009. En los años siguientes, entre 2015 y 2018, las emisiones de MP son del mismo orden y correlacionadas con el nivel de despacho, es decir, una vez que las generadoras lograron las reducciones impuestas por la norma entraron en una situación de régimen. Al año 2021, se constata una reducción de 92% de las emisiones de MP (respecto a las estimadas por AGIES 2008).

Figura 4-6 Evolución de Emisiones anuales de MP y Generación Anual, 2008-2021

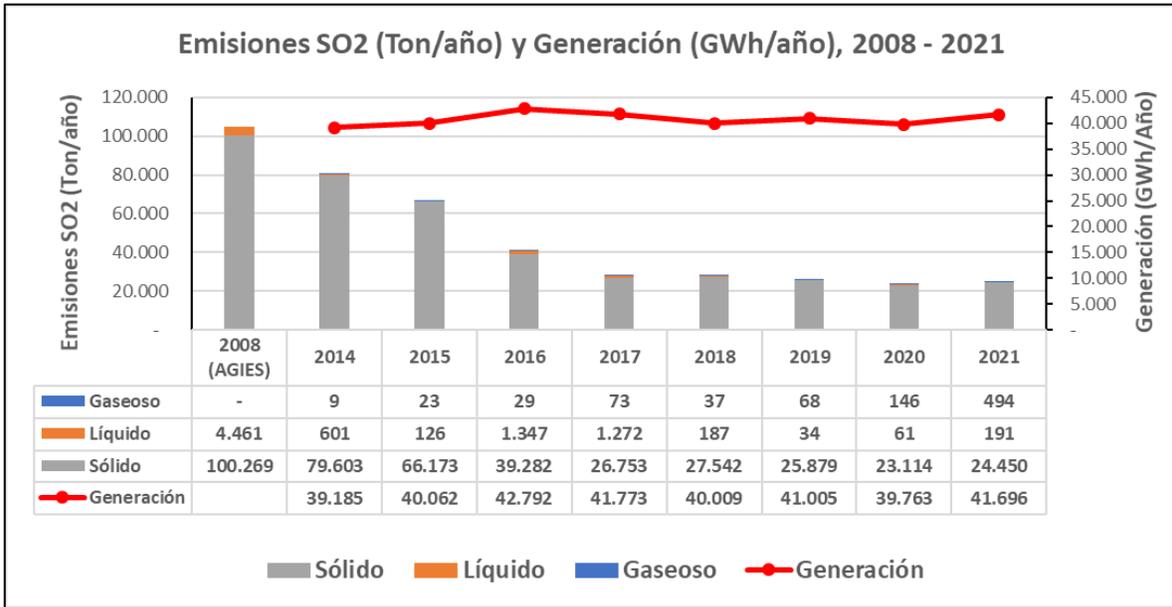


Fuente: Elaboración propia con datos de AGIES y SMA

Para SO_2 , de acuerdo a la Figura 4-7 se observó una reducción notoria de las emisiones globales entre el 2008 y el 2015, año en que se cumple el segundo hito de la norma asociado al cumplimiento de los límites de SO_2 y NO_x en las zonas saturadas o latentes. La tasa de reducción se mantiene al año 2016, en que se cumplen los plazos para el tercer hito de cumplimiento de límites de emisión en SO_2 y NO_x para las unidades de todo el territorio del país. Es interesante notar que la generación térmica total aumentó hasta el año 2016, por lo que las reducciones en emisiones sólo se explican en el esfuerzo de los generadores por cumplir con la NECT. En el año 2017 las emisiones se reducen aun más y luego se mantienen al 2018, lo que podría ser explicado en parte por la reducción de la generación térmica. Al año 2021, se constata una reducción de 76% de las emisiones de SO_2 (respecto a las estimadas por AGIES 2008).



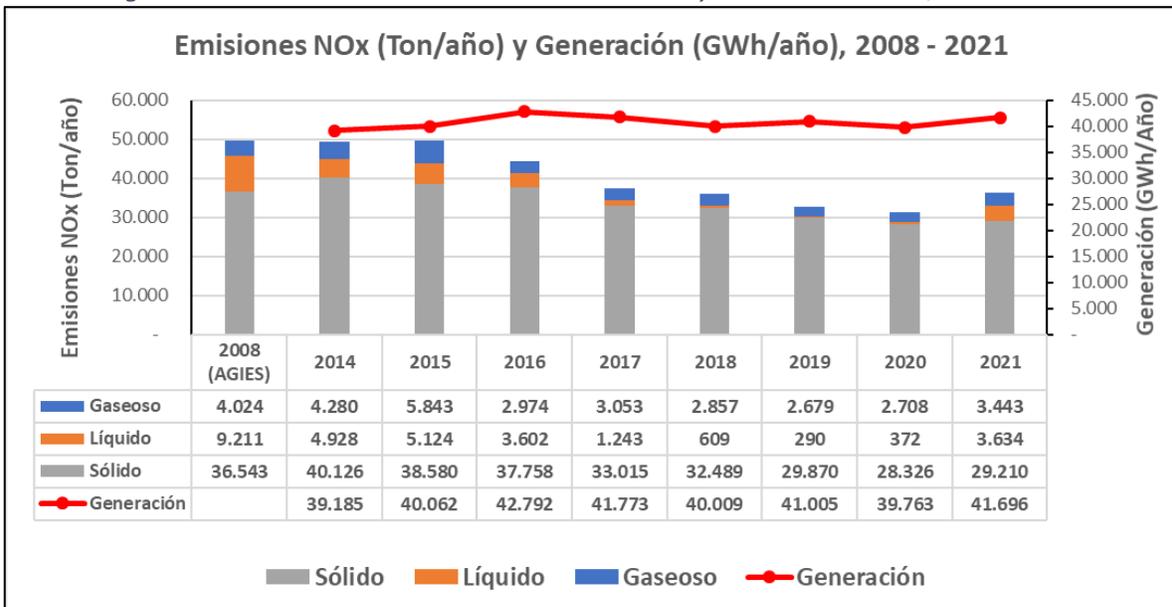
Figura 4-7 Evolución de Emisiones anuales de SO₂ y Generación Anual, 2008-2021



Fuente: Elaboración propia con datos de AGIES y SMA

Para NO_x, de acuerdo a la Figura 4-8 no se apreció reducciones al año 2015, pero si es notoria al año 2016, que podrían asociarse al plazo señalado en la NECT para inicio de la aplicación de la NECT. Las reducciones siguientes en los años 2017 y 2018, más bien se asocian a la reducción en la actividad por el menor volumen de generación térmica. Al año 2021, se constata una reducción de 27% de las emisiones de NO_x (respecto a las estimadas por AGIES 2008).

Figura 4-8 Evolución de Emisiones anuales de NO_x y Generación Anual, 2008-2021



Fuente: Elaboración propia con datos de AGIES y SMA



4.3 Resumen de emisiones anuales 2021 para cada UGE

A continuación, la Tabla 4-1 resume las emisiones calculadas para el año 2021 de MP, SO₂ y NO_x de cada una de las unidades de generación eléctrica (UGE) de las CT a las cuales aplica la Norma de emisión para Centrales Termoeléctricas (D.S. N°13/2011 de MMA).

Algunas UGE han funcionado con más de un combustible durante el año 2021, la mayoría de estas UGE utiliza el segundo combustible durante los encendidos. A modo de ejemplo, ANGAMOS 1 funcionó un 96% de horas con combustible sólido y 4% con combustible líquido

Tabla 4-1 Resumen de emisiones anuales 2021 de MP, SO₂ y NO_x para UGE a las cuales aplica norma de centrales termoeléctricas (D.S. N°13/2011 de MMA)

Tipo	Central	UGE	Uso Combustible 2021 ³	Horas Funcion	Emisiones 2021 (Ton/año)		
					MP	SO ₂	NO _x
Existente	ANDINA	CTA	Sólido	6548	22,3	1056,6	1541,4
Existente	ANDINA	CTH	Sólido	6566	20,0	1103,7	1472,3
Existente	ANGAMOS	ANGAMOS 1	96%Sol, 4%Liq	8523	146,5	1624,8	1342,1
Existente	ANGAMOS	ANGAMOS 2	96%Sol, 4%Liq	8523	146,5	1624,8	1342,1
Existente	ANTILHUE TG	TG-1	Líquido	811	0,6	35,2	35,2
Existente	ANTILHUE TG	TG-2	Líquido	1054	0,7	45,5	45,5
Existente	BOCAMINA	Unidad 2	Sólido	8176	53,7	2344,6	2914,6
Existente	CANDELARIA	TG1	87%Gas, 13%Liq	2973	4,1	204,8	204,8
Existente	CANDELARIA	TG2	92%Gas, 8%Liq	3447	4,1	217,3	217,3
Existente	CARDONES (EX TIERRA AMARILLA)	Turbina N°1	Líquido	30	0,3	0,0	5,5
Existente	CENTRAL ATACAMA	HRSO-Chimenea 1A	89%Liq, 11%Gas	1664	5,0	1,3	115,4
Existente	CENTRAL ATACAMA	HRSO-Chimenea 1B	84%Liq, 16%Gas	1826	22,3	0,8	91,4
Existente	CENTRAL ATACAMA	HRSO-Chimenea 2A	94%Liq, 6%Gas	1183	1,4	1,0	95,0
Existente	CENTRAL ATACAMA	HRSO-Chimenea 2B	83%Liq, 17%Gas	2330	7,9	0,5	144,2
Existente	CENTRAL ESPERANZA	TG-CH1	Líquido	48	0,0	0,0	3,5
Nueva	CENTRAL KELAR	TG1	99%Gas, 1%Liq	6237	35,6	1,7	284,3
Nueva	CENTRAL KELAR	TG2	98%Gas, 2%Liq	3989	15,7	1,7	207,9
Nueva	CENTRAL LOS GUINDOS	Los Guindos TG	Líquido	125	3,1	0,3	11,5
Nueva	CENTRAL LOS GUINDOS	Los Guindos TG2	Líquido	190	3,2	0,4	15,0
Nueva	CT COCHRANE	CCH1	98%Sol, 2%Liq	8759	79,4	1001,5	890,2
Nueva	CT COCHRANE	CCH2	98%Sol, 2%Liq	8759	79,4	1001,5	890,2
Existente	COLMITO	Chimenea Colmito	99%Liq, 1%Gas	2009	1,0	0,5	28,5
Existente	CORONEL	LM-6000 PC 47 MW	88%Sol, 12%Liq	1223	1,3	0,0	38,8
Existente	DIEGO DE ALMAGRO	TG1	Líquido	88	0,0	0,0	7,3

³ Para aquellas UGE que funcionan con más de un combustible se incluye el porcentaje de horas que funcionó con cada uno de ellos, ya sea combustible sólido (Sol), líquido (Liq) o gaseoso (Gas).



Tipo	Central	UGE	Uso Combustible 2021 ³	Horas Funcion	Emisiones 2021 (Ton/año)		
					MP	SO ₂	NO _x
Existente	EL SALVADOR	CHTG1	Líquido	87	0,1	0,0	7,8
Existente	EMELDA	EMELDA U1	Líquido	63	0,0	0,0	2,4
Existente	EMELDA	EMELDA U2	Líquido	40	0,0	0,0	1,4
Existente	GUACOLDA	CTG, Unidad N°1	Sólido	8325	10,5	1204,5	1552,5
Existente	GUACOLDA	CTG, Unidad N°2	Sólido	8325	10,5	1204,5	1552,5
Existente	GUACOLDA	CTG, Unidad N°3	Sólido	7242	44,8	754,5	870,8
Existente	GUACOLDA	CTG, Unidad N°4	Sólido	8025	46,0	842,5	188,2
Existente	GUACOLDA	CTG, Unidad N°5	Sólido	8007	27,6	273,7	215,7
Existente	HORCONES	Central Horcones	Líquido	7	0,0	0,0	0,6
Existente	HUASCO	TG3	Líquido	24	0,0	0,0	0,8
Existente	HUASCO	TG4	Líquido	17	0,0	0,0	0,6
Existente	HUASCO	TG5	Líquido	18	0,0	0,0	0,6
Existente	LAGUNA VERDE	AEG	Líquido	0	0,0	0,0	0,0
Existente	LAGUNA VERDE	BROWN BOVERI	Líquido	0	0,0	0,0	0,0
Existente	LAGUNA VERDE	TG	Líquido	0	0,0	0,0	0,0
Existente	LAUTARO-COMASA	Unidad N° 1	Sólido	7617	22,6	0,0	367,4
Nueva	LAUTARO-COMASA	Unidad N° 2	Sólido	5192	2,9	0,0	41,7
Existente	LOS PINOS	CH-TG	Líquido	2193	2,0	99,7	99,7
Existente	LOS VIENTOS	Los Vientos	Líquido	1491	2,4	0,3	140,6
Existente	MEJILLONES	CTM1	Sólido	7296	21,9	362,5	506,1
Existente	MEJILLONES	CTM2	Sólido	7296	21,9	362,5	506,1
Existente	MEJILLONES	CTM3TG-TV	96%Gas, 4%Liq	6976	5,5	0,8	286,9
Nueva	MEJILLONES	CTM-7	Sólido	8375	53,2	502,1	955,3
Existente	NEHUENCO	Turbina Gas Nehuenco I	96%Gas, 4%Liq	5771	2,9	3,2	329,3
Existente	NEHUENCO	Turbina Gas Nehuenco II	Líquido	6189	1,3	2,3	205,1
Existente	NEHUENCO	Turbina Gas Nehuenco II	Gaseoso	852	0,7	1,7	33,4
Existente	NORGENER	NT01	97%Sol, 3%Liq	8014	34,6	723,1	1151,5
Existente	NORGENER	NT02	99%Sol, 1%Liq	8152	28,9	848,1	1403,7
Existente	QUINTERO	TG1A	Gaseoso	4387	0,0	0,0	137,6
Existente	QUINTERO	TG1B	Gaseoso	4696	0,0	0,0	97,4
Existente	RENCA - NUEVA RENCA	Central Renca (U1)	Líquido	7	0,0	0,0	0,1
Existente	RENCA - NUEVA RENCA	Central Renca (U2)	Líquido	0	0,0	0,0	0,0
Existente	Nueva Renca	Nueva Renca	81%Sol, 19%Liq	4680	26,8	2,7	324,1
Existente	SALAR	Tg01 A	Líquido	0	0,0	0,0	0,0
Existente	SALAR	Tg01 B	Líquido	0	0,0	0,0	0,0
Existente	SALAR	tg02	Líquido	0	0,0	0,0	0,0
Existente	SAN ISIDRO I	TG1	Gaseoso	6915	2,7	49,6	552,5
Existente	SAN ISIDRO II	TG2	Gaseoso	8209	1,5	7,2	612,9
Existente	SAN LORENZO DE DIEGO DE ALMAGRO	TG1	Líquido	24	11,4	2,3	1239,4



Tipo	Central	UGE	Uso Combustible 2021 ³	Horas Funcion	Emisiones 2021 (Ton/año)		
					MP	SO ₂	NO _x
Existente	SAN LORENZO DE DIEGO DE ALMAGRO	TG2	Líquido	19	13,6	2,7	1478,4
Existente	SANTA LIDIA	Santa Lidia	Líquido	236	0,4	0,1	22,2
Existente	SANTA MARÍA I	Unidad I	98%Sol, 2%Liq	7531	93,8	1753,9	3361,6
Existente	TALTAL	TG1	76%Gas, 24%Liq	301	0,2	0,5	9,7
Existente	TALTAL	TG2	98%Gas, 2%Liq	965	0,3	0,8	16,9
Existente	TARAPACA	TGTAR	Líquido	25	0,0	0,0	0,4
Existente	TOCOPILLA	TG1	75%Liq, 25%Gas	13	0,0	0,0	0,5
Existente	TOCOPILLA	TG2	75%Liq, 25%Gas	15	0,0	0,0	0,7
Existente	TOCOPILLA	TG3	Gaseoso	873	0,3	0,0	20,8
Existente	TOCOPILLA	U14	Sólido	7167	20,5	592,4	461,0
Existente	TOCOPILLA	U15	Sólido	7167	20,5	592,4	461,0
Existente	TOCOPILLA	U16 TG-TV	Gaseoso	5476	0,0	0,0	167,9
Existente	TRES PUENTES	Unidad 1	Gaseoso	780	0,0	0,0	0,0
Existente	VENTANA II	VENTANAS II	98%Sol, 2%Liq	7321	36,9	1370,6	1913,5
Existente	VENTANA IV	Central Campiche	98%Sol, 2%Liq	6528	37,2	1542,4	1374,5
Existente	VENTANAS III	Nueva Ventanas	99%Sol, 1%Liq	6473	9,1	1762,2	1646,8
Existente	YUNGAY	YUNGAY 1A	Gaseoso	44	0,0	0,0	2,4
Existente	YUNGAY	YUNGAY 1B	Gaseoso	44	0,0	0,0	2,4
Existente	YUNGAY	YUNGAY 2A	99%Gas, 1%Liq	65	0,0	0,0	5,8
Existente	YUNGAY	YUNGAY 2B	99%Gas, 1%Liq	65	0,0	0,0	5,8
Existente	YUNGAY	YUNGAY 3A	Gaseoso	27	0,0	0,0	2,2
Existente	YUNGAY	YUNGAY 3B	Gaseoso	27	0,0	0,0	2,2
Existente	YUNGAY	YUNGAY 4	Líquido	21	0,0	0,0	1,4

Fuente: Elaboración propia con datos de SMA

De acuerdo a la Tabla 4-1, las emisiones más altas corresponden a UGE que utilizan combustible sólido (Carbón), entre ellas UGE de las CT Andina, Angamos, Guacolda, Santa María, Norgener, etc.



5 Comentarios:

Luego de la entrada en vigencia en su totalidad de la NECT (año 2016) se aprecia una notoria reducción de emisiones de los contaminantes normados (MP, NO_x y SO₂). En algunas comunas como Tocopilla, Huasco, Puchuncaví además de la NECT hay otros instrumentos de gestión ambiental que también han aportado a la disminución de emisiones, entre ellos planes de descontaminación y planes de gestión de calidad de aire.

Para las UGE que comparten Chimeneas (asociadas a las Centrales Angamos, Cochrane, Guacolda, Mejillones, Tocopilla y Laguna Verde) no es posible calcular en forma independiente las emisiones ya que las concentraciones y horas de funcionamiento son iguales para ambas UGE. La instalación de un flujómetro másico en cada UGE que comparta chimenea permitiría hacer una estimación independiente de emisiones en función de los flujos másicos de los gases emitidos por las UGE.

Mejillones es la comuna que acumula la mayor cantidad de emisiones, siendo mayor la diferencia respecto a las otras comunas para las emisiones de MP. Para las emisiones anuales de MP y SO₂ aparecen en lugares secundarios las comunas de Tocopilla, Huasco, Puchuncaví y Coronel. Para NO_x, a las comunas secundarias se suman las comunas de Diego de Almagro y Quillota.

Las UGE que funcionan con combustible sólido tienen las mayores emisiones de MP, SO₂ y NO_x. Por este motivo, en el año 2021 están asociadas al 86% de las emisiones anuales de MP, al 97% de las emisiones de SO₂ y al 81% de las emisiones de NO_x.

En conclusión, desde la entrada en vigencia de vigencia del D.S. N°13, de 2011, del Ministerio del Medio Ambiente, que establece Norma de Emisión para Centrales Termoeléctricas, al año 2021, las emisiones nacionales emitidas por estas fuentes han disminuido en un 92% para Material Particulado (MP), en un 76% para Dióxido de azufre (SO₂) y en un 27% Óxidos de nitrógeno (NO_x).